



**National Library
of Sweden**

Denna bok digitaliserades på Kungl. biblioteket år 2012

B

S. o. m.

STATENS OFFENTLIGA UTREDNINGAR 1923: 24
JORDBRUKSDEPARTEMENTET



KUNGL. ELEKTRIFIERINGSKOMMITTÉNS MEDDELANDE. 6

UTREDNING

ANGÅENDE

LÄMPLIGA DISTRIBUTIONSSYSTEM FÖR
LANDSBYGDSELEKTRIFIERING

S T O C K H O L M

1 9 2 3

Statens offentliga utredningar 1923

Kronologisk förteckning

1. Betänkande med förslag angående magistraternas befriande i visst avseende från ansvar för kronouppbörderna m. m. Norstedt. 57 s. **Fi**.
2. Förslag till lag om lösdrivares behandling m. fl. förordningar. Del 5 av fattigvårdslagstiftningskommitténs betänkanden. Palmquist. xj, 423 s. **S**.
3. Spannmålsmarknadssakkunnigas betänkande. Norstedt. 41 s. **Jo**.
4. Betänkande med förslag till lag om församlingsstyrelse samt till bestämmelser om folkskoleärendenas överflyttning från den kyrkliga till den borgerliga kommunen m. m. Palmquist. vj, 304 s. **E**.
5. Skolkommissionens betänkande 5. Organisations- och ekonomiska utredningar. Norstedt. 236 s. **E**.
6. Utredning angående vissa spörsmål rörande städernas domstolsväsen. Av N. Herlitz. Norstedt. 164 s. **Ju**.
7. Statens ställning till järnvägarna i olika främmande länder. Av A. Lilienberg. Tullberg. 411 s. **K**.
8. Folkomröstningskommitténs utredningar angående referendum i främmande länder 4. Folkomröstningsinstitutet i Nordamerikas förenta stater. Av H. Tingsten. Tullberg. iv, 399 s. **Ju**.
9. Förslag till strafflag, allmänna delen, samt förslag till lag angående villkorlig frigivning jämte motiv. Marcus. xij, 534 s. **Ju**.
10. Folkomröstningskommitténs utredningar angående referendum i främmande länder 3. Folkomröstningsinstitutet i den schweiziska demokratin, dess förutsättningar, former och funktioner. Av A. Brusewitz. Tullberg. 381 s. **Ju**.
11. Utredning rörande ombyggnad av Strömsholms kanal samt utsträckning av kanalen från Smedjebacken till Ludvika. Meddelande från Kungl. Kanalkommissionen. Nr 5. Hæggeström. 133 s. 2 kart. **K**.
12. Betänkande och förslag angående det eklestiasitiska arrendeväsendet. Beckman. xij, 239 s. **E**.
13. Vägkommissionens betänkanden. 4. Förslag till lag om enskilda vägar m. m. Marcus. 147 s. **K**.
14. Betänkande med förslag till avtal rörande Stockholms bangårdsfråga. Beckman. 46 s. 10 kart. **K**.
- 15-17. Föreläsningsrevisionens betänkande 3. Betänkande och förslag rörande revision av Sveriges försäkringsväsende. Del 1. Inledande avdelning, lantförsvaret. viij, 661 s. Del 2. Sjöförsvaret, sammanfattning av revisionens förslag, särskilda yttranden. (2). 741 s. Del 3. Bilagor. (2). 90, 33, 28, 19, 53, 85, 4, 30, 2, 43, 30, 36, 6 s. Beckman. **Fö**.
18. Kommunalförordningskommitténs betänkande 4 med förslag till lag om landsting m. m. Beckman. 235 s. **S**.
19. Betänkande angående decisiv folkomröstning, avgivet av folkomröstningskommittén. Tullberg. 40 s. **Ju**.
20. Folkomröstningskommitténs utredningar angående referendum i främmande länder 5. Folkomröstningsinstitutet utanför Schweiz och Förenta staterna. Tullberg. 71 s. **Ju**.
21. Betänkande angående ordnandet av Stockholms förrätsbancfråga. Blom. 126 s. 11 kart. **K**.
22. Betänkande och förslag i fråga om kvinnors tillträde till statstjänster 3. Kvinns behörighet att innehava prästerlig och annan kyrklig tjänst. Marcus. 51 s. **Ju**.
23. Betänkande med förslag till lag om ändring i vissa delar av lagen den 25 maj 1894 angående jordfästning m. m. Norstedt. 56 s. **Ju**.
24. Kungl. Elektrifieringskommitténs meddelanden. 6. Utredning angående lämpliga distributionsystem för landsbygdselektrifiering. Beckman. viij, 192 s. **Jo**.

Ann. Om särskild tryckort ej angives, är tryckorten Stockholm. Bokstäverna med fetstil utgöra begynnelsebokstäverna till det departement, under vilket utredningen avgivits, t. ex. **E**. = eklestiasitikdepartementet, **Jo**. = jordbruksdepartementet. Enligt kungörelsen den 3 febr. 1922 ang. statens offentliga utredningars yttre anordning (nr 98) utgivas utredningarna i omslag med enhetlig färg för varje departement.

STATENS OFFENTLIGA UTREDNINGAR 1923: 24
JORDBRUKSDEPARTEMENTET



KUNGL. ELEKTRIFIERINGSKOMMITTÉNS MEDDELANDEN. 6.

UTREDNING
ANGÅENDE
LÄMPLIGA DISTRIBUTIONSSYSTEM FÖR
LANDSBYGDSELEKTRIFIERING

SERIEN C: V

STOCKHOLM 1923
K. L. BECKMANS BOKTRYCKERI
[531 23]



STATENS OFFENTLIGA TRYCKERIEN 1922
KONSTEN 1922



KUNST, ELKUNSTEN OCH KONSTENS ANVÄNDNING

UTREDNING

OM

LÄMPLIGA DISTRIBUTIONSSYSTEM FÖR
LANDSRYGDS ELKUNSTFÖRDELNING

SERIE 7

UTGITT AV
KUNSTEN 1922

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

| | Sid. |
|--|------|
| Förord | 1 |
| Del I. Innehållande en kortfattad redogörelse för utredningens verkställande samt en sammanställning av dess resultat | 3 |
| Hittills använda distributionssystem | 3 |
| Utredningens omfattning | 4 |
| 1. Jämförelse mellan olika distributionssystem med hänsyn till ekonomiska förhållanden | 5 |
| Förutsättningar för de verkställda kostnadsberäkningarna | 5 |
| Aktionsradien | 6 |
| Spänningsfallets fördelning | 7 |
| Tröskmotoreffekten och tröskeffekten pr ton säd | 9 |
| Bygdens beskaffenhet | 9 |
| Kostnadsberäkningar för Enköpingstrakten | 10 |
| Bygdeegenskapernas inverkan å kostnaderna | 13 |
| Bygdeegenskaper, som öva inflytande å kostnadsrelationerna | 14 |
| Områden, vilka gjorts till föremål för undersökning | 14 |
| <i>a. Jämförelse mellan kostnaderna för olika gårdsspänningar</i> | 16 |
| <i>b. Jämförelse mellan kostnaderna för olika ortsspänningar</i> | 20 |
| <i>c. Jämförelse mellan kostnaderna för lågspännings- och högspänningströskning</i> ... | 22 |
| <i>d. Jämförelse mellan kostnaderna för tvåspännings- och trespänningssystem</i> | 23 |
| 2. Jämförelse mellan olika distributionssystem med hänsyn till driftförhållandena | 25 |
| 3. Jämförelse mellan olika distributionssystem med hänsyn till den elektriska energiens användning | 27 |
| 4. Jämförelse mellan olika distributionssystem med hänsyn till organisation av landsbygdselektrifieringen | 28 |
| 5. Lämpliga standard-distributionssystem för landsbygdselektrifiering | 32 |
| Del II. Innehållande vissa specialutredningar samt den fullständiga motiveringen till de uppnådda resultaten | 34 |
| Avdelning A. Beskrivning över hittills vid landsbygdselektrifiering använda distributionssystem och organisationsformer | 34 |
| Tvåspänningssystem | 34 |
| Trespänningssystem | 38 |
| Lågspännings- och högspänningströskning | 39 |
| Trösklagsbildning | 39 |
| Ransonering | 40 |
| Andelssystemet | 40 |
| Systematisk indelning i distributionsområden | 41 |
| Sammanfattning | 41 |

| | Sid. |
|---|------|
| Avdelning B. Utredning angående kostnaderna för elektrifiering av Enköpingsstrakten vid användandet av olika distributionssystem | 42 |
| 1. Distributionskostnader | 42 |
| a. Förutsättningar för beräkningen av distributionskostnaderna | 42 |
| b. Kostnadsberäkningarnas resultat | 46 |
| c. Jämförelse mellan de olika systemen med hänsyn till kostnaderna för distributionsnätet | 53 |
| 2. Installationskostnader | 55 |
| 3. Totala kostnader | 58 |
| a. Jämförelse mellan olika tvåspänningssystem | 59 |
| b. Jämförelse mellan olika trespänningssystem | 61 |
| c. Jämförelse mellan tvåspännings- och trespänningssystem | 66 |
| Avdelning C. Utredning om den mest ekonomiska aktionsradien | 68 |
| 1. Beräkningarnas utförande | 68 |
| 2. Bestämmande av den mest ekonomiska aktionsradien i Enköpingsstrakten... | 69 |
| a. Gårdsnätsaktionsradien | 70 |
| b. Ortsnätsaktionsradien | 73 |
| 3. Den mest ekonomiska aktionsradien i bygd av olika karaktär | 77 |
| a. Förutsättningar för beräkningarna | 77 |
| b. Gårdsnätsaktionsradien | 78 |
| c. Ortsnätsaktionsradien | 82 |
| Avdelning D. Utredning angående kostnaderna för distributionsnät vid olika system i bygd av olika karaktär | 88 |
| 1. Olika slag av bygd | 88 |
| 2. Allmänna synpunkter angående bygdeegenskapernas inflytande å kostnaderna | 90 |
| 3. Beräkningarnas utförande | 96 |
| 4. Jämförelse mellan kostnaderna i bygd av olika slag | 99 |
| a. Jämförelse mellan kostnaderna vid olika gårdsspänningar | 99 |
| Relationstal för kostnaderna vid olika gårdsspänningar | 99 |
| Analys av de beräknade kostnadsrelationerna | 102 |
| »Ortsstationskaraktäristikor» | 103 |
| 220 eller 380 volt vid tvåspänningssystem | 105 |
| 220 eller 380 volt vid trespänningssystem | 106 |
| 380 eller 500 volt vid tvåspänningssystem | 107 |
| b. Jämförelse mellan kostnaderna vid olika ortsspänningar | 109 |
| Relationstal för kostnaderna vid olika ortsspänningar | 109 |
| Analys av de beräknade kostnadsrelationerna | 111 |
| Kostnaderna för 6 000 volts ortsspänning vid annan utföringsstandard .. | 111 |
| Sammanfattning | 113 |
| c. Jämförelse mellan kostnaderna vid lågspännings- och högspänningströskning | 113 |
| Relationstal för kostnaderna vid lågspännings- och högspänningströskning | 113 |
| Analys av de beräknade kostnadsrelationerna | 116 |
| Norm för användandet av lågspännings- och högspänningströskning | 118 |

| | Sid. |
|--|------------|
| d. Jämförelse mellan tvåspännings- och trespänningssystem | 119 |
| Relationstal för kostnaderna vid tvåspännings- och trespänningssystem ... | 119 |
| Analys av de beräknade kostnadsrelationerna | 120 |
| Sammanfattning | 125 |
| e. Kostnadernas beroende av ortsstationstätheten | 126 |
| Allmänna synpunkter | 126 |
| Beräkningarnas utförande | 127 |
| Kostnadsrelationernas förändring med ortsstationstätheten | 128 |
| Sammanfattning | 130 |
| Avdelning E. Utredning angående bygdespänningens inverkan å valet av distributionssystem för Orts- och gårdsledningar | 132 |
| 1. Allmänna synpunkter | 132 |
| 2. Bygdespänningens inverkan å ortsdistributionssystemet | 133 |
| Avdelning F. Utredning angående kostnader för olika distributionssystem vid olika elektrifieringsgrad | 136 |
| 1. Allmänna synpunkter och förutsättningar | 136 |
| 2. Anslutningsgradens inverkan å kostnaderna vid olika distributionssystem ... | 138 |
| Kostnader för Enköpingstrakts elektrifiering vid olika anslutningsgrad | 138 |
| Kostnader för distributionsnät, som från början ej projekterats för full- ständig anslutning | 140 |
| Sammanfattning | 141 |
| Avdelning G. Utredning angående driftförhållandena vid olika distribu- tionssystem | 142 |
| 1. Allmänna synpunkter och förutsättningar | 142 |
| 2. Antalet störningar hos varje ansluten konsument samt dessas varaktighet vid olika distributionssystem | 146 |
| Jämförelse mellan olika gårdsspänningar | 147 |
| Jämförelse mellan olika ortsspänningar | 153 |
| Jämförelse mellan lågspännings- och högspänningströskning | 156 |
| Jämförelse mellan tvåspännings- och trespänningssystem | 156 |
| Sammanfattning | 157 |

FÖRTECKNING ÖVER FIGURER I TEXTEN

| Fig. nr | Sid. |
|---|------|
| 1 Diagram utvisande den procentuella skillnaden i anläggningskostnad för distributionsnät mellan 220 och 380 volts gårdsspänning vid lågspänningströskning och stora (16 kW) tröskmotorer samt vid olika primärspänning å ortstationerna..... | 19 |
| 2 Diagram utvisande den procentuella skillnaden i anläggningskostnad för distributionsnät mellan 220 och 380 volts gårdsspänning vid lågspänningströskning och små (6 kW) tröskmotorer samt vid olika primärspänning å ortstationerna..... | 19 |
| 3 Karta över Sverige utvisande de ungefärliga användningsområdena för tvåspännings- resp. trespänningssystem..... | 25 |
| 4 Karta över Sverige utvisande de områden, där odlingsgraden överstiger 10 %, samt de ungefärliga användningsområdena för tvåspännings- resp. trespänningssystem..... | 30 |
| 5 Bygde- och ortsnät vid decentraliserat tvåspänningssystem..... | 35 |
| 6 Bygde- och ortsnät vid centraliserat tvåspänningssystem..... | 36 |
| 7 Bygde- och ortsnät vid trespänningssystem..... | 37 |
| 8 Ortsnät och gårdsledningar vid lågspänningströskning..... | 38 |
| 9 Ortsnät och gårdsledningar vid högspänningströskning..... | 39 |
| 10 Installationskostnader (exkl. tröskmotor) pr hektar odlad jord i lantgårdar vid olika gårdsspänning..... | 56 |
| 11 Diagram utvisande anläggnings- och årskostnadernas variation med ortsspänningen i Enköpingstrakten..... | 64 |
| 12 Diagram över den mest ekonomiska gårdsnätsaktionsradien vid olika gårdsspänningar vid tvåspänningssystem (20 kV bygdespänning)..... | 70 |
| 13 Diagram över den mest ekonomiska gårdsnätsaktionsradien vid olika gårdsspänningar vid trespänningssystem (1,5 eller 3 kV ortsspänning)..... | 70 |
| 14 Diagram över den mest ekonomiska gårdsnätsaktionsradien vid olika primärspänning (bygde- eller ortsspänning) och vid lågspänningströskning..... | 71 |
| 15 Diagram över den mest ekonomiska gårdsnätsaktionsradien vid olika primärspänning (bygde- eller ortsspänning) och vid högspänningströskning..... | 71 |
| 16 Diagram över den mest ekonomiska gårdsnätsaktionsradien vid olika tröskmotoreffekter och vid lågspänningströskning..... | 72 |
| 17 Diagram över den mest ekonomiska gårdsnätsaktionsradien vid olika tröskmotoreffekter och vid högspänningströskning..... | 72 |
| 18 Diagram över den mest ekonomiska ortsnätsaktionsradien vid olika ortsspänning och vid 20 kV bygdespänning..... | 74 |
| 19 Diagram över den mest ekonomiska ortsnätsaktionsradien vid olika bygdespänning och vid 220 volts gårdsspänning samt en tröskeffekt pr ton säd av 0,08 kW..... | 75 |
| 20 Diagram över den mest ekonomiska ortsnätsaktionsradien vid olika tröskmotoreffekt och vid 20 kV bygdespänning och 220 volts gårdsspänning..... | 76 |
| 21 Diagram utvisande sambandet mellan aktionsradien för gårdsnät vid högspännings- tröskning och anslutningsvärdet pr gårdsledning..... | 80 |
| 22 Diagram utvisande sambandet mellan aktionsradien för ortsnät och anslutningsvärdet pr bygdestation..... | 83 |
| 23 Diagram utvisande den mest ekonomiska aktionsradien för ortsnät vid olika värden å den anslutna tröskeffekten pr hektar total landareal..... | 84 |
| 24 Tvåspänningssystem i utbredd bygd..... | 90 |
| 25 Trespänningssystem i utbredd bygd..... | 91 |
| 26 Tvåspänningssystem i bandformad bygd..... | 92 |
| 27 Trespänningssystem i bandformad bygd..... | 93 |
| 28 Tvåspänningssystem i utbredd bygd med liten täthet..... | 94 |
| 29 Trespänningssystem i utbredd bygd med liten täthet..... | 95 |
| 30 Tvåspänningssystem i bandformad bygd med liten täthet och endast en transformatorrad..... | 96 |

| Fig. nr | Sid. |
|---------|------|
| 31 | 97 |
| 32 | 103 |
| 33 | 129 |
| 34 | 129 |
| 35 | 130 |
| 36 | 134 |
| 37 | 134 |
| 38 | 139 |
| 39 | 139 |
| 40 | 144 |
| 41 | 145 |
| 42 | 146 |
| 43 | 149 |
| 44 | 150 |
| 45 | 151 |
| 46 | 152 |
| 47 | 154 |
| 48 | 154 |
| 49 | 155 |
| 50 | 155 |

| | | |
|-----|-------|----|
| 101 | ..... | 10 |
| 102 | ..... | 10 |
| 103 | ..... | 10 |
| 104 | ..... | 10 |
| 105 | ..... | 10 |
| 106 | ..... | 10 |
| 107 | ..... | 10 |
| 108 | ..... | 10 |
| 109 | ..... | 10 |
| 110 | ..... | 10 |
| 111 | ..... | 10 |
| 112 | ..... | 10 |
| 113 | ..... | 10 |
| 114 | ..... | 10 |
| 115 | ..... | 10 |
| 116 | ..... | 10 |
| 117 | ..... | 10 |
| 118 | ..... | 10 |
| 119 | ..... | 10 |
| 120 | ..... | 10 |
| 121 | ..... | 10 |
| 122 | ..... | 10 |
| 123 | ..... | 10 |
| 124 | ..... | 10 |
| 125 | ..... | 10 |
| 126 | ..... | 10 |
| 127 | ..... | 10 |
| 128 | ..... | 10 |
| 129 | ..... | 10 |
| 130 | ..... | 10 |
| 131 | ..... | 10 |
| 132 | ..... | 10 |
| 133 | ..... | 10 |
| 134 | ..... | 10 |
| 135 | ..... | 10 |
| 136 | ..... | 10 |
| 137 | ..... | 10 |
| 138 | ..... | 10 |
| 139 | ..... | 10 |
| 140 | ..... | 10 |
| 141 | ..... | 10 |
| 142 | ..... | 10 |
| 143 | ..... | 10 |
| 144 | ..... | 10 |
| 145 | ..... | 10 |
| 146 | ..... | 10 |
| 147 | ..... | 10 |
| 148 | ..... | 10 |
| 149 | ..... | 10 |
| 150 | ..... | 10 |
| 151 | ..... | 10 |
| 152 | ..... | 10 |
| 153 | ..... | 10 |
| 154 | ..... | 10 |
| 155 | ..... | 10 |
| 156 | ..... | 10 |
| 157 | ..... | 10 |
| 158 | ..... | 10 |
| 159 | ..... | 10 |
| 160 | ..... | 10 |
| 161 | ..... | 10 |
| 162 | ..... | 10 |
| 163 | ..... | 10 |
| 164 | ..... | 10 |
| 165 | ..... | 10 |
| 166 | ..... | 10 |
| 167 | ..... | 10 |
| 168 | ..... | 10 |
| 169 | ..... | 10 |
| 170 | ..... | 10 |
| 171 | ..... | 10 |
| 172 | ..... | 10 |
| 173 | ..... | 10 |
| 174 | ..... | 10 |
| 175 | ..... | 10 |
| 176 | ..... | 10 |
| 177 | ..... | 10 |
| 178 | ..... | 10 |
| 179 | ..... | 10 |
| 180 | ..... | 10 |
| 181 | ..... | 10 |
| 182 | ..... | 10 |
| 183 | ..... | 10 |
| 184 | ..... | 10 |
| 185 | ..... | 10 |
| 186 | ..... | 10 |
| 187 | ..... | 10 |
| 188 | ..... | 10 |
| 189 | ..... | 10 |
| 190 | ..... | 10 |
| 191 | ..... | 10 |
| 192 | ..... | 10 |
| 193 | ..... | 10 |
| 194 | ..... | 10 |
| 195 | ..... | 10 |
| 196 | ..... | 10 |
| 197 | ..... | 10 |
| 198 | ..... | 10 |
| 199 | ..... | 10 |
| 200 | ..... | 10 |

FÖRTECKNING ÖVER BILAGOR

| | |
|--|--------------|
| <i>Diagram</i> utvisande huru anläggningskostnaden för distributionsnät sammansattes av delkostnaderna vid variabel aktionsradie för gårds- resp. ortsnät..... | Bilaga 1 a—e |
| <i>Diagram</i> utvisande anläggnings- och årskostnader för distributionsnät i Enköpingstrakten vid olika tröskmotorstorlek, effektransonering och värde å energiförluster | > 2 a—d |
| <i>Diagram</i> utvisande totala anläggnings- och årskostnader i Enköpingstrakten vid olika tröskmotorstorlek och effektransonering vid ett värde å energiförlusterna av 5 öre/kWh..... | > 3 a—f |
| <i>Tablå</i> över kostnader för elektrifiering av 3 st. områden vid olika distributions-system | > 4 |

FÖRORD

Det är ett faktum, att landsbygdselektrifieringen i Sverige utförts med en mångfald av olika distributionsmetoder, spänningar och tekniska anordningar, där man med fördel bort använda mera enhetliga former. Detta beror både på de geografiska förhållandena, som gynnat uppkomsten av smärre fristående anläggningar, den historiska utvecklingen under krigstiden, då landsbygdselektrifieringen hastigt växte fram som en överbyggnad på den existerande industriella och kommunala distributionen, utan att dess egenart kom att tillräckligt beaktas, samt slutligen frånvaron av normerande statliga bestämmelser.

Den nu antydda olikformigheten utgör emellertid ett allvarligt hinder för landsbygdselektrifieringens rationella genomförande. Standardisering av distributionssystem och tekniska anordningar är nödvändig för ernående av den särskilt vid nyssnämnda slag av elektrifiering nödvändiga prisbilligheten å apparater och material. Användandet av olämpliga distributionsformer förhindrar en allmän anslutning och ett ändamålsenligt utnyttjande av de gjorda anläggningarna.

Genom att en mängd olika system användas inom närliggande områden omöjliggöres eller försvåras ett flerstädes behövt samarbete ifråga om kraftproduktion eller kraftfördelning. Om en fullständig och lämplig elektrifiering av landsbygden skall kunna genomföras, måste för en sådan elektrifiering speciellt avpassade distributionssystem användas, och standardisering genomföras så långt möjligt såväl i fråga om organisation som tekniska anordningar, icke minst med avseende å de använda spänningarna. Dessa synpunkter torde också numera på de flesta håll vara erkända.

Ändamålet med efterföljande utredning är att söka ådagalägga egenskaperna hos olika distributionssystem med hänsyn till deras lämplighet för landsbygdselektrifiering samt därefter om möjligt utvälja ett fåtal standardsystem och angiva, under vilka förutsättningar vart och ett av dessa med fördel kan användas. I densamma har huvudvikten lagts på jordbrukslektrifieringen. De andra konsumentgrupper, som ofta förefinnas å landsbygden, t. ex. småindustri och hantverk, kunna i stort sett tillgodoses på samma sätt som lantgårdarna; de senare få emellertid anses som de ojämförligt viktigaste anslutningsobjekten.

Det ämne, som gjorts till föremål för utredningen, har en betydande omfattning till följd av det stora antal olika faktorer, som inverka å föreliggande fråga, och vilkas inflytande å huvudspörsmålet i flera fall måst särskilt ut-

redas. För att utredningen måtte erhålla större överskådlighet, har det ansetts lämpligt att uppdelas densamma i tvenne huvuddelar, varav den första endast innehåller en sammanställning av slutresultaten, under det att den andra delen innehåller de specialutredningar, varpå slutsatserna stödjas, och dessas fullständigare motivering. Densamma består av från varandra mer eller mindre fristående avdelningar, ehuru hänvisningar de olika avdelningarna emellan icke kunnat undvikas.

DEL I

INNEHÅLLANDE EN KORTFATTAD REDOGÖRELSE FÖR
UTREDNINGENS VERKSTÄLLANDE SAMT EN SAMMAN-
STÄLLNING AV DESS RESULTAT.

För ernående av det med denna utredning åsyftade resultatet är det nödvändigt att med varandra jämföra alla de olika distributionssystem, vilka kunna tänkas ifrågakomma såsom lämpliga standardsystem. I första hand bör därför klarläggas, vilka alternativa system, som böra komma i betraktande vid denna jämförelse.

Hittills använda distributionssystem.

I Del II, avdelning A (sid. 34) har lämnats en beskrivning över de hittills vid landsbygdselektrifiering inom Sverige använda distributionssystemen. Av densamma framgår, att man med hänsyn till distributionsnätens anordnande skiljer mellan de två huvudtyperna »tvåspänningssystem» och »trespänningssystem», ehuru i flera fall de för dessa typer utmärkande anordningarna icke bliva utnyttjade.

Vid tvåspänningssystemet, där distributionen sker genom direkt transformering från den relativt höga överföringsspänningen till förbrukningsspänning i ett enda steg, kan bygdenätet anordnas antingen med »decentraliserad» eller med »centraliserad» ledningsföring så som visas av fig. 5 och 6 å sid. 35 och 36. I förra fallet utgå bygdenätets avgreningar utan någon regelbundenhet från längs huvudledningarna strödda punkter, och anslutas ortsstationerna till såväl avgreningar som huvudledningar, under det att i senare fallet avgreningarna utdragas stjärnformigt från vissa centrala punkter å huvudledningarna, och ortsstationerna anslutas endast till avgreningaledningarna, de s. k. ortsledningarna.

Vid trespänningssystemet (se fig. 7 å sid. 37) användes alltid centraliserad ledningsföring, varjämte transformering anordnas i centralpunkterna, där bygdespänningen i bygdestationer nedsättes till en lägre mellanspänning (ortsspänning). Till de från bygdestationerna utgående ortsledningarna anslutas, liksom vid det centraliserade tvåspänningssystemet, ortsstationer för spänningens nedtransformerande till förbrukningsspänning.

Med hänsyn till konsumtionsapparaternas, särskilt tröskmotorernas, anslutande finnas tvenne (se fig. 8 och 9 å sid. 38 och 39) huvudprinciper, nämligen dels systemet »lågspänningströskning», vid vilket samtliga motorer anslutas till de fasta lågspänningaledningarna, »gårdsnäten», och dels systemet »högspänningströskning», varvid tröskmotorerna anslutas till ortsledningarna antingen som högspända motorer eller medelst flyttbara transformatorer.

Genom en »systematisk indelning» i distributionsområden, vilka överallt gränsa intill varandra, söker man åstadkomma, att varje del av landsbygden sättes i tillfälle erhålla elektrisk energi. Det för distributionsanläggningarna inom varje sådant område erforderliga kapitalet brukar ofta anskaffas genom tillämpandet av

ett »andelssystem», varvid konsumenterna inom resp. distributionsområden sammanluta sig kooperativt. Även i mindre skala användes oftast ett dylikt förfarande, nämligen ifråga om de relativt dyrbara tröskmotor- och transformatorvagnarnas anskaffande, i det att s. k. »trösklag» bildas, varigenom kostnaden för de nämnda anordningarna kan reduceras till ett måttligt belopp. Trösklagsbildningen åsyftar ofta ävenledes ett nedbringande av den samtidigt inom området uttagna maximieffekten, därigenom att drifttiden för varje tröskmotor fördelas på lämpligt sätt mellan medlemmarna. En dylik »ransonering» av drifttiden resulterar icke blott i en lägre maximeffekt utan även i billigare ledningsnät; likartat resultat kan ävenledes ernås genom föreskrifter eller genom »dubbeltariffsystem».

Utredningens omfattning.

I anslutning härtill har den verkställda jämförelsen mellan olika distributionsystem utsträckt till att omfatta följande alternativa system:

| | | |
|--|---|---|
| Tvåspänningssystem med decentraliserad ledningsföring och lågspänningströskning. | | |
| » | » | » ledningsföring och högspänningströskning. |
| » | » | centraliserad ledningsföring och lågspänningströskning. |
| » | » | » ledningsföring och högspänningströskning. |
| Trespänningssystem med lågspänningströskning. | | |
| » | » | » högspänningströskning. |

Som redan i inledningen framhållits, hava hittills en mångfald olika spänningar kommit till användning. Det är emellertid utan vidare undersökning tydligt, att man vid en utredning om, vilka distributionssystem som lämpa sig för standardmässigt användande, icke bör förutsätta andra spänningar än dem, som ingå i den av Svenska Teknologföreningen upprättade standardserien. Denna utgöres av 110, 125, 190, 220, 380, 500, 1 000, 1 500, 3 000, 6 000, 10 000, 20 000 volt o. s. v.¹ Icke ens alla kombinationer av dessa behöva undersökas, man torde kunna nöja sig med ett relativt litet fåtal, motsvarande de vanligast förekommande. Som gårdsspänningar torde 220, 380 och vid tvåspänningssystem 500 volt vara typiska, varför undersökningen inskränkes till dessa. Som ortsspänningar användas oftast 1 500 och 3 000 volt men även 500 och 6 000 volt, varför alla dessa fyra alternativ böra undersökas. Bygdespänningen är oftast 10 000 eller 20 000 volt, dock förekomma såväl lägre (t. ex. 6 000 volt) som högre (t. ex. 40 000 volt). Emellertid väljes bygdespänningen i regel mera med hänsyn till andra omständigheter än de med landsbygdslektrifieringen sammanhängande. En jämförelse mellan olika bygdespänningar måste också baseras på faktorer, som äro speciella i varje särskilt fall, och kan av denna orsak ej göras uttömmande i denna utredning. Det torde därför vara tillfyllest att till en början verkställa en mera generell jämförelse mellan olika system, använda vid en eller ett par olika bygdespänningar, 10 000 eller 20 000 volt, samt i övrigt, där så kan visa sig nödvändigt, verkställa detaljundersökning av, i vad mån en ändring av denna förutsättning övar inflytande på de erhållna resultaten.

¹ Primärspänningar i understationer eller förbrukningsspänningar.

De alternativa distributionsspänningar, som sålunda böra göras till föremål för jämförelse, äro sammanställda i följande tabell:

| Bygdespänningar | Ortsspänningar | Gårdsspänningar |
|-----------------|----------------|-------------------------------|
| (6 000 volt) | 500 volt | 220 volt |
| 10 000 » | 1 500 » | 380 » |
| 20 000 » | 3 000 » | 500/110 volt (endast vid två- |
| (40 000 «) | 6 000 » | spänningssystem) |

Den verkställda jämförelsen har uppdelats i följande avsnitt:

- 1) Jämförelse mellan olika distributionssystem med hänsyn till ekonomiska förhållanden,
- 2) » » » distributionssystem med hänsyn till driftförhållandena,
- 3) » » » distributionssystem med hänsyn till energiens användning,
- 4) » » » distributionssystem med hänsyn till organisation av landsbygdens elektrifiering.

1. Jämförelse mellan olika distributionssystem med hänsyn till ekonomiska förhållanden.

En jämförelse mellan kostnaderna för en landsbygds elektrifiering enligt de härovan omtalade alternativa systemen verkställes bäst, genom att kostnadsberäkningar utföras för distributionsnät inom vissa speciella, större områden, varvid de olika distributionssystem, vilkas egenskaper skola undersökas, förutsättas bliva använda. Därvid böra kostnaderna beräknas under antagande av för samtliga alternativ likartade, lämpliga förutsättningar ifråga om sådana faktorer, som inverka å kostnadsresultatet.

Förutsättningar för de verkställda kostnadsberäkningarna.

I Del II, avdelning B, innehållande en detaljerad redogörelse för de kostnadsberäkningar, vilka utförts för ett större område kallat »Enköpingstrakten», omtalas vilka dessa faktorer äro (se sid. 44—46). Desamma hava därstädes indelats i de två grupperna: »fasta förutsättningar» och »rörliga förutsättningar». Den förstnämnda gruppen omfattar sådana omständigheter, som antal gårdar eller andra konsumenter, gårdsstorlek, arealförhållanden o. dyl., vilkas siffervärden fastställts med tillhjälp av den officiella statistiken. Vidare räknas till denna grupp antaganden om materialpris, pris pr anläggningsdel av visst slag o. dyl., för vilka detaljerade pristabeller, baserade på offerter, kataloger från större leverantörer o. dyl., blivit uppgjorda. De rörliga förutsättningarna äro sådana, som inom ett visst, speciellt område kunna varieras, och omfatta: aktionsradiens storlek för gårds- resp. ortsnät, spänningfallets fördelning på resp. anläggningsdelar, tröskmotorstorleken samt storleken av tröskeffekten pr ton säd (eller pr hektar). För de siffervärden å dessa faktorer, vilka lagts till grund för kostnadsberäkningarna, lämnas här nedan en kortare redogörelse, varvid även motiven för de olika antagandena skola angivas.

Aktionsradien.

Aktionsradien för gårdsnät och ortsnät kan väljas så, att ett kostnadsminimum erhålles. En fullt rättvis jämförelse mellan kostnaderna för olika distributionsnät kan ej göras, med mindre dessa kostnader beräknas för den aktionsradie, som i de olika fallen motsvarar kostnadsminimum. Den aktionsradie, vid vilken kostnaderna bliva lägst, är emellertid ej densamma vid olika system eller vid olika förutsättningar i övrigt, utan influeras av ett flertal faktorer. Det har därför visat sig nödvändigt att verkställa en särskild utredning angående storleken av den mest ekonomiska aktionsradien och de faktorer, varav densamma är beroende. Denna utredning återfinnes i Del II, avdelning C, och har i första hand utförts så att kostnaderna för elektrifiering av det ovan omtalade området Enköpingstrakten beräknats för olika värden å aktionsradien för gårds- resp. ortsnät.

De faktorer, som inverka å storleken av den mest ekonomiska aktionsradien för gårdsnät äro bl. a.: gårdsspänningen, ortstransformatorernas primärspänning (d. v. s. bygdespänningen vid tvåspänningssystem och ortsspänningen vid trespänningssystem), tröskmotoreffekten (vid lågspänningströskning) m. fl.

Å storleken av den mest ekonomiska aktionsradien för ortsnät inverka bl. a.: ortsspänningen, bygde-transformatorernas primärspänning (d. v. s. bygdespänningen) och tröskmotoreffekten.

Utredningen har därför verkställts under antagande av alternativa värden å ovan omtalade faktorer. Sälunda hava beräkningar utförts för de orts- resp. gårds-spänningar, vilka förut omtalats å sid. 5 samt för en tröskmotoreffekt av 18, 12 och 6 kW pr motor¹.

Sedan frågan om den mest ekonomiska aktionsradiens storlek utretts för Enköpingstrakten, ha liknande beräkningar jämväl företagits för två andra områden, varav det ena, kallat »Vällingeorten», är beläget å Skåneslätten söder om Malmö och det andra, kallat »Sollefteåtrakten», utgöres av en norrländsk älvdal; för dessa båda områden ha beräkningarna dock begränsats att avse endast den tröskmotorstorlek och den tröskeffekt pr ton säd, vilka kunna anses normala för resp. områden. De resultat, vilka erhållits av dessa beräkningar, visa en god överensstämmelse sins emellan och medgiva uppställandet av vissa normalvärden å de aktionsradier, som i regel kunna anses lämpliga i trakter av olika slag. Dessa normalvärden, vilka blivit mera detaljerat motiverade i Del II, avdelning C, hava sammanställts här nedan:

| Systemtyp | Ortsstationernas primärspänning | Lämplig aktionsradie för gårdsnät vid lågspänningströskning och vid en gårdsspänning av | | | | | | | | |
|--------------------------|------------------------------------|---|--------|--------|----------|--------|--------|----------|----------|----------|
| | | 220 volt | | | 380 volt | | | 500 volt | | |
| | | samt vid en tröskmotoreffekt av | | | | | | | | |
| | | 6 kW | 12 kW | 18 kW | 6 kW | 12 kW | 18 kW | 6 kW | 12 kW | 18 kW |
| Tvåspänningssystem | 20 000 volt (bygdesp.) | 600 m. | 500 m. | 400 m. | 1 000 m. | 850 m. | 700 m. | 1 400 m. | 1 200 m. | 1 000 m. |
| | 10 000 volt (bygdesp.) | 450 » | 400 » | 350 » | 800 » | 700 » | 600 » | 1 200 » | 1 000 » | 800 » |
| Trespänningssystem | 3 000 o. 1 500 volt (ortsspänning) | 400 » | 350 » | 300 » | 700 » | 600 » | 500 » | — | — | — |

¹ Tillförd effekt.

| Systemtyp | Ortstransformatorens primärspänning | Lämplig aktionsradie för gårdsnät vid högspännings-tröskning och vid en gårdsspänning av | | | | | |
|-----------------------|---|--|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| | | 220 volt | | | 380 volt | | |
| | | samt i bygd, vars beskaffenhet överensstämmer med | | | | | |
| | | typ I ¹ | typ II ¹ | typ III ¹ | typ I ¹ | typ II ¹ | typ III ¹ |
| Tvåspänningssystem .. | { 20 000 volt ² (bygdesp.) 10 000 " " " } | 1 200 m. 1 100 " | 800 m. 750 " | 650 m. 600 " | 2 400 m. 2 200 " | 1 700 m. 1 600 " | 1 400 m. 1 300 " |
| Trespänningssystem... | { 3 000 o. 1 500 volt (orts-spänning) | 1 000 " | 700 " | 550 " | 2 000 " | 1 500 " | 1 200 " |

¹ De här angivna tre typerna kunna i korthet definieras sålunda:

typ I = gles bygd med små motorer (skogsbygd o. dyl.),

" II = bygd av genomsnittstyp (t. ex. Mälardalen och liknande),

" III = tät bygd med större motorer (slättbygd t. ex. i Skåne).

Utförligare beskrivning å de olika bygdeslagen återfinnes i tabellen å sid. 80.

² Dessa alternativ äro ej att anse som standardmässiga, men hava dock medtagits för fullständighetens skull.

| Tröskningsalternativ | Bygdespänning | Lämplig aktionsradie i km. för ortsnät vid en ortsspänning av | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|---|---------------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| | | 500 volt | | | 1 500 volt | | | 3 000 volt | | | 6 000 volt | | |
| | | I tät bygd (slättbygd) | I bygd av genomsnittstyp (Mälardalen) | I gles bygd (skogsbygd) | I tät bygd (slättbygd) | I bygd av genomsnittstyp (Mälardalen) | I gles bygd (skogsbygd) | I tät bygd (slättbygd) | I bygd av genomsnittstyp (Mälardalen) | I gles bygd (skogsbygd) | I tät bygd (slättbygd) | I bygd av genomsnittstyp (Mälardalen) | I gles bygd (skogsbygd) |
| | | | | | | | | | | | | | |
| Lågspänningströskning (max. sp. fall i ortsl. 6 %) | 10 kV 20 " 40 " | — — — | — — — | — — — | 2·9 3·0 3·5 | 3·4 3·5 4·0 | 4·0 4·0 4·0 | 5·3 5·5 6·5 | 6·8 7·0 8·0 | 8·0 8·0 8·0 | 10·1 10·5 11·0 | 10·5 11·0 18·5 | 12·5 13·0 14·5 |
| Högspänningströskning (max. sp. fall i ortsl. 15 %) | 10 " 20 " 40 " | 1·4 1·5 — | 1·6 1·7 — | 2·1 2·2 — | 4·0 4·0 4·0 | 4·0 4·0 4·0 | 4·0 4·0 4·0 | 7·3 7·5 8·0 | 8·0 8·0 8·0 | 8·0 8·0 8·0 | 12·0 12·5 14·0 | 14·0 14·5 16·0 | 16·0 16·0 16·0 |

Spänningsfallets fördelning.

Fördelningen av det maximalt tillåtna spänningsfallet är av betydelse såväl för driftförhållandena som för kostnadernas storlek. Då frågan om spänningsfallets storlek och fördelning i landsbygdsdistributionsnät är relativt invecklad, har det ansetts nödvändigt att även beträffande detta spörsmål verkställa en särskild utredning. Denna, vilken dock av utrymmesskäl ej medtagits vid publice-

ringen, har utförts så, att den vid olika distributionssystem och olika antaganden om maximalspänningsfallets storlek i resp. delar av nätet uppkommande nätspänningen vid konsumtionspunkterna beräknats för ett visst speciellt område, den förut omtalade »Vällingeorten».

Dessa beräkningar ha i första hand avsett att utröna dels storleken av det lägsta värde, vartill motorspänningen kan väntas nedgå i samtliga de till nätet anslutna gårdarna, dels spänningsfallets varaktighet i de ogynnsammast belägna konsumtionspunkterna och dels slutligen storleken av den nätspänning, som i ett visst ögonblick vid maximalbelastning samtidigt erhålles i de till nätet anslutna konsumtionspunkterna. Samtliga dessa faktorer hava framställts i diagramform. Med tillhjälp av de sålunda upprättade diagrammen¹ har konstaterats, att tillfredsställande spänningsförhållanden kunna erhållas även vid relativt höga värden å det i resp. anläggningsdelar maximalt tillåtna spänningsfallet. Vid trespänningssystem med högspänningströskning, där tröskmotorerna anslutas direkt till ortsledningarna, bestämes den lägsta spänningen vid dessa motorer till största delen av det maximala spänningsfallet i ortsledningarna, under det att tröskmotorspänningen vid alternativet lågspänningströskning jämväl blir beroende av spänningsfallet i ortstransformatorer och gårdsledningar. Detta förhållande medger, att man, med hänsyn till spänningen vid tröskmotorerna, kan vid högspänningströskning tillåta ett ej så litet högre spänningsfall i ortsledningarna än vid lågspänningströskning. Visserligen medför detta, att det maximala spänningsfallet vid småmotorerna, vilka i båda fallen anslutas till de lågpända gårdsnäten, blir större vid högspänningströskning än vid lågspänningströskning. Emellertid är denna omständighet av mindre betydelse, enär spänningssänkningarna vid småmotorerna bliva tämligen sporadiska och endast förekomma under de timmar under dagen, då tröskbelastningens toppar inträffa. De utförda beräkningarna visa också, att ungefär ekvivalenta spänningsförhållanden erhållas, om man vid högspänningströskning tillåter c:a 15 % och vid lågspänningströskning c:a 6 % spänningsfall i ortsledningarna samt c:a 10 % spänningsfall i gårdsledningarna vid bägge systemen. Vid tvåspänningssystemet, där spänningsfallet i ortsledningarna (avgreningarna å bygdenätet) är relativt litet på grund av den höga spänningen och den låga belastningen, kan ett högre spänningsfall tillåtas i gårdsledningarna. Emellertid är man i de trakter, där tvåspänningssystemet synes vara lämpligt, ofta nödsakad att i viss utsträckning använda belysning även under de timmar, då tröskningen pågår, varför en minskning av det i gårdsnäten med hänsyn till motordriften möjliga spänningsfallet där kan vara motiverad.

Slutligen har genom diagram över kostnadernas beroende av spänningsfallet i gårds- resp. ortsledningar visats, att man med hänsyn till kostnaderna ej lämpligen bör sänka det maximalt tillåtna spänningsfallet i gårdsledningarna nämnvärt under 10 %. I ortsledningarna kan spänningsfallet vid systemet lågspänningströskning utan ekonomiska olägenheter begränsas till 6 à 10 %. Detta system torde nämligen få sin största användning i glesare trakter med mindre belastning pr ortsledning; vid systemet högspänningströskning, som torde förekomma företrädesvis i tätare bygd med större belastningar, kan spänningsfallet i ortsledningarna i regel ej sänkas under 10 à 15 %, utan att kostnaderna bliva relativt mycket stegrade.

¹ Dessa diagram finnas i arkivexemplar vid Elektrifieringskommitténs tekniska byrå; kopior kunna tillsammans med den utförligare utredningen utlånas till intresserade.

På grund av ovan anförda skäl har följande skala för det maximala spänningsfallet i resp. anläggningsdelar kunnat uppställas:

| | |
|---|----------|
| i gårdsledningar vid alla system | c:a 10 % |
| i ortsledningar » lågspänningströskning | » 6 » |
| i » » högspänningströskning | » 15 » |

Givetvis kunna vid en i verkligheten utförd elektrifiering andra procentsatser än de nu nämnda tillämpas, allt efter den betydelse man i ena eller andra fallet tillmäter driftförhållandena resp. kostnadsfrågan. De angivna procentsatserna äro emellertid, som ovan antytts, så avvägda sinsemellan, att de till resultat lämna tillfredsställande och i stort sett vid olika system ekvivalenta spänningsförhållanden, varigenom kostnaderna för distributionsnätet vid samtliga alternativa system bliva i möjligaste mån jämförbara med varandra. Den angivna skalan är därför lämplig som grundval för den jämförelse mellan kostnaderna vid olika distributionssystem, som skall företagas i denna utredning.

Tröskmotoreffekten och tröskeffekten pr ton säd.

Tröskmotoreffekten d. v. s. tröskmotorernas genomsnittliga storlek bestämmes av de använda tröskverkens storlek och sammanhänger därför i praktiken med gårdsstorleken på det sätt, som påvisats i Elektrifieringskommitténs meddelande 4, sid. 54. Det är naturligtvis fullt möjligt att använda annan tröskverksstorlek än den därstädes angivna, blott den erhållna arbetsmängden motsvarar det erforderliga, vilket givetvis kan ske, genom att en mindre tröskmotor drives under längre eller en större under kortare tid; avvikelser från den härovan omtalade normen förekomma också i verkligheten. Tröskmotoreffektens storlek inverkar tillsammans med antalet tröskmotorer (eller trösklag) på dimensionerna av vissa anläggningsdelar — vid lågspänningströskning särskilt å gårdsledningar och ortstransformatorer och därigenom på kostnaderna. En allsidig utredning om kostnaderna för distributionsnät vid olika system bör därför helst omfatta flera alternativ i fråga om tröskmotoreffekten, vilken därför i de verkställda kostnadsberäkningarna antagits till 6, 12 och 18 kW.

Antalet trösklag, vilket, som redan framhållits, tillsammans med tröskmotoreffekten är avgörande för dimensionerna av vissa anläggningsdelar, bestämmes vid en viss tröskmotorstorlek av den ransonering av tröskeffekten, som tillämpas. Graden av ransonering kan uttryckas genom angivande av den använda tröskeffekten pr ton säd. Enligt den utredning härom, som återfinnes i Elektrifieringskommitténs meddelande 5, sid. 18—21, kan en tröskeffekt av 0·08 å 0·10 kW pr ton säd anses normal; densamma varierar dock från fall till fall inom relativt vida gränser (0·06 till 0·14 kW/ton). Med hänsyn till den variation i detta avseende, som sålunda faktiskt förefinnes, och för erhållande av en så utförmade utredning som möjligt har kostnadsjämförelsen verkställts under antagande av de tre alternativa värdena 0·06, 0·08 och 0·12 kW/ton säd.

Bygdens beskaffenhet.

Förutom de här ovan behandlade faktorerna inverkar även bygdens beskaffenhet på den relation, som uppstår mellan kostnaderna för de olika distributionsystemen. Det är därför nödvändigt att jämväl beräkna elektrifieringskostnaderna

för trakter av olika slag. Sådana beräkningar hava också blivit utförda, men till följd av den betydande omfattning, desamma skulle erhålla, om desamma verkställdes för samtliga områden med alla de härovan angivna alternativa antagandena i fråga om tröskmotoreffekt och tröskeffekt pr ton säd, har kostnadsutredningen begränsats, så att fullständiga beräkningar utförts endast för ett område och för de övriga under antagande av endast den för vardera normala tröskmotoreffekten resp. ransoneringsgraden. Då det förstnämnda området kan anses i stort sett motsvara inom stora delar av landet förefintliga förhållanden, och då vidare de förskjutningar av relationen mellan kostnaderna för olika system, som betingas av ändringar i tröskmotoreffekten resp. effektransoneringen, kunna förmodas vara tämligen oberoende av bygdens egenskaper i övrigt, torde den angivna begränsningen icke innebära någon olägenhet.

Kostnadsberäkningar för Enköpingstrakten.

I första hand ha sålunda kostnadsberäkningar i full omfattning utförts beträffande ett enda område, nämligen det förut flerstades omnämnda, med namnet »Enköpingstrakten» betecknade. För dessa beräkningar lämnas en fullständig redogörelse i Del II, avdelning B (sid. 42), varför det här torde vara tillräckligt att omtala de därmed uppnådda resultaten. De beräknade kostnaderna för distributionsnät äro dels sammanställda i tabeller å sid. 47 (anläggningskostnader) och sid. 48—51 (årskostnader exkl. tomgångsförluster), dels grafiskt framställda i diagrammen i bilaga 2, a—d, på följande sätt:

| Bilagans nr | Diagrammen framställa |
|-------------|---|
| 2 a | Anläggningskostnaderna för distributionsnät vid variabel tröskmotoreffekt. |
| 2 b | Årskostnaderna för distributionsnät enligt tvåspänningssystem vid variabelt värde å tomgångsförlusterna. |
| 2 c | Årskostnaderna för distributionsnät enligt trespänningssystem vid variabelt värde å tomgångsförlusterna. |
| 2 d | Årskostnaderna för distributionsnät vid ett värde å tomgångsförlusterna av 5 öre/kWh och vid variabel tröskmotoreffekt. |

Ett slutgiltigt bedömande av de olika distributionssystemen kan emellertid icke baseras på enbart distributionskostnaderna, utan måste hänsyn tagas även till installationskostnaderna, vilka äro av ungefär samma storleksordning som de förstnämnda.

Installationskostnaderna hava beräknats med de förutsättningar, för vilka närmare redogörelse lämnas i Del II, avdelning B, sid. 55, och därefter sammanställts i tabeller å sid. 57 och 58—59.

Därefter äro de totala kostnaderna, d. v. s. summan av kostnaderna för distributionsnät och installationer, beräknade samt grafiskt angivna i diagrammen, bilaga 3 a—f, varvid kostnaderna angivas vid variabel tröskmotoreffekt på följande sätt:

trakt, där av drifttekniska eller administrativa skäl ledningsföringens centralisering är önskvärd, ett sådant utförande av ledningsnätet även är berättigat ur ekonomisk synpunkt.

Vidare framgår av diagrammen i bilaga 2 och 3, att alternativet högspänningströskning vid tvåspänningssystem icke är förenat med ekonomiska fördelar, även om tröskmotoreffekten uppgår till de högsta belopp, som i praktiken äro brukliga. Högspänningströskning är dessutom vid så höga spänningar som 10 eller 20 kV såväl förenad med avsevärd fara, som otymplig. *Utredningen ger därför vid handen, att man bör på det bestämdaste avråda från användandet av s. k. högspänningströskning vid tvåspänningssystem.*

Frågan om gårdsspänningens storlek vid tvåspänningssystem har tidigare utförligt behandlats i Elektrifieringskommitténs meddelande 3. De kostnadsrelationer mellan de tre gårdsspänningarna 220, 380 och 500 volt, vilka beräknats ur diagrammen i bilaga 2 och 3 överensstämma med de i nämnda meddelande angivna, i det att vid 220 volt anläggningskostnaderna för distributionsnät äro c:a 20 % och de totala anläggningskostnaderna c:a 8 % högre än motsvarande kostnader vid 380 volt. Vad årskostnaderna beträffar, är skillnaden c:a 25 % resp. 12 %. Alternativet med 500 volts gårdsspänning är likaledes ekonomiskt ofördelaktigare än 380 volt; kostnadsskillnaden mellan distributionskostnaderna för dessa båda spänningar utgör nämligen, vad beträffar anläggningskostnaderna, c:a 3 % och, vad beträffar årskostnaderna, c:a 7 %, medan motsvarande skillnader med avseende å totalkostnaderna utgöra c:a 9 % resp. 11 %. (De angivna procentsatserna avse en tröskmotoreffekt av c:a 12 kW, skillnaderna bliva något olika vid olika tröskmotoreffekter, vilket visas av tabellerna å sid. 60). Den nu företagna utredningen bestyrker alltså till fullo de resultat, som erhållits av den förut i »Meddelande 3» verkställda, nämligen att 380 volt är den vid tvåspänningssystem ur ekonomisk synpunkt lämpligaste gårdsspänningen.

Vid de undersökta trespänningssystemen ernås vid alternativet lågspänningströskning ävenledes en besparing i kostnaderna, om 380 volt användes som gårdsspänning i stället för 220 volt. Denna besparing är emellertid, åtminstone inom Enköpingstrakten, av relativt liten betydelse; densamma uppgår vid små tröskmotoreffekter till endast c:a 7 % resp. c:a 10 %, vad beträffar distributionsnätets anläggnings-, resp. årskostnader, och till c:a 2 % resp. c:a 4 %, vad beträffar de totala kostnaderna; vid större motoreffekter är densamma dock något högre (se tabellen å sid. 63). Vid alternativet högspänningströskning däremot ernås ingen som helst ekonomisk vinst genom användandet av 380 volt. Då, enligt vad härovan anförts, lågspänningströskning är ekonomiskt lämplig endast vid mindre tröskmotoreffekter, har sålunda den verkställda undersökningen visat, att i byggd av samma beskaffenhet som Enköpingstrakten en gårdsspänning av 220 volt är vid trespänningssystem fullt tillräcklig ur ekonomisk synpunkt¹.

De verkställda beräkningarna visa, att av de fyra alternativa ortsspänningar, som blivit undersökta, endast den lägsta, d. v. s. 500 volt, är förenad med högre kostnader än de övriga. Detta förhållande framgår bl. a. av det å sid. 64 framställda diagrammet över kostnadernas variation med ortsspänningen. Enligt detta diagram erhålles visserligen vid lågspänningströskning ett minimum av kostnad vid c:a 3 000 à 4 000 volt och vid högspänningströskning vid c:a 2 000 à

¹ Om av ett eller annat skäl lågspänningströskning skulle tillämpas, även då relativt stora tröskmotorer användas, är däremot en högre gårdsspänning behöfvig.

2500 volt, men kostnadsökningen är, sedan dessa spänningar överskridits, så obetydlig, att man kan anse *de tre ortsspänningarna 1500, 3 000 och 6 000 volt praktiskt taget likvärdiga ur ekonomisk synpunkt*. Vad den sistnämnda spänningen beträffar, sammanhänger detta resultat likväl med, att 6 000 volts näten vid de hittills verkställda kostnadsberäkningarna antagits bliva utförda med samma låga standard, som är möjlig vid 3 000 volt. Enligt vad sedermera skall visas, är det emellertid oftast nödvändigt att utföra 6 000 volts näten på ett dyrbarare sätt, varigenom kostnaderna för detta alternativ något ökas relativt de lägre ortsspänningarna.

Vidare har för bygd av sådan beskaffenhet som Enköpingstrakten uppställts en norm för bedömning av, i vilka fall lågspännings- eller högspänningströskning är det ekonomiskt sett lämpligaste systemet. Som ovan antytts, är det tröskmotoreffektens storlek, som i detta avseende har en avgörande betydelse. *Den uppställda normen anger därför den tröskmotoreffekt, som utgör gränsen mellan de ekonomiska användningsområdena för de nämnda systemen; densamma har följande utseende:*

| Ortsspänning | Tröskmotoreffekt, vilken utgör gräns mellan ekonomiska användningsområden för systemen lågspännings- resp. högspänningströskning |
|--------------|--|
| 500 volt | 0 kW |
| 1 500 " | 9 " |
| 3 000 " | 11 " |
| 6 000 " | 13 " |

Slutligen har en jämförelse verkställts mellan de båda systemtyperna tvåspännings- och trespänningssystem, varvid det billigaste alternativet ur vardera systemgruppen jämförts med varandra. Denna jämförelse visar, att båda systemtyperna vid små tröskmotoreffekter medföra lika stora anläggningskostnader, medan årskostnaderna bliva några procent högre för tvåspänningssystemet. Då större tröskmotorer användas, är däremot trespänningssystemet avgjort fördelaktigare än tvåspänningssystemet, i det att kostnadsbesparingen vid det förra uppgår till c:a 20 % för anläggnings- och c:a 10 % för årskostnaderna (se tabellen å sid. 66. Jämförelsens resultat är således, att *i bygd av samma beskaffenhet som Enköpingstrakten äro tvåspännings- och trespänningssystemen ekonomiskt likvärdiga, då små tröskmotorer användas (eller m. a. o. då lågspänningströskning tillämpas i båda fallen), men att då användandet av större tröskmotorer medger tillämpandet av högspänningströskning vid trespänningssystem, denna sistnämnda systemtyp är avgjort fördelaktigare ur ekonomisk synpunkt.*

Bygdegenskapernas inverkan å kostnaderna.

De nu anförda slutsatserna hänföra sig till ett enda område och kunna därför ej tillämpas allmänt. För utronandet av, huruvida relationen mellan kostnaderna för de olika distributionssystemen undergår förändring, och i så fall dess orsaker och betydenhet, vid en ändring av bygdens egenskaper, hava, som ovan omtalats, kostnadsberäkningar utförts även för andra områden än Enköpingstrakten. För

dessa beräkningar lämnas en detaljerad redogörelse i Del II, avdelning D, sid. 88. Det torde därför vara tillfyllest att här lämna endast en kortare resumé av desamma samt anföra de resultat, som blivit uppnådda.

Bygdeegen-
skaper, som
öva inflytande
å kostnads-
relationerna.

Det är först och främst nödvändigt klargöra, vilka de huvudsakliga bygdeegenskaperna äro, som kunna förmodas utöva inverkan å kostnadsresultatet. Enligt den framställning härom, som lämnas å sid. 88—89, kan den odlade bygden i Sverige uppdelas i tvenne huvudformer nämligen:

- 1) »*Utbredd bygd*», där den odlade jorden förekommer utbredd över en större yta, d. v. s. bygden har ungefär lika utsträckning i två dimensioner. Sådan bygd förekommer allmänt i södra och mellersta Sverige samt här och var längs den norrländska kusten.
- 2) »*Bandformad bygd*», där den odlade jorden är samlad i smala rader eller band med stora mellanrum av obygd dem emellan. Detta slag av bygd har sin utsträckning huvudsakligast i en dimension och förekommer mest i de norrländska älvdalarna samt i Klarälvens och Dalälvens övre lopp.

Ur elektrifieringssynpunkt är det egentligen den av ovannämnda egenskaper föranledda olika ortsstationsplaceringen, som är av betydelse. I denna utredning har därför bygden klassificerats med hänsyn till sin form sålunda att »*utbredd*» kallas sådan bygd, där ortsstationerna bliva strödda över hela ytan (jämför fig. 24 och 25 å sid. 90 och 91), och »*bandformad*» sådan, där ortsstationerna bliva ordnade i band, löpande i en enda riktning (jämför fig. 26 och 27 å sid. 92 och 93). I sistnämnda slag av bygd är antalet intill varandra löpande transformatorrader av stor betydelse. Man bör därför skilja mellan bandformad bygd med en enda transformatorrad och bandformad bygd med två (ev. flera) transformatorrader (se fig. 30 och 31 å sid. 96 och 97).

Även bygdens täthet utövar inflytande å kostnadsrelationen de olika systemen emellan; även i detta avseende är det egentligen ej själva den odlade bygdens täthet, utan den därav föranledda ortsstationstätheten, som har intresse ur elektrifieringssynpunkt (jämför fig. 28 och 29 å sid. 94 och 95). Täthetsgraden angives därför lämpligen genom antalet erforderliga ortsstationer pr ytenhet (i utbredd bygd) resp. pr längdenhet (i bandformad bygd). Vidare inverka de redan i Elektrifieringskommitténs meddelande 4 omtalade faktorerna: gårdsfördelning och antal gårdar pr ortsstation¹ å kostnadsresultatet, vilket även röner inflytande av gårdsstorleken, genom det samband, som har konstaterats mellan densamma och anslutningens storlek².

Kostnadsberäkningarna hava verkställts för några områden, vilka kunna anses typiska med hänsyn till sådana egenskaper, som de ovan omtalade.

Områden,
vilka gjorts
till föremål
för undersök-
ning.

Sålunda hava, som komplettering till de för Enköpingstrakten utförda, beräkningar företagits för ett område å Skånesläkten, kallat »Vällingeorten» och ett älvdalsområde i Norrland, kallat »Sollefteåtrakten». Kostnadssiffror föreligga alltså för tre olika områden nämligen de, vilkas egenskaper angivas i nedanstående tabell, där även vissa förutsättningar ifråga om anslutning o. dyl. medtagits:

¹ Se Elektrifieringskommitténs meddelande 4, sid. 25—31.

² » » » » 4, » 54—56 och meddelande 5, sid. 23—30.

| Specifikation | Be- teck- ning | Vällingeorten | Enköpingstrakten | Sollefteåtrakten |
|--|---|--|---|---|
| Belägenhet och omfattning | — | En del av Skåne- slätten söder om Malmö. | En del av Mälardalen kring Enköping. | En del av Ångermanälvens floddal vid Sollefteå. |
| Bygdens form | — | Utbredd bygd. | Utbredd bygd. | Bandformad bygd med dubbla transf. rader. |
| Täthet = antal ortsstationer: | | | | |
| 1) vid 450 m:s aktionsradie | — | 0·84 pr kvkm. | 0·49 pr kvkm. | 1·13 pr km. |
| 2) » 800 » | — | 0·36 » » | 0·29 » » | 0·53 » » |
| 3) » 1200 » | — | 0·31 » » | 0·15 » » | 0·38 » » |
| Total landareal | A1 | 17 960 hektar. | 121 100 hektar. | 1 |
| » odlad areal | Ao | 15 940 » | 57 610 » | 7 040 hektar. |
| Odlingsgrad | $\left\{ \begin{array}{l} A_o \\ A_e \end{array} \right.$ | 88·8 %. | 47·5 %. | 1 |
| Antal tröskande gårdar | G | 630 st. | 2 120 st. | 784 st. |
| Genomsnittlig gårdsstorlek ... | $\left\{ \begin{array}{l} A_o \\ G \end{array} \right.$ | 24 hektar. | 27·2 hektar. | 9 hektar. |
| Skörd av tröskad pr hektar totalt odlad jord | — | 1·1 ton. | 0·6 ton. | 0·6 ton. |
| Gårdsfördelningsklass | — | I. | IV. | IV. |
| Gårdsfördelnings konstant | k | 1·3. | 1·0. | 1·0. |
| Folkmängd å landsbygden | F | 13 950 inv. | 26 550 inv. | 15 746 inv. |
| Antal invånare pr hektar odlad jord | $\left\{ \begin{array}{l} F \\ A_o \end{array} \right.$ | 0·88 inv. | 0·46 inv. | 2·25 inv. |
| Antal tröskgårdar pr ortsstation: | | | | |
| 1) vid 450 m:s aktionsradie | — | 4·2 st. | 3·6 st. | 3·4 st. |
| 2) » 800 » | — | 9·7 » | 6·0 » | 7·2 » |
| 3) » 1200 » | — | 11·5 » | 12·1 » | 10·0 » |
| Tröskmotoreffekt | — | 16 kW. | 6, 12 resp. 18 kW. | 6 kW. |
| Tröskoeffekt pr ton säd | — | 0·06 kW/ton. | $\left\{ \begin{array}{l} 0·06, 0·08 \text{ resp.} \\ 0·12 \text{ kW/ton.} \end{array} \right.$ | 0·08 kW/ton. |
| Antal trösklag | — | 60 st. | ² | 56 st. |
| » gårdar pr trösklag | — | 10 à 11 st. | ² | 14 » |
| Antal småmotorer pr gård | — | 2 st. | 1 st. | 1 st. |
| Småmotoreffekt pr gård | — | 2 × 1·5 kW. | 2·3 kW. | 1·0 kW. |
| Antal lägenheter med enbart belysning | — | c:a 1 430 st. | c:a 1 000 st. | c:a 950 st. |
| Antal lampor pr lägenhet | — | 10 st. | 10 st. | 5 st. |

¹ Den totala landarealen resp. odlingsgraden kunna ej angivas för ett område av denna karaktär, enär den odlade bygdens begränsning mot närliggande obygd är svår att objektivt uppdraga.

² Beroende på tröskmotoreffekt och ransonering. Vid normalvärdena 12 resp. 0·08 kW är antalet trösklag 230 och antalet gårdar per trösklag 9 à 10 st.

Kostnadsberäkningarna hava även för Vällingeorten och Sollefteåtrakten omfattat de alternativa spänningskombinationer, vilka tidigare omtalats. De därvid erforderliga distributionsnäten hava inritats å kartor, vilka dock av utrymmesskäl utelämnats vid publiceringen¹. I stället hänvisas till fig. 5—7 och 24—31, vilka

¹ Dessa kartor finnas i arkivexemplar hos Elektrifieringskommitténs tekniska byrå och kunna kopior därifrån rekvideras.

framställa vissa delar av de projekterade näten i något schematiserad form. För erhållande av med varandra jämförbara kostnader hava även för de sistnämnda områdena kostnaden vid den mest ekonomiska aktionsradien blivit beräknad. De för alla tre områdena beräknade kostnaderna hava slutligen sammanställts i tabellen, bilaga 4.

Som ovan visats, äro kostnadsrelationerna mellan resp. system beroende av tröskmotoreffektens storlek. Då denna för Vällingeorten och Sollefteåtrakten antagits till det för resp. områden normala värdet, lämnar en direkt jämförelse mellan kostnaderna för samma system inom dessa båda områden ej en fullt riktig uppfattning om den inverkan å kostnadsrelationen, som utövas enbart av bygdens karaktär, i det att densamma även rönt inflytande av skillnaden i tröskmotoreffektens storlek. Sistnämnda inflytande kan dock bortelimineras, genom att Vällingeortens kostnader jämföras med de kostnader för Enköpingstrakten, som svara mot 16 kW tröskmotoreffekt, och Sollefteåtrakten med de kostnader för Enköpingstrakten, som svara mot 6 kW tröskmotoreffekt.

Jämförelsen mellan de olika spänningssystemens kostnadssiffror har i övrigt verkställts så, att inom olika grupper av spänningssystem kostnadernas relationstal beräknats och jämförts med varandra. Orsaken till den därvid konstaterade avvikelserna de olika områdena emellan har uttrönts genom att kostnadernas fördelning å de olika anläggningsdelarna: gårdsledningar, ortsstationer, ortsledningar, bygdstationer och bygdelinjer, beräknats. Därigenom har nämnda avvikelse kunnat hänföras till en eller flera av dessa anläggningsdelar och sambandet mellan densamma och bygdens egenskaper konstateras.

Jämförelsen har uppdelats i följande avsnitt:

- a) Jämförelse mellan kostnaderna för olika gårdsspänningar.
- b) » » » » » ortsspänningar.
- c) » » » » » lågspännings- och högspänningströskning.
- d) » » » » » två- och trespänningssystem.

För resultaten härav lämnas här nedan en redogörelse, varvid samma indelningsgrund följes.

a. Jämförelse mellan kostnaderna för olika gårdsspänningar.

Enligt den tablå över relationstalen för kostnaderna vid olika gårdsspänningar, som sammanställts å sid. 101, äro förhållandena i detta hänseende i samtliga undersökta områden likartade med de i Enköpingstrakten rådande. Skillnaden mellan 380 och 220 volt är emellertid mera utpräglad i Vällingeorten och Sollefteåtrakten än i Enköpingstrakten. Detta förhållande har genom analys av kostnadernas fördelning å de olika anläggningsdelarna visats vara beroende av det relativa antalet av de vid resp. gårdsspänningar erforderliga ortsstationerna. I en trakt sådan som Vällingeorten, där antalet sådana stationer kan väsentligt nedbringas genom den ökning av gårdsnätsradien, som betingas av gårdsspänningens höjande, erhålles en större besparing med 380 volt än i en trakt, där nämnda antal icke röner så stort inflytande av aktionsradiens (eller spänningens) höjande såsom fallet är t. ex. i Enköpingstrakten. Det sätt, varpå ortsstationsantalet förändras med gårdsnätsradien, är därför en egenskap hos bygden, som är av stor betydelse för kostnadsskillnaden mellan olika gårdsspänningar.

Bygdens beskaffenhet i detta avseende kan åskådliggöras genom s. k. »ortsstationskaraktärstikor», vilka utgöra kurvor, visande det relativa antalet ortsstationer vid olika aktionsradier. Ett diagram innehållande ortsstationskaraktärstikor för ett flertal områden, däribland de tre nu behandlade, visas i fig. 32 å sid. 103. Därav framgår, att minskningen i ortsstationsantalet från de mot 220 volt svarande aktionsradierna (c:a 400 å 500 m.) till de mot 380 volt svarande (c:a 800 å 1 000 m.) är särskilt stor just i Vällingeorten och Sollefteåtrakten, vilket förhållande förklarar den i dessa områden erhållna större besparingen med 380 volt. Denna besparing är emellertid även beroende av ortsstationernas primärspänning, av vilken givetvis kostnaden pr dylik station är avhängig, samt av den procent-sats, varmed av gårdsspänningen oberoende kostnader (t. ex. för bygdenät vid trespänningssystem) ingå i det hela. Om de sistnämnda utgöra en större del av summakostnaden, röner den senare mindre inflytande av gårdsspänningen, än om de nämnda delkostnaderna äro försvinnande. Vid trespänningssystem erhålles av den sist omtalade orsaken samt på grund av den vid detta system använda lägre primärspänningen å ortsstationerna (ortsspänningen) en mindre kostnadsbesparing än vid tvåspänningssystem. Likaledes uppgår nämnda besparing vid tvåspänningssystem till högre belopp, om ortsstationerna av en eller annan orsak utföras på ett dyrbarare sätt (t. ex. i kiosker vid höga bygdespänningar för att minska risken för störningar). Slutligen inverkar på sätt, som redan förut påvisats, tröskmotoreffekten på kostnadsrelationen mellan de olika gårdsspänningarna.

Vid alternativet *högspänningströskning* ingå kostnader för såväl ortsstationer som gårdsledningar med procentuellt lägre belopp i det hela, varför den härovan omtalade kostnadsminskningen vid högre gårdsspänning blir mindre betydande. Vid högspänningströskning är dessutom kostnadsrelationen mellan olika gårdsspänningar även beroende av stolpkontaktledningarna, vilka på grund av den vid ökad gårdsnätsaktionsradie ökade ledningslängden åstadkomma en fördyring av de alternativ, där gårdsspänningen är högre.

På grund härav är kostnadsskillnaden mellan 380 och 220 volt vid högspänningströskning, såsom framgår av tabellen å sid. 100, högst obetydlig, varför utredningen utmynnar i den slutsatsen, *att 220 volt är en vid trespänningssystem med högspänningströskning ur ekonomisk synpunkt fullt tillräcklig gårdsspänning.*

Vid alternativet *lågspänningströskning* däremot kan med 380 volt erhållas en kostnadsbesparing, som understundom kan vara av praktisk betydelse.

Den verkställda utredningen har lämnat till resultat här nedan i tabellform angivna skala över relationstalet för kostnaderna vid 220 volts gårdsspänning, varvid desamma jämförts med motsvarande kostnader för 380 volt. (Se sid. 106 och sid. 107).

De angivna relationstalen gälla under förutsättning, att *ortsstationerna utföras som stolpstationer.* Vid ett dyrbarare utförande ökas relationstalen så att t. ex. vid tvåspänningssystem med ortstransformatorer i mindre träkiosker, desamma höjas med c:a 5 enheter (jämför tabellen å sid. 61). Årskostnaderna i tabellen å sid. 18 hänföra sig till ett värde å energiförlusterna av 5 öre pr kWh. Vid ett lägre energipris närma sig relationstalen mera till de för anläggningskostnaderna angivna, vid ett högre ökas den i tabellen angivna skillnaden.

| Systemtyp | Ortsstationernas primärspänning | Ortsstationskaraktärsträckans lutning mellan de mot 220 resp. 380 volt och de angivna förutsättningarna i övrigt svarande aktionsraderna (se diagrammet å sid. 103 o. tab. sid. 106 o. 107) | Relationstal för kostnader vid lågspänningströskning med 220 volts gårdsspänning (kostnaderna vid 380 volt = 100) | | | | | | | | |
|--------------------------|---------------------------------|---|---|------------|--------------------|------------|---|------------|--------------------|------------|-----|
| | | | Vid små tröskmotorstorlekar (c:a 6 kW) | | | | Vid stora tröskmotorstorlekar (c:a 16 kW) | | | | |
| | | | Distributionskostnader | | Totala kostnader | | Distributionskostnader | | Totala kostnader | | |
| | | | Anläggningskostnad | Årskostnad | Anläggningskostnad | Årskostnad | Anläggningskostnad | Årskostnad | Anläggningskostnad | Årskostnad | |
| Tvåspänningssystem | 20 000 volt | Brant | 123 | 127 | 112 | 113 | 130 | 140 | 113 | 116 | |
| | | Normal | 119 | 122 | 110 | 111 | 125 | 133 | 111 | 114 | |
| | | Flack | 115 | 118 | 108 | 109 | 120 | 127 | 109 | 112 | |
| | 10 000 " | Brant | 119 | 123 | 110 | 110 | 127 | 135 | 112 | 115 | |
| | | Normal | 115 | 118 | 108 | 109 | 122 | 129 | 110 | 113 | |
| | | Flack | 112 | 115 | 106 | 107 | 117 | 123 | 108 | 111 | |
| | Trespänningssystem | 6 000 " | Brant | 113 | 117 | 107 | 108 | 121 | 126 | 110 | 111 |
| | | | Normal | 110 | 114 | 105 | 106 | 117 | 120 | 108 | 109 |
| | | | Flack | 107 | 111 | 103 | 104 | 112 | 115 | 106 | 107 |
| 3 000 " | | Brant | 112 | 116 | 107 | 107 | 119 | 124 | 109 | 110 | |
| | | Normal | 109 | 113 | 105 | 106 | 115 | 118 | 107 | 108 | |
| | | Flack | 106 | 110 | 103 | 103 | 110 | 113 | 105 | 106 | |
| 1 500 " | | Brant | 111 | 115 | 106 | 107 | 118 | 123 | 108 | 109 | |
| | | Normal | 108 | 112 | 104 | 105 | 114 | 117 | 107 | 108 | |
| | | Flack | 105 | 109 | 102 | 103 | 109 | 112 | 105 | 106 | |

Till följd av att tabellen på grund av sin omfattning är tämligen överskådlig, ha relationstalen för anläggningskostnaderna för distributionsnätet framställts grafiskt i diagrammen fig. 1 och fig. 2, varav den förstnämnda framställer förhållandena vid stora och den senare vid små tröskmotoreffekter.

Av de fyra slag av kostnader, vilkas relationstal angivas i ovanstående tabell, nämligen anläggningskostnader och årskostnader för distributionsnät samt totala anläggnings- och årskostnader, åskådliggöres endast det förstnämnda slaget av diagrammen i fig. 1 och 2. Emellertid stå de procentuella kostnadsskillnaderna för de övriga i tabellen angivna slagen av kostnader i viss, tämligen regelbunden proportion till de i diagrammen framställda i det att skillnaden i totalkostnad är drygt hälften så stor som skillnaden i kostnad för enbart distributionsnät, varjämte procenttalen för årskostnaderna äro en eller annan enhet högre än för motsvarande anläggningskostnad. Diagrammen i fig. 1 och fig. 2 kunna därför — blott nyssnämnda proportioner hållas i minnet — utan olägenhet användas för bedömning av den för olika fall lämpliga gårdsspänningen.

De i diagrammen fig. 1 och 2 framställda kostnadsskillnaderna hänföra sig till relativt stora distributionsnät, där följaktligen alla anläggningsdelar äro utbyggda. Vid distribution i mindre skala, t. ex. då en kraftstation matar ett så litet område, att ett enda ortsnät eller t. o. m. gårdsnät är tillfyllest, bortfalla de an-

läggningsdelar, vilka äro minst beroende av gårdsspänningen. I sådant fall uppgår den vid 220 volt uppkommande merkostnaden till procentuellt betydligt högre belopp (ända till c:a 60 à 70 %) än de härövan nämnda. Detta förhållande har påvisats i Elektrifieringskommitténs meddelande 3, sid. 29 och därtill hörande bilaga 5, fig. 3, och torde ej behöva härledas i ytterligare bevis.

Att 380 volt i många fall besitter så avsevärda ekonomiska fördelar, att dessa väl förklara denna spännings

standardmässiga användning både i Sverige och än mer utomlands, torde sålunda vara ådagalagt. I vissa fall äro dessa fördelar emellertid ej så betydande, att de icke kunna motvägas av den ökade fara för olycksfall, som alltid är förenad med en högre spänning. Att på ett objektivt sätt exakt angiva var 380 volts spänningen får anses befogad är givetvis vanskligt. Det synes emellertid, som om 380 volt medför så stora fördelar vid lågspänningströskning, att denna spän-

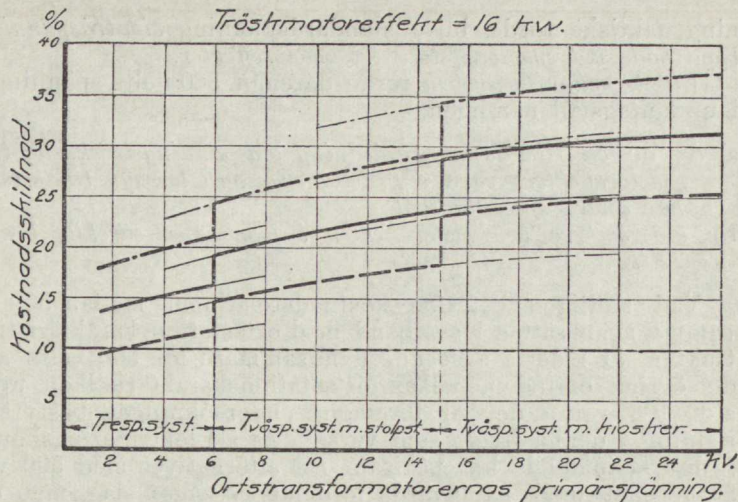


Fig. 1. Diagram utvisande den procentuella skillnaden i anläggningskostnad för distributionsnät mellan 220 och 380 volts gårdsspänning vid lågspänningströskning och stora (16 kW) tröskmotorer samt vid olika primärspänning å ortsstationerna.

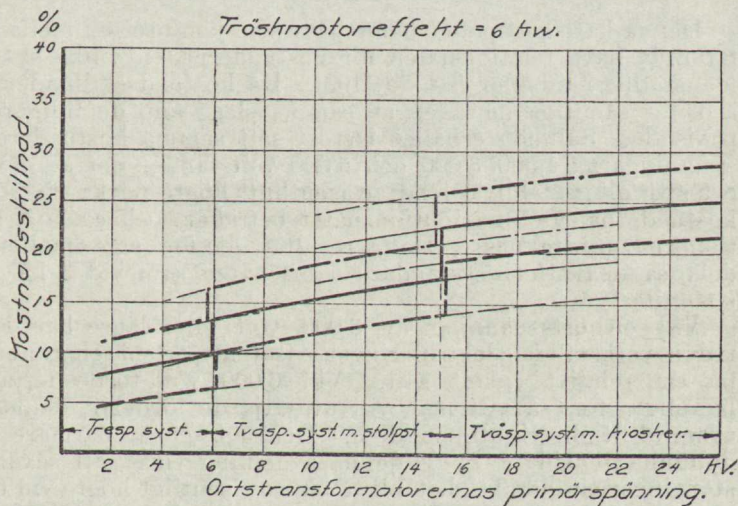


Fig. 2. Diagram utvisande den procentuella skillnaden i anläggningskostnad för distributionsnät mellan 220 och 380 volts gårdsspänning vid lågspänningströskning och små (6 kW) tröskmotorer samt vid olika primärspänning å ortsstationerna.

- Kostnadsskillnad i bygd med brant ortsstationskaraktäristika.
- Kostnadsskillnad i bygd med normal ortsstationskaraktäristika.
- · - · - Kostnadsskillnad i bygd med flack ortsstationskaraktäristika.

ning faktiskt torde bli standardspänning vid tvåspänningssystem i alla slag av bygd både vid små och stora tröskmotoreffekter.

Vid trespänningssystem torde däremot 380 volts spänningen vara befogad endast i undantagsfall nämligen,

- a) då av en eller annan anledning lågspänningströskning tillämpas vid stora tröskmotoreffekter, vare sig detta sker med hänsyn till ortsspänningens storlek eller av andra speciella skäl,
- b) vid smärre tröskmotoreffekter i bygd med särskilt brant ortsstationskaraktäristika.

Vad slutligen beträffar kostnadsrelationen mellan 500 och 380 volt, kan densamma även sättas i samband med ortsstationskaraktäristikans form. Enköpingstrakten är i detta avseende gynnsammare för 500 volts alternativet än något av de övriga områden, vilkas ortsstationskaraktäristikor uppritats i diagrammet å sid. 103, varför den nu företagna undersökningen bestyrkt resultaten av den utredning i denna fråga, som verkställdes i Elektrifieringskommitténs meddelande 3. I den sistnämnda har påvisats, att alternativet med 500 volts gårdsspänning icke är förenat med nämnvärda fördelar av något slag, men däremot med rätt betydande olägenheter. Man torde därför kunna fastställa, att alternativet med 500 volts gårdsspänning icke är lämpligt som standardssystem vid landsbygds elektrifiering.

b. Jämförelse mellan kostnaderna för olika ortsspänningar.

Denna har skett på enahanda sätt som jämförelsen mellan olika gårdsspänningar. Sålunda hava relationstalen för kostnaderna vid olika system beräknats och sammanställt i tabeller (se sid. 109). De kostnadsskillnader, som utvisas av dessa, äro för samtliga områden av samma slag, som de tidigare för Enköpingstrakten påvisade. Sålunda erhålles i stort sett samma kostnadsresultat med de tre ortsspänningarna 1 500, 3 000 och 6 000 volt, under det att kostnaderna för 500 volts ortsspänningen bli icke oväsentligt högre (cirka 25 à 40 %, vad anläggningskostnaderna för distributionsnätet beträffar, och c:a 5 à 15 %, om även installationerna medräknas). Detta resultat hänför sig emellertid till antaganden om dels samma utföringsstandard å ortsnäten som vid 3 kV, dels om 20 kV bygdespänning.

Vid en ortsspänning av 3 000 volt eller lägre har den inom stora områden redan verkställda elektrifieringen visat, att ortsnäten kunna utan olägenhet utföras på ett relativt enkelt sätt. Vid 6 000 volt torde detta i själva verket ej vara lämpligt, för så vitt man vill utnyttja de fördelar, denna spänning medför med avseende å distributionsradien. Denna fråga är närmare behandlad i Del II, avdelning G, sid. 142. I denna avdelning visas, att såväl störningsfrekvens som störningarnas varaktighet bli icke oväsentligt högre vid 6 000 volts ortsspänning, så länge ortsnäten utföras på samma sätt som vid 3 000 volt. Genom att vid utförandet av 6 000 volts näten en högre standard tillämpas, kunna emellertid driftförhållandena vid 6 000 volts alternativet förbättras, vilket å andra sidan innebär en kostnadsökning. Denna ökning har blivit beräknad för tvenne olika alternativ ifråga om 6 000 volts nätens utförande, vilka alternativ enligt den nyssnämnda utredningen angående driftförhållandena i stort sett synas, med hänsyn till störningsfrekvens och störningarnas varaktighet, vara likvärdiga med det för 1 500 resp. 3 000 volts alternativen antagna enklare utförandet (se sid. 153 och

156). Relationstalen för de kostnader, som vid den enligt nämnda utredning nödvändiga högre utföringsstandarden äro förenade med 6 000 volts alternativet, äro sammanställda i tabellen å sid. 112, varav framgår, att dessa kostnader (för distributionsnätet) äro vid lågspänningströskning intill c:a 15 % och vid högspänningströskning intill c:a 20 % högre än motsvarande kostnader för 3 000 volt i utbredd bygd. I bandformad bygd, där ortsnäten få enkelt förlopp utan nämnvärda avgreningar, är det eventuellt möjligt att utföra 6 000 volts ledningarna på billigare sätt. I sådan bygd kan fördyringen därför begränsas till 5 resp. 3 %.

Då emellertid kostnaderna för bygdenätet vid 3 000 volts alternativet ingå i det hela med en procentuellt större del än vid 6 000 volt, måste den fördyring, som alltid föranledes av en höjning av bygdespänningen, bliva större vid den lägre ortsspänningen än vid den högre. Det är därför sannolikt, att 6 000 volts alternativet skall visa sig mindre ogynnsamt vid en högre bygdespänning. I samband med en särskild utredning om bygdespänningens inverkan å kostnadsrelationerna för de olika systemen emellan, vilken återfinnes i Del II, avdelning E, sid. 132, har även nyssnämnda förhållande närmare undersökts. Resultatet därav visar, att förskjutningen till den högre ortsspänningens fördel är så obetydlig, att densamma praktiskt taget kan försummas. Det kunde slutligen vara tänkbart, att man i mycket gles bygd skulle kunna uppnå ekonomisk vinst med den högre ortsspänningen (6 000 volt), enär i dylik bygd de av tätheten tämligen oberoende bygdenätskostnaderna utöva större inflytande å totalkostnaden. I den särskilda utredningen angående kostnadernas beroende av täthetsgraden, vilken ingår i Del II, avdelning D, sid. 126, har emellertid visats, att 6 000 volts alternativet tvärtom ställer sig mera ogynnsamt relativt 3 000 volts alternativet, då ortsstations-tätheten minskas (se diagram fig. 34 och 35 å sid. 129 och 130).

Vad återigen 500 volts ortsspänningen beträffar, för vilken spänning kostnaderna tidigare visats vara betydligt högre än för 3 000 eller 1 500 volt, måste densamma ställa sig mindre ogynnsam vid lägre bygdespänningar. Den utredning härom, som företagits i Del II, avdelning E, visar emellertid, att även vid så låg bygdespänning som 6 kV, kostnaderna för distributionsnätet uppgå till belopp, som i regel betydligt överstiga motsvarande kostnader vid 1 500 volt.

Av det ovan anförda framgår alltså, att ortsspänningarna 1 500 och 3 000 volt äro de med hänsyn till kostnaderna gynnsammaste och sinsemellan praktiskt taget likvärdiga, men att ortsspänningen 500 volt under alla förhållanden medför så höga kostnader, att densamma ej kan rekommenderas som standardspänning, samt vidare att 6 000 volt ävenledes under alla förhållanden förorsakar så stora merkostnader, om tillräcklig driftsäkerhet skall kunna ernås, att densamma saknar ekonomiskt berättigande som standardortsspänning för landsbygdsdistribution.

Det bör slutligen framhållas, att man, såsom redan tidigare påpekats, vid den verkställda jämförelsen bortsett från eventuellt förekommande enstaka större belastningar t. ex. småindustri o. dyl. och endast tagit hänsyn till jordbrukets och å landsbygden förekommande borgerlig belastning. Det krav å större överföringsförmåga hos ortsledningarna, vilket måste förefinnas i trakter, där småindustri förekommer, tillgodoses givetvis i större grad vid en hög ortsspänning. I dylika trakter torde spänningen 1 500 volt därför vara mindre lämplig än 3 000 volt, vilken sistnämnda spänning å andra sidan i de flesta fall torde vara fullt tillräcklig för anslutande av de industriella effektbelopp, vilka äro av sådan storleksordning, att de lämpligen böra samordnas med landsbygdens och alltså elektrifieras från ortsnäten.

c. Jämförelse mellan kostnaderna för lågspännings- och högspänningströskning.

Relationen mellan resp. kostnader för dessa båda alternativ framgår av den å sid. 114 sammanställda tabellen. Genom analys av de för de tre olika områdena beräknade kostnaderna, har en för praktiskt bruk lämpad norm för ekonomiskt användande av de ifrågavarande tvenne alternativa systemen uppställts under den motivering, som återfinnes å sid. 116—118.

Denna norm har följande utseende:

| | 1 500 volts ortsspänning | 3 000 volts ortsspänning | 6 000 volts ³ ortsspänning |
|--|-----------------------------|-----------------------------|--|
| 1) I bygd av genomsnittstyp är högspänningströskning ekonomiskt fördelaktig, om tröskmotorernas genomsnittliga effekt är lika med eller större än följande värden, vilka äro att anse som <i>grundtal</i> | 9 kW | 11 kW | 13 kW ¹ |
| 2) I bygd av speciell beskaffenhet böra de angivna grundtalen ändras på följande sätt: | | | |
| a) Om ortsstationskaraktäristikans lutning mellan 300 å 400 och 700 å 800 m:s aktionsradierna är stor (25 % eller mera pr 100 m.) ² <i>minskas</i> , och om lutningen är liten (10 % eller mindre pr 100 m.) ² <i>ökas</i> grundtalet med intill c:a | 2 kW | 3 kW | 4 kW |
| b) Om gårdsfördelningen är mycket jämn (klass I eller II) <i>minskas</i> , och om gårdsfördelningen är mycket klumpad (klass VI eller VII) <i>ökas</i> grundtalet med intill c:a..... | 1 kW | 1 kW | 1 kW |
| c) Om antalet tröskande gårdar pr ortsstation är stort (t. ex. > 4 å 5 st. vid 450 m:s gårdsnätsradie) <i>ökas</i> , och om detta antal är litet (t. ex. < 3 vid nämnda radie), <i>minskas</i> grundtalet med intill c:a | 2 kW | 2 kW | 2 kW |

¹ Det för 6 000 volt angivna grundtalet gäller för enklaste utförande av 6 000 volts näten. Om högre standard användes, ökas grundtalet med c:a 2 kW till c:a 15 kW.

² I % av värdet vid 450 m:s aktionsradie (se diagrammet fig. 32 å sid. 103).

³ Jämför nedan.

I de specialfall, då 500 volt användes som ortsspänning, bör högspänningströskning alltid tillämpas, d. v. s. tröskmotorerna anslutas till 500 volts ledningarna.

Det kan starkt ifrågasättas, huruvida högspänningströskning med hänsyn till risken för olycksfall och brandfara bör användas vid 6 000 volt. Den besparing, som kan erhållas genom de större motorernas anslutande till 6 000 volts ledningarna, uppgår även vid så stora genomsnittliga motoreffekter som 20 kW endast till c:a 5 % av de totala anläggningskostnaderna. Denna besparing synes i betraktande av ovan omnämnda fara *alltför obetydlig för att högspänningströskning skulle kunna förordas vid ifrågavarande spänning.*

Vid tvåspänningssystem, där nyssnämnda fara är väsentligt större på grund av den högre spänningen (10 eller 20 kV), erhålles med alternativet högspänningströskning ingen besparing, åtminstone om de totala kostnaderna tagas i betraktande, varför användandet av *högspänningströskning vid tvåspänningssystem måste anses fullständigt uteslutet.*

d. Jämförelse mellan kostnaderna för tvåspännings- och trespänningssystem.

Denna jämförelse har begränsats att omfatta de alternativa spänningskombinationer inom vardera systemgruppen, vilka i det föregående visats vara de ekonomiskt lämpligaste. De alternativ, som sålunda jämförts med varandra, äro å ena sidan av tvåspänningssystem: endast lågspänningströskning med 380 volts gårds-spänning, och å andra sidan av trespänningssystem: vid stora tröskmotoreffekter högspänningströskning med 3 000/220 volt och vid små tröskmotoreffekter lågspänningströskning med 3 000/220 volt, alternativt 3 000/380 volt.

Jämförelsen mellan de två systemtyperna har i första hand skett genom en analys av kostnadernas fördelning å resp. anläggningsdelar (se sid. 119—126), varigenom påvisats, att bygdens form är avgörande för, vilkendera systemtypen, som är den billigaste. Därvid har konstaterats, att i utbredd bygd trespänningssystemet är icke obetydligt billigare än tvåspänningssystemet, om tröskmotoreffekten är tillräckligt stor att motivera högspänningströskning vid den förstnämnda systemtypen. Vid mindre tröskmotoreffekt, där alltså lågspänningströskning bör tillämpas även vid trespänningssystem, bliva båda systemtyperna i stort sett ekonomiskt likvärdiga. I bandformad bygd erhåller tvåspänningssystemet företräde, ehuru kostnadsskillnaden är tämligen liten i sådan bygd, där dubbla ortsstationsrader erfordras, men uppgår till betydande belopp, då endast en sådan rad är tillräcklig. Därefter har utrönts (se sid. 126—131), i vad mån bygdens täthet övar inflytande på kostnadsrelationen. Genom diagram har visats, att i utbredd bygd (se fig. 33 å sid. 129) ingen nämnvärd besparing med tvåspänningssystem erhålles förrän tätheten minskats väsentligt; i själva verket är det endast i de glesaste trakterna inom landet (t. ex. övre kustremsan i Norrland o. dyl.) som dylik besparing kan ernås. I bandformad bygd med dubbla ortsstationsrader ökas tvåspänningssystemets fördelar så småningom, då tätheten minskas (se fig. 34 å sid. 129); detta förhållande är emellertid än mera utpräglat i sådan bandformad bygd, där endast en ortsstationsrad erfordras (se fig. 35 å sid. 130), kostnadsskillnaden uppgår där till värden, vilka torde omöjliggöra trespänningssystemets användande. Enligt gjorda undersökningar (se tabellen å sid. 127), är ortsstationstätheten i de flesta norrländska älvdalar tämligen liten, vartill kommer att flertalet av dessa älvdalar kunna till väsentlig del elektrifieras med en enda rad ortsstationer.

Förutsättningarna för att tvåspänningssystemet i ekonomiskt hänseende skall vara avgjort fördelaktigare än trespänningssystemet, torde sålunda i regel förefinnas i bandformad älvdalsbygd.

Slutligen har bygdespänningens inverkan å kostnadsförhållandet utretts (se sid. 132). Därav framgår, att i sådan utbredd bygd, där högspänningströskning bör användas, trespänningssystemet är billigast även vid en låg bygdespänning, ehuru kostnadsskillnaden mellan de båda systemtyperna minskas med denna spänning. I sådan utbredd bygd, där lågspänningströskning bör användas, erhålles — så länge bygdespänningen är tillräckligt hög, för att 3 000 volts ortsspänningen skall kunna anses befogad (d. v. s. vid bygdespänningar om 10 kV eller däröver) — i stort sett samma kostnader för båda systemtyperna. Vid de lägre bygdespänningar däremot, där 1 500 volt är den högsta tänkbara ortsspänningen (d. v. s. under 10 kV erhålles en viss, icke obetydlig besparing med tvåspänningssystem (se diagrammen i fig. 36 och 37 å sid. 134).

Som resultat av de verkställda undersökningarna kan följande norm uppställas beträffande två- resp. trespänningssystemets ekonomiska lämplighet:

I) *Utbredd bygd.*

A) Bygdespänning 10 eller 20 kV.

- 1) Tröskmotorernas genomsnittliga storlek tillräcklig att motivera högspänningströskning vid trespänningssystem (se tabellen å sid. 22).

Trespänningssystem med högspänningströskning är ekonomiskt gynnsammare än tvåspänningssystem.

- 2) Tröskmotorernas genomsnittliga storlek motiverar lågspänningströskning även vid trespänningssystem (se tabellen å sid. 22).

- a) Ej allt för gles bygd (jämför tabellen å sid. 127).

Båda systemtyperna äro i stort sett ekonomiskt likvärdiga.

- b) Mycket gles bygd (förekommer huvudsakligen endast i övre Norrland).

Tvåspänningssystemet är ekonomiskt fördelaktigare än trespänningssystemet.

B) Bygdespänning 6 kV.

- 1) Tröskmotorstorleken i genomsnitt > 15 kW.

Trespänningssystemet med högspänningströskning (1 500 v. ortssp.) är i ekonomiskt avseende något fördelaktigare än tvåspänningssystem.

- 2) Tröskmotorstorleken i genomsnitt < 15 kW.

Tvåspänningssystem är, särskilt vid de minsta tröskmotoreffekterna, ekonomiskt fördelaktigare än trespänningssystem.

II) *Bandformad bygd.* (Förekommer huvudsakligast i norra Sveriges älv-dalar).

A) Dubbla transformatorrader erfordras.

- 1) Tät bygd (jämför tabellen å sid. 127).

Båda systemtyperna äro i stort sett ekonomiskt likvärdiga.

- 2) Glesare bygd.

Tvåspänningssystemet är ekonomiskt fördelaktigare än trespänningssystemet.

B) Endast enkla transformatorrader erfordras (torde vara det vanligaste fallet i nu ifrågavarande älv-dalar).

Tvåspänningssystemet är i kostnadshänseende betydligt fördelaktigare än trespänningssystemet.

I anslutning till den för landets olika delar utmärkande karaktären i fråga om de egenskaper, som enligt ovanstående schema äro av betydelse för valet mellan två- och trespänningssystem, kan detta schema i stora drag omsättas å kartan. I fig. 3 ha sålunda gränslinjer för de båda systemtypernas användningsområden inritats, samt dessa områden markerats genom olika streckning. Det

nationer för de båda tidigare omtalade områdena Enköpingstrakten och Sollefteåtrakten. Resultatet härav har framställts grafiskt i diagrammen fig. 43—46 å sid. 149—152.

I första hand har, som tidigare omtalats, konstaterats, att om tvåspänningssystem av en eller annan anledning skulle användas i s. k. utbredd bygd, förbättrade driftförhållanden erhållas, om ledningsnätet anordnas med centraliserad ledningsförling. De fördelar, som i detta avseende vinnas med den nämnda utföringsformen, torde dock bli mindre påtagliga i mycket gles bygd, där dessutom, enligt vad den ekonomiska utredningen visar (se sid. 129), det centraliserade systemet medför en väl hög merkostnad. I bandformad bygd synas driftförhållandena ej heller kunna förbättras genom centralisering av ledningsförlingen. Utredningen resulterar således i, att *i de fall då tvåspänningssystemet användes i utbredd bygd av den täthet, som är den vanliga i södra och mellersta Sverige, det samma bör med hänsyn till driftförhållandena anordnas med centraliserad ledningsförling, i övriga fall, d. v. s. i mycket gles utbredd bygd eller i bandformad bygd, kan en decentraliserad ledningsförling utan olägenhet användas.*

Vidare har resultatet av den i Elektrifieringskommitténs meddelande 3 verkställda jämförelsen mellan olika gårdsspänningar blivit bestyrkt (se tabellen å sid. 148). Det har sålunda visats, att *man vid tvåspänningssystem uppnår vissa fördelar ifråga om driftförhållandena genom att använda 380 volt som gårdsspänning i stället för 220 volt.*

Vid trespänningssystemet bli alla de inom en bygdestations avsättningsområde inträffade störningarna lokaliserade till ortsnäten och endast de till en och samma ortsledning anslutna konsumenterna berörda därav. Ett utsträckande av gårdsnätens aktionsradie (d. v. s. en höjning av gårdsspänningen) har därför ej samma betydelse vid trespänningssystemet som vid tvåspänningssystemet (se tabellen å sid. 148). Beräkningen över störningsfrekvensen vid det förstnämnda systemet visar också, att driftförhållandena ej bli nämnvärt bättre vid 380 volt än vid 220 volt; vid alternativet högspänningströskning är t. o. m. störningsfrekvensen något större vid den förstnämnda spänningen. *Med hänsyn till driftförhållandena är 220 volt vid trespänningssystem en fullt tillräcklig gårdsspänning.*

Den jämförelse mellan olika ortsspänningar, som redan i den ekonomiska utredningen omtalats, visar, att antalet störningar hos varje ansluten konsument resp. dessas varaktighet i utbredd bygd, i vilken bygd trespänningssystemet har sin största användning, bli mera än dubbelt så stora vid 500 volts ortsspänning som vid 1 500 volt. Dessa faktorer nedgå i nyssnämnda slag av bygd till ett minimum vid en ortsspänning av i runt tal 1 500 à 3 000 volt, vilket visats i diagrammen, fig. 47—50 å sid. 154 och 155. Båda ortsspänningarna 1 500 och 3 000 volt kunna sålunda anses likvärdiga, 6 000 volts alternativet synes däremot vara ofördelaktigare, så länge ortsnäten utföras på samma sätt som vid 3 000 volt. Genom höjning av utföringsstandarden å 6 000 volts näten, kunna emellertid driftförhållandena förbättras vid alternativet lågspänningströskning, så att de ovan omtalade faktorerna nedgå till ungefär samma värden som vid 3 000 volt. I den ekonomiska utredningen har detta dock visats vara förenat med — åtminstone i utbredd bygd — icke obetydliga merkostnader.

Utredningen utvisar alltså, att *en så hög ortsspänning som 6 000 volt ur driftsäkerhetssynpunkt icke medför några fördelar utan snarare olägenheter, samt att ortsspänningen 500 volt är så avgjort mycket oförmånligare än 1 500 och 3 000 volt,*

att de sistnämnda, vilka äro sinsemellan likvärdiga, böra ur här behandlade synpunkt betraktas som de mest lämpliga ortsspänningarna vid trespänningssystem.

En jämförelse mellan alternativen lågspännings- och högspänningströskning (se sid. 156) utvisar, att det sistnämnda vid tvåspänningssystem är ur driftsynpunkt högst ofördelaktigt. Vid trespänningssystem är skillnaden obetydlig, varför högspänningströskning vid de ortsspänningar, som härovan angivits som lämpliga, bör utan olägenhet kunna användas i de fall, då ekonomiska eller andra skäl tala därför.

Slutligen har konstaterats, (se sid. 156) att skillnaden mellan tvåspänningssystem och trespänningssystem med avseende å driftstörningarnas antal och varaktighet i utbredd bygd av den i södra och mellersta Sverige vanligen förekommande tätheten är så betydande, att tvåspänningssystemet icke utan tvingande skäl bör användas i dylik bygd. I gles utbredd bygd eller i älvdalsbygd synes tvåspänningssystemets drifttegenskaper däremot icke bliva avsevärt sämre än trespänningssystemets, varför det förra systemet därstädes utan olägenhet kan användas, då ekonomiska eller andra skäl motivera detsamma.

Utredningen om de olika distributionssystemens egenskaper med avseende å drifförhållandena har sålunda givit ett med den ekonomiska utredningens sammanfallande resultat, i det att de särskilda system och spänningskombinationer, som visat sig lämpligast ur ekonomisk synpunkt, även besitta tillfredsställande drifttegenskaper, under det att de ekonomiskt olämpliga alternativen också äro mindre lämpliga ur driftsynpunkt.

3. Jämförelse mellan olika distributionssystem med hänsyn till den elektriska energiens användning.

I Elektrifieringskommitténs meddelande 3 (sid. 34—35) har denna fråga redan blivit behandlad; huvudvikten är emellertid därstädes lagd på jämförelsen mellan olika gårdsspänningar vid tvåspänningssystem. Därvid har ådagalagts, att man vid nämnda systemtyp med 380 volt erhåller bättre möjligheter för framtida nyanslutning, utan att nämnvärda förändringar av distributionsnätet behöva vidtagas.

Vid en från början fullt planmässigt utförd elektrifiering, avsedd att så småningom utvecklas att omfatta alla de förbrukare, som efter kortare eller längre tid önska ansluta sig till det befintliga distributionsnätet, torde visserligen någon avsevärd skillnad mellan de olika gårdsspänningarna i nu nämnt avseende ej förefinnas. Emellertid projekteras i vanliga fall distributionsnätet ej vid den första utbyggnaden för en utveckling fram till fullständig elektrifiering av alla inom området befintliga anslutningsobjekt. I stället torde nätet i de flesta fall utföras blott med tanke på det för tillfället föreliggande behovet, enär de första företagarna knappast kunna väntas vara villiga till en planläggning, som visserligen i en framtid kan visa sig förmånlig, men som för ögonblicket medför större kapitalutlägg, än det för deras enskilda del nödvändiga. I en särskild utredning om kostnaderna vid olika elektrifieringsgrad (Del II, avdelning F, sid. 136) ha konsekvenserna av nyssnämnda förhållande närmare utvecklats. Av densamma framgår, att vid en i verkligheten utförd successiv elektrifiering, det vid 100 % anslutning erforderliga kapitalet överstiger det, som skulle erfordras, om nätet redan från början planlagts för fullständig anslutning. Den merkostnad, som på detta sätt erhålles, uppgår till större belopp vid användandet av ett distributionssystem, vid vilket en procentuellt större del av totalkostnaden faller

på de periferiska delarna. Ju större del av slutkostnaden, som faller å de centrala delarna, ju mindre torde den nämnda merkostnaden bliva. Av denna anledning är särskilt vid tvåspänningssystem en högre gårdsspänning gynnsammare än en lägre; likaså torde trespänningssystem vara gynnsammare än tvåspänningssystem. Alternativet högspänningströskning, där gårdsledningar och ortstransformatorer äro relativt billiga, är av samma skäl vid från början knappt dimensionerade anläggningar mera fördelaktigt än lågspänningströskning, detta särskilt på grund av att man vid det förstnämnda alternativet har betydligt större möjligheter att å olika platser använda den anskaffade motorvagnen. För dennas anslutande erfordras nämligen endast en stolpkontakt, under det att vid alternativet lågspänningströskning en relativt stor ortstransformator måste uppsättas.

En framtida, eventuell elektrifiering av utomgårdsbruket underlättas, om från början ett distributionssystem kommit till användning, som på enkelt sätt medger nyanslutning av större motorer, d. v. s. först och främst vid alternativet högspänningströskning, men även vid trespänningssystem över huvud taget. Vid tvåspänningssystem torde man i detta hänseende för all framtid vara antingen hänvisad till de första gårdsnäten eller också nödsakad att uppsätta ett större antal dyrbara transformatorstationer, varför en elektrifiering av utomgårdsbruket endast med svårighet torde kunna genomföras i de fall, då tvåspänningssystemet tillämpats.

Vad beträffar den elektriska energiens användning inom de redan anslutna gårdarna, har redan i Elektrifieringskommitténs meddelande 3 (sid. 37—38) framhållits, att de framtida möjligheterna för ett mångsidigt utnyttjande av elektrifieringens fördelar bliva större vid en högre gårdsspänning. Detta förhållande torde därför i detta sammanhang icke behöva ytterligare påpekas.

Det har således ådagalagts, att en framtida utveckling av den elektriska energiens användning å landsbygden i allmänhet möjliggöres i högre grad genom att vid tvåspänningssystemet en högre gårdsspänning användes, men framför allt genom införandet av den vid trespänningssystemet förefintliga mellanspänningen samt i vissa fall genom tillämpandet av systemet högspänningströskning.

4. Jämförelse mellan olika distributionssystem med hänsyn till organisation av landsbygdselektrifieringen.

Det har redan tidigare framhållits, att en systematisk indelning i distributionsområden är av största betydelse för ernåendet av en fullständig elektrifiering av landsbygden, samt att en kooperativ organisation av de enskilda konsumenterna ofta är fördelaktig bl. a. på grund av, att kapitalanskaffningen därigenom underlättas.

Erfarenheten ger vid handen, att de vid trespänningssystemet erforderliga bygdestationerna samt de därtill hörande ortsnäten bilda en lämplig stomme för såväl indelningen i distributionsområden som konsumenternas sammanslutande till ekonomiska enheter, i det att gränserna för ortsnätsområdena kunna läggas så att de även bliva lämpliga gränser för andelsföreningarnas (eller liknande företags) distributionsområden. Vid det centraliserade tvåspänningssystemet kan naturligtvis organisationen på enahanda sätt ansluta sig till de centralpunkter i bygdenätet (mätningstationer), varifrån ortsledningarna utgå. Vid det decentraliserade tvåspänningssystemet däremot är en indelning i enhetligt avgränsade andelsföreningsområden av samma storlek som bygdstationsområdena vid tre-

spänningssystem omöjliggjord genom den för förutnämnda system utmärkande ledningsföringen. För att få organisatoriska enheter, som på lämpligt sätt ansluta sig till de tekniska enheterna, torde man vid decentraliserat tvåspänningssystem tvingas till sammanslutningar, omfattande områden med ofta högst betydande utsträckning, vilket i vissa fall (särskilt i utbredd bygd) kan försvåra elektrifieringen.

I de fall, då trespänningssystem kommer till användning, är det fördelaktigt, om ortsspänningens aktionsradie någorlunda överensstämmer med den för trakten lämpliga utsträckningen av den ekonomiska sammanslutningen. En låg ortsspänning medger ofta i glesare bygd ej den anslutning, som är nödvändig för bildandet av ett rationellt andelsföretag.

I regel är därför även ur organisatorisk synpunkt en lägre ortsspänning lämplig endast i tätare bygd, där avstånden mellan de olika konsumenterna äro små, under det att en högre erfordras i glesare bygd, där dessa avstånd äro större. Erfarenheten ger också vid handen, att 1 500 volts ortsspänning varit tillräcklig å Skåneslätten, å vissa delar av Västgötaslätten samt likartade tätare bygder, under det att en höjning av ortsspänningen till 3 000 volt visat sig befogad redan vid den täthet, som förefinnes t. ex. inom vissa delar av Mälardalen.

I än glesare bygd vore det av denna anledning tänkbart, att 6 000 volt vore en lämplig ortsspänning. Denna spänning fordrar emellertid i gles bygd, för att kunna utnyttjas, en aktionsradie av c:a 15 km., vadan distributionsområdenas diametrala utsträckning skulle uppgå till i runt tal 3 mil, en omfattning, som emellertid även i mycket gles bygd torde vara rätt otymplig.

Att döma av de vid statens landsbygdsdistribution rådande förhållandena, erhålla distributionsområdena resp. andelsföreningarna lämplig omfattning, om antalet hektarandelar pr sådant företag vid distributionens igångsättande uppgår till mellan c:a 1 000 och c:a 3 000 st. Man torde vid en överslagsberäkning kunna utgå från, att anslutningsgraden från början utgör i runt tal 70 %, vadan alltså c:a 1 500 à 4 500 hektar odlad jord skulle behöva förefinnas inom varje andelsförenings distributionsområde. I nedanstående tabell angives den utsträckning i radiell led, som vid olika odlingsgrad erfordras för uppnående härav:

| Odlingsgrad | Distributionsområdets radiella utsträckning vid ett antal hektarandelar vid 70 % anslutningsgrad av | |
|-------------|---|---------------|
| | 1 000 andelar | 3 000 andelar |
| 100 % | 2.1 km. | 3.6 km. |
| 90 " | 2.2 " | 3.8 " |
| 80 " | 2.4 " | 4.2 " |
| 70 " | 2.5 " | 4.3 " |
| 60 " | 2.7 " | 4.7 " |
| 50 " | 3.0 " | 5.2 " |
| 40 " | 3.4 " | 5.9 " |
| 30 " | 3.9 " | 6.8 " |
| 20 " | 4.8 " | 8.3 " |
| 10 " | 6.7 " | 11.6 " |
| 5 " | 9.5 " | 16.5 " |
| 2 " | 15.0 " | 26.0 " |

en odlingsgrad mindre än 10 %; av dessa sträcker sig det största även in i Älvsborgs län, (delar av Marks och Kinds härad). Samtliga dessa områden bestå av skogsbygd; inom desamma förekommer ett stort antal smärre träindustrier, hantverk o. dyl., vilka lämpligen kunna elektrifieras genom att anslutas till landsbygdens ortsnät. Det är därför sannolikt, att andelstalen för inom dessa områden eventuellt bildade andelsföreningar bliva större, än vad förestående tabell visar. Därest så blir fallet, blir en ortsspänning av 3 000 volt även där fullt tillräcklig för erhållande av erforderlig anslutning, n. b. i de fall, då trespänningssystem kommer till användning.

Inom de övriga delar av landet, som äro belägna söder om den ungefärliga linjen Strömstad—Karlstad—Nora—Gävle, nedgår odlingsgraden under 10 % endast inom några enstaka smärre områden, t. ex. i delar av den bohuslänska skärgården, några socknar i södra Örebro län o. s. v. Dessa områden hava så liten omfattning, att någon norm för densamma icke behöver uppställas. Norr om nyssnämnda linje är den glesare bygden förhärskande. Odlingsgraden understiger sålunda 10 % inom hela denna del av landet, utom inom södra Värmland, Kopparbergs län söder om sjön Run samt delar av norrländska kusten, huvudsakligast kring flodmynningarna upp till Skellefteå, samt trakten kring Storsjön i Jämtland. Det kan eventuellt bliva möjligt att t. ex. i Bergslagen och vissa delar av kustremsan i Norrland på grund av därstädes befintlig småindustri samla så stor anslutning till varje andelsförening, att 3 000 volts ortsspänningen även i denna landsdel här och var kan visa sig tillräcklig. Inom dessa trakter borde emellertid tvåspänningssystemet, vilket därstädes icke medför högre kostnader än trespänningssystemet, tillämpas som standardssystem, icke minst på grund av att stora delar av dessa områden redan äro elektrifierade medelst tvåspänningssystem.

I de fall där tvåspänningssystemet inom denna del av landet kommer till användning liksom inom den del, där detta system är ur ekonomisk och andra synpunkter lämpligast, bör av skäl, som närmare angivits i Del II, avdelning E, sid. 132, bygdespänningen icke understiga 10 kV eller överstiga 20 kV. I de speciella fall, då vid direkt distribution från en mindre kraftstation en så låg distributionsspänning som 3 000 volt för all framtid är tillräckligt hög, bör den givetvis få användas, varvid distributionsnätet kan betraktas som en del av ett icke fullständigt utbyggt trespänningssystem. Då framtida anspråk på större överföringsförmåga eventuellt uppträda, kan i dylika fall ett bygdenät för högre spänning anordnas, och det mindre ortsnätet utan svårighet anslutas till detta.

Av det ovan sagda framgår, att en lämplig grundval för landsbygdselektrifieringens organisation kan ernås med trespänningssystem inom samtliga de områden, där detta system är ekonomiskt fördelaktigt. Därvid bör användandet av ortsspänningen 1 500 volt begränsas till sådan tätare bygd, där odlingsgraden ej understiger 50 %, under det att 3 000 volt är en lämplig ortsspänning, där odlingsgraden ej understiger 10 %. Där odlingsgraden understiger 10 %, är det mångenstädes på grund av förekommande småindustrier sannolikt, att lämpligt avgränsade andelsföreningsområden kunna erhållas vid trespänningssystem med 3 000 volts ortsspänning. Om högre spänning bör tillgripas torde det i allmänhet vara lika förmånligt att övergå till centraliserat tvåspänningssystem. Det decentraliserade tvåspänningssystemet torde i vissa fall vara svårare att lägga till grund för lämpliga förvaltningsenheter; dock torde dylika svårigheter endast i ringa grad förefinnas i de norrländska älvdalarna, där tvåspänningssystemet har sitt största ekonomiska berättigande.

5. Lämpliga standard-distributionssystem för landsbygdselektrifiering.

Den företagna utredningen har, såsom framgår av vad härovan under de olika avsnitten anförts, givit till resultat, att sådana distributionssystem, vilka under vissa förutsättningar visat sig ekonomiskt gynnsamma, under samma förutsättningar även äro lämpliga med hänsyn till de övriga förhållanden, vilka blivit föremål för undersökning. Visserligen har icke någon ingående utredning företagits beträffande den fara för olycksfall, som kan anses förbunden med de olika distributionssystemen. Denna fråga har emellertid, vad beträffar olika gårdsspänningar, blivit utförligt behandlad i Elektrifieringskommitténs meddelande 3. Mellan de ortsspänningar, vilka enligt den företagna utredningen äro lämpliga vid landsbygdistribution, nämligen 1500 och 3000 volt, synes ej någon nämnvärd skillnad i fråga om olycksfallsrisk förefinnas, varför det torde vara obehövt att i detta sammanhang ingå på ytterligare undersökning av ifrågavarande förhållanden.

Ett utväljande av för landsbygdselektrifiering lämpliga standarddistributionssystem kan sålunda ske enligt följande, med stöd av den verkställda utredningens resultat upprättade norm.

Systemtyp.

Inom landets sydligare delar, nämligen söder om den ungefärliga linjen Strömstad—Åmål—Arvika—Filipstad—Nora—Avesta—Falun—Gävle, rekommenderas trespänningssystemet som standardsystem. I vissa undantagsfall, nämligen då bygden är så gles, att odlingsgraden understiger 10 %, kan även tvåspänningssystemet vara lämpligt.

Inom norra delen av landet, d. v. s. norr om nyssnämnda linje, rekommenderas tvåspänningssystemet som standardsystem, ehuru även trespänningssystemet där kan undantagsvis finna användning särskilt i Bergslagsområdena och den norrländska kustbygden.

Då tvåspänningssystemet användes inom det slag av bygd, som i det föregående kallats »utbredd bygd», bör distributionsnätet anordnas med centraliserad ledningsföring.

De större motorernas anslutande.

Då tvåspänningssystem användes, bör det härovan med »lågspänningströskning» betecknade alternativet uteslutande användas.

Vid trespänningssystem är tröskmotoreffekten avgörande för vilkendera metoden, som bör tillämpas. Som allmän regel gäller, att högspänningströskning lämpligen kan användas, då motoreffekten överstiger följande belopp:

| | |
|--------------------|------|
| vid 1500 volt..... | 9 kW |
| » 3000 » | 11 » |

I speciella fall kunna dessa gränsvärden ändras så, som anges i tabellen å sid. 22.

Gårdsspänningar.

Vid tvåspänningssystem medför den för närvarande merendels använda gårdsspänningen 380 volt sådana tekniska och ekonomiska fördelar, att den, i den mån densamma icke helt förbjödes, utan tvivel får så övervägande användning, att den torde bliva standardspänning.

Vid trespänningssystem och lågspänningströskning är 220 volt i regel en till-

räckligt hög gårdsspänning, ehuru i vissa undantagsfall (se sid. 20) en höjning till 380 volt kan vara motiverad.

Vid trespänningssystem och högspänningströskning bör ej högre spänning än 220 volt komma till användning.

Ortsspänningar.

Såsom standardspänning bör vid trespänningssystem användas 3 000 volt eller i vissa fall — huvudsakligen i tätare bygd med högre odlingsgrad än 50 % — 1 500 volt.

Bygdespänningar.

En generell norm för bygdespänningens lämpliga storlek kan ej uppställas. Densamma bör för varje särskilt fall bestämmas med hänsyn till förhandenvärande förhållanden. Det är att rekommendera att, då så är möjligt, välja densamma till ettdera av värdena 10, 20 eller 40 kV.

Vid distribution i mindre skala, t. ex. då den kring en mindre kraftstation belägna trakten elektrifieras, kan ovanstående norm användas i tillämpliga delar. Det rekommenderas, att i dessa fall välja distributionsspänningen, så att det utbyggda nätet i en framtid kan inpassas som led i ett större.

Vid mycket små distributionsnät, där lågspänning är tillräcklig, torde sålunda spänningen böra väljas lika med den gårdsspänning, som enligt ovanstående är för trakten lämplig. Vid något större anläggningar bör i landets sydligare delar (där trespänningssystemet enligt ovanstående är standard), distributionsspänningen väljas lika med den för trakten lämpliga ortsspänningen, för så vitt icke inom glesare trakter en högre spänning av speciella skäl är att föredraga. Vid behov av högre spänning än 3 000 volt borde icke lägre distributionsspänning än 10 kV väljas. I den nordligare delen, där tvåspänningssystemet är att anse som standardssystem, bör i regel 10 000 volt väljas som distributionsspänning. I de specialfall, då nätet kan i en framtid tänkas bliva anslutet som ortsnät till ett bygdelinjesystem för högre spänning, och då 3 000 volt är tillräcklig för ortens behov, bör sistnämnda spänning komma till användning. Detta torde i regel vara fallet endast i Bergslagsområdet och den norrländska kustbygden eventuellt även annorstädes vid vissa enstaka, mindre anläggningar.

Det bör slutligen framhållas, att ovanstående norm givetvis icke alltid kan utan avvikelse följas. Sådana speciella omständigheter, som icke kunna förutses i en generell utredning, eller varvid det icke är möjligt att vid standardisering fästa avseende, kunna i vissa fall föranleda avvikelse från regeln. Vidare är det vid bestämmandet av det för en viss trakt lämpliga distributionssystemet nödvändigt att taga största hänsyn till den redan utförda elektrifieringen. Det torde mångestädes vara för enhetlighetens skull olämpligt att för en trakt, vilkens huvuddel redan elektrifierats med ett visst system, föreslå, att den fortsatta elektrifieringen verkställs med ett från det tidigare använda helt skilt system, även om detta, enligt ovanstående normer, skulle vara för trakten i fråga gynnsammast.

De omständigheter, som på dylikt sätt motivera avvikelser från den angivna normen, äro emellertid av den natur, att för varje särskilt fall lokala undersökningar erfordras, vilka lämpligen företagas i samband med utarbetande av detaljplanerna för resp. områdets elektrifiering och alltså för Elektrifieringskommitténs vidkommande i de s. k. »läsutredningarna».

Stockholm den 23 april 1921.

Nils Ekwall.

DEL II

INNEHÅLLANDE VISSA SPECIALUTREDNINGAR SAMT DEN
FULLSTÄNDIGA MOTIVERINGEN TILL DE UPP-
NÅDDA RESULTATEN

A. Beskrivning över hittills vid landsbygdselektrifiering
använda distributionssystem och organisationsformer.

För närvarande användas inom vårt land vid landsbygdselektrifiering distribu-
tionssystem, vilka kunna hänföras till endera av de tvenne systemtyper, som man
på grund av antalet använda distributionsspänningar kallat »tvåspänningssystem»
och »trespänningssystem». Ehuru dessa redan i en föregående utredning — Elek-
trifieringskommitténs meddelande nr 3, »Utredningen angående lämpligheten av
380/220 volt för landsbygdistribution» — blivit beskrivna, synes det lämpligt
att här för sammanhangets skull ännu en gång redogöra för desamma.

*Tvåspännings-
system.*

Tvåspänningssystemet är i själva verket analogt med det distributionssystem,
som redan tidigt utbildats, och som allt fortfarande användes för distribution av
elektrisk energi till större enstaka förbrukare såsom större industrier, städer och
andra samhällen. Vid elektrifiering av sistnämnda slag av konsumenter, vilka i
regel äro relativt få till antalet, och var och en har behov av ett tämligen stort
effektbelopp med lång utnyttjningstid, är det både möjligt och lämpligt att från
kraftkällan utdraga ett enkelt huvudlinjenät och vid varje anslutningspunkt an-
ordna transformering från den vanligtvis relativt höga överföringsspänningen di-
rekt till förbrukningsspänning i ett enda steg. De nu ifrågavarande konsumen-
terna äro av den storleksordning, att de utan olägenhet för kraftleverantören
eller distributören kunna i administrativt hänseende behandlas individuellt. Ett
för sådan distribution avsett ledningsnät kan utan svårighet kompletteras, i den
mån nya konsumenter av samma storleksklass tillkomma. Några gemensamma
åtgärder med hänsyn till ledningsnätets utbyggande eller energiens fördelning
behöva icke förekomma.

Däremot bliva förhållandena mera invecklade, då detta system användes för
landsbygdselektrifiering, särskilt i sådan bygd, där de enskilda elementen (byarna,
gårdsgруппerna eller gårdarna) äro spridda över landskapets hela yta, vilket i
regel är fallet i södra och mellersta Sverige, men även delvis i Norrland. En
del av ett distributionsnät, utfört enligt den form av tvåspänningssystem, som
här ovan omtalats, och avsett för fullständig elektrifiering av landsbygden inom
en mindre del av Mälardalen, visas av fig. 5 å sid. 35. Distributionen vid ett
sådant tvåspänningssystem sker alltså på det sättet, att från kraftstationen (event.
från en transformatorcentral, ansluten till något landslinjenät för mycket hög
spänning, t. ex. 40 000, 50 000 eller 70 000 volt), utdragas ledningar för måttlig
högspänning, vanligen 10 000 volt, stundom 20 000 volt (i vissa fall lägre eller

möjligen högre). Till dessa ledningar, vilka kallas »bygdelinjer», anslutas transformatorer för »bygdespänningens» nedsättande direkt till förbrukningsspänning. Dessa transformatorer benämnas »ortstransformatorer» (»ortsstationer») och placeras

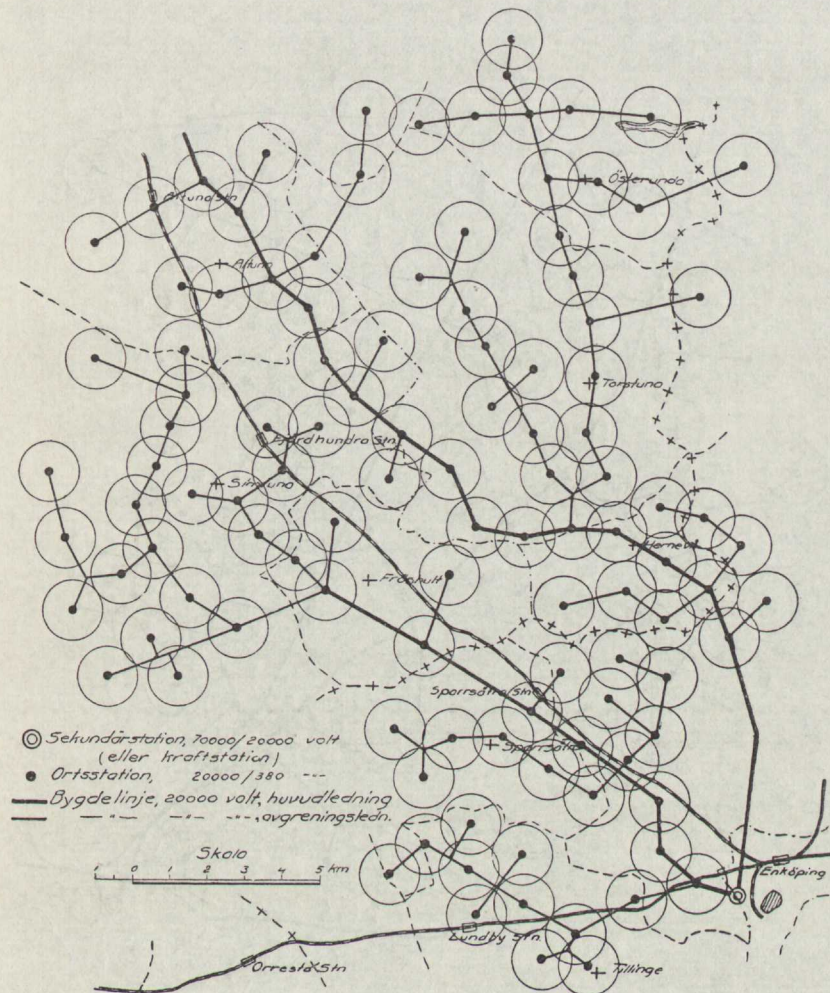


Fig. 5. Bygde- och ortsnät vid »decentraliserat» tvåspänningssystem.

vid de enskilda gårdsgrupperna eller gårdarna, till vilka framdragas de s. k. »gårdsledningarna», utförda för förbrukningsspänning (»gårdsspänning»), oftast 220 eller 380, stundom 500 volt.

Som av fig. 5 visas, blir ett enligt den nu beskrivna formen av tvåspänningssystemet utförd distributionsnät relativt komplicerat. Ortsstationerna bliva anslutna till såväl huvudledningar som avgränsningsledningar, vilket ur driftsynpunkt

är oförmånligt. Samma höga utföringsstandard måste hållas å även de oviktigaste avgreningsledningarna. Konsumenterna kunna svårigen sammanföras i enhetliga grupper, mätning måste ske minst vid varje ortsstation. Dessa omständig-

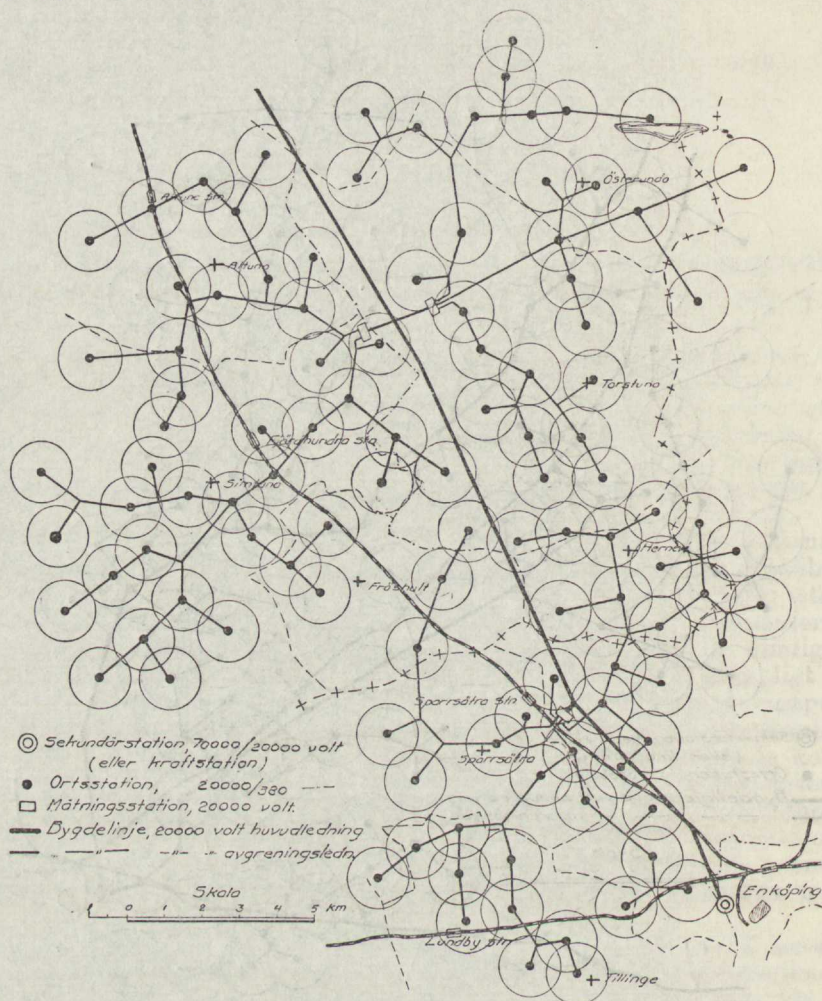


Fig. 6. Bygde- och ortsnät vid »centraliserat» tvåspänningssystem.

heter medföra, att systemet är svårhanterligt ur administrativ och organisations-synpunkt.

De svårigheter, som sålunda vidlåda denna utföringsform på grund av den decentraliserade ledningsföringen, har man sökt förminska genom att vid tvåspänningssystemet genomföra en centraliserad ledningsföring. Därvid indelas hela bygden i distributionsområden, inom varje sådant område anslutas ortsstä-

Trespännings-
system.

även anordna transformering till en för de enskilda småområdenas belastningar och utsträckning lämpad, lägre spänning, kan en ytterligare förenkling ernås.

Denna anordning är i själva verket vidtagen vid »trespänningssystemet», som är ett för landsbygdselektrifiering särskilt tillkommet system, och som först under det sista årtiondet kommit till användning. Vid detta system utdrages, så som visas av fig. 7 å sid. 37 från kraftstationen eller från den av en landslinje matade transformatorcentralen ävenledes bygdeledningar för 10 000 volt eller oftare 20 000 volt, stundom lägre eller högre spänning (upp till 40 000 volt). Till bygdelinjerna

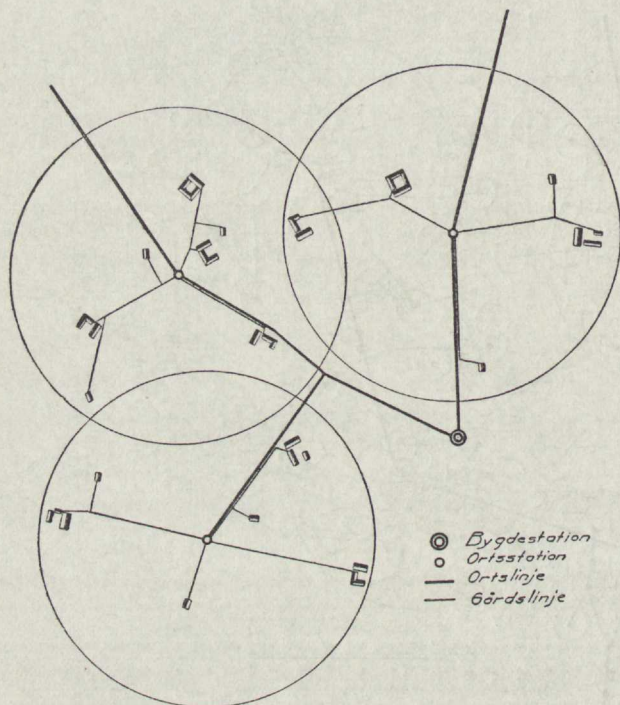


Fig. 8. Ortsnät och gårdsledningar vid »lågspännings-tröskning».

anslutastransformatorstationer, avsedda för ett tämligen stort områdes behov, kallade »bygdestationer», i vilka spänningen nedtransformeras till en lägre spänning, avsedd för distribution inom nämnda område. Från bygdestationerna, som tillsammans med bygdelinjerna bilda »bygdenätet», utdragas ledningar, avsedda för ortsdistributionen, vilken sker vid en spänning av i regel 1 500 eller 3 000 volt (»ortsspänningen»). Till dessa ledningar, vilka benämnas »ortslinjerna», anslutas »orts-transformatorer» på samma sätt som vid tvåspänningssystemet, placerade vid grupper av gårdar eller enskilda gårdar och tillsammans med ortslinjerna bildande »ortsnätet». Från ortstransformatorerna framdragas på samma sätt, som förut beskrivits, »gårdsledningar» till de enskilda förbrukarna. Gårds-spänningen är i regel 220 volt, stundom användes även 380 volt.

Det är ej alltid distributionen sker enligt ett fullt utbildat två-

eller trespänningssystem. Ofta utdragas från en mindre kraftstation ledningar för tämligen låg spänning, t. ex. några tusental volt, vilken därefter transformeras i ortstransformatorer. Nätet torde i sådant fall kunna anses utgöra ett ortsnät. Distributionen sker alltså enligt trespänningssystem, där bygdenätet saknas och ersatts av kraftstationen. Då distribution sker vid förbrukningsspänning direkt från en liten kraftstation, torde densamma för konsekvensens skull kunna anses ske såväl enligt trespänningssystem, där både bygdenät och ortsnät saknas, som enligt tvåspänningssystem, där bygdelinjer och ortstransformatorer saknas. I andra fall torde klassificeringen vara svårare; mellanformer, utgörande en blandning av båda typerna, kunna även förekomma. Alla dessa torde likväl utgöra specialfall och sakna betydelse ur typiseringsynpunkt, varför en närmare beskrivning därav icke är motiverad.

Vid trespänningssystemet anslutas stundom alla förbrukningsapparater till de lågspända gårdslinjerna, men ofta anordnas de större motorerna för anslutning direkt till de högspända ortslinjerna. I förra fallet erhålla ortslinjerna en enklare sträckning, i det att de endast framgå till de centralpunkter, där ortsstationerna äro placerade (se fig. 8 å sid. 38, vilken visar en del av ett distributionsnät vid trespänningssystem). I senare fallet utdragas ortslinjerna även till varje förbrukningsplats, där en större motor skall användas (se fig. 9, vilken utvisar samma nät som fig. 8, men utfört på nu omtalade sätt). Konsumenten anordnar stundom själv transformering, om dylik erfordras, t. ex. vid smärre industrier eller hantverk. Jordbrukskonsumenterna använda i regel rörliga motorer (tröskmotorer), för dessas anslutande anordnas vid varje gård »stolpkontakter». De för dessas anslutande till ortslinjerna erforderliga ledningsstyckena kunna lämpligen benämnas »stolpkontaktledningar». De större jordbruksmotorerna anslutas till stolpkontaktarna genom böjliga, speciellt utförda kablar, stundom som högspända motorer (hittills i regel endast vid spänningar upp till 1500 volt) stundom medelst en särskild flyttbar transformator. Oftast anordnas denna transformator i en vagn, »transformatorvagn», vilken i regel även inrymmer motorn, »transformatormotorvagn», i vissa fall är motorn uppställd skild från transformatorn, »motorvagn» eller »motorbår».

Då de motorer, som på detta sätt anslutas till högspänningsledningar, oftast äro de för tröskning avsedda motorerna, kan anordningen benämnas »högspänningströskning». Det system, där även tröskmotorerna anslutas till de lågspända gårdslinjerna, erhåller i analogi härmed namnet »lågspänningströskning». Systemet »högspänningströskning» har i Skåne i ett par fall kommit till användning även vid tvåspänningssystem vid så hög spänning som 10 000 volt och t. o. m. vid 20 000 volt, men användes i regel endast vid 3 000 volt eller lägre spänningar. »Lågspänningströskning» användes, som ovan angivits, nästan alltid vid tvåspänningssystem, men även ofta vid trespänningssystem.

Vare sig tröskmotorerna anordnas för »högspänningströskning» eller »lågspänningströskning» bliva de emellertid relativt dyrbara. De äro i regel tämligen stora och användas vid en och samma gård endast en mycket kort tid av året,

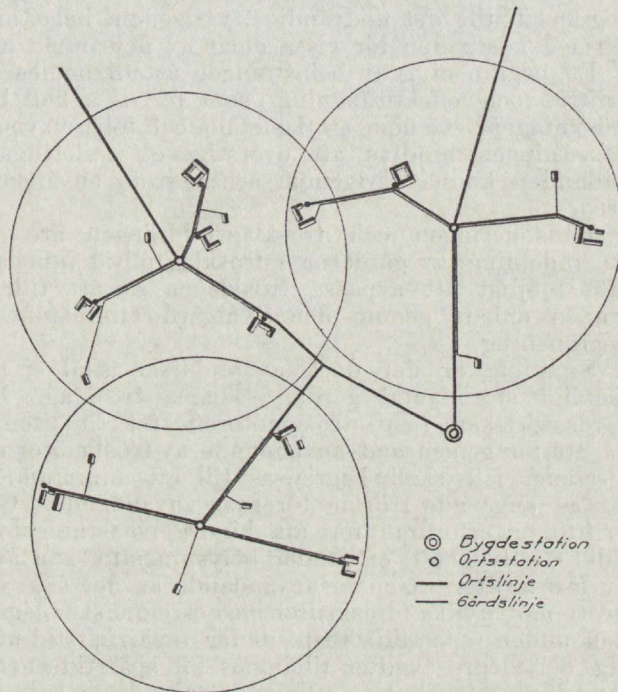


Fig. 9. Ortsnät och gårdsledningar vid »högspänningströskning».

varför anskaffningskostnaden för dem oftast skulle bliva en rätt så betungande del av kostnaderna för den elektriska tröskningen, om varje gård anskaffade var sin tröskmotor. På grund av den korta användningstiden vid varje gård, kan en och samma tröskmotor med fördel användas av flera gårdar efter varandra. På senare år har också denna del av jordbruks elektrifieringen ordnats så, att flera gårdar sammansluta sig till ett s. k. »trösklag» eller »tröskförening», vilken anskaffar den gemensamma tröskmotorn och fördelar dess användning mellan delägarna. Genom denna anordning vinnes dessutom automatiskt den fördelen, att antalet tröskverk, som samtidigt hållas i gång inom ett visst område, blir begränsat till det nödvändiga, varigenom belastningen på distributionsnätet och därmed kostnaden för vissa delar av detsamma hållas nere.

*Ransoneri*ng. En begränsning av belastningen åstadkommes även genom den *ransoneri*ng av drifttid och effektuttagning, som på vissa håll blivit införd särskilt i fråga om tröskningen. Genom att fastställa och följa en viss ransoneringsplan kan maximalbelastningen hindras att överstiga ett otillåtligt värde. Drågliga spänningsförhållanden kunna därigenom ernås, trots användande av relativt klena ledningsareor.

Ransoneringen och trösklagsbildningen äro samhöriga begrepp, i det att en indelning av gårdarna i trösklag alltid innebär en viss ransoneri

ng. Det är ofta möjligt att avpassa trösklagen så, att tillräcklig ransoneri

ng automatiskt vinnes enbart genom denna åtgärd, åtminstone vad beträffar maximeffektens begränsning. Stundom är det dock av praktiska skäl ej möjligt att sammanföra ett tillräckligt stort antal gårdar i samma trösklag. Detta är förhållandet t. ex. då gårdsstorleken resp. tröskmotoreffekten är liten eller då gårdarna äro belägna på ett för gemensamt användande av tröskmotor olämpligt sätt. Om tröskeffekten i sådana fall skall begränsas till ett minimum, måste särskilda föreskrifter utfärdas angående tröskmotorernas användande. Om dessutom en ransoneri

Andels-
systemet.

ng av drifttiden erfordras för att hindra belastningstopparna att inträffa under vissa tider av dygnet t. ex. under belysningstid, kan även detta ske genom utfärdande av föreskrifter. Genom användande av det s. k. »dubbeltariffsystemet» förenar man brott mot dylika föreskrifter med ekonomiska olägenheter, i det att vid detta system den under »spärrtid» resp. under »spärrfri» tid uttagna energien uppmättes var för sig, och högre avgifter tillämpas för spärrtidsenergien. Vid Vattenfallsstyrelsens landsbygdistribution tillämpas sålunda en taxa av 25 öre pr kWh under spärrtid och 10 öre under spärrfri tid. De organisationsformer, som tillämpas vid landsbygdselektrifieringen, spela stor roll för resultatet. Man kan fastställa, att en kooperativ organisation av de enskilda konsumenterna å landsbygden är den bästa lösningen. Det s. k. »andelsystemet» torde också numera vara det allmännast använda. Därvid bildas andelsföreningar, vilka oftast gent emot energileverantören uppträda som abonnent, men gent emot delägarna-konsumenterna som distributör och leverantör. Föreningen anskaffar det för ortsdistributionen erforderliga kapitalet, dels genom lån dels genom uttaxering å medlemmarna samt ombesörjer vanligen ortsnätens och gårdslinjernas uppsättande. Detta tillvägagångssätt användes vid Vattenfallsstyrelsens landsbygdistribution och kan därför kallas »Vattenfallsstyrelsens system». Stundom utgöres föreningens verksamhet huvudsakligast av finansiering, och utförandet av erforderliga anläggningar överlåtes till energileverantören, som även debiterar och uppbär energiavgifterna från varje konsument. Detta system

användes vid f. d. Hemsjö Kraft-A.-B., där dock kollektiva avtal om energiavgifter och anläggningarnas utbyggande träffas med resp. föreningar, och kan därför kallas »Hemsjösystemet».

Vid båda de nämnda företagen är man angelägen om, att varje andelsförening eller annan abonnent å landsbygden skall erhålla ett visst avgränsat område, kallat »distributionsområde», samt att dessa distributionsområden skola överallt stöta intill varandra, så att ingen del av bygden lämnas utanför. Då trespänningssystemet användes, sammanfaller vanligen distributionsområdet med ett eller eventuellt två ortsnätsområden, i det att en (ev. två eller möjligen flera) bygdestation matar varje distributionsområde. Genom denna anordning kan en fullständig elektrifiering av hela bygden så småningom genomföras. Å vissa andra håll har man hittills ej tillräckligt uppmärksammat betydelsen av detta tillvägagångssätt. Man har visserligen bildat andelsföreningar, men har ej sett till att distributionsområdena bliva på rätt sätt avgränsade; stundom bliva t. o. m. distributionsområdenas gränser helt svävande. Distributionsföretagets skyldighet att tillgodose alla inom dess område boendes behov av elektrisk energi har ej heller tillräckligt klarlagts. Följden av en dylik organisation måste förr eller senare bliva, att vissa mindre gynnsamt belägna trakter aldeles utesängas från möjligheten att erhålla elektrisk energi, eller åtminstone att kostnaden för en elektrifiering överstiger traktens ekonomiska bärkraft. Systemet »systematisk indelning», med vilken benämning den av Vattenfallsstyrelsen och Hemsjöbolaget m. fl. använda organisationsformen kan betecknas, torde därför vara den enda väg, som kan leda till en fullständig elektrifiering av landsbygden.

Som sammanfattning av ovanstående framgår alltså, att man numera i fråga om landsbygdselektrifiering inom vårt land kan, vad beträffar distributionsnätnets anordnande, skilja mellan de två huvudtyperna »tvåspänningssystem» och »trespänningssystem», även om endast vissa delar av de för resp. system utmärkande anordningarna äro utnyttjade. Vid tvåspänningssystemet kan bygdenätet utföras antingen enligt principen »decentraliserat tvåspänningssystem» eller enligt principen »centraliserat tvåspänningssystem». Konsumtionsapparaternas anslutning kan ske enligt ettdera av systemen »högspänningströskning» eller »lågspänningströskning». Vidare ha vissa organisationsformer utbildats. Genom »systematisk indelning» söker man åstadkomma, att ingen del av landsbygden behöver bli i avsaknad av elektrisk energi. Genom »andelssystemet» underlättas kapitalanskaffningen och förenklas förhållandet mellan producent och konsument. Genom »ransonering» av drifttiden nedsättes maxialeffekten och nedbringas anläggningskostnaden för vissa delar av distributionsnätet. Sådan ransonering kan åstadkommas genom bildande av »trösklag», vilket även medför minskad anskaffningskostnad för tröskmotorer, samt genom föreskrifter eller »dubbeltariffsystem».

Systematisk
indelning i
distributions-
områden.

Sammanfatt-
ning.

B. Utredning angående kostnaderna för elektrifiering av Enköpingstrakten vid användandet av olika distributionssystem.

Det område, som valts till föremål för denna undersökning, är beläget i trakten av Enköping och omfattar den trakt, vilken i verkligheten elektrifierats från en transformatorcentral för 70/20 kV i Enköping. Detta område, som i det följande kallas »Enköpingstrakten», består av tämligen splittrad bygd, odlingsgraden är i genomsnitt 47,5 % och varierar mellan lägst ca 25 % och högst ca 75 %. Den odlade bygden är i stort sett jämnt fördelad över hela ytan, ehuru glesare mellanrum förekomma här och var. Detsamma företer ej alltför utpräglad karaktär i någon riktning och torde därför kunna anses i huvudsak överensstämma med mellansvensk bygd i allmänhet.

De totala kostnaderna för ett områdes elektrifiering kunna uppdelas i distributionskostnader och installationskostnader. De förra innefatta kostnaderna för distributionsnätet fram till konsumenternas byggnader, de senare de kostnader, som hänföra sig till installationerna inom dessa byggnader. Till den sistnämnda kostnadsgruppen kunna lämpligen även räknas sådana delar som transformatorvagnar, tröskmotorvagnar, stolpkontakter och mätare. De faktorer, som inverka å dessa huvudgrupper av kostnader, äro helt skilda från varandra, varför det är lämpligt uppdelna denna utredning i följande kapitel.

1. Distributionskostnader.
2. Installationskostnader.
3. Sammanlagda kostnader.

1. Distributionskostnader.

a. Förutsättningar för beräkningen av distributionskostnaderna.

Dessa kostnader kunna beräknas genom att för de olika alternativen distributionsnät projekteras i detalj och deras olika delar beräknas såväl i fråga om kvantitet som dimensioner. Genom en föregående utredning (EK:s meddelande nr 4, »Utredning om en generell metod för beräkning av distributionsnät för landsbygdselektrifiering») har emellertid visats, att en viss lagbundenhet i fråga om vissa kvantiteter och dimensioner i ett landsbygdsdistributionsnät är rådande. Till följd av Enköpingstraktens stora utsträckning (omfattande ca 120 000 hektar landareal) har den i nämnda utredning omtalade metoden använts, och exakta uppmätningar endast företagits, vad beträffar antalet bygde- och ortsstationer samt längd av bygde- och ortsledningar. De fel, som möjligen därigenom kunna uppstå, torde ha blivit nästan fullständigt borteliminerade, genom att beräkningarna avse ett så stort antal ortsnät (22 st. bygdestationer med 3,5 km:s radie och 590 st. ortsstationer med 450 m:s radie).

Enköpingstrakten är redan till stor del elektrifierad från Statens kraftverk vid Älvkarleby. Därvid har en sekundärstation placerats vid Enköping, från vilken hela området matas. Denna anordning har också lagts till grund för den företagna undersökningen. Bygdespänningen är i verkligheten 20 000 volt. På grund

av områdets utsträckning, vilken i nordlig riktning, från Enköping räknat, är c:a 40 km., torde lägre bygdespänning ej vara lämplig, om Enköping skall bibehållas som inmatningspunkt. Undersökningen är därför tillsvidare utförd för en bygdespänning av 20 000 volt.

De alternativa distributionsspänningar av olika slag, som lagts till grund för undersökningen, angivas i följande tablå.

| Bygdespänning | Ortsspänningar (endast vid trespänningssystemet) | Gårdsspänningar |
|---------------|--|--|
| 20 000 volt | 500, 1 500, 3 000 och 6 000 volt | 220, 380 och 500/110 volt, den senare endast vid tvåspänningssystemet. |

I de alternativ, där tvåspänningssystemet antagits bliva använt, ha de båda alternativa utföringsformerna »decentraliserat tvåspänningssystem» och »centraliserat tvåspänningssystem» tillämpats. Vid samtliga spänningsalternativ ha beräkningarna utförts för såväl systemet »lågspänningströskning» som systemet »högspänningströskning».

Beräkningarna ha sålunda utförts för följande alternativ:

| Alternativ Nr | Typ | Utföringsform | Spänningskombination | Tröskningsalternativ |
|---------------|--------------------|-----------------|----------------------|-----------------------|
| I | Tvåspänningssystem | Decentraliserat | 20 000/220 volt | Lågspänningströskning |
| II | » | » | 20 000/380 » | » |
| III | » | » | 20 000/500/110 » | » |
| IV | » | » | 20 000/220 » | Högspänningströskning |
| V | » | » | 20 000/380 » | » |
| VI | » | » | 20 000/500/110 » | » |
| VII | » | Centraliserat | 20 000/220 » | Lågspänningströskning |
| VIII | » | » | 20 000/380 » | » |
| IX | » | » | 20 000/500/110 » | » |
| X | » | » | 20 000/220 » | Högspänningströskning |
| XI | » | » | 20 000/380 » | » |
| XII | » | » | 20 000/500/110 » | » |
| XIII | Trespänningssystem | — | 20 000/500/220 volt | Högspänningströskning |
| XIV | » | — | 20 000/1 500/220 » | Lågspänningströskning |
| XV | » | — | 20 000/1 500/380 » | » |
| XVI | » | — | 20 000/1 500/220 » | Högspänningströskning |
| XVII | » | — | 20 000/1 500/380 » | » |
| XVIII | » | — | 20 000/3 000/220 » | Lågspänningströskning |
| XIX | » | — | 20 000/3 000/380 » | » |
| XX | » | — | 20 000/3 000/220 » | Högspänningströskning |
| XXI | » | — | 20 000/3 000/380 » | » |
| XXII | » | — | 20 000/6 000/220 » | Lågspänningströskning |
| XXIII | » | — | 20 000/6 000/380 » | » |
| XXIV | » | — | 20 000/6 000/220 » | Högspänningströskning |
| XXV | » | — | 20 000/6 000/380 » | » |

Vid samtliga dessa alternativ har en fullständig elektrifiering antagits komma till stånd.

Elektrifieringen har antagits vara utförd genom »systematisk indelning» i distributionsområden, så att hela bygden kan anslutas till det projekterade nätet. Enköpings stad, såsom varande en icke landsbygds-konsument, har dock utelämnats.

Kostnaderna böra beräknas med vid samtliga alternativ likartade förutsättningar. För dessa förutsättningar skall här nedan lämnas en redogörelse.

De förutsättningar, man har att lägga till grund för projektering av en landsbygds- elektrifiering, kunna delas i två grupper: »fasta förutsättningar» och »rörliga förutsättningar».

De fasta förutsättningarna kunna på förhand entydigt bestämmas. Hit höra sådana omständigheter som antalet anslutna gårdar eller andra konsumenter, gårdsstorlek, skördens storlek och därmed jämförliga faktorer. Vidare utgöras de fasta förutsättningarna av materialpris, materialåtgång pr enhet o. dyl. De rörliga förutsättningarna äro sådana, som, utan att det uppnådda elektrifierings- resultatet ändras, kunna varieras. Hit höra t. ex. storleken av aktionsradien för ortsnät och gårdsnät, fördelning av spänningsfallet å de olika delarna av distributionsnätet, storleken av de använda tröskmotorerna o. dyl.

De fasta förutsättningarna, vilka lagts till grund för de utförda kostnadsberäkningarna, äro i den mån de kunna anses äga intresse, sammanställda i följande uppställning.

Sammanställning av vissa fasta förutsättningar, som lagts till grund för utredningen om Enköpingstraktens elektrifiering.

| | |
|--|----------------|
| Total landareal..... | 122 100 hektar |
| » odlad areal..... | 57 610 » |
| Antal gårdar, totalt | 2 423 st. |
| » » med elektrisk tröskning (> 3 hektar) | 2 120 » |
| Genomsnittlig storlek i hektar odlad jord av elektriskt tröskande gårdar | 27.1 hektar |
| Skörd av trösksed pr hektar totalt odlad jord..... | 0.6 ton |
| Gårdsfördelningsklass ¹ | IV |
| Gårdsfördelningskonstant ¹ | 1.0 |
| Genomsnittligt antal småmotorer pr gård | 1 st. |
| » storlek av småmotorer pr st. | 2.3 kW |
| Antal abonnenter med enbart belysning utan motordrift..... | 1 100 st. |
| Antal lampor å 20 watt pr dylik abonnent | 10 » |

De antaganden om småmotor- och belysningsanslutningen, som läggas till grund för utredningen, kunna visserligen anses vara »rörliga» förutsättningar, de utöva dock ett tämligen litet inflytande å resultatet, varför en variation av desamma ansetts obehövligen. De härovan angivna siffrorna ha valts så, att de tämligen väl motsvara normala förhållanden vid en fullständig elektrifiering.

De rörliga förutsättningarna omfatta, som förut omtalats, storleken av aktionsradien, tröskmotorstorleken och spänningsfallets fördelning.

Aktionsradien för gårdsnäten kan, som tidigare påvisats i Elektrifieringskommitténs meddelande nr 3, »Utredning angående lämpligheten av 380/220 volt för landsbygdsdistribution», väljas så att ett kostnadsminimum erhålles. Orsaken härtill är, att vid ökad aktionsradie längden av bygdelinjer och antalet av ortstationerna och därmed även kostnaden för dessa delar minskas, under det att

¹ Angående betydelsen härav se Elektrifieringskommitténs meddelande nr 4, sid. 30.

längden och ledningsarean och därmed även kostnaden för gårdslinjerna ökas. Kostnaderna för dessa båda slag av anläggningsdelar sammansätta sig så, att för en viss aktionsradie de totala kostnaderna nedgå till ett minimum. Förhållandet är enahanda vid ortsnäten. Vid ökad ortsnätsaktionsradie sjunka kostnaderna för bygdelinjer och bygdestationer, under det att kostnaderna för ortslinjerna ökas.

Den aktionsradie, vid vilken minimum erhålles, är icke densamma vid alla de här undersökta alternativa systemen. Minimipunktens läge influeras icke blott av antal stationer och ledningslängder utan även av kostnaderna pr enhet och blir därför — på grund av de olika isolationskostnaderna — olika vid olika spänningar. Spänningen inverkar även på den erforderliga ledningsarean, vilket förhållande även resulterar i olika läge för minimipunkten vid olika spänningsalternativ.

En fullt rättvis jämförelse mellan kostnaderna vid de olika alternativen kan ej göras, med mindre man för vart och ett alternativ beräknar dessa kostnader med användande av den eller de aktionsradier, som lämna minimikostnad. Kostnadsberäkningarna för Enköpingstraktens elektrifiering ha därför utförts så, att diagram över kostnadernas variation med dels gårdsnätsaktionsradien dels ortsnätsaktionsradien uppritats. Genom denna metod vinnes, förutom att de för de olika alternativen erhållna slutsiffrorna bliva mera kommensurabla, även en värdefull överblick över de för en landsbygds elektrifiering i allmänhet fördelaktigaste anordningarna med hänsyn till transformatorplacering. Denna fördel motiverar i och för sig väl den ökning av arbetets omfattning, som är förenad med metoden. En redogörelse för utredningen om den mest ekonomiska aktionsradien lämnas i en särskild avdelning C.

Tröskmotoreffekten d. v. s. den genomsnittliga effekten pr tröskmotor bestämmes av de använda tröskverkens storlek. I Enköpingstrakten torde dels relativt små tröskmotorer om c:a 8 à 10 kW dels större om c:a 15 kW komma till användning. Den genomsnittliga effekten torde alltså i verkligheten uppgå till c:a 12 kW¹. Emellertid användas inom andra delar av landet t. ex. Norrland mindre tröskverk; de minsta torde fordra en motoreffekt av c:a 4 à 5 kW, under det att i andra delar särskilt i Skåne större tröskmotoreffekter, upp till c:a 20 kW (eller eventuellt mera) inklusive tillsatsmaskineri (bossfäkt, halmpress o. dyl.), äro i bruk.

Tröskmotoreffektens storlek inverkar på dimensionerna av vissa anläggningsdelar, särskilt ortstransformatorer och gårdsledningar vid lågspänningströskning, och sålunda på kostnaderna. En allsidig jämförelse mellan olika distributionsystem bör fördenskull även omfatta flera alternativ ifråga om tröskmotorstorleken. Undersökningen har därför verkställt för 3 st. dylika alternativ nämligen: 6 kW, 12 kW och 18 kW genomsnittlig tröskmotoreffekt.

Antalet trösklag är beroende av tröskmotorstorleken och den grad av effekt-ransonering, som tillämpas. Enligt erfarenhet från områden med elektrifierad tröskning kan en installerad tröskeffekt av 0.08 kW pr ton tröskad säd anses motsvara normala förhållanden för närvarande². Emellertid kunna sådana förhållanden tänkas, att en mindre tröskeffekt pr ton säd kan vara tillräcklig, varvid alltså ransoneringen kan drivas längre; å andra sidan kan i många fall en lindrigare ransonering d. v. s. en högre tröskeffekt pr ton säd vara lämplig. Undersökningen har med hänsyn härtill utförts för 3 st. alternativ i fråga om ransoneringsgrad eller tröskeffekt pr ton säd nämligen: 0.06, 0.08 och 0.12 kW pr ton säd.

¹ Tillförd effekt.

² Se Elektrifieringskommitténs meddelande 5, sid. 21.

Genom att jämförelsen mellan de olika distributionssystemen på sådant sätt utvidgats till att omfatta flera alternativ ifråga om tröskmotoreffekt och tröskeffekt pr ton, såd erhålles möjlighet att tillämpa de vunna resultaten å andra områden, där de nämnda faktorerna äro avvikande från de för Enköpingstrakten speciella, men dessutom vinnes en värdefull insikt om dessa faktorers inverkan på landsbygdslektrifieringen i allmänhet.

Fördelningen av spänningsfallet på de olika delarna av ett distributionsnät är, vad beträffar de i nätet ingående transformatorerna, på förhand bestämt genom dessa transformatorers standardmässiga utförande. Det är sålunda endast spänningsfallets fördelning på de olika ledningarna, som kan betraktas som en »rörlig» förutsättning. Ett överflyttande av ett visst antal procent spänningsfall från t. ex. gårdsledningarna till ortsledningarna innebär en ökning av ledningsarean i de förra och en minskning av ledningsarean i de senare, vilka ändringar givetvis icke — ekonomiskt sett — helt motväga varandra. En viss spänningsfallsfördelning torde sålunda vara ekonomiskt mera gynnsam än en annan.

Emellertid är spänningsfallets fördelning icke blott en kostnadsfråga utan även en lämplighetsfråga, enär densamma är av stor betydelse för driftförhållandena å nätet. I en särskild utredning angående dessa förhållanden hava de härmed sammanhängande omständigheterna närmare undersökts. De resultat, som erhållits av den därstädes verkställda utredningen, visa, att som lämpliga förutsättningar för den ekonomiska utredningen kunna antagas följande värden å spänningsfalllets storlek i nätets olika delar.

| S y s t e m | | Procentuella maximala spänningsfall i nedan angivna delar av nätet | |
|--------------------|-----------------------|--|-------------|
| Typ | Tröskningsalternativ | Ortslinjer | Gårdslinjer |
| Tvåspänningssystem | Lågspänningströskning | — | c:a 10 % |
| » | Högspänningströskning | — | c:a 10 % |
| Trespänningssystem | Lågspänningströskning | c:a 6 % | c:a 10 % |
| » | Högspänningströskning | c:a 15 % | c:a 10 % |

b. Kostnadsberäkningarnas resultat.

Med användande av de förutsättningar, för vilka härovan redogörelse lämnats, och under antagande av sådana enhetliga à-pris och sådan enahanda materialåtgång pr enhet av samma slag, som kunna anses motsvara normala genomsnittsförhållanden, hava kostnaderna för distributionsnätet i Enköpingstrakten beräknats. Dessa kostnader hava beräknats för den i varje särskilt fall mest ekonomiska aktionsradien för gårdsnät och ortsnät. En fullständigare redogörelse för gången av dessa beräkningar i detta sammanhang skulle leda bort från det i denna avdelning behandlade huvudspörsmålet: kostnadernas beroende av det använda distributionssystemet. Denna redogörelse utelämnas därför här, men återfinnes i en senare avdelning (avdelning C), ur vars resultat de här nedan sammanställda kostnadssiffrorna äro hämtade. Såväl anläggningskostnader som årliga kostnader hava beräknats och angivas i det följande var för sig. Samtliga siffror avse det före världskriget gällande prisläget (1914).

Anläggningskostnaderna äro sammanställda i följande tabell.

Årskostnaderna för ränta och amortering av anläggningskapitalet, underhåll, skötsel och drift hava beräknats till följande belopp.

Tabell över årskostnader för distributionsnät

| A l t e r n a t i v | | | | |
|---------------------|-------------------|-----------------|----------------------|----------------------|
| Nr | Systemtyp | Utföringsform | Spänningskombination | Tröskningsalternativ |
| I..... | Tvåspänningssyst. | Decentraliserat | 20000/220 | Lågspänning |
| II..... | » | » | 20000/380 | » |
| III..... | » | » | 20000/500/110 | » |
| IV..... | » | » | 20000/220 | Högspänning |
| V..... | » | » | 20000/380 | » |
| VI..... | » | » | 20000/500/110 | » |
| VII..... | » | Centraliserat | 20000/220 | Lågspänning |
| VIII..... | » | » | 20000/380 | » |
| IX..... | » | » | 20000/500/110 | » |
| X..... | » | » | 20000/220 | Högspänning |
| XI..... | » | » | 20000/380 | » |
| XII..... | » | » | 20000/500/110 | » |
| XIII..... | Trespänningssyst. | — | 20000/500/220 | Högspänning |
| XIV..... | » | — | 20000/1500/220 | Lågspänning |
| XV..... | » | — | 20000/1500/380 | » |
| XVI..... | » | — | 20000/1500/220 | Högspänning |
| XVII..... | » | — | 20000/1500/380 | » |
| XVIII..... | » | — | 20000/3000/220 | Lågspänning |
| XIX..... | » | — | 20000/3000/380 | » |
| XX..... | » | — | 20000/3000/220 | Högspänning |
| XXI..... | » | — | 20000/3000/380 | » |
| XXII..... | » | — | 20000/6000/220 | Lågspänning |
| XXIII..... | » | — | 20000/6000/380 | » |
| XXIV..... | » | — | 20000/6000/220 | Högspänning |
| XXV..... | » | — | 20000/6000/380 | » |

I de årliga distributionskostnaderna bära emellertid även inräknas kostnader för förbrukad energi. Den nyttiga energiförbrukningen är fullt oberoende av det distributionssystem, som användes. Energiavgifterna bliva således lika stora för samtliga alternativ med undantag för den del, som är beroende av tomgångsförlusterna, vilken på grund av olikheter i fråga om transformatorinstallationerna är olika för de olika alternativen. Energiavgifterna äro vidare beroende av den taxa, som tillämpas; denna kan vara ren kilowattimmetaxa, men kan även vara baserad på viss avgift pr kW och år. En beräkning av energiavgifterna torde på grund av den mångfald olika taxor, som kunna användas, vara relativt vanskelig att företaga och synes, enligt vad ovan anförts, ej heller vara behöflig, vad be-

vid Enköpingstraktens elektrifiering.

| Årskostnader för ränta, amortering, underhåll och drift vid 1914 års prisläge | | | | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Vid en tröskmotoreffekt av | | | | | | | | |
| 6 kW | | | 12 kW | | | 18 kW | | |
| och vid en tröskoeffekt pr ton säd av | | | | | | | | |
| 0·06 | 0·08 | 0·12 | 0·06 | 0·08 | 0·12 | 0·06 | 0·08 | 0·12 |
| 268 000 | 268 000 | 273 000 | 301 000 | 301 000 | 301 000 | 319 000 | 319 000 | 319 000 |
| 218 500 | 221 500 | 235 000 | 243 000 | 243 000 | 245 000 | 259 000 | 259 000 | 259 000 |
| 229 000 | 237 000 | 249 000 | 252 000 | 253 500 | 256 500 | 263 000 | 263 000 | 263 000 |
| 318 000 | 318 000 | 318 000 | 318 000 | 318 000 | 318 000 | 318 000 | 318 000 | 318 000 |
| 289 000 | 289 000 | 289 000 | 289 000 | 289 000 | 289 000 | 289 000 | 289 000 | 289 000 |
| 319 000 | 319 000 | 319 000 | 319 000 | 319 000 | 319 000 | 319 000 | 319 000 | 319 000 |
| 273 000 | 273 500 | 279 500 | 304 500 | 304 500 | 304 500 | 322 000 | 322 000 | 322 000 |
| 228 000 | 230 000 | 241 500 | 249 000 | 249 000 | 251 000 | 263 000 | 263 000 | 263 000 |
| 237 000 | 244 000 | 255 000 | 259 000 | 259 500 | 262 000 | 268 000 | 268 000 | 268 000 |
| 326 000 | 326 000 | 326 000 | 326 000 | 326 000 | 326 000 | 326 000 | 326 000 | 326 000 |
| 287 500 | 287 500 | 287 500 | 287 500 | 287 500 | 287 500 | 287 500 | 287 500 | 287 500 |
| 325 000 | 325 000 | 325 000 | 325 000 | 325 000 | 325 000 | 325 000 | 325 000 | 325 000 |
| 281 000 | 284 000 | 288 000 | 289 000 | 289 500 | 292 000 | 296 000 | 296 000 | 296 500 |
| 220 000 | 221 000 | 223 500 | 244 500 | 247 000 | 250 000 | 256 000 | 259 000 | 262 000 |
| 207 000 | 208 500 | 209 000 | 223 000 | 225 000 | 228 000 | 227 500 | 230 000 | 233 000 |
| 228 000 | 228 500 | 229 000 | 229 500 | 230 000 | 231 000 | 233 500 | 234 500 | 237 000 |
| 230 000 | 230 500 | 231 000 | 231 500 | 232 000 | 233 000 | 235 000 | 236 500 | 239 000 |
| 207 500 | 208 500 | 209 500 | 227 000 | 228 000 | 229 000 | 232 000 | 235 000 | 237 000 |
| 193 000 | 194 000 | 195 000 | 204 000 | 205 000 | 206 500 | 207 000 | 208 500 | 210 000 |
| 231 000 | 231 000 | 231 000 | 232 000 | 232 000 | 232 000 | 233 000 | 233 000 | 233 000 |
| 233 000 | 233 000 | 233 000 | 234 000 | 234 000 | 234 000 | 235 000 | 235 000 | 235 000 |
| 209 000 | 209 500 | 210 000 | 231 000 | 231 500 | 232 000 | 243 000 | 243 500 | 244 000 |
| 196 000 | 196 500 | 197 500 | 206 500 | 207 500 | 208 500 | 210 000 | 211 000 | 211 500 |
| 235 000 | 235 000 | 235 000 | 236 000 | 236 000 | 236 000 | 237 000 | 237 000 | 237 000 |
| 236 000 | 236 000 | 236 000 | 237 000 | 237 000 | 237 000 | 238 000 | 238 000 | 238 000 |

träffar de delar, som hänföra sig till den nyttiga energiförbrukningen. Det är sålunda tillräckligt att verkställa beräkning av tomgångsförlusterna samt sedermera lägga värdet av desamma till de förut beräknade årskostnaderna.

Med anledning härav hava *tomgångsförlusterna* beräknats till de i följande tabell angivna energibeloppen. Därvid har antagits, att som ortstransformatörer användas transformatorer med »extra små tomgångsförluster» och som bygdetransformatörer dylika med »normala tomgångsförluster».

Tabell över tomgångsförluster i

| A l t e r n a t i v | | | | |
|---------------------|-------------------|-----------------|----------------------|----------------------|
| Nr | Systemtyp | Utföringsform | Spänningskombination | Tröskningsalternativ |
| I..... | Tvåspänningssyst. | Decentraliserat | 20000/220 | Lågspänning |
| II..... | » | » | 20000/380 | » |
| III..... | » | » | 20000/500/110 | » |
| IV..... | » | » | 20000/220 | Högspänning |
| V..... | » | » | 20000/380 | » |
| VI..... | » | » | 20000/500/110 | » |
| VII..... | » | Centraliserat | 20000/220 | Lågspänning |
| VIII..... | » | » | 20000/380 | » |
| IX..... | » | » | 20000/500/110 | » |
| X..... | » | » | 20000/220 | Högspänning |
| XI..... | » | » | 20000/380 | » |
| XII..... | » | » | 20000/500/110 | » |
| XIII..... | Trespänningssyst. | — | 20000/500/220 | Högspänning |
| XIV..... | » | — | 20000/1500/220 | Lågspänning |
| XV..... | » | — | 20000/1500/380 | » |
| XVI..... | » | — | 20000/1500/220 | Högspänning |
| XVII..... | » | — | 20000/1500/380 | » |
| XVIII..... | » | — | 20000/3000/220 | Lågspänning |
| XIX..... | » | — | 20000/3000/380 | » |
| XX..... | » | — | 20000/3000/220 | Högspänning |
| XXI..... | » | — | 20000/3000/380 | » |
| XXII..... | » | — | 20000/6000/220 | Lågspänning |
| XXIII..... | » | — | 20000/6000/380 | » |
| XXIV..... | » | — | 20000/6000/220 | Högspänning |
| XXV..... | » | — | 20000/6000/380 | » |

Kostnaden för tomgångsförlusterna är, som ovan framhållits, beroende av den taxa, som i varje särskilt fall tillämpas. Om energiavgiften till övervägande del beräknas pr förbrukad kWh, torde högre förlustkostnader erhållas än om avgifterna till största delen utgöras av ett grundpris pr kW och år. Förlustkostnader, varierande mellan 1 och 10 öre pr kWh, torde sålunda kunna förekomma. Även ur national-ekonomisk synpunkt torde värdet av energiförlusterna vara tämligen olika under olika förhållanden. I vissa fall torde deras inverkan å maximalbelastningens storlek, i andra fall åter torde den på grund av tomgångsförlusterna förbrukade vattenmängden vara avgörande för värdet. Vid värmeenergi är givetvis tomgångsförlusternas värde proportionellt mot den för täckande av förlusterna förbrukade bränslemängden.

En jämförelse mellan de undersökta alternativa systemen med hänsyn till kostnaderna för distributionsnätet kan, vad anläggningskostnaderna beträffar, ske genom en tabellarisk sammanställning av dessa kostnaders relationstal. En dylik tabell återfinnes å sid. 52. Vid beräkningen av relationstalen har för varje effektalternativ den lägsta kostnaden betecknats med 100. De inom ett och samma huvudalternativ (I, II, III o. s. v.) för de olika effektalternativen gällande relations-

distributionsnät för Enköpingstrakten.

| Tomgångsförluster i kWh | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| vid en tröskmotoreffekt av | | | | | | | | |
| 6 kW | | | 12 kW | | | 18 kW | | |
| och vid en tröskeffekt pr ton säd av | | | | | | | | |
| 0·06 | 0·08 | 0·12 | 0·06 | 0·08 | 0·12 | 0·06 | 0·08 | 0·12 |
| 570 000 | 570 000 | 650 000 | 885 000 | 885 000 | 885 000 | 1 210 000 | 1 210 000 | 1 210 000 |
| 360 000 | 410 000 | 525 000 | 500 000 | 500 000 | 535 000 | 805 000 | 805 000 | 805 000 |
| 650 000 | 690 000 | 780 000 | 665 000 | 710 000 | 805 000 | 850 000 | 850 000 | 850 000 |
| 465 000 | 465 000 | 465 000 | 465 000 | 465 000 | 465 000 | 465 000 | 465 000 | 465 000 |
| 280 000 | 280 000 | 280 000 | 280 000 | 280 000 | 280 000 | 280 000 | 280 000 | 280 000 |
| 590 000 | 590 000 | 590 000 | 590 000 | 590 000 | 590 000 | 590 000 | 590 000 | 590 000 |
| 570 000 | 570 000 | 650 000 | 885 000 | 885 000 | 885 000 | 1 210 000 | 1 210 000 | 1 210 000 |
| 360 000 | 410 000 | 525 000 | 500 000 | 500 000 | 535 000 | 805 000 | 805 000 | 805 000 |
| 650 000 | 690 000 | 780 000 | 665 000 | 710 000 | 805 000 | 850 000 | 850 000 | 850 000 |
| 465 000 | 465 000 | 465 000 | 465 000 | 465 000 | 465 000 | 465 000 | 465 000 | 465 000 |
| 280 000 | 280 000 | 280 000 | 280 000 | 280 000 | 280 000 | 280 000 | 280 000 | 280 000 |
| 590 000 | 590 000 | 590 000 | 590 000 | 590 000 | 590 000 | 590 000 | 590 000 | 590 000 |
| 730 000 | 815 000 | 910 000 | 850 000 | 965 000 | 1 095 000 | 990 000 | 1 070 000 | 1 180 000 |
| 570 000 | 590 000 | 620 000 | 780 000 | 815 000 | 850 000 | 1 035 000 | 1 060 000 | 1 150 000 |
| 410 000 | 440 000 | 515 000 | 570 000 | 605 000 | 630 000 | 765 000 | 790 000 | 825 000 |
| 420 000 | 445 000 | 480 000 | 445 000 | 465 000 | 480 000 | 445 000 | 465 000 | 490 000 |
| 350 000 | 375 000 | 410 000 | 375 000 | 395 000 | 410 000 | 375 000 | 395 000 | 420 000 |
| 560 000 | 570 000 | 605 000 | 790 000 | 800 000 | 830 000 | 1 025 000 | 1 035 000 | 1 050 000 |
| 410 000 | 430 000 | 490 000 | 560 000 | 560 000 | 580 000 | 735 000 | 760 000 | 780 000 |
| 440 000 | 445 000 | 480 000 | 445 000 | 465 000 | 480 000 | 465 000 | 465 000 | 510 000 |
| 350 000 | 360 000 | 495 000 | 360 000 | 375 000 | 395 000 | 375 000 | 375 000 | 420 000 |
| 595 000 | 595 000 | 620 000 | 840 000 | 870 000 | 885 000 | 1 090 000 | 1 090 000 | 1 090 000 |
| 410 000 | 430 000 | 450 000 | 580 000 | 605 000 | 620 000 | 805 000 | 815 000 | 835 000 |
| 465 000 | 475 000 | 500 000 | 465 000 | 475 000 | 500 000 | 475 000 | 475 000 | 500 000 |
| 375 000 | 385 000 | 410 000 | 375 000 | 385 000 | 410 000 | 385 000 | 385 000 | 410 000 |

talen äro alltså ej direkt jämförbara med varandra, utan måste först multipliceras med den koefficient, som angives i tabellens början.

På grund av att vid årskostnadernas beräkning — förutom den variation av förutsättningar i fråga om belastningens storlek (tröskmotoreffekt och ransonering), vartill redan vederbörlig hänsyn tagits — även måste lämnas rum för en variation av tomgångsförlusternas värde, skulle en tabellarisk sammanställning av årskostnaderna bli så omfattande att överskådligheten helt förlorades. Redan den å sid. 52 införda tabellen över anläggningskostnadernas relationstal är väl vidlyftig för att möjliggöra en god överblick över kostnadsfrågan. I bilaga 2 ha kostnaderna därför i stället angivits grafiskt i form av diagram över dels anläggningskostnadernas variation med tröskmotoreffekten (bilaga 2 a), dels de totala årskostnadernas variation med värdet pr kWh av tomgångsförlusterna (bilaga 2 b och c), dels årskostnadernas variation med tröskmotoreffekten vid ett värde pr förlust kWh av 5 öre (bilaga 2 d). Dessa diagram torde betydligt bättre än tabeller visa, huru de olika distributionssystemen förhålla sig till varandra med hänsyn till kostnaderna.

| A l t e r n a t i v | | Relationstal för anläggningskostnader för distributionsnät | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|--|----------------------|----------------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|
| Nr | Systemtyp | Utföringsform | Spänningskombination | Tröskningsalternativ | vid en tröskmotoreffekt av | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 6 kW | | | 12 kW | | | 18 kW | | | | | |
| Relationsfaktor för resp. effekialternativ | | | | | 0·06 | 0·08 | 0·12 | 0·06 | 0·08 | 0·12 | 0·06 | 0·08 | 0·12 | | | |
| | | | | | 1·000 | 1·005 | 1·010 | 1·090 | 1·090 | 1·090 | 1·095 | 1·095 | 1·095 | | | |
| I | Tvåsp.-syst. | Decentralis. | 20000/220 | Lågsp. | 130 | 128 | 130 | 138 | 138 | 138 | 151·5 | 151·5 | 151·5 | | | |
| II | " | " | 20000/380 | " | 105 | 106 | 111·5 | 112 | 112 | 113 | 123 | 123 | 123 | | | |
| III | " | " | 20000/500/110 | " | 109 | 112 | 117·5 | 114 | 114·5 | 116·5 | 124 | 124 | 124 | | | |
| IV | " | " | 20000/220 | Högsp. | 141·5 | 140 | 138·5 | 129 | 129 | 129 | 128·5 | 128·5 | 128·5 | | | |
| V | " | " | 20000/380 | " | 126·5 | 125·5 | 125 | 115·5 | 115·5 | 115·5 | 115 | 115 | 115 | | | |
| VI | " | " | 20000/500/110 | " | 141·5 | 140 | 138·5 | 129 | 129 | 129 | 128·5 | 128·5 | 128·5 | | | |
| VII | " | Centraliserat | 20000/220 | Lågsp. | 126·5 | 126 | 128·5 | 135·5 | 135·5 | 135·5 | 148 | 148 | 148 | | | |
| VIII | " | " | 20000/380 | " | 106 | 106·5 | 111 | 112·5 | 112·5 | 113·5 | 122 | 122 | 122 | | | |
| IX | " | " | 20000/500/110 | " | 110·5 | 112·5 | 117 | 114·5 | 115 | 116 | 123·5 | 123·5 | 123·5 | | | |
| X | " | " | 20000/220 | Högsp. | 141 | 139·5 | 139 | 129 | 129 | 129 | 128 | 128 | 128 | | | |
| XI | " | " | 20000/380 | " | 128 | 127 | 126·5 | 117 | 117 | 117 | 116·5 | 116·5 | 116·5 | | | |
| XII | " | " | 20000/500/110 | " | 142·5 | 141 | 140·5 | 130 | 130 | 130 | 129·5 | 129·5 | 129·5 | | | |
| XIII | Tresp.-syst. | — | 20000/500/220 | Högsp. | 135·5 | 136 | 137·5 | 129·5 | 130 | 131 | 136 | 136 | 136 | | | |
| XIV | " | — | 20000/1500/220 | Lågsp. | 115 | 115 | 115·5 | 121 | 122·5 | 124 | 133·5 | 135 | 137 | | | |
| XV | " | — | 20000/1500/380 | " | 108 | 108 | 108·5 | 110·5 | 111·5 | 113 | 119 | 120·5 | 122 | | | |
| XVI | " | — | 20000/1500/220 | Högsp. | 108·5 | 108 | 108 | 100 | 100·5 | 101 | 101·5 | 102 | 103 | | | |
| XVII | " | — | 20000/1500/380 | " | 108·5 | 108 | 108 | 100 | 100·5 | 101 | 101·5 | 102 | 103 | | | |
| XVIII | " | — | 20000/3000/220 | Lågsp. | 107·5 | 107·5 | 107·5 | 111 | 111·5 | 112 | 119·5 | 120 | 121 | | | |
| XIX | " | — | 20000/3000/380 | " | 100 | 100 | 100 | 100·5 | 101 | 102 | 107 | 107·5 | 108 | | | |
| XX | " | — | 20000/3000/220 | Högsp. | 108·5 | 108 | 107·5 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | | |
| XXI | " | — | 20000/3000/380 | " | 108·5 | 108 | 107·5 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | | |
| XXII | " | — | 20000/6000/220 | Lågsp. | 107·5 | 107 | 107 | 111 | 111 | 111·5 | 122 | 122 | 122·5 | | | |
| XXIII | " | — | 20000/6000/380 | " | 100·5 | 100 | 100 | 100·5 | 101 | 101·5 | 117 | 117·5 | 118 | | | |
| XXIV | " | — | 20000/6000/220 | Högsp. | 109 | 108·5 | 108 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | | |
| XXV | " | — | 20000/6000/380 | " | 109 | 108·5 | 108 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | | |

c. Jämförelse mellan de olika systemen med hänsyn till kostnaderna för distributionsnätet.

Anläggningskostnaderna visas av diagrammen i bilaga 2 a. Därvid ha i fig. 1 och 2 kostnaderna angivits vid en tröskeffekt av 0·06 samt i fig. 3 och 4 vid 0·08 och i fig. 5 och 6 vid 0·12 kW pr ton säd. I fig. 1, 3 och 5 visas kostnaderna vid de undersökta alternativa tvåspänningssystemen och i fig. 2, 4 och 6 vid de undersökta alternativa trespänningssystemen.

En jämförelse mellan diagrammen över kostnaderna vid olika effektransonering visar, att nästan exakt samma relation mellan de olika systemen existerar vid alla de tre undersökta ransoneringsgraderna. Vid en ändring av tröskmotoreffekten däremot ändras det inbördes förhållandet mellan distributionssystemens kostnader högst väsentligt. Gemensamt för såväl tvåspänningssom trespänningssystemen är det förhållandet, att vid »lågspänningströskning» kostnaderna stiga vid ökad tröskmotoreffekt, under det att kostnaderna vid »högspänningströskning» äro nära nog konstanta. Följden härav är, att man för varje spänningsskombination kan urskilja en viss tröskmotoreffekt, där kostnadskurvorna för lågspänningströskning och högspänningströskning skära varandra. Samtliga diagram visa, att lågspänningströskning är billigare vid mindre tröskmotoreffekter och högspänningströskning vid större tröskmotoreffekter. Den ekonomiska gränsen kan emellertid icke bestämmas ur de nu föreliggande diagrammen över distributionskostnaderna, enär även installationskostnaderna öva inflytande å denna gräns. Till denna fråga skall därför återkommas längre fram.

En jämförelse mellan de olika tvåspänningssystemen ger i första rummet till resultat, att kostnaderna vid de två principer ifråga om bygdenätets utförande, som i det föregående kallats »decentraliserat» resp. »centraliserat» tvåspänningssystem, bliva praktiskt taget lika. Vidare visa dessa diagram, att 380 volt är den billigaste gårdsspänningen.

Diagrammen över anläggningskostnaderna för distributionsnät vid trespänningssystem visa, att alternativet 20 000/500/220 volt är dyrare än samtliga övriga spänningsskombinationer vid nämnda systemtyp. Skillnaden är störst vid små tröskmotoreffekter, där densamma uppgår till c:a 40 % av kostnaden för det billigaste systemet. Vid högre tröskmotoreffekter är kostnaden vid ifrågavarande spänningssystem ungefär lika med kostnaden för alternativet 20 000/1 500/220 volt med lågspänningströskning, eller c:a 35 à 40 % dyrare än det billigaste systemet.

Vidare visa diagrammen, att kostnaderna vid 20 000/1 500/380, 20 000/3 000/220 och 20 000/6 000/220 lågspänningströskning äro ungefär lika stora sinsemellan, att kostnaderna vid 20 000/3 000/380 och 20 000/6 000/380 lågspänningströskning äro sinsemellan lika och c:a 5 à 10 % lägre än vid förstnämnda grupp samt slutligen, att kostnaderna vid högspänningströskning med såväl 1 500, 3 000 som 6 000 volts ortsspänning samt både 220 och 380 volts gårdsspänning äro samtliga nära nog lika stora.

Bland trespänningssystemen äro således vid små tröskmotoreffekter kombinationerna 20 000/3 000/380 och 20 000/6 000/380 volt med lågspänningströskning de billigaste och vid större tröskmotoreffekter högspänningströskning vid vilken som helst av ortsspänningarna 1 500, 3 000 eller 6 000 volt och gårdsspänningarna 220 och 380 volt billigast.

Jämföras till sist tvåspänningssystemen med trespänningssystemen visa diagrammen, att anläggningskostnaderna för de billigaste av de senare äro vid små

tröskmotoreffekter c:a 5 à 10 % lägre och vid större tröskmotoreffekter c:a 15 % lägre än motsvarande kostnaderna för de billigaste av de förra. |

Årskostnaderna för distributionsnätet inklusive kostnaderna för tomgångsenergien visas vid olika värde å den senare av diagrammen, bilaga 2 b och c. I bilaga 2 b visas dessa årskostnader vid tvåspänningssystem och i bilaga 2 c vid trespänningssystem. De olika figurerna i dessa bilagor framställa årskostnaderna vid olika effekialternativ. Jämförelsen mellan resp. distributionssystem sker emellertid lättare med tillhjälp av diagrammen i bilaga 2 d, där årskostnaderna angivits vid ett värde av 5 öre pr tomgångskWh och som funktion av tröskmotoreffekten. Dessa diagram motsvara sålunda de i bilaga 2 a återgivna anläggningskostnadsdiagrammen.

Kurvorna i bilaga 2 d ha i stort sett samma förlopp som kurvorna för anläggningskostnaderna. Sålunda erhållas praktiskt taget samma årskostnad vid både decentraliserat och centraliserat högspänningssystem. Årskostnaden för systemet »högspänningströskning» är nära nog konstant vid olika tröskmotoreffekter, under det att vid »lågspänningströskning» denna kostnad stiger med tröskmotoreffekten. Skärningspunkten mellan årskostnadskurvorna för dessa båda system är emellertid belägen vid en större tröskmotoreffekt än samma punkt ifråga om anläggningskostnaderna. Av diagrammen i bilaga 2 b och c visas, att gränseffekten minskas vid en ökning av värdet å tomgångsenergien. Vid ett förlustvärde av c:a 15 öre pr kWh synes skärningspunkten infalla ungefär vid samma värde, som i diagrammen över anläggningskostnaderna. Vidare visa diagrammen över årskostnaderna, att relationen mellan dessa kostnader för olika system blir i stort sett orubbad vid en ändring av effektransoneringen.

Bland tvåspänningssystemen är 380 volts gårdsspänning även ifråga om årskostnader det billigaste. Av de undersökta trespänningssystemen är 20 000/500/220 det oförmånligaste och detta i högre grad än ifråga om anläggningskostnaderna, i det att detsamma är c:a 50 % dyrare än det billigaste alternativet. Av de övriga spänningskombinationerna äro vid lågspänningströskning de med 220 volts gårdsspänning något dyrare än de med 380 volts gårdsspänning. Ortsspänningen 3 000 volt är den billigaste, under det att 6 000 volt som ortsspänning lämnar kostnader, som falla mellan 3 000 volts och 1 500 volts systemens. Årskostnaderna vid högspänningströskning äro ungefär lika vid samtliga av ortsspänningarna 1 500, 3 000 och 6 000 volt samt gårdsspänningarna 220 och 380 volt, dock synes 6 000 volts alternativet vara något ehuru obetydligt dyrare än de övriga.

En ökning av värdet å tomgångsenergien medför, vilket visas av diagrammen i bilaga 2 b och c, dels att, som ovan framhållits, systemet högspänningströskning blir gynnsammare relativt systemet lågspänningströskning, dels att skillnaden mellan 220 volts och 380 volts gårdsspänning blir mera utpräglad, särskilt vid större tröskmotoreffekter, vilket givetvis sammanhänger med, att avsevärt flera transformatorer måste användas vid den lägre gårdsspänningen, och att vid lågspänningströskning transformatorenheter äro större än vid högspänningströskning.

Om slutligen tvåspänningssystemen jämföras med trespänningssystemen, visa diagrammen, att årskostnaderna vid de billigaste bland de senare vid små tröskmotoreffekter äro c:a 12 % lägre och vid stora tröskmotoreffekter c:a 20 à 25 % lägre än motsvarande kostnader vid det billigaste tvåspänningssystemet.

Emellertid torde ett slutgiltigt bedömande av de olika distributionssystemen icke kunna baseras på enbart distributionskostnaderna. Installationskostnaderna,

vilka äro av samma storleksordning som distributionskostnaderna, röna relativt stort inflytande av vilket distributionssystem, som användes, varför slutomdömet bör bliva beroende jämväl av en jämförelse mellan installationskostnaderna.

2. Installationskostnader.

Under det att distributionskostnaderna kunna beräknas för en projekterad elektrifiering av ett visst områdes landsbygd på grund av tillgängligt kartmaterial, är en sådan detaljerad beräkning av installationskostnaderna omöjlig att genomföra för ett större område. För att en dylik beräkning skall kunna utföras, fordras en detaljkänedom om utseendet och belägenheten av varje byggnad inom hela området, vilken är nära nog omöjlig att erhålla. Man måste på denna grund i fråga om installationskostnaderna åtnöja sig med en mera summarisk beräkning.

Installationskostnaderna bestå, som tidigare angivits, av kostnader för dels inomhusinstallationerna i resp. gårdar, dels tröskmotor- eller transformatorvagnar, dels stolpkontakter och dels mätare. Installationskostnadernas beräkning är i denna utredning grundat på antagande om gårdarnas indelning i trösklag.

Gårdsinstallationernas omfattning och alltså även kostnaden för desamma är beroende dels av de olika gårdsbyggnadernas storlek och inbördes belägenhet, men även av storleken och antalet installerade motorer. Storleken och antalet av tröskmotorerna har i det föregående behandlats. Om kostnaderna för själva tröskmotorn ej inräknas i kostnaderna för gårdsinstallationerna, inverka tröskmotorantalet ej på de senare, och tröskmotorstorleken endast i den mån, vissa ledningar måste dimensioneras grövre ju större motorn är. Antalet småmotorer, eller snarare antalet olika arbetsoperationer, som elektrifierats, resp. arbetsplatser, där småmotordrift skall anordnas, är däremot av stor betydelse för installationskostnaderna. Man torde kunna utgå från, att småmotorinstallationens storlek och kostnaden för densamma stå i intimt samband med storleken av anslutningsvärdet för småmotorerna. Av anslutningsuppgifter från vissa kraftföretag med landsbyggsdistribution kan visas, att småmotorernas anslutningsvärde är beroende av de enskilda gårdarnas areal av odlad jord. Det ligger då nära till hands att antaga ett visst samband mellan kostnaden för gårdsinstallationerna och gårdsstorleken, räknad i hektar odlad jord. I Elektrifieringskommitténs meddelande nr 3, »Utredning angående lämpligheten av 380/220 volt för landsbyggsdistribution», har också påvisats ett dylikt samband, dels genom att i diagramform återvisa de installationskostnader, som blivit beräknade av Södra Sveriges Ängpanneförening i dess utredning om Malmöhus läns elektrifiering, dels genom en separat företagen kostnadsberäkning för ett par olika stora typgårdar. Dylika beräkningar hava ytterligare blivit utförda i samband med här föreliggande utredning. Därvid har hänsyn tagits till de olikheter i gårdsinstallationernas utförande, som betingas av de olika distributionssystem, som äro föremål för undersökning.

På kostnaden för gårdsinstallationerna inverka nämligen följande faktorer:

- Gårdsspänningen, vars inflytande har tillräckligt utförligt behandlats i den ovan nämnda utredningen om 380 volt.
- Gårdsstorleken, på det sätt att små gårdar i genomsnitt erhålla högre kostnad pr hektar än större.
- Användandet av systemet »lågspänningströskning» eller »högspänningströskning», i det att vid det förstnämnda tröskmotorn anslutes till ledningarna

inom själva gården, vilka alltså måste dimensioneras därefter. Vid det sistnämnda systemet däremot anslutes tröskmotorn till ortsledningarna, varigenom gårdsinstallationen ej beröres därav och sålunda kan dimensioneras enbart med hänsyn till småmotorerna.

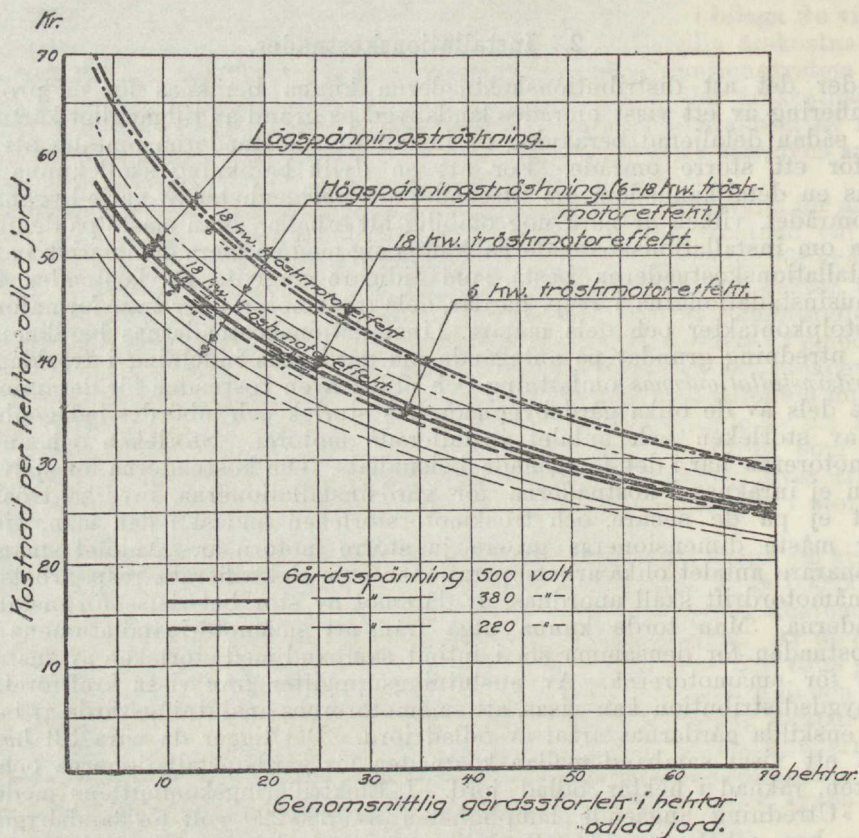


Fig. 10. Installationskostnader (exkl. tröskmotor) pr hektar odlad jord i lantgårdar vid olika gårdsspänning.

Kostnaden för gårdsinstallationer i genomsnitt räknad pr hektar odlad jord angives grafiskt i fig. 10, vid olika gårdsstorlekar och för olika gårdsspänning samt olika tröskmotorstorlekar.

Mätareinstallationerna äro givetvis helt beroende av vilket mätningssystem, som tillämpas. Kostnaderna för denna del bliva således olika från fall till fall. Emellertid har i det följande antagits, att mätareanordningarna äro de enklast möjliga, och att de vid lågspänningströskning bestå av 4-trådsräknare för osymmetrisk belastning, en vid varje gård med motordrift och motsvarande såväl tröskbelastning som småmotordrift. Vid högspänningströskning däremot antages, att en dylik mätare för mindre belastning uppsättes vid varje gård och en större

3-trådsrätmätare i varje transformatorvagn. Denna rätmätare antages inmonterad å transformatorns sekundärsida. Vid alla gårdar med belysning antages en enfas kWh-rätmätare uppsatt.

Med de angivna förutsättningarna hava installationskostnaderna vid Enköpings-traktens elektrifiering beräknats för alla de alternativ, som förut blivit undersökta ifråga om distributionskostnaderna.

Anläggningskostnaderna för installationerna vid Enköpingstraktens elektrifiering äro sammanställda i följande tabell.

Tabell över anskaffningskostnader för installationer vid Enköpingstraktens elektrifiering.

| Alternativ | | | | | Anskaffningskostnader för installationer i miljoner kronor vid 1914 års prisläge | | | | | | | | |
|------------|--------------|---------------|----------------------|----------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nr | Systemtyp | Utföringsform | Spänningskombination | Tröskningsalternativ | Vid en tröskmotoreffekt av | | | | | | | | |
| | | | | | 6 kW | | | 12 kW | | | 18 kW | | |
| | | | | | och vid en tröskoeffekt pr ton säd av | | | | | | | | |
| | | 0'06 | 0'08 | 0'12 | 0'06 | 0'08 | 0'12 | 0'06 | 0'08 | 0'12 | | | |
| I..... | Tväsp.-syst. | Decentralis. | 20000/220 | Lågsp. | 2'445 | 2'535 | 2'720 | 2'385 | 2'440 | 2'560 | 2'400 | 2'445 | 2'535 |
| II..... | " | " | 20000/380 | " | 2'485 | 2'580 | 2'760 | 2'435 | 2'490 | 2'605 | 2'435 | 2'490 | 2'580 |
| III..... | " | " | 20000/500/110 | " | 2'860 | 2'950 | 3'135 | 2'805 | 2'865 | 2'980 | 2'815 | 2'860 | 2'955 |
| IV..... | " | " | 20000/220 | Högsp. | 3'245 | 3'670 | 4'325 | 2'925 | 3'110 | 3'480 | 2'775 | 2'915 | 3'195 |
| V..... | " | " | 20000/380 | " | 3'310 | 3'735 | 4'390 | 2'990 | 3'175 | 3'545 | 2'845 | 2'980 | 3'255 |
| VI..... | " | " | 20000/500/110 | " | 3'650 | 4'075 | 4'730 | 3'330 | 3'525 | 3'885 | 3'185 | 3'320 | 3'595 |
| VII..... | " | Centraliserat | 20000/220 | Lågsp. | 2'445 | 2'535 | 2'720 | 2'385 | 2'440 | 2'560 | 2'400 | 2'445 | 2'535 |
| VIII..... | " | " | 20000/380 | " | 2'485 | 2'580 | 2'760 | 2'435 | 2'490 | 2'605 | 2'435 | 2'490 | 2'580 |
| IX..... | " | " | 20000/500/110 | " | 2'860 | 2'950 | 3'135 | 2'805 | 2'865 | 2'980 | 2'815 | 2'860 | 2'955 |
| X..... | " | " | 20000/220 | Högsp. | 3'245 | 3'670 | 4'325 | 2'925 | 3'110 | 3'480 | 2'775 | 2'915 | 3'190 |
| XI..... | " | " | 20000/380 | " | 3'310 | 3'735 | 4'390 | 2'990 | 3'175 | 3'545 | 2'845 | 2'980 | 3'255 |
| XII..... | " | " | 20000/500/110 | " | 3'650 | 4'075 | 4'730 | 3'330 | 3'515 | 3'885 | 3'185 | 3'320 | 3'595 |
| XIII..... | Tresp.-syst. | — | 20000/500/220 | Högsp. | 2'400 | 2'495 | 2'685 | 2'295 | 2'350 | 2'470 | 2'260 | 2'305 | 2'400 |
| XIV..... | " | — | 20000/1500/220 | Lågsp. | 2'445 | 2'535 | 2'720 | 2'385 | 2'440 | 2'560 | 2'400 | 2'445 | 2'535 |
| XV..... | " | — | 20000/1500/380 | " | 2'485 | 2'580 | 2'760 | 2'435 | 2'490 | 2'605 | 2'435 | 2'490 | 2'580 |
| XVI..... | " | — | 20000/1500/220 | Högsp. | 2'640 | 2'820 | 3'165 | 2'430 | 2'535 | 2'745 | 2'360 | 2'445 | 2'610 |
| XVII..... | " | — | 20000/1500/380 | " | 2'705 | 2'885 | 3'230 | 2'495 | 2'600 | 2'810 | 2'430 | 2'510 | 2'675 |
| XVIII..... | " | — | 20000/3000/220 | Lågsp. | 2'445 | 2'535 | 2'720 | 2'385 | 2'440 | 2'560 | 2'400 | 2'445 | 2'535 |
| XIX..... | " | — | 20000/3000/380 | " | 2'485 | 2'580 | 2'760 | 2'435 | 2'490 | 2'605 | 2'435 | 2'490 | 2'585 |
| XX..... | " | — | 20000/3000/220 | Högsp. | 2'675 | 2'865 | 3'235 | 2'445 | 2'560 | 2'780 | 2'375 | 2'460 | 2'635 |
| XXI..... | " | — | 20000/3000/380 | " | 2'740 | 2'930 | 3'300 | 2'515 | 2'625 | 2'845 | 2'440 | 2'530 | 2'700 |
| XXII..... | " | — | 20000/6000/220 | Lågsp. | 2'445 | 2'535 | 2'720 | 2'385 | 2'440 | 2'560 | 2'400 | 2'445 | 2'535 |
| XXIII..... | " | — | 20000/6000/380 | " | 2'485 | 2'580 | 2'760 | 2'435 | 2'490 | 2'605 | 2'435 | 2'490 | 2'585 |
| XXIV..... | " | — | 20000/6000/220 | Högsp. | 2'780 | 3'005 | 3'415 | 2'545 | 2'665 | 2'910 | 2'465 | 2'560 | 2'750 |
| XXV..... | " | — | 20000/6000/380 | " | 2'865 | 3'070 | 3'480 | 2'610 | 2'735 | 2'975 | 2'530 | 2'625 | 2'820 |

De årliga kostnaderna på grund av ränta, amortering, underhåll och skötsel torde kunna beräknas till c:a 12 % av anskaffningskostnaderna. De angivas i följande tabell.

Tabell över årliga installationskostnader

| Nr | Systemtyp | Utföringsform | Spänningskombination | Tröskningsalternativ |
|------------|-------------------|-----------------|----------------------|----------------------|
| I..... | Tvåspänningssyst. | Decentraliserat | 20000/220 | Lågspänning |
| II..... | » | » | 20000/380 | » |
| III..... | » | » | 20000/500/110 | » |
| IV..... | » | » | 20000/220 | Högspänning |
| V..... | » | » | 20000/380 | » |
| VI..... | » | » | 20000/500/110 | » |
| VII..... | » | Centraliserat | 20000/220 | Lågspänning |
| VIII..... | » | » | 20000/380 | » |
| XI..... | » | » | 20000/500/110 | » |
| X..... | » | » | 20000/220 | Högspänning |
| XI..... | » | » | 20000/380 | » |
| XII..... | » | » | 20000/500/110 | » |
| XIII..... | Trespänningssyst. | — | 20000/500/220 | Högspänning |
| XIV..... | » | — | 20000/1500/220 | Lågspänning |
| XV..... | » | — | 20000/1500/380 | » |
| XVI..... | » | — | 20000/1500/220 | Högspänning |
| XVII..... | » | — | 20000/1500/380 | » |
| XVIII..... | » | — | 20000/3000/220 | Lågspänning |
| XIX..... | » | — | 20000/3000/380 | » |
| XX..... | » | — | 20000/3000/220 | Högspänning |
| XXI..... | » | — | 20000/3000/380 | » |
| XXII..... | » | — | 20000/6000/220 | Lågspänning |
| XXIII..... | » | — | 20000/6000/380 | » |
| XXIV..... | » | — | 20000/6000/220 | Högspänning |
| XXV..... | » | — | 20000/6000/380 | » |

3. Totala kostnader.

De sammanlagda kostnaderna för en elektrifiering av landsbygden inom det undersökta området, Enköpingstrakten, kunna nu erhållas genom hopaddering av de beräknade distributions- och installationskostnaderna. En grafisk framställning av de på så sätt beräknade totala kostnaderna lämnas i bilaga 3. Anläggningskostnaderna visas av diagrammen i bilaga 3 a, b och c och årskostnaderna av diagrammen i bilaga 3 d, e och f. Samtliga kurvor framställa kostnadernas variation med tröskmotoreffekten; årskostnadskurvorna hänföra sig till ett värde å tomgångsenergien av 5 öre pr kWh, vilket utgör ett medelvärde av de gränsvärden, mellan vilka kostnaderna för tomgångsenergien i allmänhet variera.

Av diagrammen visas, att relationen mellan kostnaderna vid de olika systemen är praktiskt taget densamma för alla de tre undersökta alternativen ifråga om effektransonering, alltså samma resultat, som erhöles beträffande distributionskostnaderna. Vid bedömandet av vilket distributionssystem, som är det för

vid Enköpingstraktens elektrifiering.

| Årliga installationskostnader vid 1914 års prisläge | | | | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Vid en tröskmotoreffekt av | | | | | | | | |
| 6 kW | | | 12 kW | | | 18 kW | | |
| och vid en tröskeffekt pr ton säd av | | | | | | | | |
| 0·06 | 0·08 | 0·12 | 0·06 | 0·08 | 0·12 | 0·06 | 0·08 | 0·12 |
| 293 000 | 304 000 | 326 000 | 286 000 | 293 000 | 307 000 | 288 000 | 293 000 | 304 000 |
| 298 000 | 309 000 | 331 000 | 292 000 | 298 000 | 312 000 | 292 000 | 298 000 | 309 000 |
| 343 000 | 353 000 | 376 000 | 336 000 | 343 000 | 358 000 | 338 000 | 343 000 | 354 000 |
| 389 000 | 440 000 | 519 000 | 351 000 | 373 000 | 418 000 | 333 000 | 350 000 | 383 000 |
| 397 000 | 447 000 | 526 000 | 358 000 | 381 000 | 425 000 | 341 000 | 357 000 | 390 000 |
| 437 000 | 488 000 | 567 000 | 400 000 | 423 000 | 466 000 | 382 000 | 399 000 | 431 000 |
| 293 000 | 304 000 | 326 000 | 286 000 | 293 000 | 307 000 | 288 000 | 293 000 | 304 000 |
| 298 000 | 309 000 | 331 000 | 292 000 | 298 000 | 312 000 | 292 000 | 298 000 | 309 000 |
| 343 000 | 353 000 | 376 000 | 336 000 | 343 000 | 358 000 | 338 000 | 343 000 | 354 000 |
| 389 000 | 440 000 | 519 000 | 351 000 | 373 000 | 418 000 | 333 000 | 350 000 | 383 000 |
| 397 000 | 447 000 | 526 000 | 358 000 | 381 000 | 425 000 | 341 000 | 357 000 | 390 000 |
| 437 000 | 488 000 | 567 000 | 400 000 | 423 000 | 466 000 | 382 000 | 399 000 | 431 000 |
| 288 000 | 300 000 | 322 000 | 275 000 | 282 000 | 297 000 | 271 000 | 276 000 | 288 000 |
| 293 000 | 304 000 | 326 000 | 326 000 | 286 000 | 293 000 | 307 000 | 288 000 | 304 000 |
| 298 000 | 309 000 | 331 000 | 292 000 | 298 000 | 312 000 | 292 000 | 298 000 | 309 000 |
| 317 000 | 338 000 | 370 000 | 291 000 | 304 000 | 329 000 | 283 000 | 293 000 | 313 000 |
| 325 000 | 346 000 | 387 000 | 299 000 | 312 000 | 337 000 | 291 000 | 301 000 | 321 000 |
| 293 000 | 304 000 | 326 000 | 286 000 | 293 000 | 307 000 | 288 000 | 293 000 | 304 000 |
| 298 000 | 309 000 | 331 000 | 292 000 | 298 000 | 312 000 | 292 000 | 298 000 | 309 000 |
| 321 000 | 343 000 | 388 000 | 293 000 | 307 000 | 333 000 | 285 000 | 295 000 | 316 000 |
| 329 000 | 351 000 | 396 000 | 302 000 | 315 000 | 341 000 | 293 000 | 304 000 | 324 000 |
| 293 000 | 304 000 | 326 000 | 286 000 | 293 000 | 307 000 | 288 000 | 293 000 | 304 000 |
| 298 000 | 309 000 | 331 000 | 292 000 | 298 000 | 312 000 | 292 000 | 298 000 | 309 000 |
| 333 000 | 360 000 | 410 000 | 305 000 | 320 000 | 349 000 | 296 000 | 307 000 | 330 000 |
| 343 000 | 368 000 | 418 000 | 313 000 | 328 000 | 357 000 | 304 000 | 315 000 | 338 000 |

ett visst område lämpligaste, synes man således icke behöva taga hänsyn till den grad av effektransonering, som kommer att förefinnas inom området, åtminstone så länge densamma ej alltför mycket avviker från ett normalt värde.

Däremot visa även diagrammen över totalkostnaderna en väsentlig förändring i relationen de olika systemen emellan vid olika tröskmotoreffekter. Totalkostnaderna förhålla sig i detta avseende ungefär på samma sätt som distributionskostnaderna. Dock understiga totalkostnaderna för systemet »högspänningströskning» motsvarande kostnader för systemet »lågspänningströskning» först vid en större tröskmotoreffekt, än vad fallet är, då hänsyn tages endast till distributionskostnaderna.

a. Jämförelse mellan olika tvåspänningssystem.

Det inbördes förhållandet mellan de undersökta tvåspänningssystemen är i stort sett detsamma, som framgått av undersökningen över distributionskostnaderna.

Först och främst erhållas praktiskt taget samma såväl anläggnings- som årskostnader vid de två undersökta utföringsformerna för bygdenätet »centraliserat» resp. »decentraliserat» tvåspänningssystem. Som i det följande närmare skall visas erbjuder den förstnämnda av dessa former väsentliga fördelar dels ur administrativ synpunkt, dels med avseende å driftsförhållanden, särskilt i sådan bygd, som den nu undersökta, d. v. s. där den odlade jorden och gårdarna äro spridda över området hela yta. Densamma är på denna grund givetvis att föredraga framför den sistnämnda. De kostnadssiffror, som i det följande anföras för tvåspänningssystemen inom Enköpingstrakten, hava därför avseende endast å bygdenätets utförande med centraliserad ledningsförmåga.

Ehuru man vid tvåspänningssystem och vid stora tröskmotoreffekter kan uppnå något lägre distributionskostnader med systemet högspänningströskning än med systemet lågspänningströskning, äro dock installationskostnaderna vid det förre så avsevärt högre, än med lågspänningströskning. Högspänningströskningen är för övrigt vid så höga spänningar som 10 000 och 20 000 volt både förenad med avsevärd fara och otymplig, varför densamma synes vara olämplig. Något ekonomiskt motiv att använda högspänningströskning vid tvåspänningssystem föreligger åtminstone icke.

Medan distributionskostnaderna vid tvåspänningssystemen med 380 resp. 500 volt äro tämligen lika, visa totalkostnaderna att 500 volts alternativet är ungefär lika ogynnsamt som 220 volts alternativet. Relationen är dock något olika vid små och vid stora tröskmotoreffekter. De totalkostnader, som av bilaga 3 och 4 angivas för de tre tvåspänningssystemen förhålla sig till varandra som de i nedanstående tabell sammanställda relationstalen.

| Gårdsspänning | Relationstal för kostnader vid tvåspänningssystem med vidstående gårdsspänningar | | | | | | | |
|--------------------|--|-------|------------|-------|--------------------|-------|------------|-------|
| | Distributionskostnader | | | | Totala kostnader | | | |
| | Anläggningskostnad | | Årskostnad | | Anläggningskostnad | | Årskostnad | |
| | Vid en tröskmotoreffekt av | | | | | | | |
| | 6 kW | 18 kW | 6 kW | 18 kW | 6 kW | 18 kW | 6 kW | 18 kW |
| 220 volt | 118 | 121 | 123 | 127 | 107 | 109 | 109 | 113 |
| 380 » | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 500/110 volt | 106 | 101 | 110 | 103 | 110 | 108 | 113 | 109 |

I en föregående utredning angående lämpligheten av 380/220 volt för landsbygdistribution (Elektrifieringskommitténs meddelande nr 3) har frågan om den lämpligaste gårdsspänningen vid tvåspänningssystem blivit utförligt behandlad.

I nämnda utredning erhållas kostnadsrelationer, vilka mycket nära överensstämma med ovanstående, vilket framgår av nedanstående sammanställning. Det bör vid jämförelsen observeras, dels att de i den nu företagna utredningen beräknade kostnaderna svara mot ortsstationernas utförande som stolpstationer, dels att i utredningen om 380 volt en tröskmotoreffekt av 6 kW lagts till grund för beräkningarna.

| Ortsstationernas utförande | Gårdsspänning | Relationstal för kostnader vid tvåspänningssystem med vidstående gårdsspänningar och med små tröskmotorer (ca 6 kW) | | | | Anmärkningar |
|------------------------------------|---------------|---|------------|--------------------|------------|---|
| | | Distribution | | Totalt | | |
| | | Anläggningskostnad | Årskostnad | Anläggningskostnad | Årskostnad | |
| Stolpstationer 10000 volt | 220 volt | 117 | 116 å 120 | 108 | 108 å 110 | Enligt utredning angående 380 volt. |
| | 380 » | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| | 500/110 » | 106 | 105 å 110 | 110 | 109 å 111 | |
| Stolpstationer 20000 volt | 220 » | 118 | 123 | 107 | 109 | Enligt bil. 3 och 4 till denna ut- redning. |
| | 380 » | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| | 500/110 » | 106 | 110 | 110 | 113 | |
| Kiosker 10000 volt | 220 » | 122 | 120 å 125 | 111 | 112 å 115 | Enligt utredning angående 380 volt. |
| | 380 » | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| | 500/110 » | 100 | 100 å 105 | 107 | 107 å 109 | |
| Kiosker 20000 volt | 220 » | 124 | 122 å 127 | 112 | 113 å 116 | Enligt utredning angående 380 volt. |
| | 380 » | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| | 500/110 » | 99 | 98 å 103 | 106 | 106 å 108 | |

Den nu företagna utredningen bestyrker således till alla delar resultaten av den föregående »Utredningen angående lämpligheten av 380/220 volt», nämligen att 380 volt är den vid tvåspänningssystem billigaste gårdsspänningen.

Ehuru bygdenätets utförande »enligt systemet centraliserat tvåspänningssystem» medför en viss merkostnad dels för mätningstationerna själva dels på grund av, att bygdelinjelängden därvid något ökas, har utredningen visat, att den nämnda utföringsformen praktiskt taget icke fordrar högre totalkostnader än om bygdenätet utfördes enligt systemet »decentraliserat tvåspänningssystem». Detta beror av, att huvudledningarna inom bygdenätet, vilka av driftskäl måste utföras på dyrbarare sätt, med den förstnämnda formen få en enklare sträckning, så att bygdelinjelängden till större del faller på de mindre viktiga avgräningarna efter de s. k. mätningstationerna. Dessa ledningar kunna utan olägenhet utföras på billigare sätt. De beräkningar, som lämnat detta resultat, hänföra sig till en trakt som vid tvåspänningssystem fordrar ett synnerligen komplicerat bygdenät, på grund av att den odlade bygden resp. gårdarna äro tämligen jämnt spridda över hela områdets yta. Då härtill kommer, att behovet av ortsdistributionens samlande till centralpunkter (mätningstationer) är särskilt påfallande just i bygd av sådant slag, har sålunda den företagna utredningen visat, att då tvåspänningssystemet användes i sådan trakt, där en centraliserad ledningsföring är önskvärd med hänsyn till drifttekniska eller administrativa skäl, ett sådant utförande av bygdenätet även är ekonomiskt berättigat.

Slutligen har den företagna jämförelsen mellan kostnaderna lämnat det resultatet, att högspänningströskning icke är förenad med några ekonomiska fördelar vid tvåspänningssystem.

b. Jämförelse mellan olika trespänningssystem.

En jämförelse mellan totalkostnaderna för de olika trespänningssystemen, framställda i bilaga 3, visar, att även för dessa ungefär samma relation består, som tidigare omtalats beträffande distributionskostnaderna.

Totalkostnaderna för alternativen med högspänningströskning äro dock något oförmånligare relativt distributionskostnaderna än samma kostnader vid lågspänningströskning, vilket givetvis sammanhänger med de vid det förra systemet högre kostnaderna för tröskvagnar och stolpkontakter. Gränsen mellan lågspänningströskning och högspänningströskning bestämmes, som förut framhållits, av tröskmotoreffekten. De värden å den senare, som enligt diagrammen i bilaga 2 och 3 skulle ekonomiskt motivera övergång från lågspännings- till högspänningströskning, äro för de olika spänningskombinationerna sammanställda i följande tabell.

| Spänningskombination | Tröskmotoreffekt i runda tal, där övergång från lågspänningströskning till högspänningströskning är ekonomiskt motiverad med hänsyn till | | | |
|----------------------|--|------------|--------------------|------------|
| | Distributionskostnader | | Totala kostnader | |
| | Anläggningskostnad | Årskostnad | Anläggningskostnad | Årskostnad |
| 1500/220 volt | 4 kW | 6 kW | 7.5 kW | 9 kW |
| 1500/380 " | 6 " | 11 " | 12 " | 15 " |
| 3000/220 volt | 6 kW | 9 kW | 10 kW | 13 kW |
| 3000/380 " | 11 " | > 18 " | 15 " | > 18 " |
| 6000/220 volt | 6.5 kW | 9 kW | 12 kW | 15 kW |
| 6000/380 " | 11 " | > 18 " | 17 " | > 18 " |

Vid lägre ortsspänning än 1500 volt torde det utan vidare undersökning vara tydligt att systemet högspänningströskning bör användas. Vid 500 volts ortsspänning t. ex. torde tröskmotorernas anslutande till gårdsnätet (220 volt) vara fullt uteslutet.

De angivna gränsvärdena äro mycket växlande och detta huvudsakligast så att en högre spänning — vare sig ortsspänning eller gårdsspänning — skulle föranleda lågspänningströskning med större motorer än en lägre spänning. Denna fråga sammanhänger således med spänningsfrågan.

Vad då först gårdsspänningen beträffar, visa diagrammen, att relationen mellan kostnaderna vid 220 volt förhålla sig till motsvarande kostnader vid 380 volt så, som de i följande tabell sammanställda relationstalen angiva; i tabellen betecknas kostnaden för gårdsspänningen 380 volt inom varje alternativt system med 100.

Av denna tabell visas, att anläggningskostnaderna för distributionsnätet vid lågspänningströskning med små motorer äro c:a 6 à 7 % högre men de totala anläggningskostnaderna endast c:a 2 % högre vid 220 volt än vid 380 volt. Om stora tröskmotorer användas, uppgå motsvarande kostnadsskillnader till c:a 12 à 15 % resp. c:a 5 %. Med avseende å årskostnaderna äro skillnaderna något högre eller vid små tröskmotorer c:a 8 à 11 % resp. c:a 3 à 4 % och vid stora motorer c:a 15 à 20 resp. 6 à 7 %. Då emellertid lågspänningströskning, enligt vad tidigare visats, är ekonomiskt berättigad endast vid ej allt för stora tröskmotoreffekter, bör jämförelsen mellan olika gårdsspänningar för lågspänningströskning baseras mest på de vid användande av mindre tröskmotorer rådande förhållandena. Den besparing i anläggningskostnad, man skulle ernå genom att använda 380 volt som gårdsspänning i stället för 220 volt skulle därför i om-

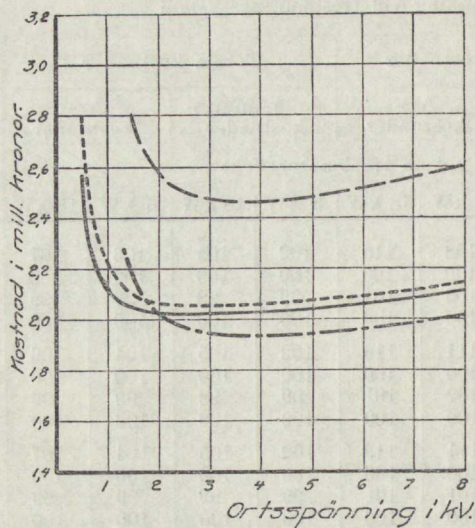
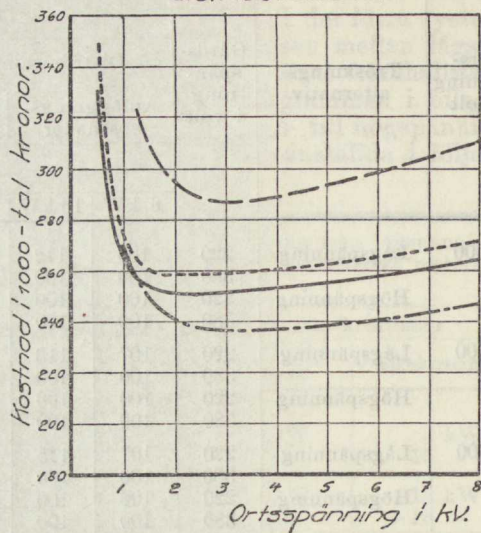
| Orts- spänning i volt | Trösknings- alternativ | Gårds- spän- ning i volt | Relationstal för kostnaderna vid 220 och 380 volts gårds- spänning vid trespänningssystem | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------------|--|-------|-------------------|-------|---------------------------|-------|-------------------|-------|
| | | | Distributionskostnader | | | | Totala kostnader | | | |
| | | | Anläggnings- kostnader | | Års- kostnader | | Anläggnings- kostnader | | Års- kostnader | |
| | | | vid en tröskmotoreffekt av | | | | | | | |
| | | | 6 kW | 18 kW | 6 kW | 18 kW | 6 kW | 18 kW | 6 kW | 18 kW |
| 1 500 | Lågspänning | 220 | 106 | 112 | 108 | 115 | 102 | 105 | 103 | 107 |
| | | 380 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | Högspänning | 220 | 100 | 100 | 102 | 101 | 99 | 98 | 99 | 99 |
| | | 380 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 3 000 | Lågspänning | 220 | 107 | 113 | 111 | 116 | 102 | 105 | 104 | 106 |
| | | 380 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | Högspänning | 220 | 100 | 100 | 102 | 101 | 99 | 98 | 99 | 99 |
| | | 380 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 6 000 | Lågspänning | 220 | 107 | 115 | 111 | 119 | 102 | 105 | 104 | 107 |
| | | 380 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | Högspänning | 220 | 100 | 100 | 101 | 101 | 99 | 99 | 99 | 99 |
| | | 380 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

råden av samma beskaffenhet som Enköpingstrakten endast uppgå till totalt ett par procent och, vad distributionskostnaderna beträffar, 6 à 7 %. Besparingen i årskostnader skulle visserligen vara något större eller c:a 3 à 4 % resp. 8 à 11 %, men dessa kostnadsminskningar synas icke vara av den storleksordning att 380 volt bör föredragas framför 220 volt enbart av ekonomiska skäl, om icke samtidigt andra väsentliga fördelar kunna vinnas därigenom.

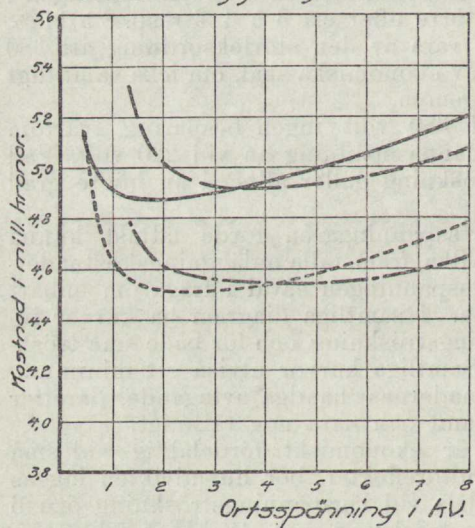
Vid högspänningströskning uppstår med 380 volt ingen besparing, tvärtom äro de totala kostnaderna något högre vid denna spänning än vid 220 volt. Vad ovan sagts om 380 volt vid lågspänningströskning gäller alltså i än högre grad vid högspänningströskning.

En jämförelse mellan de undersökta ortsspänningarna torde lättast kunna ske med tillhjälp av diagrammen i fig. 11, vilka framställa anläggningskostnadernas och årskostnadernas variation med ortsspänningen såväl i fråga om enbart distributionsnätet, som de totala kostnaderna. I samtliga diagram ha kurvor inritats för såväl lågspännings- som högspänningströskning och för både små tröskmotoreffekter (6 kW) och stora (18 kW). Samtliga kurvor utvisa ett minimum, vilket relativt snabbt uppnås genom kostnadernas hastiga avtagande, därefter stiga kostnaderna åter ehuru tämligen långsamt och nära nog rätlinigt.

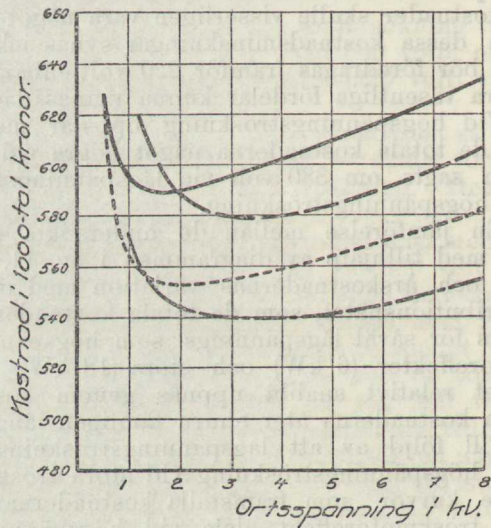
Till följd av att lågspänningströskning är ekonomiskt fördelaktigt vid små och högspänningströskning vid stora tröskmotoreffekter, bör huvudvikten läggas å de kurvor, som framställa kostnaderna dels vid lågspänningströskning och 6 kW tröskmotoreffekt, dels vid högspänningströskning och 18 kW tröskmotoreffekt. De ortsspänningar, som vid dessa alternativ lämna minimikostnader hava sammanställts i följande tabell.

Anläggningskostnader för
distributionsnät.Årskostnader för
distributionsnät.

Totala anläggningskostnader.



Totala årskostnader.



- — — — — 18 kW tröskmotoreffekt, lågspänningströskning.
- · - · - · 6 kW tröskmotoreffekt, lågspänningströskning.
- · · · · 18 kW tröskmotoreffekt, högspänningströskning.
- 6 kW tröskmotoreffekt, högspänningströskning.

Fig. 11. Diagram utvisande anläggnings- och årskostnadernas variation med ortsspänningen i Enköpingstrakten.

| Kostnad, för vilken minimum erhålles vid vidstående ortsspänning | | Ortsspänningar, vid vilken minimikostnad erhålles | |
|--|----------------|---|---|
| | | Lågspännings-tröskn. och 6 kW tröskmotoreffekt | Högspännings-tröskn. och 18 kW tröskmotoreffekt |
| Distributionskostnader | anlägg. | c:a 4 000 volt | c:a 2 500 volt |
| | årskostn. | » 3 200 » | » 2 000 » |
| Totala kostnader | anlägg. | » 4 500 » | » 2 500 » |
| | årskostn. | » 3 500 » | » 2 000 » |

Minimipunkten infaller således vid högspänningströskning vid en något lägre spänning, c:a 2 000 à 2 500 volt, och vid lågspänningströskning vid en något högre spänning, c:a 3 000 à 4 500 volt. Emellertid äro minima mycket flacka, i det att den stigande branschen av kostnadskurvan har en lutning av högst 1 à 2 % av minimikostnaden pr 1 000 volts ökning av ortsspänningen och detta åtminstone vid lågspänningströskning först, sedan den sistnämnda spänningen uppgått till c:a 6 000 volt. Man torde på grund av dessa förhållanden kunna anse alla ortsspänningar mellan 1 500 och 6 000 volt ekonomiskt berättigade. Likväl synes alternativet 1 500 volt vid lågspänningströskning vara något mera oförmånligt. Skillnaden i kostnad mellan 1 500 volt och 3 000 volt är dock i detta fall, vad distributionskostnaderna beträffar, endast c:a 12 % av anläggnings- och c:a 6 % av årskostnaderna, samt i fråga om totalkostnaderna c:a 3 à 4 % och således ganska oväsentlig.

I anslutning till vad ovan anförts beträffande spänningar vid trespänningssystem, kan man med ledning av den å sid. 62 uppställda tablån närmare bestämma de gränsvärden för tröskmotoreffekten, som motivera övergång från lågspänningströskning till högspänningströskning. Därvid kan följande normalschema uppställas.

| Ortsspänning | Gränsvärde för tröskmotoreffekt, över vilket högspänningströskning är ekonomiskt berättigad |
|--------------|---|
| 500 volt | 0 kW |
| 1 500 » | 9 » |
| 3 000 » | 11 » |
| 6 000 » | 13 » |

Jämförelsen mellan de undersökta trespänningssystemen har således för bygd av samma beskaffenhet som Enköpingstrakten till resultat lämnat, att vid trespänningssystem högre gårdsspänning än 220 volt i regel icke är ekonomiskt berättigad. Vidare har ådagalagts, att ehuru ett kostnadsminimum kan erhållas vid en viss ortsspänning, dock alla de tre spänningarna 1 500, 3 000 och 6 000 volt äro praktiskt taget likvärdiga ur ekonomisk synpunkt. Däremot synes åtminstone vid så hög bygdespänning som den här förutsatta, eller 20 000 volt, 500 volt vara med hänsyn till kostnaderna oförmånlig som ortsspänning.

Slutligen har en enkel regel för användande av lågspännings- eller högspänningströskning vid trespänningssystem erhållits. (Se ovanstående tabell).

c. Jämförelse mellan tvåspännings- och trespänningssystem.

Slutligen bör en jämförelse mellan tvåspännings- och trespänningssystem företagas. Det är därvid givetvis tillräckligt att med varandra jämföra de alternativ inom vardera systemgruppen, vilka i det föregående visat sig vara ekonomiskt lämpliga, d. v. s. å ena sidan centraliserat tvåspänningssystem med 380 volts gårdsspänning och lågspänningströskning och å andra sidan trespänningssystem med 1 500, 3 000 resp. 6 000 volts ortsspänning och 220 volts gårdsspänning samt lågspänningströskning vid små resp. högspänningströskning vid stora tröskmotor-effekter.

Relationen mellan kostnaderna vid de två systemtyperna kan utläsas ur diagrammen bilaga 2 och 3. Densamma är olika vid olika tröskmotoreffekter och bör därför angivas för såväl små som stora dylika effekter. I följande tabell ha de ur de nämnda diagrammen beräknade relationstalen därför angivits för en tröskmotoreffekt av dels 6 kW, dels 18 kW.

| Kostnad, för vilken relationstal angives | | Relationstal för kostnader vid två- resp. trespänningssystem | | | |
|--|------------------|--|--------------|------------------------|--------------|
| | | 6 kW tröskmotoreffekt | | 18 kW tröskmotoreffekt | |
| | | Tvåsp.-syst. | Tresp.-syst. | Tvåsp.-syst. | Tresp.-syst. |
| Distributionskostnader | anl.-kostn. | c:a 100 | 100 | c:a 122 | 100 |
| | årskostn. | » 105 | 100 | » 117 | 100 |
| Totala kostnader | anl.-kostn. | » 100 | 100 | » 112 | 100 |
| | årskostn. | » 103 | 100 | » 108 | 100 |

De i denna sammanställning angivna kostnadsskillnaderna äro, vad beträffar små tröskmotoreffekter, allt för obetydliga, för att företräde ur ekonomisk synpunkt skulle kunna givas åt någotdera systemet, under det att vid större tröskmotoreffekter trespänningssystemet är avgjort fördelaktigare än tvåspänningssystemet. Den företagna jämförelsen resulterar alltså i, att *då i bygd av samma beskaffenhet som Enköpingstrakten små tröskmotorer användas, såväl tvåspänningssystem trespänningssystem äro ekonomiskt berättigade, men att då större tröskmotorer användas trespänningssystemet är ur kostnadssynpunkt fördelaktigare.*

De i det föregående erhållna resultaten torde icke kunna tillmätas allmän-giltighet. Desamma gälla endast för bygd av ungefär samma beskaffenhet som det undersökta området (Enköpingstrakten). De ekonomiska konsekvenserna av användandet av den ena eller andra systemtypen bliva olika i bygder av olika karaktär. Trespänningssystemet kan väntas vara förmånligt i en bygd, där den odlade bygden är relativt tät och har utsträckning åt alla håll så som i Enköpingstrakten, enär där antalet konsumtionsenheter (t. ex. gårdar, hektar odlad jord eller dyl.) är tämligen stort pr ytenhet och således den kostnad, som be-tingas av bygdstationerna, uppdelas på många enheter. Vidare kunna genom införande av en lägre mellanspänning (ortsspänning) de ledningar, vilka hava en mot bygdelinjernas huvudledningar tvärgående riktning, vid trespänningssystemet utföras till en lägre kostnad, än om de, såsom vid tvåspänningssystemet, framdragas som avgreningar till bygdenätet och alltså utföras för en högre spänning. I sådan bygd däremot, där den odlade jorden resp. gårdarna äro samlade i rader

eller smala band, och där man därför endast kan tala om antal konsumtionsenheter pr längdenhet, erhåller tvåspänningssystemet större förutsättningar att bli det mest ekonomiska systemet. Orsaken härtill är, att bygdestationskostnaden vid ett trespänningssystem i dylik bygd skulle bli uppdelad på endast ett fåtal konsumtionsenheter, och att inga nämnvärda avgreningar till bygdenätet erfordras, vilkas ersättande med billigare ortslinjer i bygd av Enköpingstraktens typ förbilligar trespänningssystemet relativt tvåspänningssystemet.

Dessutom torde även bygdespänningens storlek inverka på relationen mellan kostnaderna för de olika systemen. Sälunda bör vid lägre bygdespänningar tvåspänningssystemet bli billigare jämfört med trespänningssystemet, enär kostnaden för det vitt förgrenade bygdenätets och de många ortsstationernas isolation utgör en viktig orsak till tvåspänningssystemets fördyrande.

Dessa båda omständigheter: bygdens beskaffenhet och bygdespänningens storlek, kunna dessutom antagas utöva visst inflytande på det inbördes förhållandet mellan kostnaderna för de olika alternativa tvåspännings- resp. trespänningssystem, som i det föregående jämförts med varandra.

Det är därför nödvändigt att även undersöka de nu nämnda faktorernas inverkan å kostnaderna. Denna undersökning har verkställts genom särskilda utredningar, vilkas resultat omtalas i en följande avdelning.

C. Utredning om den mest ekonomiska aktionsradien.

Denna utredning avser att visa, vilken utsträckning i radiell led, som med hänsyn till kostnaderna är den lämpligaste (= den mest ekonomiska aktionsradien) för de vid landsbygdselektrifiering förekommande olika slagen av distributionsledningar, alltså huvudsakligast Orts- och gårdsledningar, samt att ådagalägga, vilka faktorer, som inverka å storleken av den mest ekonomiska aktionsradien.

1. Beräkningarnas utförande.

Utredningen har i första hand baserats på de beräkningar av kostnaderna för distributionsnät i Enköpingstrakten, vilka omtalats i föregående avdelning, och vilka utförts för ett flertal olika alternativ såväl ifråga om använda distributionsspänningar som ifråga om anslutningens storlek (tröskmotoreffekt och tröskeffekt pr ton säd eller pr hektar odlad jord).

Vid dessa beräkningar hava till en början diagram över ledningslängder, ledningsmaterialvikter, transformatorantal och transformatordimensioner uppritats, utvisande dessa storheters variation med aktionsradien, varefter motsvarande kostnadsdiagram erhållits genom multiplikation med λ -prisen. Slutligen hava de sålunda grafiskt framställda kostnaderna för nätets olika delar sammanställts till resulterande kostnadsdiagram, ett för varje alternativt distributionssystem. Vid trespänningssystemet erhålles minimikostnad vid en viss kombination av gårdsnäts- och ortsnätsaktionsradier. För utrönande av denna kombination ha för flera olika ortsnätsradier kurvor, framställande kostnadens variation med gårdsnätsradien, uppritats, varigenom alltså en skara kurvor erhålles, var en och utvisande ett minimum. De sålunda erhållna minimipunkterna äro därefter sammanställda till ett diagram, utvisande kostnadens variation med ortsnätsaktionsradien.

För tydliggörande av, huru de resulterande kostnaderna sammansättas av kostnaderna för de olika anläggningsdelarna äro i bilaga 1 några av ovan nämnda diagram återgivna. I bilaga 1 a visas, huru summakostnaderna vid decentraliserat tvåspänningssystem och lågspänningströskning sammansätta sig av kostnaderna för resp. anläggningsdelar vid olika gårdsnätsaktionsradier och vid 220, 380 och 500 volts gårdsspänning. I bilaga 1 b visas motsvarande kostnadskurvor för trespänningssystem och lågspänningströskning vid olika ortsnätsaktionsradier och vid 1500, 3000 och 6000 volts ortsspänning. I bilaga 1 c och d slutligen framställles samma sak i fråga om trespänningssystem vid olika gårdsnätsaktionsradier och gårdsspänningarna 220 resp. 380 volt samt vid 1500 volts ortsspänning och 4 km ortsnätsradie. Samtliga diagram i bilaga 1 hänföra sig till 12 kW tröskmotoreffekt och 0.08 kW tröskeffekt pr ton säd.

De diagram över de sammanlagda anläggningskostnaderna för distributionsnätet, vilka erhållits på ovan angivet sätt, ha av utrymmesskäl icke medtagits vid publiceringen¹.

¹ Dessa diagram finnas i original vid Elektrifieringskommitténs tekniska byrå, varifrån kopior kunna rekvireras.

2. Bestämmande av den mest ekonomiska aktionsradien i Enköpingstrakten.

De här ovan omtalade diagrammen (se bil. 1) visa, att vid tvåspänningssystemet kostnadsminimum erhålles vid en viss gårdsnätsaktionsradie samt att vid trespänningssystemet kostnadsminimum erhålles för en viss kombination av gårdsnäts- och ortsnätsaktionsradier. Om motsvarande diagram uppritades även för årskostnaden, skulle ett liknande resultat erhållas. I Elektrifieringskommitténs meddelande nr 3, »Utredning angående lämpligheten av 380/220 volt för landsbygdsdistribution», ha dylika diagram över årskostnadernas variation med gårdsnätsaktionsradien visats, vad beträffar nät utförda enligt tvåspänningssystem och med lågspänningströskning. Resultatet därvid visade, att vid nämnda distributionssystem den gårdsnätsaktionsradie, som lämnar minimum av årskostnad, är något större (ca 100 à 200 m.) än den radie, som lämnar minimum av anläggningskostnad.

Skillnaden mellan »årskostnadsradien» och »anläggningskostnadsradien» betingas till en del av, att stegringen av de vid ökad radie ökade kostnaderna övar mindre inflytande å årskostnaderna än å anläggningskostnaderna, enär dessa kostnader till en relativt stor del utgöras av kopparkostnader, vars årliga amortering är låg jämförd med övriga delars. Skillnaden mellan årskostnadsradien och anläggningskostnadsradien blir på denna grund större ju större del av de stigande kostnaderna, som är avhängig av den använda kopparmängden. Densamma är därför större vid lågspänningströskning, enär vid detta system koppar i större myckenhet ingår i gårdsledningarna än vid högspänningströskning. (Se bilaga 1 a och c, gårdsnätskurvorna, jämförda med motsvarande i bilaga 1 d.) En jämförelse mellan tvåspänningssystemet och trespänningssystemet ger vid handen, att kostnaden för de anläggningsdelar, som vid minskad gårdsnätsaktionsradie förorsaka stegring av totalkostnaden, till mindre del bestå av koppar- och till större del av stolp- och transformator-kostnader vid tvåspännings- än vid trespänningssystemet. (Se bilaga 1 a ortsstations- och bygdelinjekurvorna jämförda med motsvarande och ortsledningskurvan i bil. 1 c.) Följden av detta förhållande är, att skillnaden mellan årskostnadsradien och anläggningskostnadsradien vad beträffar gårdsnäten, är mindre vid trespännings- än vid tvåspänningssystemet. Då slutligen kostnaden för de anläggningsdelar, som förorsaka stegring av totalkostnaden vid ökad ortsnätsaktionsradie, bestå till mindre del av koppar- och till större del av stolpkostnader, än vad förhållandet är i fråga om motsvarande gårdsnätskostnader (se bilaga 1 a, gårdsledningskurvan, jämförd med ortsledningskurvan i bilaga 1 b), så framgår av vad ovan anförts, att skillnaden mellan »årskostnadsradien» och »anläggningskostnadsradien» är större vid tvåspänningssystemet än vid något av de för övrigt behandlade systemen.

Den skillnad, som eventuellt förefinnes, är således i de flesta fall mindre än den ovan omtalade skillnaden vid tvåspänningssystem. Då minima i fråga om årskostnaderna dessutom äro tämligen flacka, torde man med hänsyn till kapitalanskaffningsfrågan icke böra fästa större avseende vid ovannämnda skillnad, utan torde valet av aktionsradie kunna träffas enbart med hänsyn till kostnadsminima för anläggningskostnaderna.

De aktionsradier, som sålunda lämna det gynnsammaste ekonomiska resultatet, äro olika vid olika system och olika effektalternativ.

a. Gårdsnätsaktionsradien.

Vad aktionsradien för gårdsnäten beträffar, bestämmes minimipunktens läge bl. a. av följande faktorer.

1) Gårdsspänningen inverkar på sådant sätt, att den ekonomiska aktionsradien är större vid en högre gårdsspänning, enär de anläggningsdelar, för vilka

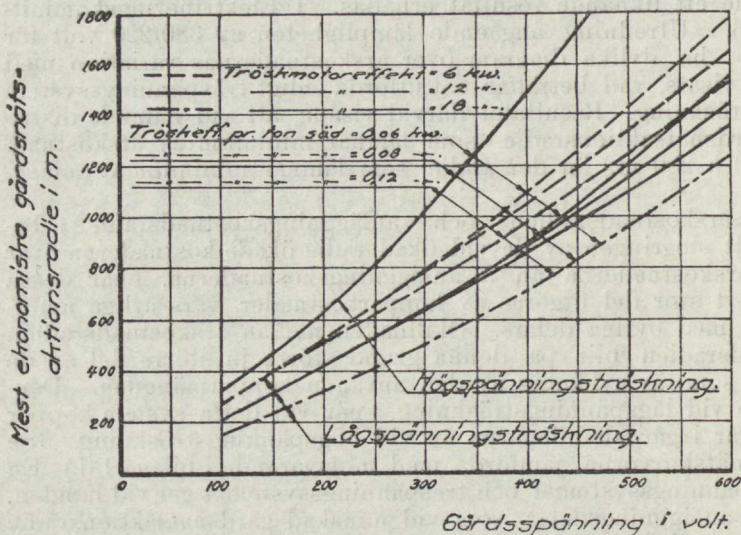


Fig. 12. Diagram över den mest ekonomiska gårdsnätsaktionsradien vid olika gårdsspänningar vid tvåspänningssystem (20 kV bygdespänning).

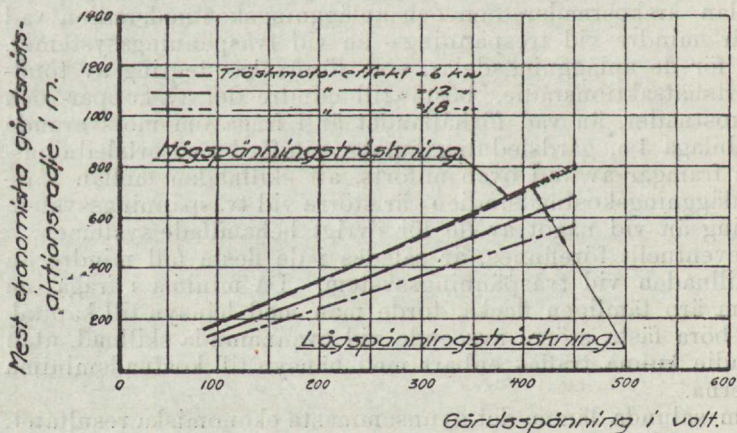


Fig. 13. Diagram över den mest ekonomiska gårdsnätsaktionsradien vid olika gårdsspänningar vid trespänningssystem (1,5 eller 3 kV ortsspänning).

vid ökad aktionsradie kostnaderna stiga (gårdsledningarna), äro relativt billigare vid en högre gårdsspänning än vid en lägre på grund av den mindre ledningsarean (jämför kurvorna å bilaga 1 a resp. 1 c). Detta förhållande belyses av fig. 12, vilken framställer den mest ekonomiska gårdsnätsaktionsradien som variabel av gårdsspänningen vid tvåspänningssystem (20 000 volts primär- eller bygdespänning). I diagrammet hava inlagts olika kurvor för olika alternativ i fråga om tröskmotorstorlek och tröskeffekt per ton säd.

I fig. 13 visas samma förhållande vid trespänningssystem (3 000 eller 1 500 volts primär- eller ortsspänning).

2) Primärspänningen, d. v. s. bygdespänningen vid tvåspänningssystem och ortsspänningen vid trespänningssystem, övar inflytande å den mest ekonomiska aktionsradien på sådant sätt, att den senare är större ju högre primärspän-

ningen är. Detta förhållande föranledes av, att de anläggningsdelar, för vilka en ökning av aktionsradien medför en sänkning av kostnaderna (bygdelinjer och ortstationer vid tvåspänningssystem och ortsnät vid trespänningssystem), äro dyrare vid en högre primärspänning än vid en lägre på grund av de högre isolationskostnaderna (jämför bilaga 1 a med 1 c). Nedanstående diagram fig. 14 utgör en grafisk framställning av

den mest ekonomiska gårdsnätsaktionsradiens beroende av primärspänningen vid systemet lågspänningströskning. Kurvor äro inritade dels för de tre gårdsspänningarna 220, 380 och 500 volt, dels för de tre alternativa tröskmotoreffekterna 6, 12 och 18 kW.

Primärspänningens inverkan å den mest ekonomiska gårdsnätsaktionsradien vid systemet högspänningströskning framställes av fig. 15, där kurvor inritats för gårdsspänningarna 220 och 380 volt. Tröskmotoreffekten utövar vid detta system intet inflytande å aktionsradien.

3) *Tröskmotoreffekten* inverkar på sådant sätt, att vid lågspänningströskning den mest ekonomiska aktionsradien blir större för en lägre tröskmotoreffekt, genom att en mindre ledningsarea därvid erfordras. En höjning av tröskmotoreffekten verkar i detta avseende i samma riktning som en sänkning av gårdsspänningen. Däremot bliva vid ökad tröskmotoreffekt ortstransformatorerna större, och alltså ortstationerna något dyrbarare; vilket bidrager till ökning av den ekonomiska aktionsradien. Denna inverkan är dock mindre betydande än den förstnämnda, varför resul-

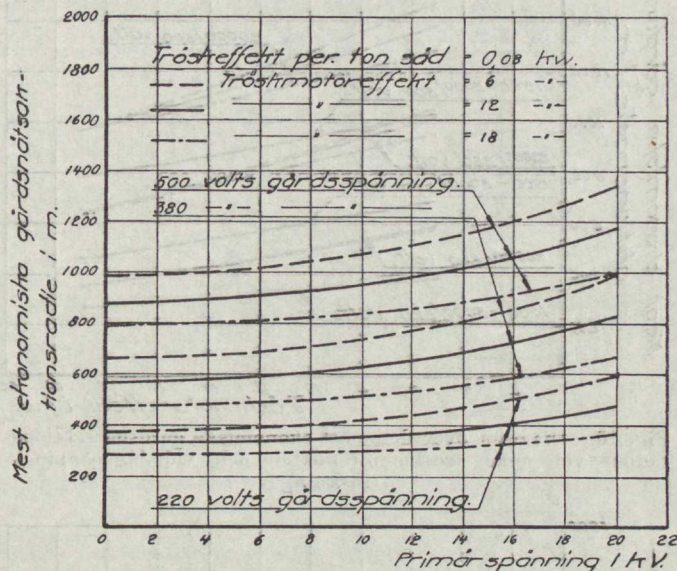


Fig. 14. Diagram över den mest ekonomiska gårdsnätsaktionsradien vid olika primärspänning (bygde- eller ortsspänning) och vid lågspänningströskning.

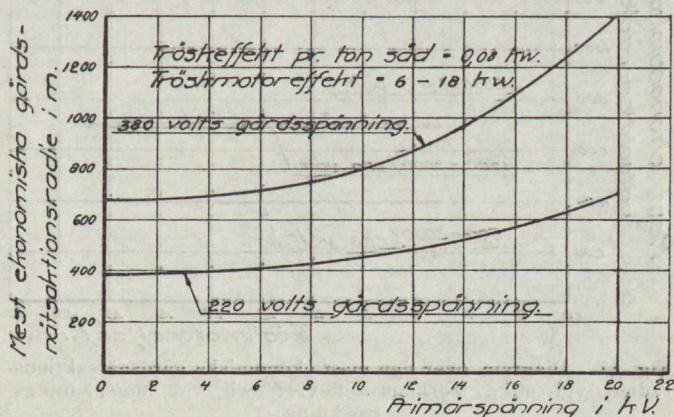


Fig. 15. Diagram över den mest ekonomiska gårdsnätsaktionsradien vid olika primärspänning (bygde- eller ortsspänning) och vid högspänningströskning.

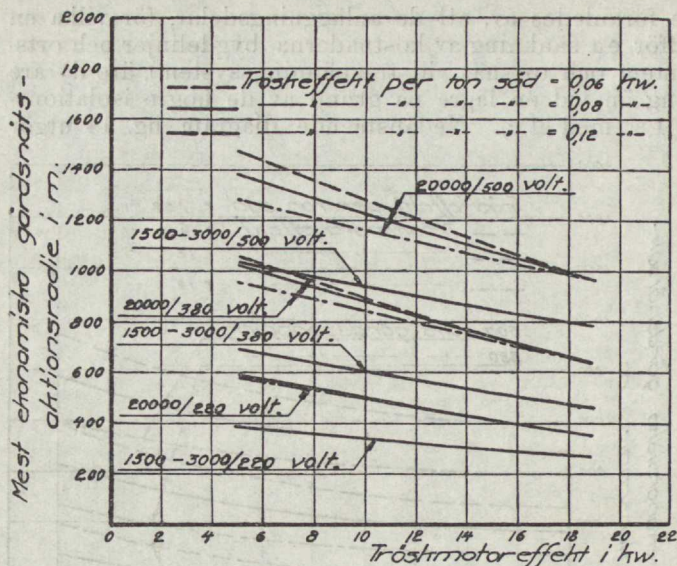


Fig. 16. Diagram över den mest ekonomiska gårdsnätsaktionsradien vid olika tröskmotoreffekter och vid lågspänningströskning.

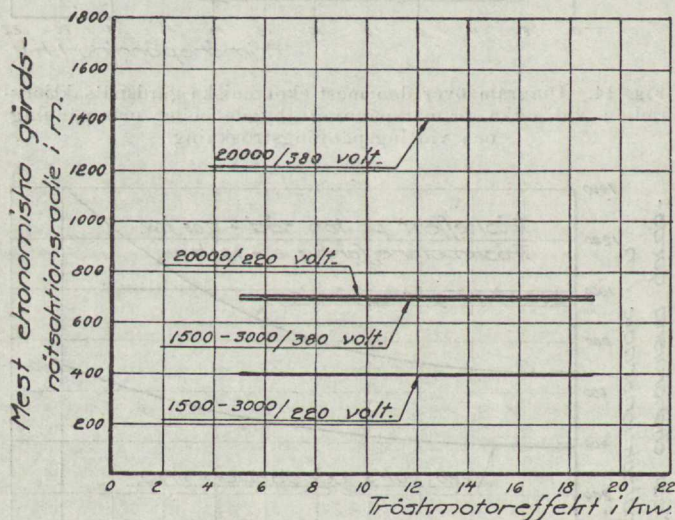


Fig. 17. Diagram över den mest ekonomiska gårdsnätsaktionsradien vid olika tröskmotoreffekter och vid högspänningströskning.

tatet blir en minskning av radien vid en ökning av tröskmotoreffekten. Detta förhållande gör sig emellertid, som ovan antytts, gällande endast vid lågspänningströskning, eftersom gårdsnäten vid högspänningströskning ej äro influerade av tröskmotordriften. Vid högspänningströskning borde småmotoranslutningens storlek utöva ett motsvarande inflytande å den mest ekonomiska gårdsnätsaktionsradien; emellertid är i regel småmotoreffekten så låg, att den minsta tillåtna ledningsarean knappast kan utnyttjas, förrän den mot minimikostnad svarande aktionsradien redan överskridits. I allmänhet är därför minimipunktens läge oberoende av småmotoranslutningens storlek, detta är fallet i Enköpingstrakten.

Den mest ekonomiska gårdsnätsaktionsradiens beroende av tröskmotoreffekten vid olika spänningskombinationer visas grafiskt av diagrammen i fig. 16 och 17, av vilka den förstnämnda visar förhållandena vid systemet lågspänningströskning och den sistnämnda vid systemet högspänningströskning.

4) Effektransoneringen, vilken kan uttryckas i tröskeffekt pr ton säd, inverkar därigenom, att ju större denna tröskeffekt

är, ju flera tröskmotorer måste samtidigt vara i drift, om tröskmotorernas storlek ej ändras. Vid en viss grad av ransonering och vid en viss utsträckning av

gårdsnäten bliva de enskilda gårdslinjerna belastade med mera än ett tröskverk samtidigt. Sedan denna punkt överskridits, verkar sålunda en ökning av trösk-effekten pr ton säd i samma riktning som en ökning av tröskmotoreffekten. Innan denna punkt uppnåtts, röner emellertid minimipunktens läge inverkan av effektransoneringen endast i så måtto, att ortsstationerna bliva något dyrbarare och alltså minimipunkten obetydligt framflyttad vid ökning av trösk-effekten. Om varje ortsstations område svarar mot ett trösklags område eller än mindre, blir dock den ekonomiska aktionsradien oförändrad vid ändrad ransonering. Då mera än ett tröskverk pr gårdslinje endast behöver förekomma vid mycket stora gårds-nätsradier (oftast större än den mest ekonomiska), är effektransoneringens in-flytande på minimipunktens läge i praktiken mycket obetydligt.

b. Ortsnätsaktionsradien.

Vad beträffar aktionsradien för ortsnät, bestämmes minimipunktens läge av enahanda faktorer, som ovan omtalats i samband med gårdsnätsaktionsradien. Dessa faktorer äro följande:

1) *Ortsspänningen*, i det att en höjning av denna möjliggör en sänkning av ledningsarean, så att kostnaderna för ortslinjerna bliva lägre. Då dessa kostnader stiga vid ökad aktionsradie, flyttas minimipunkten framåt vid höjd ortsspänning (se bilaga 1 b). Den samtidigt ökade isolationskostnadens inverkan är (vid de behandlade spänningsalternativen) så liten, att densamma blir märkbar endast vid mycket korta aktionsradier, innan minimipunkten är uppnådd. En grafisk framställning av den mest ekonomiska ortsnätsaktionsradiens beroende av ortsspänningen lämnas i fig. 18, där kurvor för såväl lågspännings- som högspänningströskning inritats; för vart och ett av dessa alternativa system visar figuren ortsnätsaktionsradiens förändring med ortsspänningen vid de tre alternativa tröskmotoreffekterna 6, 12 och 18 kW, vid systemet lågspänningströskning dessutom vid 220 och 380 volts gårdsspänning. Samtliga kurvor i fig. 18 hänföra sig till 20 kV bygdespänning och en tröskeffekt pr ton säd av 0.08 kW.

2) *Primärspänningen*, d. v. s. bygdespänningen, inverkar å isolationskostnaderna för bygdelinjer och bygdestationer på sådant sätt, att dessa anläggningsdelar bliva dyrare vid en högre bygdespänning. Därav förorsakas en framflyttning av minimipunktens läge vid ökad bygdespänning. Samtidigt kunde ledningsmaterialet i bygdelinjerna eventuellt minskas, vilket borde verka i motsatt riktning. Emellertid måste man utgå från, att bygdelinjernas utsträckning är större vid högre bygdespänning, vilket motverkar tendensen att minska ledningsarean. Dessutom, vilket torde vara den viktigare omständigheten, bestämmes bygdelinjernas ledningsarea oftast av andra och större belastningar än landsbygdens, t. ex. industri, städer o. dyl., varjämte oftast bygdespänningen torde bliva avpassad med hänsyn till dessa, på sådant sätt att en tämligen liten ledningarea kan användas. Någon hänsyn till inverkan på ortsnätsradien av en sänkning av bygdelinjernas ledningsarea bör på grund härav ej tagas. En höjning av bygdespänningen kommer därför att öka den ekonomiska ortsnätsaktionsradien (se bilaga 1 e). Primärspänningens, d. v. s. bygdespänningens, inverkan å den mest ekonomiska ortsnätsaktionsradien visas grafiskt av diagrammet i fig. 19 för såväl lågspännings- som högspänningströskning samt för spänningskombinationerna 500/220, 1500/220, 3000/220 och 6000/220 volt. I diagrammet äro för vart och ett av

dessa alternativ kurvor inlagda för 6, 12 och 18 kW tröskmotoreffekt. Samtliga kurvor hänföra sig till en tröskeffekt pr ton säd 0,08 kW.

3) Tröskmotoreffekten, övar inflytande å ortsnätsradien i samma riktning, som ovan angivits beträffande gårdsnätsradien. Vad där anförts om gårdslinjer och ortsstationer gäller i fråga om ortsnäten för ortslinjer och bydestationer. Dock

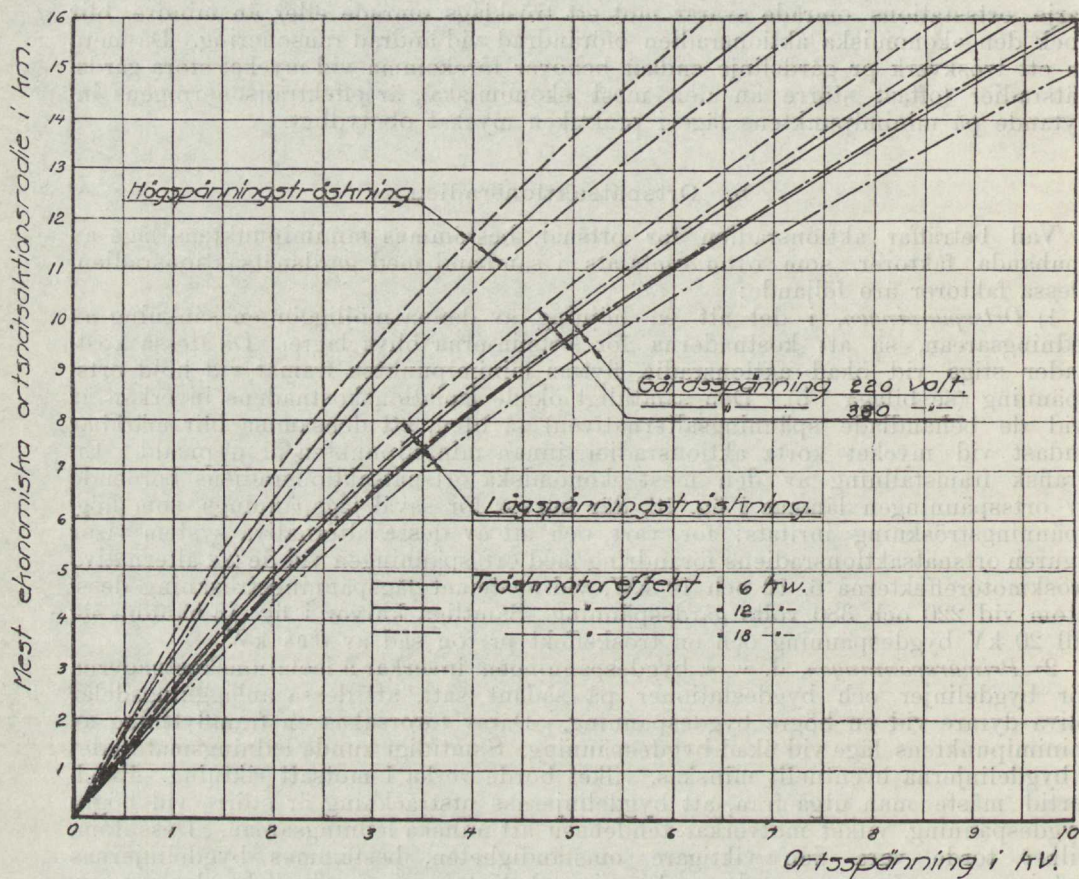


Fig. 18. Diagram över den mest ekonomiska ortsnätsaktionsradien vid olika ortsspänning och vid 20 kV bydestspänning.

är tröskmotoreffektens inflytande å ortslinjernas ledningsarea mindre än å gårdslinjernas, enär alltid den förra måste dimensioneras för flera än en tröskmotor. Vid samma ransonering bör därför teoretiskt sett, anslutningsvärdet pr ortslinje bliva detsamma vid olika motoreffekter, enär en minskning av motoreffekten föranleder en motsvarande ökning av antalet trösklag (eller motorer). Emellertid erhålles vid ett större antal mindre motorer något gynnsammare utjämning och alltså något mindre maximalbelastning och ledningsarea än vid ett mindre antal

större motorer. Förhållandet åskådliggöres grafiskt av diagrammet i fig. 19, där kurvor inritats för 20 kV bygdespänning och i övrigt samma alternativa spännings-

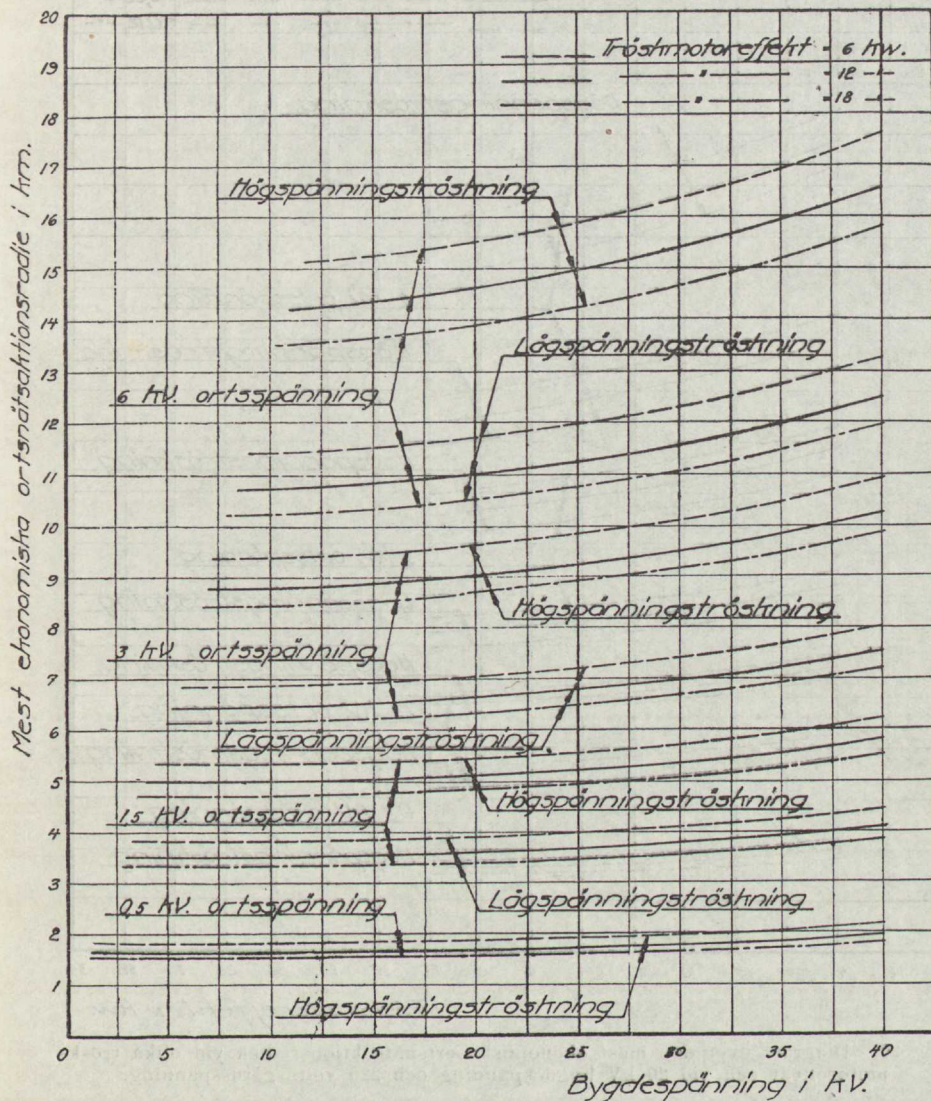


Fig. 19. Diagram över den mest ekonomiska ortsnätsaktionsradien vid olika bygdespänning och vid 220 volts gårdsspänning samt en tröskeffekt pr ton säd av 0.08 kW.

kombinationer som i fig. 18. Olika kurvor angiva den mest ekonomiska ortsnätsaktionsradien vid de tre tröskeffekterna 0.06, 0.08 och 0.12 kW pr ton säd.

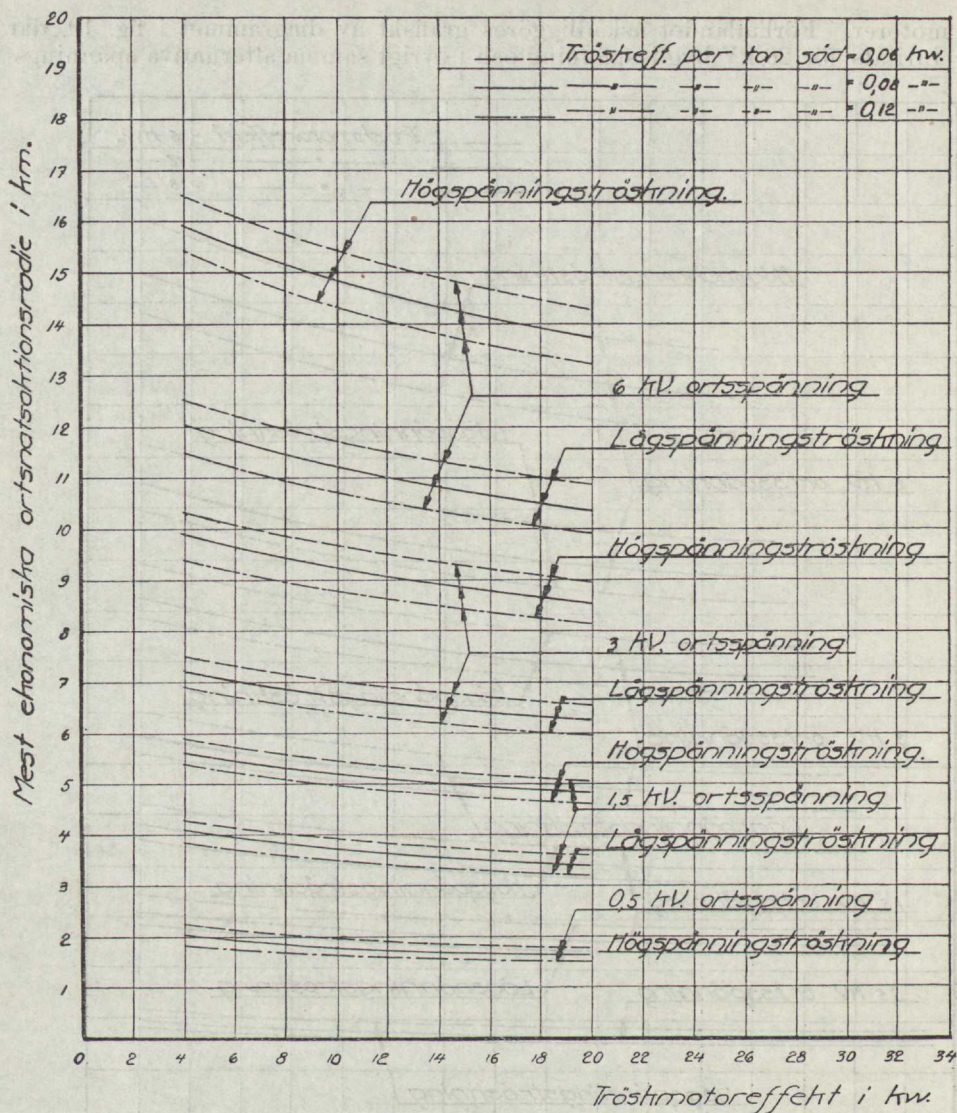


Fig. 20. Diagram över den mest ekonomiska ortsnätsaktionsradie vid olika tröstmotoreffekt och vid 20 kV bygdespänning och 220 volts gärdsspänning.

4) *Effektransoneringen* inverkar i fråga om ortsnäten på enahanda sätt som tröstmotoreffekten, så att en högre trösheffekt pr ton säd föranleder en något kortare ekonomisk aktionsradie. Detta förhållande framgår av kurvorna i fig. 20

3. Den mest ekonomiska aktionsradien i bygd av olika karaktär.

a. Förutsättningar för beräkningarna.

De härovan i diagrammen fig. 12—20 angivna värdena å den mest ekonomiska aktionsradien för gårds- resp. ortsnät gälla, som förut omtalats, för ett speciellt område nämligen Enköpingstrakten, men kunna givetvis utan märkbart fel anses giltiga även för andra områden av samma eller likartad beskaffenhet. Däremot har man anledning antaga, att desamma icke oförändrade kunna tillämpas för trakter med helt annan karaktär. På grund härav har den mest ekonomiska aktionsradiens storlek beräknats även för ett par andra områden, vilkas allmänna egenskaper synas i väsentliga delar skilja sig från Enköpingstraktens. Dessa områden äro dels ett stycke av Skåneslätten söder om Malmö, vilket i det följande kallats »Vällingeorten», dels ett norrländskt floddalsområde (Ångermanälvens floddal omkring Sollefteå) i det följande kallat »Sollefteåtrakten». Den inom dessa områden befintliga bygdens egenskaper samt vid beräkningarna antagna värden å anslutning o. dyl. framgå av följande tabell, där motsvarande siffror för Enköpingstrakten medtagits för jämförelse.

| Specifikation | Beteckning | Vällingeorten | Enköpingstrakten | Sollefteåtrakten |
|--|----------------------------------|---------------|-----------------------|------------------|
| Total landareal | A | 17 960 hektar | 121 100 hektar | — ¹ |
| » odlad areal | A ₀ | 15 940 » | 57 610 » | 7 040 hektar |
| Odlingsgrad | $\left\{ \frac{A_0}{A} \right\}$ | 88·8 % | 47·5 % | — |
| Antal tröskande gårdar | G | 630 st. | 2 120 st. | 784 st. |
| Genomsnittlig gårdsstorlek | $\left\{ \frac{A_0}{G} \right\}$ | 24 hektar | 27 hektar | 9 hektar |
| Skörd av tröskesäd pr hektar totalt odlad jord | — | 1·1 ton | 0·6 ton | 0·6 ton |
| Gårdsfördelningsklass ² | — | I | IV | IV |
| Gårdsfördelningskonstant ² | — | 1·3 | 1·0 | 1·0 |
| Genomsnittlig tröskmotoreffekt | — | 16 kW | 6·12 o. 18 kW | 6 kW |
| Tröskeffekt pr ton säd | — | 0·06 kW | 0·06, 0·08 o. 0·12 kW | 0·08 kW |
| Småmotoreffekt pr gård | — | 2×1·5 kW | 2·3 kW | 1·0 kW |
| Antal småmotorer pr gård | — | 2 st. | 1 st. | 1 st. |
| Antal lägenheter med enbart belysning | — | 1 430 st. | 1 000 st. | 950 st. |
| Antal lampor pr lägenhet | — | 10 st. | 10 st. | 5 st. |

¹ Detta område utgöres av en smal remsa odlad bygd å ömse sidor av älven omgiven av stora viddar obygd. Den totala landarealen och sålunda även odlingsgraden kan därför ej uppgivas.

² Betydelsen härav se Elektrifieringskommitténs meddelande 4.

Även för Vällingeorten och Sollefteåtrakten har den mest ekonomiska aktionsradien beräknats genom att diagram över anläggningskostnadernas variation med aktionsradien uppritats, alltså samma metod som använts för Enköpingstrakten. En jämförelse mellan de mest ekonomiska aktionsradierna för tvenne olika områden bör baseras på samma antaganden om tröskmotoreffekt o. dyl. De för Vällingeorten beräknade siffrorna, som hänföra sig till 16 kW tröskmotoreffekt och 0·06 kW tröskeffekt pr ton säd, böra alltså jämföras med mot-

svarande siffror för Enköpingstrakten; för Sollefteåtrakten har tröskmotoreffekten antagits till 6 kW och tröskeffekten pr ton säd till 0,08 kW, och böra alltså de beräknade radierna jämföras med de för sistnämnda effekter för Enköpingstrakten gällande. I följande tabeller, där de för alla tre områdena erhållna värdena å den mest ekonomiska aktionsradien finnas sammanställda, anges därför för Enköpingstrakten dylika värden för bägge de nämnda effektalternativen.

b. Gårdsnätsaktionsradien.

Den mest ekonomiska gårdsnätsaktionsradien anges för olika alternativa distributionssystem i följande tabell.

| Tröskningsalternativ | Primärspänning (bygde- resp. ortsspänning) | Gårds- spänning | Mest ekonomiska gårdsnäts- aktionsradie | | | |
|-----------------------------|--|-----------------|--|---|--------------------|---------|
| | | | Vällinge- orten | Enköpings- trakten | Sollefteå- trakten | |
| | | | 16 kW trösk- motoreffekt 0,06 kW trösk- effekt pr ton | 6 kW trösk- motoreffekt 0,08 kW trösk- effekt pr ton | | |
| Lågspänningströskning | 20 000 volt | 220 volt | 380 m. | 400 m. | 580 m. | 570 m. |
| " | " | 380 " | 680 " | 700 " | 1 000 " | 1 000 " |
| " | " | 500 " | 970 " | 1 050 " | 1 350 " | 1 300 " |
| " | 3 000 volt | 220 " | 300 " | 290 " | 370 " | 400 " |
| " | " | 380 " | 500 " | 510 " | 670 " | 700 " |
| Högspänningströskning..... | 20 000 volt | 220 " | 700 " | 700 " | 700 " | — |
| " | " | 380 " | 1 400 " | 1 400 " | 1 400 " | — |
| " | 3 000 volt | 220 " | 650 " | 400 " | 400 " | 900 m. |
| " | " | 380 " | 1 100 " | 690 " | 690 " | — |

Av förestående tabell visas, att avvikelserna mellan de för resp. områden beräknade värdena vid alternativet lågspänningströskning äro tämligen obetydliga. Detta förhållande överensstämmer också med det resultat, vartill man genom ett teoretiskt resonemang kan komma. I regel behöver nämligen vid lågspänningströskning ej mera än en tröskverksmotor anslutas samtidigt till varje gårdsledning, när gårdsantalet pr sådan ledning mycket sällan är större än gårdsantalet pr trösklag. Gårdsledningarnas dimensioner bliva därför så gott som alltid bestämda endast av tröskmotorns storlek och ej av antalet vid ledningen belägna gårdar (d. v. s. av bygdens täthet). Det är därför naturligt, att man även inom områden av relativt olika beskaffenhet skall erhålla ungefär samma värde å den mest ekonomiska gårdsnätsaktionsradien vid alternativet lågspänningströskning. Det torde oftast av hänsyn till praktiska skäl vara lämpligt att använda en så stor gårdsnätsradie som möjligt. Därigenom vinnes nämligen bland annat större möjligheter ifråga om anslutning av i en framtid tillkommande konsumenter, bättre driftförhållanden, mindre tomgångsförluster resp. tomgångsströmmar i ortstransformatorerna m. m. Av dylika skäl torde det därför vara lämpligt att i praktiken använda något större aktionsradie än den mest

ekonomiska. I anslutning till det anförda kunna därför de i följande tabell sammanställda värdena å den lämpliga aktionsradien för gårdsnät vid lågspänningströskning kunna betraktas som normalvärden gällande även för trakter av olika beskaffenhet.

| Primärspänning (bygd- resp. ortspänning) | Lämplig aktionsradie för gårdsnät vid lågspänningströskning och vid en gårdsspänning av | | | | | | | | |
|--|--|--------|--------|----------|-------|--------|----------|----------|----------|
| | 220 volt | | | 380 volt | | | 500 volt | | |
| | samt vid en tröskmotoreffekt av | | | | | | | | |
| | 6 kW | 12 kW | 18 kW | 6 kW | 12 kW | 18 kW | 6 kW | 12 kW | 18 kW |
| 20 000 volt..... | 600 m. | 500 m. | 400 m. | 1 000 m. | 850 m | 700 m. | 1 400 m. | 1 200 m. | 1 000 m. |
| 10 000 » | 450 » | 400 » | 350 » | 800 » | 700 » | 600 » | 1 200 » | 1 000 » | 800 » |
| 3 000 och 1 500 volt..... | 400 » | 350 » | 300 » | 700 » | 600 » | 500 » | — | — | — |

Vid alternativet högspänningströskning bliva gårdsledningarnas dimensioner beroende icke blott av den genomsnittliga motorstorleken (för småmotorer) utan även av antalet anslutna motorer eller gårdar. Man kan därför antaga, att den mest ekonomiska aktionsradien i en bygd, där gårdsantal och motorstorlek äro små, skall bliva större än i en bygd, där stora motorer användas, och många gårdar bliva anslutna till varje gårdsledning. Emellertid äro kostnadskurvorna vid detta alternativ mycket flacka och minimipunktens läge därför svårt att fastställa med den använda grafiska metoden. Också synas de avvikelser mellan de beräknade värdena, som angivas i tabellen å sid. 78, icke stå i samband med bygdens större eller mindre täthet, utan torde ha uppkommit av andra orsaker. De för Enköpingstrakten beräknade värdena (vid 3 000 volt, trespänningssystem) äro betydligt lägre än för de båda övriga områdena. Då man har allt skäl att vänta, att man vid högspänningströskning skall erhålla ett större värde å den mest ekonomiska gårdsnätsaktionsradien än vid lågspänningströskning, men man för Enköpingstrakten likväl erhållit nära nog samma radie (c:a 400 m. vid 220 volt och c:a 700 m. vid 380 volt för såväl högspänningströskning som lågspänningströskning vid 6 kW tröskmotoreffekt), torde man kunna antaga, att de för Enköpingstrakten framkomna siffrorna för alternativet högspänningströskning äro onormalt små.

För bedömande av den mest ekonomiska gårdsnätsaktionsradiens storlek kan en annan metod tillgripas än den ovan beskrivna grafiska, vilken, som redan framhållits, på grund av kostnadskurvornas flackhet är svår att använda för alternativet högspänningströskning. De gjorda beräkningarna för Enköpingstrakten, Vällingeorten och Sollefteåtrakten giva vid handen, att kostnadsminimum erhålles i närheten av den aktionsradie, där gårdsledningarnas genomsnittliga koppararea måste ökas över 6 mm². Denna punkt är givetvis beroende av belastningens storlek pr gårdsledning och varierar således med antalet anslutna gårdar pr gårdsledning samt motorstorleken. Man kan med tillhjälp av gjorda undersökningar av ett flertal områden uppställa en ungefärlig norm för dessa faktorer i bygd av olika slag på följande sätt.

| Gårdsnäts- aktions- radie | Gles bygd med små motorer (typ I) | | | | Bygd av genomsnittstyp (typ II) | | | | Tät bygd med stora motorer (typ III) | | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---|-----------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| | Småmotoreffekt pr gård i genomsnitt | Antal gårdar pr ortsstation | Antal gårdaledningar pr ortsstation | Anslutningsvärde pr gårdsledning | Småmotoreffekt pr gård i genomsnitt | Antal gårdar pr ortsstation | Antal gårdaledningar pr ortsstation | Anslutningsvärde pr gårdsledning | Småmotoreffekt pr gård i genomsnitt | Antal gårdar pr ortsstation | Antal gårdaledningar pr ortsstation | Anslutningsvärde pr gårdsledning |
| 450 m. | 1 kW | 2 st. | 2 st. | 1 kW | 1.5 kW | 4 st. | 3 st. | 2 kW | 2 kW | 6 st. | 4 st. | 3 kW |
| 600 " | 1 " " | 3.5 " " | 3 " " | 1.2 " " | 1.5 " " | 5.5 " " | 3 " " | 2.7 " " | 2 " " | 7.5 " " | 4 " " | 3.7 " " |
| 800 " | 1 " " | 5 " " | 3 " " | 1.7 " " | 1.5 " " | 7.5 " " | 3.5 " " | 3.3 " " | 2 " " | 11 " " | 4.5 " " | 4.9 " " |
| 1 200 " | 1 " " | 9 " " | 3 " " | 2.9 " " | 1.5 " " | 13 " " | 3.5 " " | 5.4 " " | 2 " " | 18 " " | 4.5 " " | 7.9 " " |
| 2 000 " | 1 " " | 20 " " | 3 " " | 7 " " | 1.5 " " | 30 " " | 4 " " | 11.5 " " | 2 " " | 45 " " | 5 " " | 18 " " |

Vidare kan med tillhjälp av formel nr 3 i Elektrifieringskommitténs meddelande 4 den aktionsradie beräknas, vid vilken den för ett visst anslutningsvärde i genomsnitt erforderliga ledningsarean uppgår till jämnt 6 mm². Resultatet av denna beräkning, som utförts med alternativa antaganden angående den genomsnittliga småmotoreffekten pr gård (1, 1.5 resp. 2 kW i överensstämmelse med förestående norm för olika slag av bygd) har åskådliggjorts grafiskt genom dia-

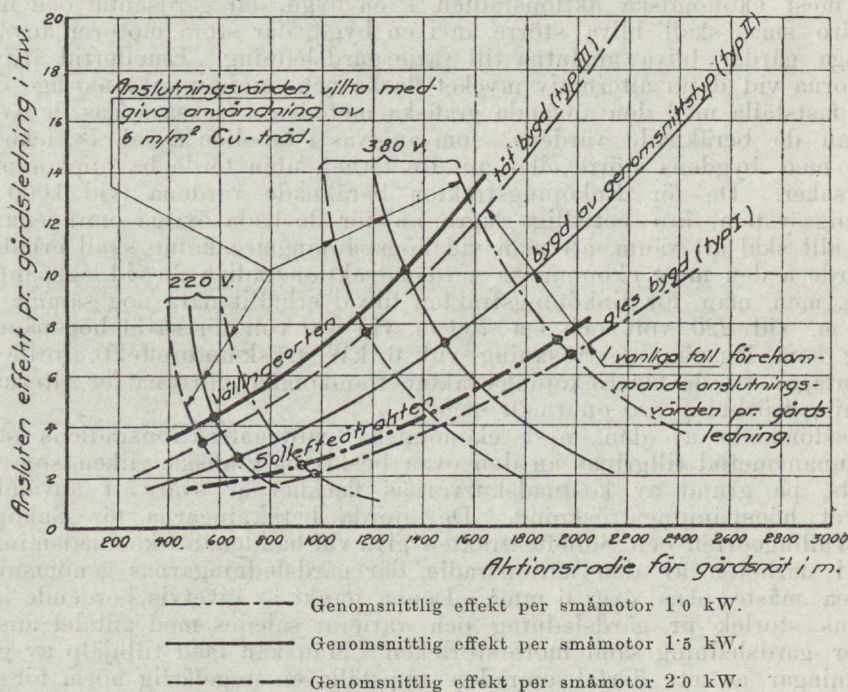


Fig. 21. Diagram utvisande sambandet mellan aktionsradien för gårdsnät vid högspänningströskning och anslutningsvärdet pr gårdsledning.

grammet i fig. 21. I detta diagram hava kurvor inritats för en gårdsspänning av dels 220 volt dels 380 volt samt för en småmotoreffekt av 1, 1.5 och 2 kW. Kurvorna framställa sambandet mellan anslutningsvärde pr gårdsledning och den aktionsradie, som medger 6 mm² Cu-tråd. I samma diagram äro vidare inritade de kurvor, vilka framställa ovan uppställda norm för det i bygd av olika slag vanligen förekommande anslutningsvärdet pr gårdsledning. Dessutom hava för kontrollering av de förut genom grafisk metod beräknade aktionsradierna för Vällingeorten och Sollefteåtrakten inritats kurvor, utvisande anslutningens storlek pr gårdsledning i dessa områden, där motorstorleken är 1.5 resp. 1 kW. Skärningspunkterna mellan kurvorna av resp. kategorier angiva den radie, till vilken gårdsnäten kunna utsträckas i bygd av de angivna slagen, utan att den vid 10 % spänningsfall erforderliga ledningsarean överstiger 6 mm² Cu-tråd, vilken enligt vad ovan anförts, i stort sett motsvarar den mest ekonomiska aktionsradien. Av fig. 21 kunna alltså följande värden å sistnämnda radie utläsas.

| Slag av bygd | | Mest ekonomiska aktionsradie för gårdsnät vid högspänningströskning vid en gårdsspänning av | |
|---------------------------------------|-----------------------------|---|----------|
| | | 220 volt | 380 volt |
| Vällingeorten | { Enl. tab. å sid. 78 | 650 m. | 1 100 m. |
| | { " fig. 21 | 580 " | 1 320 " |
| Sollefteåtrakten | { Enl. tab. å sid. 78 | 900 " | ? |
| | { " fig. 21 | 920 " | 1 920 " |
| Tät bygd (typ III) | | 530 " | 1 170 " |
| Bygd av genomsnittstyp (typ II) | | 670 " | 1 480 " |
| Gles bygd (typ I) | | 970 " | 1 980 " |

Överensstämmelsen mellan de för Vällingeorten och Sollefteåtrakten på olika sätt beräknade värdena är tämligen god. Man torde därför kunna med ledning av fig. 21 uppställa följande norm för lämpliga aktionsradier för gårdsnät vid alternativet högspänningströskning.

| Primärspänning | Lämplig aktionsradie för gårdsnät vid högspänningströskning och vid en gårdsspänning av | | | | | |
|--------------------------------|---|---------------------|----------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| | 220 volt | | | 380 volt | | |
| | samt i bygd vars beskaffenhet ungefär överensstämmer med | | | | | |
| | typ I ¹ | typ II ¹ | typ III ¹ | typ I ¹ | typ II ¹ | typ III ¹ |
| 20 000 volt ² | 1 200 m. | 800 m. | 650 m. | 2 400 m. | 1 700 m. | 1 400 m. |
| 10 000 " ² | 1 100 " | 750 " | 600 " | 2 200 " | 1 600 " | 1 300 " |
| 3 000 och 1 500 volt | 1 000 " | 700 " | 550 " | 2 000 " | 1 500 " | 1 200 " |

¹ Definitionen å resp. typer framgår av tabellen å sid. 80.

² Dessa alternativ äro ej att anse som standardmässiga, men hava dock medtagits för fullständighetens skull.

c. Ortsnätsaktionsradien.

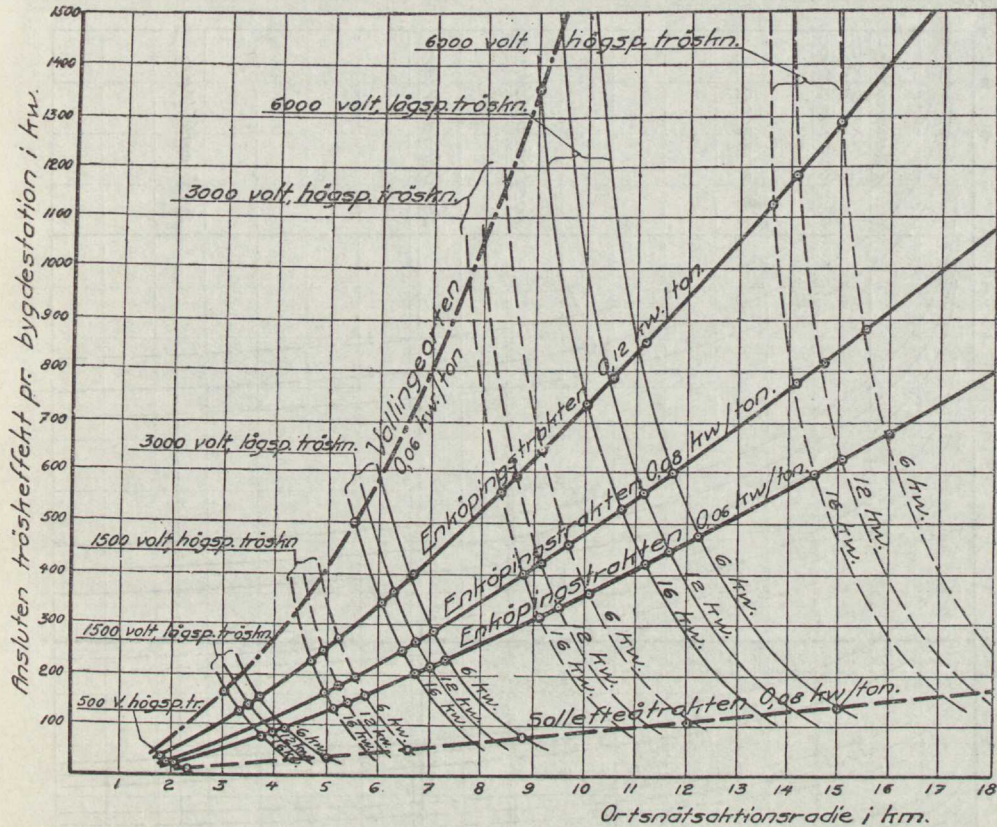
De för de tre behandlade områdena ur kostnadsdiagrammen erhållna värdena å den mest ekonomiska aktionsradien för ortsnät (vid 20 kV bygdespänning) hava sammanställts här nedan.

| Tröskningsalternativ | Spänningskombination | Mest ekonomiska aktionsradie för ortsnät vid 20 kV bygdespänning | | | |
|-----------------------------|----------------------|--|--|---|------------------|
| | | Vällingeorten | Enköpingstrakten | | Sollefteåtrakten |
| | | | 16 kW tröskmotor-effekt 0.06 kW trösk-effekt pr ton | 6 kW tröskmotor-effekt 0.06 kW trösk-effekt pr ton |  | 6 kW tröskmotor-effekt 0.08 kW trösk-effekt pr ton |
| Lågspänningströskning | 1 500/220 volt | 3.0 km. | 3.7 km. | 4.0 km. | 5.0 km. |
| | 1 500/380 » | ej beräkn. | 3.9 » | 4.2 » | 5.0 » |
| | 3 000/220 » | 5.5 km. | 6.7 » | 7.0 » | 9.0 » |
| | 3 000/380 » | ej beräkn. | 7.0 » | 7.3 » | 9.0 » |
| | 6 000/220 » | 9.0 km. ¹ | 10.6 » | 11.7 » | 15.0 » |
| | 6 000/380 » | ej beräkn. | 11.1 » | 12.2 » | 15.0 » |
| Högspänningströskning | 500/220 » | ej beräknade | 1.8 » | 1.9 » | 2.3 » |
| | 1 500/220 » | | 5.2 » | 5.5 » | 6.5 » |
| | 1 500/380 » | | 5.2 » | 5.5 » | 6.5 » |
| | 3 000/220 » | | 9.2 » | 9.6 » | 12.0 » |
| | 3 000/380 » | | 9.2 » | 9.6 » | 12.0 » |
| | 6 000/220 » | | 14.7 » | 15.5 » | ? |
| 6 000/380 » | 14.7 » | 15.5 » | ? | | |

¹ Vällingeortens utsträckning i radiell led är för liten för att medgiva beräkning av den mest ekonomiska aktionsradien vid 6 000 volt. Genom extrapolering av kostnadskurvoerna erhålles dock det ungefärliga värdet 9 km.

Den avvikelse, som enligt förestående tabell förefinnes mellan de olika områdena med avseende å den mest ekonomiska ortsnätsradien, beror av olikheter i belastningsförhållandena och äro av samma art som variationer av denna radie inom ett och samma område vid olika effektransonering (se fig. 20, där denna variation visas för Enköpingstrakten). I ett område, där effekten pr ortsledning är stor, erfordras nämligen en större ledningsarea än i ett område, där denna effekt är liten, vilket förorsakar en hastigare stigning av ortslinjekostnadskurvan vid ökning av ortsnätsradien. I en bygd med hög odlingsgrad som t. ex. Vällingeorten bör därför den mest ekonomiska ortsnätsradien vara kortare än i en glesare bygd med lägre odlingsgrad som t. ex. Enköpingstrakten eller i än högre grad Sollefteåtrakten. Sambandet mellan bygdens egenskaper i detta avseende

och den mest ekonomiska ortsnätsaktionsradien kan visas grafiskt, om kurvor uppritas över den anslutna tröskeffekten pr bygdestation vid olika ortsnätsaktionsradier. Sådana kurvor hava med grova linjer inritats i diagrammet fig. 22 för Vällingeorten, Enköpingstrakten och Sollefteåtrakten; därvid hava anslutningsvärdena antagits vara de, vilka svara mot en tröskeffekt pr ton säd av:



○ Beräknade värden å den mest ekonomiska ortsnätsaktionsradien.

Fig. 22. Diagram utvisande sambandet mellan aktionsradien för ortsnät och anslutningsvärdet pr bygdestation.

för Vällingeorten 0,06 kW, för Enköpingstrakten 0,06, 0,08 resp. 0,12 kW samt för Sollefteåtrakten 0,08 kW, alltså samma värden för vilka den mest ekonomiska ortsnätsaktionsradien beräknats. Å dessa kurvor äro i fig. 22 medelst punkter markerade de förut beräknade värdena å den mest ekonomiska ortsnätsaktionsradien för de olika alternativen ifråga om ortsnätsspänning (500, 1500, 3000 och 6000 volt) och tröskmotorstorlekar (6, 12 resp. 16 kW). Dessa punkter gruppera

sig på ett regelbundet sätt inom varje sådant alternativ, vilket visas av de sammanbindningslinjer (fina linjer), vilka inlagts mellan punkterna. Man kan i själva verket med tillhjälp av diagrammet i fig. 22 bestämma den mest ekonomiska ortsnätsaktionsradien för vilken bygd som helst, blott den anslutna tröskmotor-effekten pr bygdstation är bekant för några olika ortsnätsradier. Om nämligen

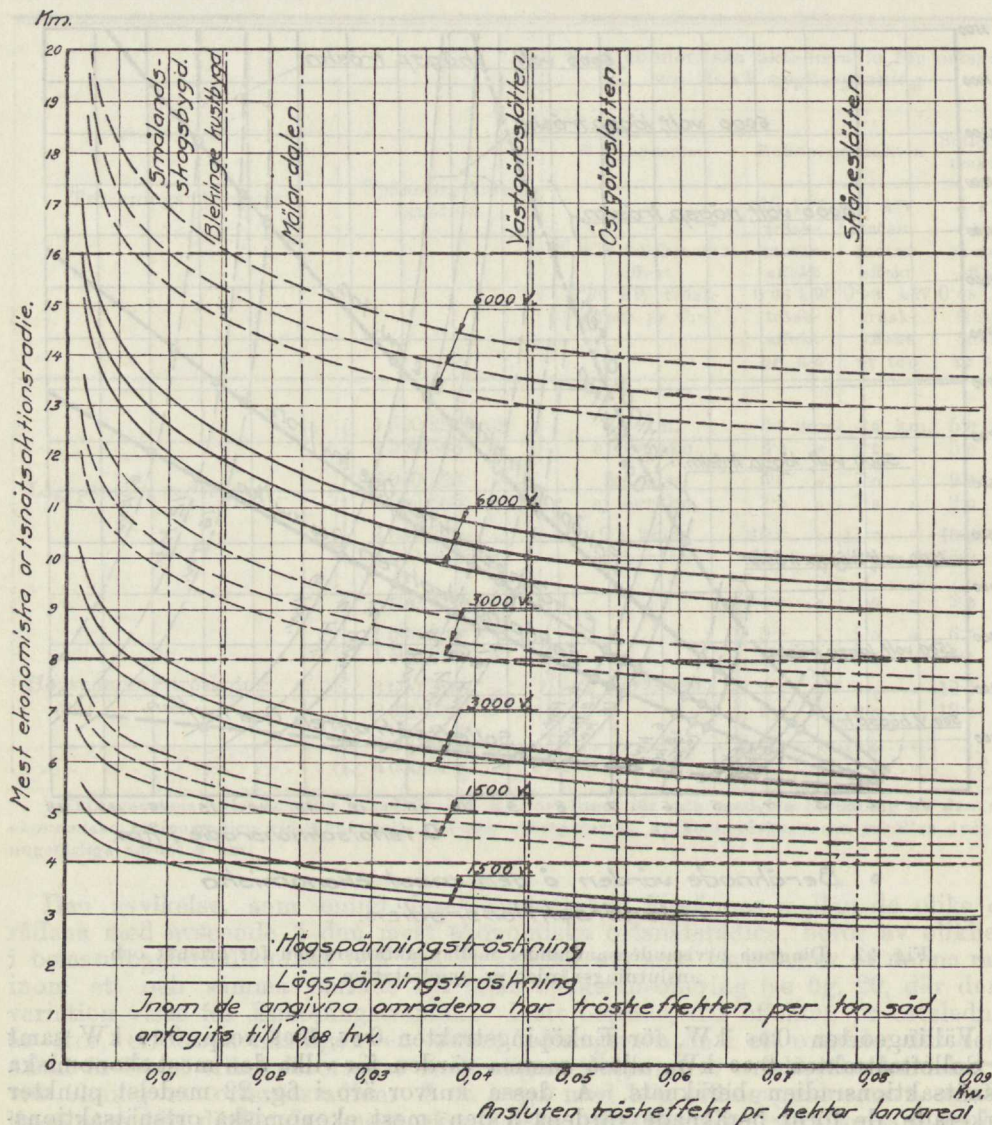


Fig. 23. Diagram utvisande den mest ekonomiska aktionsradien för ortsnät vid olika värden å den anslutna trösk effekten pr hektar total landareal.

anslutningskurvan inlägges i diagrammet, erhålles den mest ekonomiska ortsnätsaktionsradien genom att avläsa skärningspunkten mellan sistnämnda kurva och den »aktionsradiekurva» (de med fina linjer dragna kurvorna), som motsvarar den spänning, de tröskningsalternativ och den tröskmotorstorlek, man valt för området i fråga; är den sistnämnda en annan än 6, 12 eller 16 kW, kan en interpolering lätt göras. De kurvskaror, som i fig. 22 representera alternativen »lågspännings-» resp. »högspänningströskning», skilja sig från varandra endast på grund av de olika antaganden i fråga om spänningsfallet, som ligga till grund för de utförda beräkningarna. Spänningsfallet är som omtalats i avdelning B antaget till 6 % vid det förra och 15 % vid det senare alternativet. Om spänningsfallet antages till ett annat värde, kan den mest ekonomiska ortsnätsradien erhållas ur fig. 22 genom interpolering.

Det torde emellertid ej alltid vara möjligt att erhålla de för användande av diagrammet i fig. 22 nödvändiga uppgifterna om den anslutna tröskeffekten pr bygdstation. I stort sett motsvaras emellertid sistnämnda effekt av tröskeffekt pr hektar total landareal, vilken siffra alltid kan erhållas med tillhjälp av den officiella statistiken och de antaganden om tröskmotoranslutning, som alltid måste göras (beträffande den sistnämnda hänvisas till Elektrifieringskommitténs meddelande 5). Tröskeffekten pr hektar landareal har beräknats för de båda områdena, Enköpingstrakten och Vällingeorten, varefter diagrammet i fig. 23 uppgjorts med tillhjälp av fig. 22. I fig. 23 äro sålunda kurvor inritade, utvisande den mest ekonomiska ortsnätsradiens storlek vid olika tröskeffekt pr hektar landareal. Den sistnämnda siffran kan anses utgöra ett uttryck för bygdens beskaffenhet med hänsyn till de egenskaper, som tillsammans med ortsspänningen och tröskmotoreffekten och ransoneringsgraden inverka på den mest ekonomiska ortsnätsradiens storlek. Man kan sålunda ur fig. 23 bestämma den för ett visst fall mest ekonomiska ortsnätsradien. I följande tabell lämnas de därvid erforderliga siffrorna för några typiska områden.

| Områdets allmänna | Områdets belägenhet | Arealuppgifter | | | Odlingsgrad A_0/A_1 | Skörd av trösk-säd per hektar | | Erforderlig trösk-effekt vid ett speci-fikt an-slutnings-värde av 0'08 kW/ton i kW pr hektar A_1 kW |
|---------------------|---|------------------------|-------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------------|----------|---|
| | | Total land-areal A_1 | Odlad areal A_0 | Trösk-säds-areal A_{as} | | S/ A_s | S/ A_0 | |
| | | har | har | har | | % | ton |  | ton |
| Skånsk slättbygd . | Vällingeorten | 17 960 | 15 940 | 8 350 | 89 | 2'10 | 1'10 | 0'0780 |
| Västgötaslättbygd | Kvänums s:n, Skaraborgs län | 2 920 | 2 490 | 1 143 | 85 | 1'46 | 0'67 | 0'0457 |
| Östgötaslättbygd... | Västerlösa s:n, Östergötlands län | 3 064 | 2 583 | 1 333 | 84 | 1'56 | 0'80 | 0'0542 |
| Mälardalsbygd | Enköpingstrakten ... | 121 100 | 57 610 | 23 950 | 48 | 1'45 | 0'60 | 0'0230 |
| Blekinge kustbygd | Bräkne-Hoby s:n, Blekinge län | 17 285 | 3 601 | 1 897 | 21 | 1'76 | 0'92 | 0'0155 |
| Småländsk skogsbygd | Norra Sandsjö s:n, Jönköpings län ... | 15 172 | 2 602 | 1 306 | 17 | 1'48 | 0'74 | 0'0102 |

För ovan beskrivna områden äro i diagrammet fig. 23 inlagda vertikala linjer vid motsvarande värden å den anslutna tröskeffekten pr hektar landareal, vilka i viss mån kunna tjäna till ledning vid jämförelse med andra områden.

De hittills omtalade aktionsradierna för ortsnät hava blivit beräknade utslutande med hänsyn till landsbygdens borgerliga belastning, vilken kan anses vara tämligen jämnt fördelad över hela den med ortsnätet överdragna ytan. Emellertid anslutes ofta även den å landsbygden befintliga småindustrien till ortsledningarna.

I trakter med liten jordbruksbelastning (t. ex. bygd av det i fig. 23 som »smäländsk skogsbygd» betecknade slaget) erhåller den mest ekonomiska ortsnätsaktionsradien en sådan storlek, att eventuellt i periferien uppträdande industriella konsumenter endast med svårighet kunna anslutas. Det torde med hänsyn härtill vara lämpligt att i dylika trakter begränsa ortsnätens aktionsradie till ett lägre värde än de i fig. 23 angivna.

I nedanstående tabell angives överföringsförmågan hos ortsledningar vid de vanliga spänningarna och sådana ledningsareor, som kunna anses rimliga.

| Driftspänning | Aktionsradie | Effekt, som kan överföras till periferien vid en ledningsarea av | | | | | |
|------------------|--------------|--|-------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|
| | | 25 mm ² Cu | | 16 mm ² Cu | | 10 mm ² Cu | |
| | | och vid ett spänningsfall av | | | | | |
| | | 15 % | 10 % | 15 % | 10 % | 15 % | 10 % |
| 1 500 volt | 3 000 m. | 115 kW | 77 kW | 73 kW | 49 kW | 47 kW | 31 kW |
| | 4 000 " | 86 " | 58 " | 55 " | 37 " | 35 " | 23 " |
| | 5 000 " | 69 " | 46 " | 45 " | 30 " | 28 " | 19 " |
| 3 000 volt | 6 000 " | 230 " | 154 " | 146 " | 98 " | 93 " | 61 " |
| | 7 000 " | 198 " | 132 " | 120 " | 80 " | 75 " | 50 " |
| | 8 000 " | 172 " | 116 " | 110 " | 74 " | 69 " | 46 " |
| | 9 000 " | 154 " | 103 " | 99 " | 66 " | 61 " | 41 " |
| 6 000 volt | 12 000 " | 460 " | 308 " | 294 " | 196 " | 185 " | 123 " |
| | 14 000 " | 396 " | 264 " | 240 " | 160 " | 150 " | 100 " |
| | 16 000 " | 344 " | 232 " | 220 " | 148 " | 138 " | 92 " |
| | 18 000 " | 308 " | 206 " | 196 " | 131 " | 123 " | 82 " |

Det torde vara nödvändigt, att ortsnäten anordnas så, att större effektbelopp kunna överföras till periferien ju längre aktionsradien är, enär man vid stora aktionsradier har svårare att placera de få bygdestationerna i närheten av förefintliga större punktbelastningar. Ehuru en allmängiltig norm för ortsnätens anordnande med hänsyn till möjligheterna för industribelastning icke kan angivas, torde dock som ett önskemål kunna uppställas möjligheten att överföra: vid 1 500 volt c:a 50 kW, vid 3 000 volt c:a 75 kW och vid 6 000 volt c:a 150 kW. Samtidigt borde åtminstone vid längre överföringsavstånd ej grövre ledningsarea än 16 mm² Cu förekomma, under det att spänningsfallet i ortsledningar för konsumenter av detta slag ej borde överstiga c:a 10 %. Med ledning av ovanstående tabell synes man därför i trakter, där småindustribelastning förekommer eller kan väntas komma till stånd, böra begränsa ortsnätens aktionsradie till följande värden.

| Driftspänning | Lämpligt maximivärde för ortsnätens aktionsradie med hänsyn till småindustribelastning |
|---------------|--|
| 1 500 volt | c:a 4 000 m. |
| 3 000 " | " 8 000 " |
| 6 000 " | " 16 000 " |

Dessa maximivärden äro markerade i diagrammet fig. 23 medelst horisontella linjer. Man torde nu kunna angiva en för praktiskt bruk avsedd norm för den i regel lämpliga ortsnätsaktionsradien. Därvid borde hänsyn ej behöva tagas till den olikhet, som betingas av tröskmotorstorleken, enär densamma, som visas av fig. 23, är tämligen obetydlig (skillnaden mellan aktionsradierna för 6 kW och 16 kW tröskmotoreffekt är enligt fig. 23 endast c:a 10 %). Emellertid gäller som allmän regel, att i tät och väl uppodlad bygd stora tröskmotorer och i gles bygd små tröskmotorer användas, vilket bör komma till synes i den uppställda normen, i vilken aktionsradierna lämpligen böra angivas i runda tal. Denna erhåller därför följande utseende.

| Tröskningsalternativ | Orts- spänning | Lämplig aktionsradie för ortsnät | | |
|-----------------------------|-------------------|----------------------------------|--|------------------------------------|
| | | I tät bygd (slättbygd) | I bygd av genomsnittstyp (t. ex. Mälardalen) | I gles bygd (skogsbygd o. dyl.) |
| Lågspänningströskning | 1 500 volt | 3·0 km. | 3·5 km. | 4·0 km. |
| | 3 000 " | 5·5 " | 7·0 " | 8·0 " |
| | 6 000 " | 9·5 " | 11·0 " | 13·0 " |
| Högspänningströskning | 1 500 " | 4·0 " | 4·0 " | 4·0 " |
| | 3 000 " | 7·5 " | 8·0 " | 8·0 " |
| | 6 000 " | 12·5 " | 14·5 " | 16·0 " |

D. Utredning angående kostnaderna för distributionsnät vid olika system i bygd av olika karaktär.

1. Olika slag av bygd.

Redan i avdelning B har antytts, att den odlade eller snarare den bebyggda jordens utbredning är en omständighet, vilken utövar inflytande å relationen mellan kostnaderna för olika distributionssystem. Med hänsyn till utbredningen kan den odlade bygden i Sverige uppdelas i två huvudformer på följande sätt:

- a) Utbredd bygd, där den odlade jorden förekommer utbredd över en större yta, d. v. s. bygden har ungefär lika utsträckning i två dimensioner. Sådan bygd förekommer i södra och mellersta Sverige samt åtminstone här och var längs den norrländska kusten.
- b) Bandformad bygd, där den odlade jorden är samlad i rader eller band med stora mellanrum av obygd dem emellan. Detta slag av bygd har utsträckning huvudsakligast i en dimension och förekommer i de norrländska älvdalarna samt vid de övre delarna av Klarälven och Dalälven.

Emellertid kunna mellanformer mellan dessa huvudformer förekomma, varvid de mellanrum mellan banden, som vid den utpräglad bandformade bygden bestå av skogar, berg, fjäll eller dylikt, äro mer eller mindre insprängda med stycken av odlad jord. Vidare kan bandformen vara mindre framträdande på sådant sätt, att banden av odlad bygd äro bredare eller också mindre skarpt avgränsade, i vilket senare fall de så småningom övergå i den omgivande obygd. Avståndet mellan banden är också stundom relativt litet. Bygdens form har betydelse för elektrifieringen huvudsakligast på grund av den därav föranledda placeringen av ortsstationerna. Ur elektrifieringssynpunkt bör därför bygden klassificeras med hänsyn till sin form sålunda, att »utbredd bygd» kallas sådan bygd, där ortsstationerna bliva strödda över hela ytan, och »bandformad bygd» sådan, där ortsstationerna bliva ordnade i band, löpande i en enda riktning med i förhållande till avstånden mellan stationerna i bandens längdriktning avsevärda mellanrum mellan banden.

Vad ovan sagts gäller emellertid bygdens utseende i stora drag. I fråga om detaljerna kunna ävenledes tvenne huvudgrupper urskiljas, nämligen dels tät bygd, där de enskilda elementen sammanhänga med varandra utan nämnvärda mellanrum, och dels splittrad bygd, där de enskilda elementen äro skilda från varandra genom ouppodlade stycken.

Även dessa två typer övergå i varandra och förete i själva verket endast olika grader av en och samma egenskap. Bygdens beskaffenhet i detta avseende torde därför kunna angivas genom användandet av begreppet »täthetsgrad». Den utpräglade slättbygden (Skåneslätten) utgör ett ytterlighetsfall, där täthetsgraden är stor. Fullständig obygd utgör det andra ytterlighetsfallet, där täthetsgraden är mycket liten. Med hänsyn till elektrifieringsförhållandena kan bygdens täthet

uttryckas genom det antal ortstransformatorer med viss aktionsradie, som erfordras för anslutning av samtliga befintliga bygdeelement. Om ett visst område har stor täthetsgrad måste nära nog hela dess yta täckas av transformatorernas aktionsområden (cirklar med radie = aktionsradien), vilka således överallt stöta intill varandra. Om täthetsgraden är liten, erfordras färre transformatorer och tomrum förefinnas i större eller mindre grad mellan dessas aktionsområden. Täthetsgraden kan därför vid utbredd bygd uttryckas genom antalet ortstransformatorer (med viss aktionsradie) pr ytenhet och vid bandformad bygd genom antalet ortstransformatorer pr längdenhet av en enkel transformatorrad. Det är alltså egentligen ej själva den odlade bygdens täthet, utan transformator-tätheten, som på detta sätt angives, och som har intresse ur elektrifierings-synpunkt.

I en föregående utredning: Elektrifieringskommitténs meddelande nr 4, »Utredning beträffande en generell metod för beräkning av distributionsnät för landsbygdselektrifiering», har visats, att den odlade bygden kan klassificeras med hänsyn till gårdsfördelningen, och att denna har visst inflytande på kvantiteten av gårdslinjerna. Klassificeringen sker med hänsyn till, om gårdarna äro jämnt fördelade med tämligen lika inbördes avstånd eller gyttrade i klumpar eller rader, varvid dock mellanformer mellan dessa ytterlighetsfall äro de vanligaste. Med hänsyn till gårdsfördelningen indelades den svenska landsbygden i nämnda utredning i 7 olika gårdsfördelningsklasser på följande sätt.

| Gårdsfördelning | | Gårdsfördelningskonstant |
|-----------------|---|--------------------------|
| Klass | Kort beskrivning av karaktären | |
| I | Över hela ytan jämnt fördelade gårdar, möjligen med svagare förtätningar här och var | 1·3 |
| II | Över hela ytan tämligen jämnt fördelade gårdar med tydligare förtätningar | 1·2 |
| III | Någorlunda jämnt fördelade gårdar men även till någon del med tydliga samlingar i byar eller rader samt här och var tomrum... | 1·1 |
| IV | Övervägande gyttrade men även till en mindre del över större ytor fördelade gårdar, varemellan dock större eller mindre tomrum förefinnas | 1·0 |
| V | Tydlig gyttring i rader eller byar men även här och var enstaka gårdar..... | 0·9 |
| VI | Utpräglad gyttring i rader eller byar men även en eller annan enstaka gård..... | 0·8 |
| VII | Endast i rader eller hopträngda byar ordnade gårdar..... | 0·7 |

I samma utredning visades också, att antalet gårdar pr ortstransformator (vid viss aktionsradie) utövar inflytande på elektrifieringsförhållandena, i det att gårdsledningslängden pr ortsstation bestämmes därav.

Slutligen har gårdarnas storlek d. v. s. arealen odlad jord pr gård betydelse för ledningsnätets utseende, i så måtto som anslutningsvärdet pr anslutningspunkt och därmed även den å distributionsnätets olika delar framförda effekten äro avhängiga härav.

2. Allmänna synpunkter angående bygdeegenskapernas inflytande å kostnaderna.

Det inflytande bygdens ovan omtalade egenskaper kan väntas utöva å distributionsnät, utförda enligt de olika system, som i det föregående blivit under-

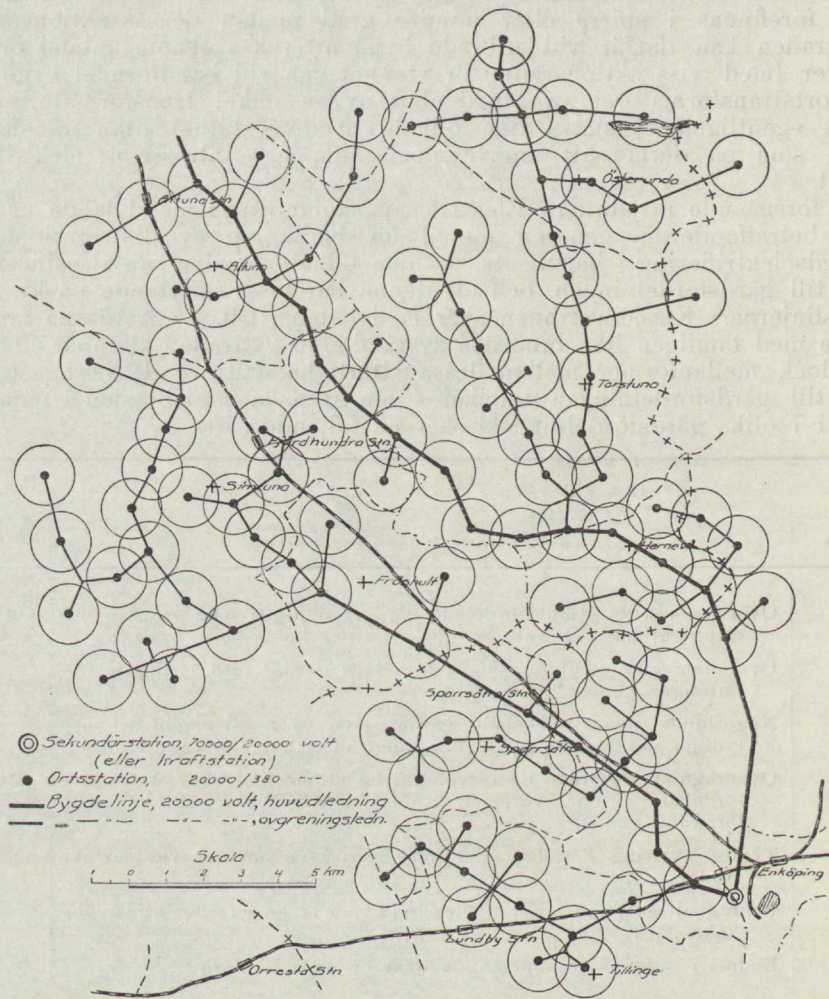


Fig. 24. Tvåspänningssystem i utbredd bygd.

söka, kommer att i det följande närmare undersökas. Dock torde dessförinnan några allmänna synpunkter böra framläggas för vinnande av någon orientering i denna tämligen komplicerade fråga.

Bygdenätets utseende vid två- resp. trespänningssystem i utbredd resp. bandformad bygd visas av fig. 24, 25, 26 och 27. I fig. 24 visas sålunda en del av

ett enligt tvåspänningssystem (med 380 volts gårdsspänning) utfört distributionsnät i utbredd bygd och i fig. 25 samma område elektrifierat medelst trespänningssystem (1 500 volts ortsspänning och 220 volts gårdsspänning). I fig. 26 och 27 visas distributionsnätets utseende i bandformad bygd; det valda exemplet utgöres av en del av Ångermanälvens floddal ovanför Sollefteå. Fig. 26 fram-

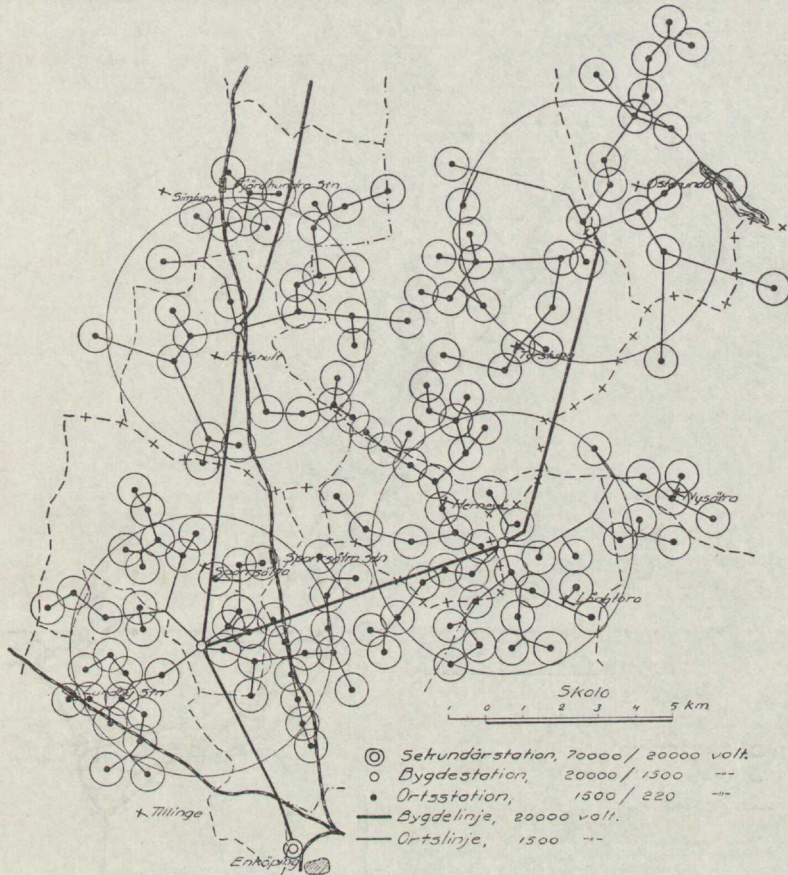


Fig. 25. Trespänningssystem i utbredd bygd.

ställer nätets utseende vid tvåspänningssystem (380 volts gårdsspänning) och fig. 27 vid trespänningssystem (1 500/220 volt). I denna floddal äro båda flodstränderna bebyggda och älven så bred, att tvenne ledningssträngar, en å varje strand erfordras. Bygdenätet erhåller därför vid tvåspänningssystem tvenne huvudlinjer, vid trespänningssystemet bortfaller den ena av dessa, ortsnätet måste i stället framdragas å båda sidor om floden.

Vid mindre täthetsgrad erhålla bygdelinjerna även i utbredd bygd en relativt enkel sträckning redan vid tvåspänningssystem. Förhållandet åskådliggöres av

fig. 28 och 29, vilka visa distributionsnätets utseende i utbredd bygd med mycket liten täthetsgrad (en del av Piteå tingslag), samt av fig. 30 och 31, vilka visa distributionsnätets utseende i bandformad bygd med liten täthet (en del av

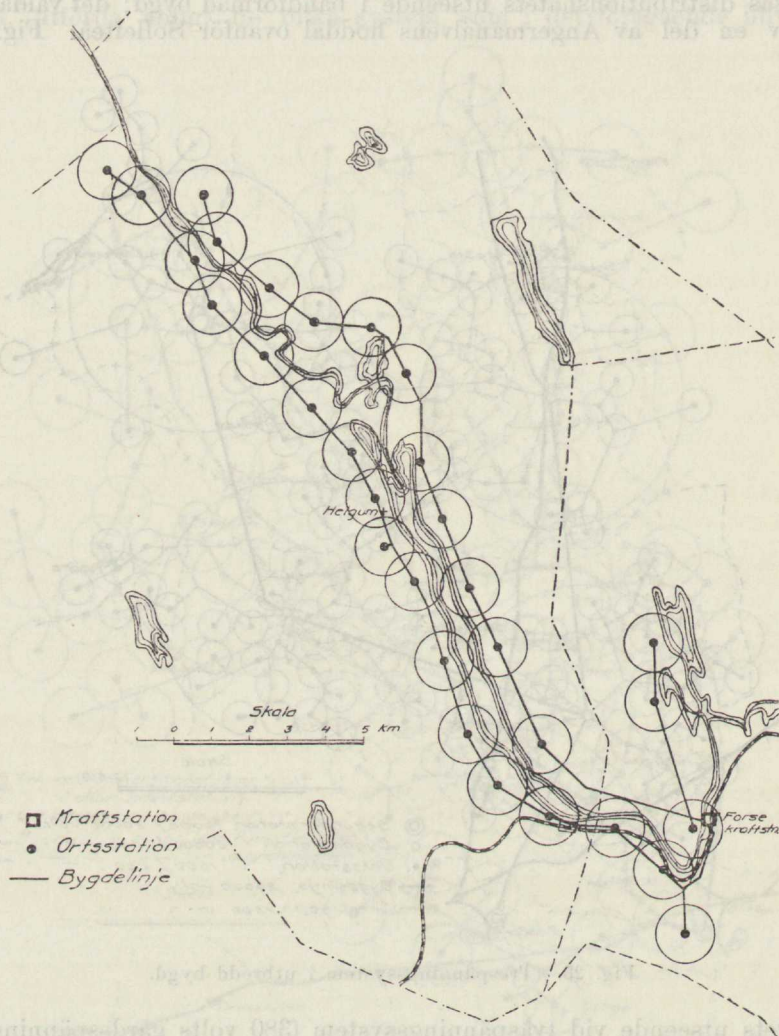


Fig. 26. Tvåspänningssystem i bandformad bygd.

Ume-älv dalen). I sistnämnda exempel är endast den ena flodstranden bebyggd, varför endast en enkel transformatorrad erfordras. Bygdenätets utseende blir därför i detta fall nära nog detsamma vid både tvåspännings- och trespänningssystem.

Om man projekterar ledningsnät i bygd av olika slag på det sätt som av fig. 24—31 visas, kunna lätt nog följande allmänna slutsatser erhållas.

Trespänningssystemet kan antagas vara ekonomiskt överlägset tvåspänningssystemet i utbredd bygd och detta i högre grad, ju större ortsstationstätheten är. I bandformad bygd bliva trespänningssystemets ekonomiska fördelar gent

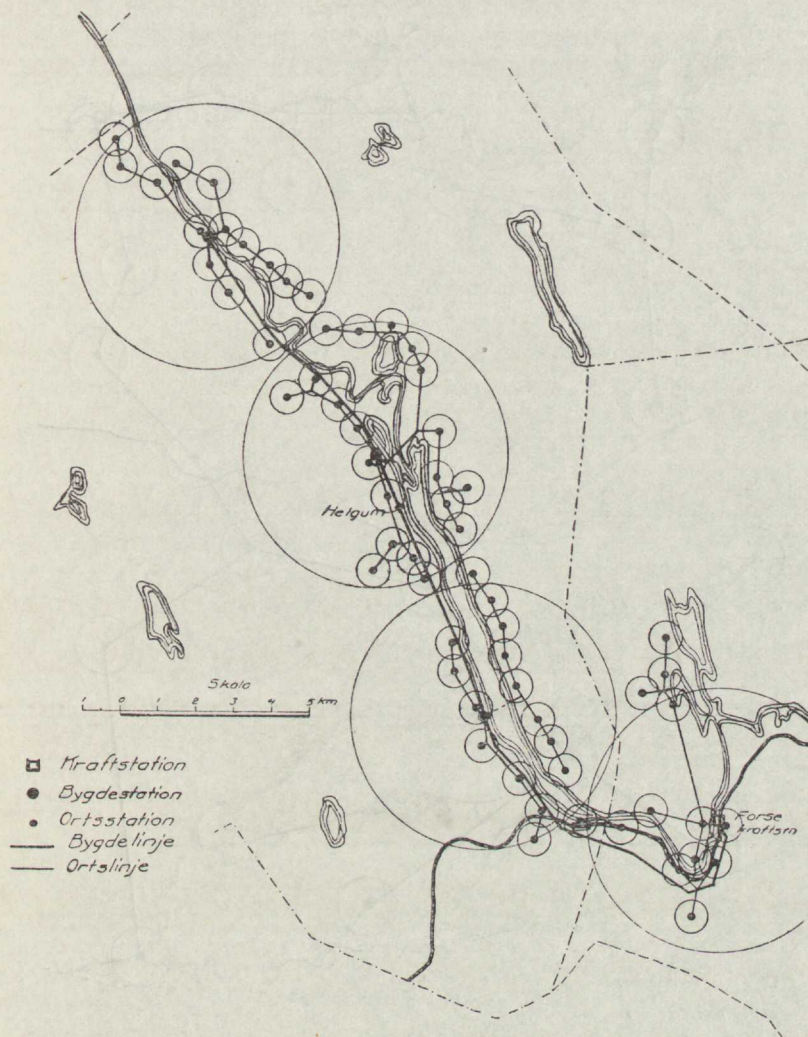


Fig. 27. Trespänningssystem i bandformad bygd.

emot tvåspänningssystemet mindre än i utbredd bygd; vid liten ortsstationstäthet särskilt i sådan floddalsbygd där endast en enda ortsstationsrad erfordras, kan till och med den sistnämnda systemtypen väntas vara icke oväsentligt billigare än den förstnämnda. Systemet högspänningströskning kan väntas bli billigare än systemet lågspänningströskning först och främst då den genomsnitt-

liga gårdsstorleken (egentligen tröskmotoreffekten) överstiger ett visst värde, men även, sedan nämnda villkor uppfyllts, i samma mån som gårdsfördelningen

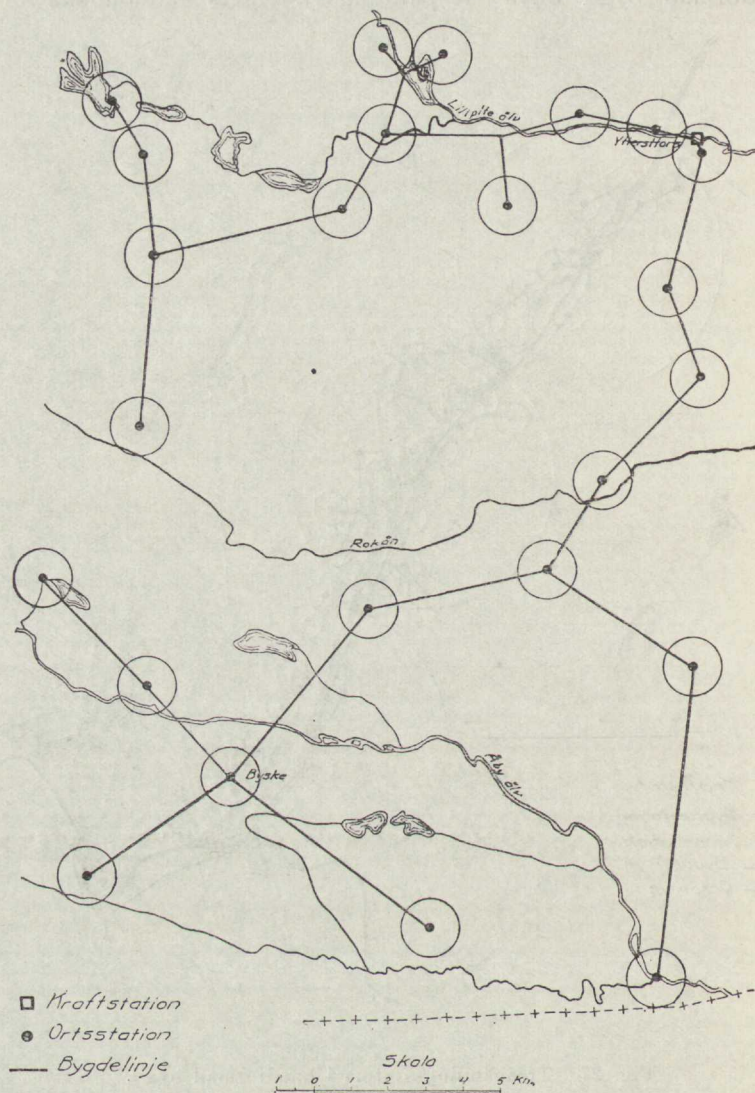


Fig. 28. Tvåspänningssystem i utbredd bygd med liten täthet.

är jämnare och — vad distributionskostnaderna beträffar — gårdsantalet pr ordstation är större. Å andra sidan inverka de vid högspänningströskning högre installationskostnaderna mera till nackdel för detta system ju större gårdsantalet

är. Det sätt, varpå bygdens egenskaper sålunda inverka å relationen mellan kostnaderna för de olika systemen, är emellertid tämligen komplicerat. Storleks-

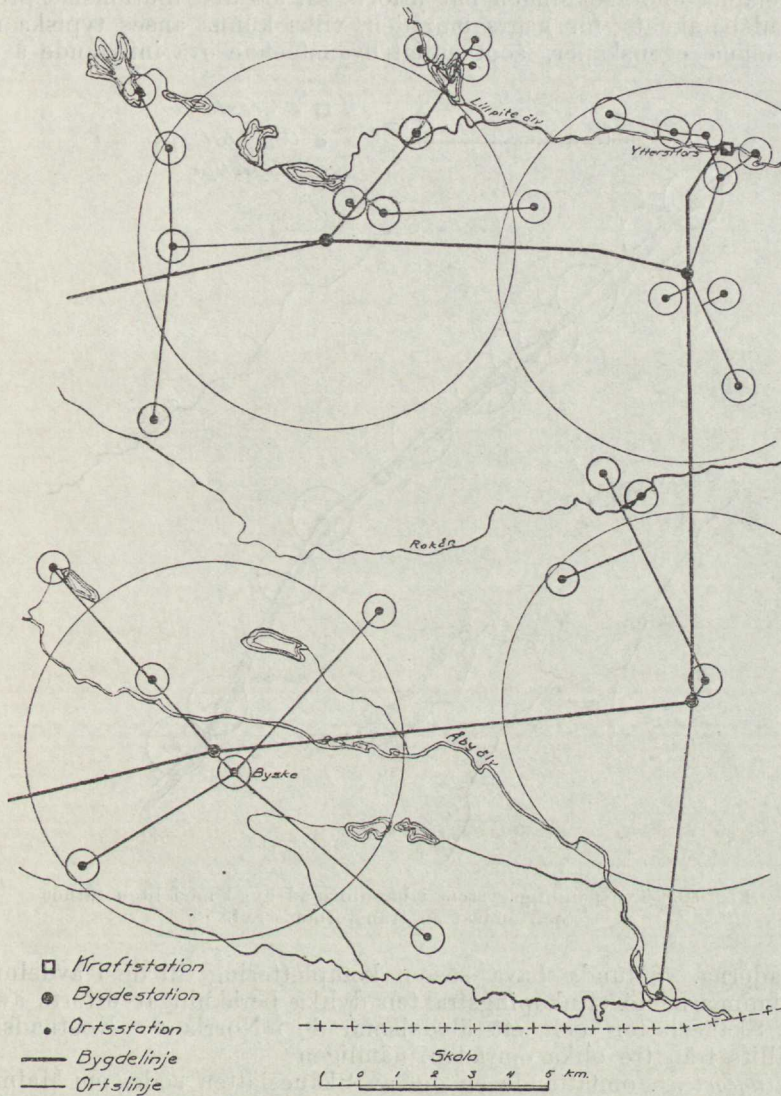


Fig. 29. Trespänningssystem i utbredd bygd med liten täthet.

ordningen av de väntade förskjutningarna är omöjlig att genom ett allmänt resonemang fastställa, varför detaljberäkningar för vissa konkreta fall måste företagas.

En redogörelse för dessa beräkningar och deras resultat följer här nedan.

3. Beräkningarnas utförande.

Den företagna undersökningen har utförts så, att distributionsnät projekterats och kostnadsberäknats för några områden, vilka kunna anses typiska med hänsyn till sådana egenskaper, som enligt ovanstående öva inflytande å elektrifie-

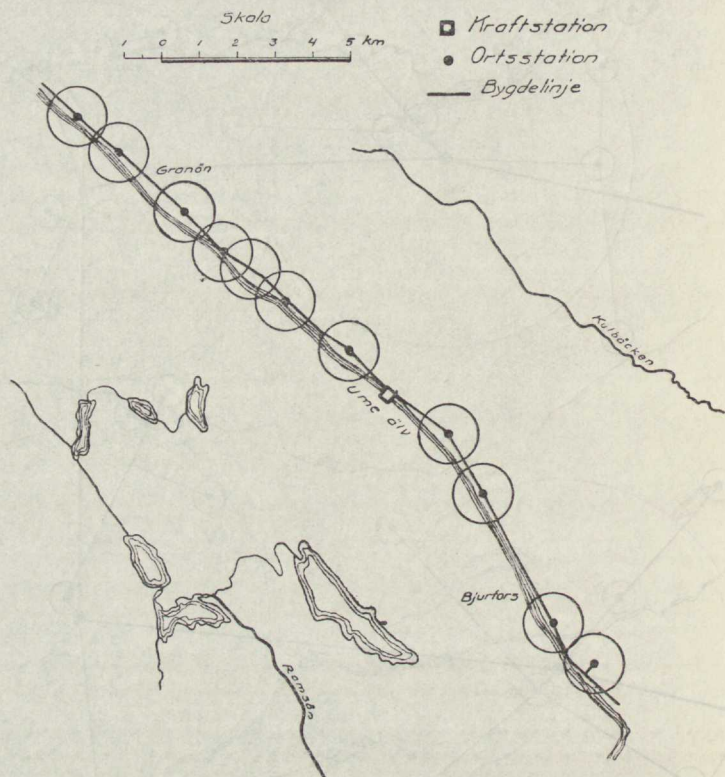


Fig. 30. Tvåspänningssystem i bandformad bygd med liten täthet och endast en transformatorrad.

ringskostnaderna. Sålunda hava såsom komplettering till de i avdelning B utförda beräkningarna för Enköpingstrakten dylika beräkningar utförts även för ett område å Skåneslätten och ett äldalsområde i Norrland. Kostnadssiffror ha alltså erhållits från tre olika områden, nämligen

1) »Vällingeorten», omfattande en del av Skåneslätten söder om Malmö. Detta område utgör ett ytterlighetsfall av utbredd bygd och har stor täthetsgrad. Gårdsantalet är relativt stort och gårdsfördelningen mycket jämn.

2) »Enköpingstrakten», omfattande en del av Mälardalen norr om denna sjö. Även detta område tillhör typen utbredd bygd, men har mindre täthetsgrad än det föregående. Gårdsantalet är något mindre än i Vällingeorten, och gårdsfördelningen ungefär sådan som kan anses normal för stora delar av landet.

3) »Sollefteåtrakten», omfattande en del av Ångermanälvens floddal å ömse sidor om Sollefteå. Detta område är utpräglat bandformat. Täthetsgraden är stor i förhållande till övriga älvdalarnas och floddalen är så beskaffad att en ortsstationsrad erfordras å vardera flodstranden. Gårdsantalet och gårdsfördelningen äro ungefär desamma som i Enköpingstrakten.

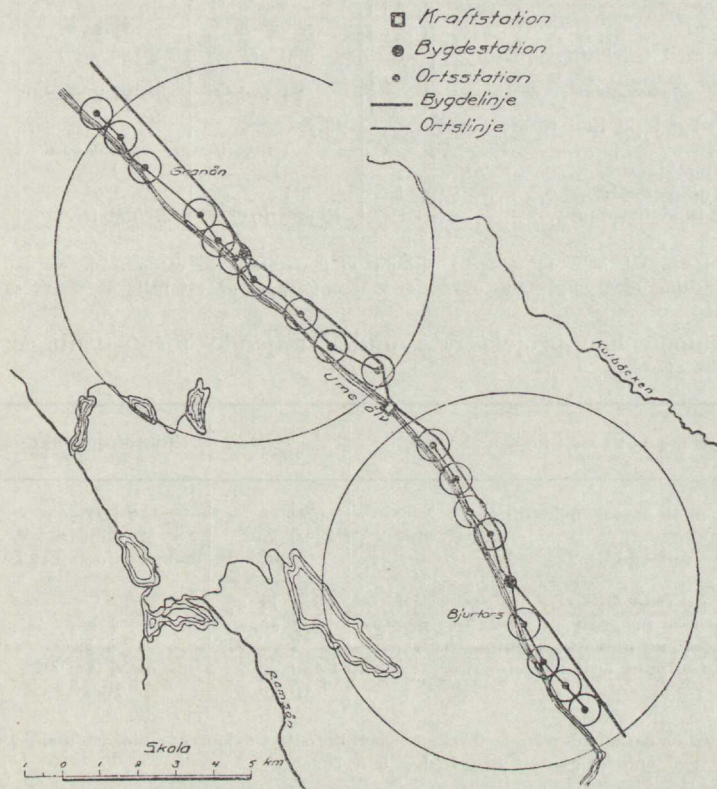


Fig. 31. Trespänningssystem i bandformad bygd med liten täthet och endast en transformatorrad.

Dessa områden besitta således samtliga relativt stor ortsstationstäthet. Skillnaden dem emellan sammanhänger huvudsakligast med bygdeformen, vars inverkan å kostnadsfrågan således kan i första hand utrönas. Ortsstationstäthetens inflytande har sedermera utrönts, genom att densamma varierats inom samma område.

Den inom dessa områden förefintliga bygdens egenskaper framgå av följande tablå.

| Specifikation | Beteckning | Vällingeorten | Enköpings-trakten | Sollefteå-trakten |
|--|------------------------------------|---------------|-------------------|-------------------|
| Total landareal | A ₁ | 17 960 hektar | 121 100 hektar | 1 |
| » odlad areal | A ₀ | 15 940 » | 57 610 » | 7 040 hektar |
| Odlingsgrad | $\left\{ \frac{A_0}{A_1} \right\}$ | 88·8 % | 47·5 % | 1 |
| Antal gårdar med tröskning (3 har)..... | G | 630 st. | 2 120 st. | 784 st. |
| Genomsnittlig gårdsstorlek | $\left\{ \frac{A_0}{G} \right\}$ | 24 hektar | 27·2 hektar | 9 hektar |
| Skörd av tröskvärd pr har totalt odlad jord..... | | 1·1 ton | 0·6 ton | 0·6 ton |
| Gårdsfördelningsklass | | I | IV | IV |
| Gårdsfördelningskonstant | k | 1·3 | 1·0 | 1·0 |
| Folkmängd å landsbygden | F | 13 950 inv. | 26 550 inv. | 15 746 inv. |

¹ Total landareal och odlingsgrad kunna ej fastställas för ett område av denna beskaffenhet, enär dess begränsning mot omgivande obygd ej kan uppdragas på ett fullt objektivt sätt.

Elektrifieringen har projekterats under följande förutsättningar i fråga om anslutningens storlek.

| Specifikation | Vällinge-orten | Enköpingstrakten | Sollefteå-trakten |
|---|----------------|------------------------|-------------------|
| Antal gårdar med motoranslutning..... | 630 st. | 2 120 st. | 874 st. |
| Tröskmotoreffekt | 16 kW | 6, 12 och 18 kW | 6 kW |
| Tröskeffekt pr ton säd..... | 0·06 kW | 0·06, 0·08 och 0·12 kW | 0·08 kW |
| Antal trösklag | 60 st. | 1 | 56 st. |
| Antal gårdar pr trösklag | 10 å 11 st. | 1 | 14 st. |
| Antal småmotorer pr gård..... | 2 st. | 1 st. | 1 st. |
| Småmotorstorlek pr motor i genomsnitt | 1·5 kW | 2·3 kW | 1·0 kW |
| Antal lägenheter med enbart belysning..... | 1 430 st. | c:a 1 000 st. | c:a 950 st. |
| Antal lampor pr lägenhet | 10 st. | 10 st. | 5 st. |

¹ Beroende av antagandena om tröskmotoreffekt och tröskeffekt; vid 12 resp. 0·08 kW är antalet trösklag 230 och antalet gårdar pr trösklag 9 å 10 st.

Beräkningar ha även för Vällingeorten och Sollefteåtrakten utförts för de alternativa spänningskombinationer, vilka förut i avdelning B omtalats i samband med beräkningarna för Enköpingstrakten. De vid dessa alternativ erforderliga distributionsnäten hava inritats å kartor, vilka dock av utrymmesskäl ej medtagits vid publiceringen.¹ I stället hänvisas till fig. 24—31, vilka visa vissa delar av de projekterade näten i något schematiserad form och för de mera normala distributionssystemen.

I Vällingeorten har ledningsnätet antagits utgå från en befintlig sekundär station vid Kristineberg. Det undersökta området utgör en del av ett större område, vilket är elektrifierat med 20 000 volts bygdespänning. Denna bygdespänning har därför antagits bliva använd. Därigenom erhålles även överens-

¹ Kartorna finnas i original vid Elektrifieringskommitténs tekniska byrå, varifrån kopior kunna rekvireras.

stämmelse med de i avdelning B utförda beräkningarna för Enköpingstrakten. Den nu undersökta delen är visserligen icke tillräckligt stor för att — om hänsyn endast tages till jordbruksanslutningen — motsvara 20 000 volts bygdespänning. Nätet har emellertid utlagts, så att detsamma kan fortsättas utanför områdets gränser.

Ledningsnätet i Sollefteåtrakten har antagits utdraget från en redan befintlig kraftstation, Forse kraftstation¹, belägen c:a 12 à 13 km. väster om Sollefteå. Området är tillräckligt vidsträckt för att 20 kV skall vara en lämplig bygdespänning, ehuru landsbygdsbelastningen enbart ej med nödvändighet fordrar så hög bygdespänning. Densamma har likväl tillsvidare antagits bliva använd. I alla tre områdena är således bygdespänningen 20 kV.

Såväl anläggningskostnader som årskostnader för både distribution och installation hava beräknats vid 1914 års prisläge. De därvid erhållna resultaten äro sammanställda i tabellen i bilaga 4. De däri för Enköpingstrakten upptagna siffrorna äro desamma, som förut angivits i avdelning B.

4. Jämförelse mellan kostnaderna i bygd av olika slag.

Då, som ovan angivits, kostnadsberäkningarna äro utförda under antagande av den för Vällingeorten och Sollefteåtrakten normala tröskmotoreffekten (16 resp. 6 kW), lämnar en direkt jämförelse mellan kostnaderna för samma spänningsalternativ inom dessa båda områden ej en fullt riktig uppfattning om den inverkan å kostnadsrelationen, som utövas av enbart *bygdens* karaktär (utbredd eller bandformad), enär denna relation även rönt inflytande av skillnaden i tröskmotoreffektens storlek (som dock visserligen indirekt beror av bygdekaraktären).

En kompletterande jämförelse mellan kostnadssiffrorna från de olika områdena bör för den skull göras så, att Vällingeortens kostnader jämföras med de kostnader för Enköpingstrakten som svara mot en stor tröskmotoreffekt (16 kW), och Sollefteåtraktens med de kostnader för Enköpingstrakten, som svara mot en liten tröskmotoreffekt (6 kW). I de efterföljande kostnadstabellerna äro därför för Enköpingstrakten angivna kostnader för såväl 16 och 12 (den för detta område normala effekten) som 6 kW tröskmotoreffekt.

Av de i tabellen i bil. 8 sammanställda kostnadssiffrorna kunna relationstalen för de olika alternativen beräknas. Jämförelsen dem emellan torde lämpligen företagas i följande avsnitt

- | | |
|----|---|
| a. | Jämförelse mellan kostnaderna vid olika gårdsspänningar |
| b. | » » » » » ortsspänningar |
| c. | » » » » högspännings- och lågspänningströskning |
| d. | » » » » tvåspännings- och trespänningssystem. |

a. Jämförelse mellan kostnaderna vid olika gårdsspänningar.

Relationstalen för kostnaderna vid distributionssystem med olika gårdsspänning äro sammanställda i följande tabell.

*Relationstal
för kostna-
derna vid
olika gårds-
spänningar.*

¹ I verkligheten är detta område ej elektrifierat på det angivna sättet, vilket alltså anger ett fingerat ledningsnät.

| Tröskningsalternativ | | Systemtyp | Primärspänning | Gårdsspänning | Relationstal för nedan angivna slag av kostnader | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-------|--------------|----------------|---------------|--|-------------------|-------------------|---------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|---------------|-------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | | | Distributionskostnader | | | | | | Totala kostnader | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Anläggningskostnad | | | Årskostnad | | | Anläggningskostnad | | | Årskostnad | | | | | | | | | | |
| | | | | | Vällingeorten | Enköpings-trakten | Sollefteå-trakten | Vällingeorten | Enköpings-trakten | Sollefteå-trakten | Vällingeorten | Enköpings-trakten | Sollefteå-trakten | Vällingeorten | Enköpings-trakten | Sollefteå-trakten | | | | | | | | |
| 16 kW | 12 kW | 6 kW | 16 kW | 12 kW | 6 kW | 16 kW | 12 kW | 6 kW | 16 kW | 12 kW | 6 kW | 16 kW | 12 kW | 6 kW | | | | | | | | | | |
| Lågsp. | | Tresp.-syst. | 1 500 | 220 | 123 | 111 | 110 | 106 | 114 | 129 | 116 | 113 | 110 | 117 | 110 | 105 | 104 | 102 | 108 | 110 | 106 | 105 | 103 | 110 |
| " | | " | 380 | 380 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| " | | " | 3 000 | 220 | 119 | 112 | 110 | 108 | 112 | 124 | 116 | 115 | 111 | 117 | 107 | 104 | 104 | 104 | 107 | 108 | 106 | 106 | 103 | 109 |
| " | | " | 380 | 380 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| " | | " | 6 000 | 220 | 121 | 113 | 110 | 108 | 113 | 129 | 118 | 117 | 111 | 119 | 107 | 105 | 104 | 104 | 107 | 108 | 107 | 106 | 104 | 111 |
| " | | " | 380 | 380 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| " | | Tvåsp.-syst. | 20 000 | 220 | 131 | 121 | 120 | 118 | 120 | 140 | 128 | 127 | 121 | 121 | 113 | 109 | 109 | 107 | 110 | 114 | 113 | 112 | 108 | 112 |
| " | | " | 380 | 380 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| " | | " | 500 | 500 | 111 | 101 | 102 | 106 | 108 | 123 | 105 | 107 | 111 | 114 | 112 | 108 | 109 | 110 | 111 | 116 | 110 | 111 | 113 | 115 |
| Högs. | | Tresp.-syst. | 1 500 | 220 | 107 | 100 | 100 | 100 | 100 | 110 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 102 | 99 | 99 | 100 |
| " | | " | 380 | 380 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| " | | " | 3 000 | 220 | 107 | 100 | 100 | 100 | 100 | 108 | 101 | 101 | 102 | 101 | 102 | 99 | 99 | 99 | 99 | 101 | 99 | 99 | 99 | 100 |
| " | | " | 380 | 380 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| " | | " | 6 000 | 220 | 107 | 100 | 100 | 100 | 100 | 109 | 102 | 101 | 101 | 101 | 102 | 99 | 99 | 99 | 99 | 102 | 99 | 99 | 99 | 100 |
| " | | " | 380 | 380 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| " | | Tvåsp.-syst. | 20 000 | 220 | 103 | 110 | 110 | 110 | 110 | 107 | 115 | 115 | 115 | 115 | 100 | 104 | 104 | 103 | 103 | 102 | 106 | 105 | 105 | 105 |
| " | | " | 380 | 380 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| " | | " | 500 | 500 | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 112 | 111 | 111 | 110 | 110 | 114 | 114 | 113 | 111 | 111 |

De i föregående tabell angivna relationstalen för olika gårdsspänningar vid *högspänningströskning* bestyrka det i avd. B av beräkningarna för Enköpingstrakten erhållna resultatet nämligen, att någon nämnvärd kostnadsbesparing vid det nämnda systemet ej kan ernås genom gårdsspänningens höjande över 220 volt.

Vid *lågspänningströskning* däremot bliva kostnaderna med 380 volt genomgående lägre än med 220 volt, även vid trespänningssystem. Skillnaden mellan dessa spänningar är i Vällingeorten vid samtliga alternativ och i Sollefteåtrakten åtminstone vid trespänningssystem så mycket större än motsvarande skillnader i Enköpingstrakten, att en närmare undersökning av orsakerna härtill måste företagas, innan frågan om gårdsspänningens storlek kan slutgiltigt bedömas. Denna undersökning kan ske med tillhjälp av de i följande tabell sammanställda siffrorna, vilka angiva, huru de vid olika gårdsspänning beräknade kostnaderna fördelas på olika anläggningsdelar. Därvid ha dessa kostnader angivits i % av hela distributionskostnaden inom resp. områden vid 380 volt. För trespänningssystem angives dock kostnadsfördelningen endast vid 3 000 volts ortsspänning, enär relationstalen vid samtliga ortsspänningar äro nära nog enahanda.

| Specifikation | Procentuella kostnader för resp. anläggningsdelar vid tvåspänningssystem | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---|--------|--------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|--------|--------|
| | Vällingeorten | | | Enköpingstrakten | | | | | | Sollefteåtrakten | | |
| | 16 kW | | | 16 kW | | | 6 kW | | | 6 kW | | |
| | 220 v. | 380 v. | 500 v. | 220 v. | 380 v. | 500 v. | 220 v. | 380 v. | 500 v. | 220 v. | 380 v. | 500 v. |
| Gårdslinjer | 49·7 | 51·1 | 53·0 | 38·1 | 38·5 | 45·5 | 43·0 | 43·5 | 48·0 | 46·5 | 46·8 | 50·3 |
| Ortsstationer | 46·8 | 23·7 | 16·8 | 41·5 | 26·3 | 16·5 | 30·5 | 18·5 | 14·0 | 30·0 | 15·0 | 13·6 |
| Bygdelinjer | 35·0 | 25·2 | 22·2 | 41·4 | 35·2 | 30·2 | 44·5 | 38·0 | 33·0 | 43·5 | 38·2 | 38·0 |
| Belysningstransformatörer | — | — | 19·0 | — | — | 8·8 | — | — | 11·0 | — | — | 6·1 |
| Summa | 131·0 | 100·0 | 111·0 | 121·0 | 100·0 | 101·0 | 118·0 | 100·0 | 106·0 | 120·0 | 100·0 | 108·0 |
| | Procentuella kostnader för resp. anläggningsdelar vid trespänningssystem och 3 000 volts ortsspänning | | | | | | | | | | | |
| | 220 v. | | 380 v. | | 220 v. | | 380 v. | | | | | |
| | 220 v. | 380 v. | 220 v. | 380 v. | 220 v. | 380 v. | 220 v. | 380 v. | | | | |
| | Gårdslinjer | 37·3 | 37·8 | 25·5 | 26·0 | 28·4 | 29·0 | 32·2 | 35·9 | | | |
| Ortsstationer | 37·7 | 24·2 | 36·3 | 26·0 | 24·2 | 19·0 | 21·1 | 11·3 | | | | |
| Ortslinjer | 32·3 | 26·3 | 36·2 | 34·0 | 39·1 | 35·7 | 37·0 | 31·2 | | | | |
| Bygdenät | 11·7 | 11·7 | 14·0 | 14·0 | 16·3 | 16·3 | 21·7 | 21·7 | | | | |
| Summa | 119·0 | 100·0 | 112·0 | 100·0 | 108·0 | 100·0 | 112·0 | 100·0 | | | | |

Slutligen angives i följande tabell skillnaden mellan de relativa kostnaderna för olika anläggningsdelar vid 380 volt å ena sidan och övriga spänningar å andra sidan.

| Specifikation | Procentuella kostnadsskillnader mellan 220 resp. 500 volts gårdsspänning å ena och 380 volt å andra sidan vid tvåspänningssystem | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|--|--------|--------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|--------|--------|
| | Vällingeorten | | | Enköpingstrakten | | | | | | Sollefteåtrakten | | |
| | 16 kW | | | 16 kW | | | 6 kW | | | 6 kW | | |
| | 220 v. | 380 v. | 500 v. | 220 v. | 380 v. | 500 v. | 220 v. | 380 v. | 500 v. | 220 v. | 380 v. | 500 v. |
| Gårdslinjer | - 1.4 | 0 | + 1.9 | - 0.4 | 0 | + 7.0 | - 0.5 | 0 | + 4.5 | - 0.3 | 0 | + 3.5 |
| Ortsstationer | + 22.6 | 0 | - 6.9 | + 15.2 | 0 | - 9.8 | + 12.0 | 0 | - 4.5 | + 15.0 | 0 | - 1.4 |
| Bygdelinjer | + 9.8 | 0 | - 3.0 | + 6.2 | 0 | - 5.0 | + 6.5 | 0 | - 5.0 | + 5.3 | 0 | - 0.2 |
| Belysningstransformatorer | 0 | 0 | + 19 | 0 | 0 | + 8.8 | 0 | 0 | + 11.0 | 0 | 0 | + 6.1 |
| Summa | + 31.0 | 0 | + 11.0 | + 21.0 | 0 | + 1.0 | + 18.0 | 0 | + 6.0 | + 20.0 | 0 | + 8.0 |
| | Procentuella kostnadsskillnader vid trespänningssystem | | | | | | | | | | | |
| | 220 v. | 380 v. | 220 v. | 380 v. | 220 v. | 380 v. | 220 v. | 380 v. | | | | |
| Gårdslinjer | - 0.5 | 0 | - 0.5 | 0 | - 0.6 | 0 | - 3.7 | 0 | | | | |
| Ortsstationer | + 13.5 | 0 | + 10.3 | 0 | + 5.2 | 0 | + 9.8 | 0 | | | | |
| Ortslinjer | + 6.0 | 0 | + 2.2 | 0 | + 3.4 | 0 | + 5.8 | 0 | | | | |
| Bygdenät | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| Summa | + 19.0 | 0 | + 12.0 | 0 | + 8.0 | 0 | + 12.0 | 0 | | | | |

Analys av de beräknade kostnadsrelationerna.

Kostnadsskillnaden mellan 220 och 380 volts alternativen föranledes, så som visas av tabellen, huvudsakligast av ortsstationskostnaden. Anledningen till, att kostnadsskillnaden är större i Vällingeorten än i Enköpingstrakten (t. ex. vid tvåspänningssystem 31 % i det förra gent emot 21 % i det senare området), är, att 380 volts spänningen i det förstnämnda området möjliggör ett jämförelsevis mindre antal ortstransformatorer än i det sistnämnda. På grund av gårdsbelägenhetens olikhet inom olika områden kan nämligen, vid en viss ökning av gårdsnätsaktionsradien, i ett område minskningen av antalet ortstransformatorer bliva större än i ett annat. I Enköpingstrakten äro gårdarna så grupperade, att man ofta med en ortsstation för 220 volt når alla gårdar inom en viss grupp, medan en ökning av spänningen till 380 volt medför en relativt liten minskning av antalet ortsstationer.

Förhållandet är ett helt annat i Vällingeorten, där antalet 380 volts ortsstationer (med en aktionsradie av c:a 700 m.) endast är c:a 45 % av antalet erforderliga 220 volts stationer (med en radie av c:a 400 m.); under det att i Enköpingstrakten vid de nämnda aktionsradierna antalet erforderliga 380 volts stationer är c:a 65 % av antalet 220 volts stationer.

Detta förhållande belyses av diagrammet i figur 32 å sid. 103, där antalet ortsstationer, uttryckt i procent av det vid 450 m:s gårdsnätsaktionsradie (i genomsnitt normalt värde vid 220 volt) erforderliga antalet, angivits vid olika gårdsnätsaktionsradier. Diagrammet visar, att i Vällingeorten (prickad grov linje) antalet ortsstationer faller mycket hastigt vid en ökning av aktionsradien, till dess att densamma uppgår till c:a 7 å 800 m., vilket värde i genomsnitt svarar mot 380 volt; därefter är minskningen i transformatorantalet relativt obetydligt. I samma

diagram ha kurvor även inlagts för Enköpingstrakten (heldragen grov linje) och Sollefteåtrakten (prickstreckad grov linje) samt några andra undersökta områden (fina linjer). Kurvan för Enköpingstrakten visar ett långsammare men mera jämnt avtagande transformatorantal. Det är således olikheterna hos bygdens beskaffenhet

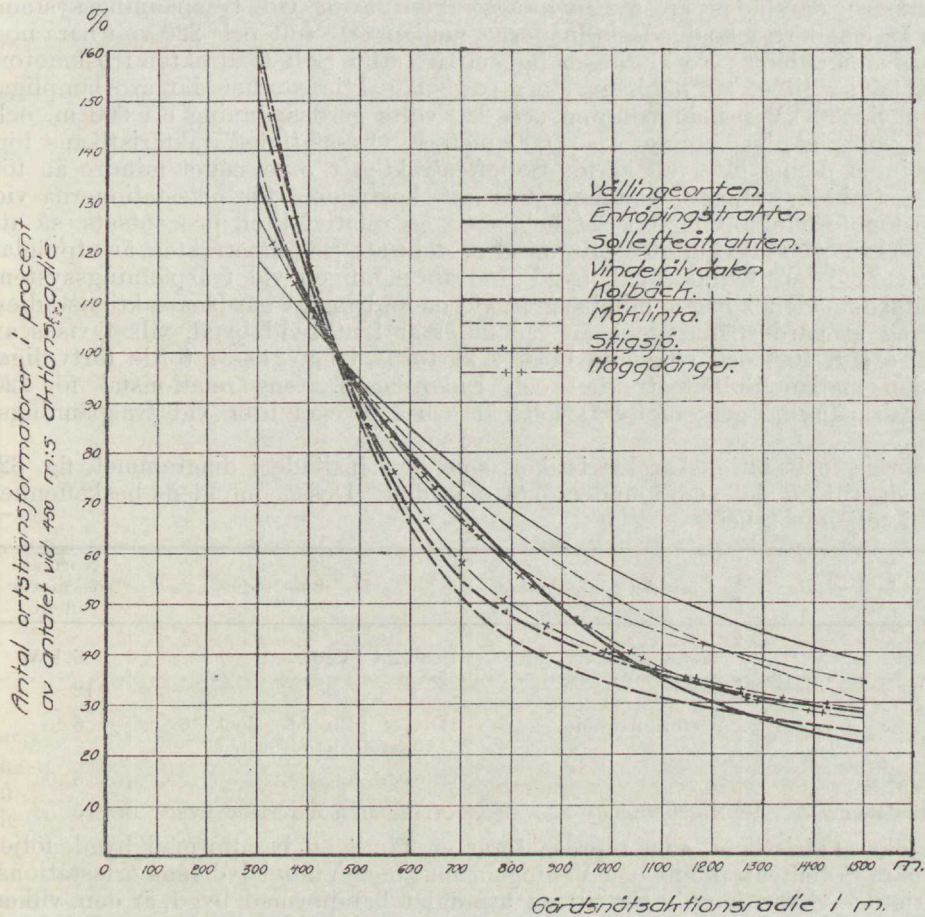


Fig. 32. Diagram utvisande det vid olika gårdsnätsaktionsradier erforderliga antalet ortsstationer i procent av det vid 450 m:s aktionsradie erforderliga (ortsstationskaraktäristikor).

i detta avseende, som betingar olikheten mellan kostnadsrelationerna vid olika gårdsspänning inom resp. områden.

Då kurvorna i fig. 32 således åskådliggöra en för bygden med hänsyn till ortsstationerna karaktäristisk egenskap, kunna de lämpligen benämnas »ortsstationskaraktäristikor».

Om man vill använda sig av ortsstationskaraktäristikan för bedömning av den ena eller andra gårdsspänningens lämplighet, får emellertid tillses, att den del

Ortsstations-
karak-
täriskor.

av kurvan, som har praktisk betydelse för trakten i fråga tages i betraktande, vilket torde framgå av följande exempel. Av diagrammet i fig. 32 visas, att Sollefteåtrakten ortsstationskaraktäristika har nära nog samma förlopp som Vällingeortens. Man kunde därför påräkna, att 380 volt skulle ställa sig relativt gynnsammare därstädes än i Enköpingstrakten även vid tvåspänningssystem, faktiskt är emellertid kostnadsskillnaderna mellan 380 volt och 220 volt nära nog lika i båda områdena. Förklaringen ligger däri att i Sollefteåtrakten tröskmotor-effekten är så liten, att tämligen stora gårdsnätsaktionsradier där äro lämpliga, nämligen vid 20 kV primärspänning och 220 volts gårdsspänning c:a 600 m. och vid 380 volts gårdsspänning c:a 1 000 meter. Ortsstationskaraktäristikans förändring inom denna intervall är för Sollefteåtrakten t. o. m. något mindre än för Enköpingstrakten. Härtill kommer, dels att kostnaden för ortsstationerna vid små tröskmotoreffekter ingår i det hela med en relativt liten procentsats, så att dess inverkan på slutresultatet blir mindre, dels att Sollefteåtrakten är utpräglat bandformad. I en bandformad bygd ändras nämligen vid tvåspänningssystem bygdenätskostnaden i något mindre grad vid en ändring av gårdsnätsaktionsradien (=ändring av gårdsspänningen), än vad fallet är i utbredd bygd, vilket visas av tabellen å sid. 102, och vilket en blick å kartorna i fig. 24—31 torde förtydliga. Skillnaden mellan Sollefteåtrakten och Enköpingstraktens relationstal för 220 volts gårdsspänning gentemot 380 volts är också mycket liten vid tvåspänningssystem.

De övriga ortsstationskaraktäristikor, som äro inritade i diagrammet, fig. 32, hänföra sig till en del andra undersökta områden. Dessa områdens beskaffenhet angives i följande tabell.

| Områdets namn | Områdets belägenhet | Bygdens form | Normal tröskmotor-effekt |
|----------------------|---------------------|---|--------------------------|
| Möklinta | Västmanlands län | Utbredd bygd | 6 kW |
| Kolbäck | ” ” | ” ” | 12 ” |
| Stigsjö | Västernorrlands ” | Delvis utbredd, dock övervägande bandformad | 6 ” |
| Häggdånger | ” ” | Utbredd bygd | 6 ” |
| Vindelälvdalen | Norrbottnens ” | Utpräglat bandformad bygd | 5 ” |

Stigsjökaraktäristikan, som representerar en tämligen bandformad bygd, följer ganska nära Sollefteåtrakten och Vällingeortens, men Vindelälvdalens ortsstationskaraktäristika, vilken hänför sig till en utpräglat bandformad bygd, är den, vilken visar den minsta förändringen av samtliga. Kurvan för Kolbäcksområdet, inom vilken bygden är utbredd, företer mellan 450 och 800 m:s radierna ungefär samma förändring som Enköpingstraktens.

Av det ovan sagda torde framgå, att intet egentligt samband äger bestånd mellan bygdens form (utbredd eller bandformad) och ortsstationskaraktäristikan. Den senare anger en särskild egenskap, vilken tyvärr ej kan bestämmas på förhand, t. ex. genom direkt studium av kartan, såvida man ej äger en viss träning. För att erhålla en uppfattning av ortsstationskaraktäristikans utseende måste nämligen ortsstationerna inritas å kartan med användande av minst 3 å 4 olika aktionsradier. Nämda karaktäristika har därför måhända ej så stor praktisk betydelse vid ett förhandsbedömande av en trakts elektrifieringsegenskaper. Den-

samma torde emellertid underlätta förklaringen av orsakerna till de från varandra avvikande resultat, kostnadsberäkningarna lämnat beträffande 220 och 380 volt inom olika bygder och kan därför hava berättigande i denna utredning.

Om emellertid för ett visst område ortsstationskaraktäristikan kan upprättas, torde densamma betydligt underlätta bedömandet av elektrifieringsförhållandena inom ifrågavarande område. Därvid bör man undersöka ortsstationskaraktäristikans lutning inom det område, som begränsas av de vid resp. gårdsspänningar använda aktionsradierna. För de i denna utredning undersökta områdena framgår lutningen av följande tabell:

| O m r å d e | Tröskmotor-effekt i kW | Ortsstationskaraktäristikans lutning uttryckt i minskning av det procentuella antalet ortsstationer pr 100 m:s ökning av aktionsradien (procentalen hänföra sig till det vid 450 m:s radien erforderliga antalet = 100 %) | | | | | | | | |
|------------------------------|------------------------|---|--------|-----------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------|
| | | Mellan 220 och 380 volts radierna | | | | | | Mellan 380 och 500 volts radierna | | |
| | | Vid tvåspänningssystem | | | Vid trespänningssystem | | | Ungefärlig storlek av aktionsradierna | | |
| | | Ungefärlig storlek av aktionsradierna | | Lutning i % pr 100 m. | Ungefärlig storlek av aktionsradierna | | Lutning i % pr 100 m. | Ungefärlig storlek av aktionsradierna | | Lutning i % pr 100 m. |
| | | 220 v. | 380 v. | | 220 v. | 380 v. | | 380 v. | 500 v. | |
| Vällingeorten | 16 | 400 | 700 | 21 | 300 | 500 | 32 | 700 | 1 000 | 6 |
| Enköpingstrakten | 16 | 400 | 700 | 13 | 300 | 500 | 20 | 700 | 1 000 | 9 |
| " " | 6 | 600 | 1 000 | 9 | 400 | 700 | 13 | 1 000 | 1 400 | 4 |
| Sollefteåtrakten | 6 | 600 | 1 000 | 8 | 400 | 700 | 20 | 1 000 | 1 400 | 3 |

Den betydande kostnadsökning (31 %), som i Vällingeorten vid tvåspänningssystem uppstår vid 220 volt relativt 380 volt, förorsakas, som ovan framhållits, huvudsakligast av den vid den förstnämnda spänningen större ortsstationskostnaden, men även delvis av bygdelinjekostnaden. Den senare är emellertid ävenledes beroende av antalet ortsstationer, enär ett större antal dylika stationer vid tvåspänningssystem föranleder ett mera förgrenat bygdenät.

Anledningen till hela den kostnadsskillnad, som uppstår mellan 380 och 220 volt vid tvåspänningssystem, kan sålunda med detta betraktelsesätt sättas i samband med ortsstationskaraktäristikans form. Denna kurva företer ej för Enköpingstrakten något för 380 volt särskilt gynnsamt förlopp, i jämförelse med andra svenska bygder, utan snarare tvärtom. Vid tvåspänningssystem torde därför den besparing, man kan påräkna med 380 volts gårdsspänning jämförd med 220 volt, icke i vanliga fall komma att nämnvärt understiga den för Enköpingstrakten beräknade.

Man kan med ledning av de för olika områden och olika alternativ ifråga om tröskmotorstorlek beräknade kostnaderna uppställa nedanstående skala över relationstalet för kostnaderna vid tvåspänningssystem med 220 volts gårdsspänning och lågspänningströskning, jämförda med motsvarande kostnader vid 380 volts gårdsspänning.

220 eller 380 volt vid tvåspänningssystem

| Bygdespänning | Ortsstationskaraktäristikans lutning mellan de mot 220 och 380 volt vid angivna tröskmotorstorlekar svarande aktionsradierna | Relationstal för kostnader vid tvåspänningssystem och lågspänningströskning med 220 volts gårdsspänning (Kostnaderna vid 380 volt = 100) | | | | | | | |
|---------------|--|--|-----------|-------------------|-----------|-------------------------------|-----------|-------------------|-----------|
| | | Små tröskmotorer (ca 6 kW) | | | | Stora tröskmotorer (ca 16 kW) | | | |
| | | Distributionskostnader | | Totala kostnader | | Distributionskostnader | | Totala kostnader | |
| | | Anläggningskostn. | Årskostn. | Anläggningskostn. | Årskostn. | Anläggningskostn. | Årskostn. | Anläggningskostn. | Årskostn. |
| 10 000 volt | Brant | 119 | 123 | 110 | 110 | 127 | 135 | 112 | 115 |
| | Normal | 115 | 118 | 108 | 109 | 122 | 129 | 110 | 113 |
| | Flack | 112 | 115 | 106 | 107 | 117 | 123 | 108 | 111 |
| 20 000 volt | Brant | 123 | 127 | 112 | 113 | 130 | 140 | 113 | 116 |
| | Normal | 119 | 122 | 110 | 111 | 125 | 133 | 111 | 114 |
| | Flack | 115 | 118 | 108 | 109 | 120 | 127 | 109 | 112 |

De angivna relationstalen gälla för enklast möjliga utförande av ortsstationer och bygdenätets avgreningar. Om av hänsyn till driftsäkerheten en högre utföringsstandard kommer till användande, ökas de i ovanstående tabell sammanställda relationstalen med ca 5 enheter så som visas av den i avdelning B sid. 61 uppställda tablån.

220 eller 380 volt vid trespänningssystem.

Frågan om 380 eller 220 volt som gårdsspänning vid trespänningssystem kan behandlas på enahanda sätt, som ovan skett för tvåspänningssystem. Ortslinjerna bliva vid det förstnämnda systemet — på samma sätt som bygdelinjerna vid det sistnämnda — mera förgrenade vid en lägre gårdsspänning.

Enär bl. a. kostnaden pr ortsstation är lägre vid trespänningssystem än vid tvåspänningssystem, så är den inverkan ortsstationskaraktäristikans form utövar å relationen mellan kostnaderna vid olika gårdsspänningar vid trespänningssystem ej så stor som vid tvåspänningssystem. Som de förut å sid. 100—102 sammanställda kostnadsuppgifterna visa, är också skillnaden mellan 220 och 380 volt mindre vid trespänningssystem än vid tvåspänningssystem. Avvikelsen i kostnadsrelation de olika områdena emellan kan emellertid förklaras på enahanda sätt, som ovan skett beträffande tvåspänningssystemet.

Den avvikelse mellan Enköpingstraktens och Sollefteåtraktens kostnadsrelationer som uppstått vid trespänningssystemet utan att hava motsvarighet vid tvåspänningssystemet beror närmast på, att vid trespänningssystemet kortare aktionsradier äro lämpliga än vid tvåspänningssystem. Sollefteåtraktens ortsstationskaraktäristika förete nämligen jämförd med Enköpingstraktens en något större sänkning mellan de vid trespänningssystem lämpliga 220 volts och 380 volts radierna än vid tvåspänningssystem.

De för Vällingeorten resp. Sollefteåtrakten i fig. 32 återgivna ortsstationskaraktäristikorna äro, vad trespänningssystemet beträffar, gynnsammare för 380 volt än någon av de övriga. Man torde därför kunna antaga, att 380 volt som gårdsspänning vid trespänningssystem knappast kan bliva mera, utan snarare mindre ekonomisk i andra områden än i dessa. Vidare har visats, att även dessa områdets för 380 volt gynnsammaste egenskaper endast kunna fullt utnyttjas vid

de mot hög tröskmotoreffekt svarande kortare gårdsnätsaktionsradierna. Emellertid är, som tidigare påvisats, lågspänningströskning ej ekonomisk vid stora tröskmotoreffekter. De fördelar i kostnadshänseende, man vid en med lämpligt system genomförd elektrifiering kan vinna med 380 volt som gårdsspänning vid trespänningssystem, torde därför vanligtvis icke komma att överstiga de, vilka här ovan angivits för Enköpingstrakten vid små tröskmotoreffekter.

Den fördyring, som kan förutses vara förenad med 220 volt som gårdsspänning vid trespänningssystem och lågspänningströskning relativt 380 volt, torde med ledning av de verkställda undersökningarna kunna slutligt uttryckas genom följande relationstal.

| Orts- spänning | Ortsstations- karaktäristikans lutning mellan de mot 220 resp. 380 volt vid angivna tröskmotorstorlekar svarande aktionsradierna | Relationstal för kostnader vid trespänningssystem och lågspänningströskning med 220 volts gårdsspänning (Kostnaderna vid 380 volt = 100) | | | | | | | |
|-------------------|---|--|----------------|----------------------------------|----------------|----------------------------------|----------------|----------------------------------|----------------|
| | | Små tröskmotorer (ca 6 kW) | | | | Stora tröskmotorer (ca 16 kW) | | | |
| | | Distributions- kostnader | | Totala kostnader | | Distributions- kostnader | | Totala kostnader | |
| | | An- lägg- nings- kostn. | Års- kostn. | An- lägg- nings- kostn. | Års- kostn. | An- lägg- nings- kostn. | Års- kostn. | An- lägg- nings- kostn. | Års- kostn. |
| 1 500 | Brant | 111 | 115 | 106 | 107 | 118 | 123 | 108 | 109 |
| | Normal | 108 | 112 | 104 | 105 | 114 | 117 | 107 | 108 |
| | Flack | 105 | 109 | 102 | 103 | 109 | 112 | 105 | 106 |
| 3 000 | Brant | 112 | 116 | 107 | 107 | 119 | 124 | 109 | 110 |
| | Normal | 109 | 113 | 105 | 106 | 115 | 118 | 107 | 108 |
| | Flack | 106 | 110 | 103 | 103 | 110 | 113 | 105 | 106 |
| 6 000 | Brant | 113 | 117 | 107 | 108 | 121 | 126 | 110 | 111 |
| | Normal | 110 | 114 | 105 | 106 | 117 | 120 | 108 | 109 |
| | Flack | 107 | 111 | 103 | 104 | 112 | 115 | 106 | 107 |

Av det anförda framgår alltså, att 380 volt som gårdsspänning vid trespänningssystem ej är förenad med större ekonomiska fördelar annat än i vissa undantagsfall, nämligen *dels* då lågspänningströskning tillämpas vid en stor tröskmotoreffekt (10 à 12 kW eller däröver) vare sig detta sker med hänsyn till ortsspänningens storlek eller av andra mera speciella skäl, och *dels* då ortsstationskaraktäristikan visar, att bygden är särskilt väl lämpad för den storlek å gårdsnätssektionsområdena, som under eventuellt förhandenvarande särskilda förhållanden (primärspänning, effekt o. d.) svarar mot 380 volt. Vid högspänningströskning saknar 380 volt, som flerstädes här ovan framhållits, allt ekonomiskt berättigande.

Vad slutligen kostnadsskillnaden mellan 380 och 500 volts gårdsspänning beträffar, är densamma beroende av likartade omständigheter som skillnaden mellan 380 och 220 volt. Förhållandet är emellertid i detta fall mera komplicerat, i det att *dels* gårdslinjerna vid 500 volt fördyras på grund av den vid 500 volt nödvändiga större stolphöjden och *dels* belysningstransformatorer erfordras, vilka medföra en viss merkostnad. Vid små tröskmotoreffekter bliva 500 volts ledningarna oftast överdimensionerade, om den mest ekonomiska aktionsradien an-

380 eller 500
volt vid
trespänningssystem.

vändes, enär 10 mm², d. v. s. den minsta tillåtna arean, mer än väl räcker till för framförandet av de små effektbeloppen. Detta alternativ ställer sig därför mera oekonomiskt relativt 380 volts alternativet i de fall, då tröskmotoreffekten är liten.

Ortsstationskaraktäristikans form inverkar å kostnadsrelationen på samma sätt som förut beskrivits. Sålunda är 500 volt mera förmånlig i Enköpingstrakten än i Vällingeorten resp. Sollefteåtrakten, enär ortsstationsantalet i det förstnämnda området faller hastigare från de mot 380 volt svarande aktionsradierna till de mot 500 volt svarande (se tabellen å sid. 105). I själva verket är Enköpingstrakten med hänsyn till ortsstationskaraktäristikans form det för 500 volts gynnsammaste bland samtliga de i fig. 32 representerade områdena. Det är därför troligt, att Enköpingstrakten utgör ett ytterlighetsfall, och att kostnaderna vid 500 volt jämförda med kostnaderna vid 380 volt i de flesta andra områden bli högre än i detta.

Å kostnadsrelationen inverkar även storleken av kostnaden för belysningstransformatorer. Denna kostnad blir högre, ju större det relativa gårdsantalet är. I Enköpingstrakten är antalet gårdar pr gårdstransformator vid 500 volts alternativet (1 200 meters radie) 12, men i Vällingeorten 14.4 och i Sollefteåtrakten endast 10. I Vällingeorten förefinnes ett väsentligt antal gårdar med enbart belysningsförbrukning (c:a 1 400 mot c:a 630 st. med motordrift), vilket föranleder en ökning av den relativa belysningstransformatorkostnaden. I Enköpingstrakten är antalet enbart belysningsförbrukande gårdar antaget till endast c:a 25 % av antalet gårdar med motordrift. Belysningstransformatörernas betydelse för summakostnaden bli därför i detta område jämförelsevis mindre.

I anslutning till tabellen å sid. 102 samt till det närmast härovan anförda, torde den slutsatsen kunna dragas, att 500 volt som gårdsspänning är ekonomiskt oförmånligare än 380 volt i en trakt, där ortsstationskaraktäristikan visar liten sänkning mellan 700 à 800 meters och 1 100 à 1 300 meters aktionsradie, eller där tröskmotoreffekten är liten, eller där antalet gårdar pr ortsstation är stort, eller slutligen där antalet enbart belysningsförbrukande abonnenter är stort. Då Enköpingstrakten i dessa avseenden företer för 500 volt mera gynnsamma egenskaper än, vad som i allmänhet kan påräknas, torde den för detta område beräknade kostnadsskillnaden mellan 500 volt och 380 volt få betraktas som särskilt liten. Använd som gårdsspänning synes därför 500 volt i regel aldrig bli billigare än 380 volt. Tvärtom torde den förra spänningen medföra en merkostnad, vilken allt efter de i varje särskilt fall förefintliga omständigheterna av ovan angivet slag torde uppgå till ett belopp, liggande mellan de i följande tabell angivna gränsvärdena.

| | | Procentuell kostnadsökning vid 500 volts gårdsspänning jämförd med 380 volt |
|------------------------------|---------------------------|---|
| Distributionskostnader | Anläggningskostnader..... | 0—10 % |
| | Årskostnader | 0—20 % |
| Totala kostnader | Anläggningskostnader..... | 5—10 % |
| | Årskostnader | 5—15 % |

b. Jämförelse mellan kostnaderna vid olika ortsspänningar.

Relationstalen för kostnaderna vid trespänningssystem med olika ortsspänning äro sammanställda i följande tabell.

Relationstal
för kostna-
derna vid olika
ortsspän-
ningar.

| Tröskningsalternativ | Gårdsspänning | Ortsspänning | Relationstal för nedan angivna slag av kostnader | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---------------|--------------|--|-----------------------|----------|----------|-----------------------|--------------------|-----------------------|---------|----------|-----------------------|--------------------|-----------------------|----------|---------|-----------------------|--------------------|-----------------------|----------|----------|-----------------------|
| | | | Distributionskostnader | | | | | | | | | Totala kostnader | | | | | | | | | | |
| | | | Anläggningskostnad | | | | | Årskostnad | | | | Anläggningskostnad | | | | | Årskostnad | | | | | |
| | | | Vällinge- orten | Enköpings- trakten | | | Sollefteå- trakten | Vällinge- orten | Enköpings- trakten | | | Sollefteå- trakten | Vällinge- orten | Enköpings- trakten | | | Sollefteå- trakten | Vällinge- orten | Enköpings- trakten | | | Sollefteå- trakten |
| | | | | 16 kW | 16 kW | 12 kW | | | 6 kW | 6 kW | 16 kW | | | 16 kW | 12 kW | 6 kW | | | 6 kW | 16 kW | 16 kW | |
| Lågsp. ... | 220 | 1 500 | 109 | 110 | 110 | 107 | 106 | 108 | 108 | 108 | 106 | 104 | 104 | 105 | 105 | 103 | 104 | 104 | 104 | 103 | 103 | |
| | | 3 000 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | | 6 000 | 99 | 102 | 100 | 100 | 98 | 97 | 105 | 103 | 101 | 100 | 99 | 101 | 100 | 100 | 99 | 98 | 102 | 102 | 101 | 100 |
| | 380 | 1 500 | 106 | 111 | 110 | 108 | 104 | 104 | 109 | 109 | 107 | 103 | 102 | 105 | 105 | 103 | 103 | 102 | 104 | 104 | 103 | 102 |
| | | 3 000 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | | 6 000 | 97 | 100 | 100 | 100 | 97 | 93 | 103 | 101 | 101 | 98 | 99 | 100 | 100 | 100 | 98 | 98 | 101 | 101 | 100 | 99 |
| Högsp. ... | 220 | 500 | 138 | 134 | 130 | 126 | 120 | 134 | 134 | 138 | 129 | 124 | 110 | 113 | 109 | 103 | 109 | 108 | 113 | 110 | 105 | 110 |
| | | 1 500 | 103 | 101 | 101 | 100 | 104 | 103 | 100 | 100 | 100 | 103 | 101 | 100 | 100 | 99 | 102 | 101 | 99 | 99 | 98 | 102 |
| | | 3 000 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 380 | 500 | 100 | 100 | 100 | 101 | 102 | 104 | 103 | 102 | 102 | 104 | 102 | 102 | 102 | 102 | 105 | 104 | 103 | 103 | 103 | 106 |
| | | 1 500 | 103 | 101 | 101 | 100 | 104 | 101 | 100 | 100 | 100 | 104 | 101 | 100 | 100 | 99 | 102 | 100 | 100 | 100 | 99 | 102 |
| | | 3 000 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 380 | 500 | 100 | 100 | 100 | 101 | 102 | 103 | 102 | 102 | 102 | 105 | 102 | 102 | 102 | 103 | 105 | 103 | 103 | 103 | 104 | 106 | |
| | 1 500 | 103 | 101 | 101 | 100 | 104 | 101 | 100 | 100 | 100 | 104 | 101 | 100 | 100 | 99 | 102 | 100 | 100 | 100 | 99 | 102 | |
| | 3 000 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| 380 | 500 | 100 | 100 | 100 | 101 | 102 | 103 | 102 | 102 | 102 | 105 | 102 | 102 | 102 | 103 | 105 | 103 | 103 | 103 | 104 | 106 | |
| | 1 500 | 103 | 101 | 101 | 100 | 104 | 101 | 100 | 100 | 100 | 104 | 101 | 100 | 100 | 99 | 102 | 100 | 100 | 100 | 99 | 102 | |
| | 3 000 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |

De kostnadsskillnader, som angivas härövan för 1 500, 3 000 och 6 000 volt äro allt för små, för att åt någondera av dessa spänningar skulle kunna givas avgjort företräde ur ekonomisk synpunkt. Ortsspänningen 500 volt är däremot, såsom i avdelning B visats för Enköpingstrakten, även för Vällingeorten och Sollefteåtrakten förenad med betydligt större kostnader, särskilt vad distributionsnätet beträffar. Ehuru således genom den nu företagna jämförelsen mellan olika områden intet nytt framkommit, utöver vad förut påvisats genom beräkningarna för Enköpingstrakten, och ehuru kostnadsskillnaderna de olika ortsspänningarna emellan i regel äro obetydliga, synes det likväl kunna vara av intresse att undersöka dessa skillnaders orsaker. Därvid förfäres på samma sätt, som förut skett vid jämförelse mellan olika gårdsspänningar. Kostnadernas relativa fördelning å olika anläggningsdelar har sålunda angivits i omstående tabell.

| Specifikation | Procentuella kostnader för resp. anläggningsdelar vid trespänningssystem och lågspänningströskning samt 220 volts gårdsspänning | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|---|--------|-------|------------------|--------|--------|--------|-------|--------|------------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|------|
| | Vällingeorten | | | Enköpingstrakten | | | | | | Sollefteåtrakten | | | | | | | |
| | 16 kW | | | 16 kW | | | 6 kW | | | 6 kW | | | | | | | |
| | 1·5 kV | 3 kV | 6 kV | 1·5 kV | 3 kV | 6 kV | 1·5 kV | 3 kV | 6 kV | 1·5 kV | 3 kV | 6 kV | 1·5 kV | 3 kV | 6 kV | | |
| Gårdslinjer | 31·2 | 31·2 | 33·3 | 22·5 | 22·6 | 23·6 | 26·0 | 26·0 | 27·0 | 28·8 | 28·8 | 30·2 | | | | | |
| Ortsstationer ... | 29·0 | 31·1 | 32·6 | 32·0 | 32·2 | 34·8 | 21·7 | 22·8 | 25·0 | 17·2 | 18·8 | 19·6 | | | | | |
| Ortslinjer | 35·9 | 27·5 | 26·2 | 36·0 | 32·8 | 33·4 | 36·3 | 35·8 | 36·5 | 34·3 | 33·0 | 35·3 | | | | | |
| Bygdestationer. | 8·0 | 5·4 | 2·8 | 7·7 | 4·2 | 3·3 | 9·1 | 5·1 | 3·7 | 8·4 | 4·4 | 3·5 | | | | | |
| Bygdelinjer | 6·9 | 4·8 | 4·1 | 11·8 | 8·2 | 6·9 | 13·9 | 10·3 | 7·8 | 17·3 | 15·0 | 9·4 | | | | | |
| Summa | 109·0 | 100·0 | 99·0 | 110·0 | 100·0 | 102·0 | 107·0 | 100·0 | 100·0 | 106·0 | 100·0 | 98·0 | | | | | |
| Specifikation | Procentuella kostnader för resp. anläggningsdelar vid trespänningssystem och högspänningströskning samt 220 volts gårdsspänning | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0·5 kV | 1·5 kV | 3 kV | 6 kV | 0·5 kV | 1·5 kV | 3 kV | 6 kV | 0·5 kV | 1·5 kV | 3 kV | 6 kV | 0·5 kV | 1·5 kV | 3 kV | 6 kV | |
| | Gårdslinjer | 24·5 | 24·5 | 24·5 | 24·6 | 14·5 | 14·5 | 14·5 | 15·2 | 14·5 | 14·5 | 14·5 | 15·2 | 22·0 | 22·0 | 22·0 | 22·5 |
| | Ortsstationer ... | 9·7 | 9·7 | 11·2 | 13·1 | 16·3 | 17·3 | 19·7 | 21·5 | 16·3 | 17·3 | 19·7 | 21·3 | 6·1 | 6·1 | 6·7 | 7·9 |
| Ortslinjer | 57·0 | 49·0 | 51·1 | 53·3 | 56·3 | 53·0 | 52·2 | 52·3 | 54·0 | 52·1 | 52·2 | 53·0 | 47·5 | 54·5 | 54·9 | 59·4 | |
| Bygdestationer. | 19·8 | 10·6 | 7·1 | 3·5 | 20·8 | 5·6 | 4·5 | 3·5 | 18·2 | 5·5 | 4·5 | 3·7 | 20·0 | 5·9 | 4·3 | 3·2 | |
| Bygdelinjer | 27·0 | 9·2 | 6·1 | 5·5 | 26·1 | 10·6 | 9·1 | 7·5 | 23·0 | 10·6 | 9·1 | 7·8 | 24·4 | 15·5 | 12·1 | 9·0 | |
| Summa | 138·0 | 103·0 | 100·0 | 100·0 | 134·0 | 101·0 | 100·0 | 100·0 | 126·0 | 100·0 | 100·0 | 101·0 | 120·0 | 104·0 | 100·0 | 102·0 | |

| Specifikation | Procentuella kostnadsskillnader mellan 3 000 volts ortsspänning å ena och övriga ortsspänningar å andra sidan vid lågspänningströskning | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|---|--------|-------|------------------|--------|--------|--------|-------|--------|------------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
| | Vällingeorten | | | Enköpingstrakten | | | | | | Sollefteåtrakten | | | | | | |
| | 16 kW | | | 16 kW | | | 6 kW | | | 6 kW | | | | | | |
| | 1·5 kV | 3 kV | 6 kV | 1·5 kV | 3 kV | 6 kV | 1·5 kV | 3 kV | 6 kV | 1·5 kV | 3 kV | 6 kV | 1·5 kV | 3 kV | 6 kV | |
| Gårdslinjer | 0 | 0 | + 2·5 | - 0·1 | 0 | + 1·0 | 0 | 0 | + 1·0 | 0 | 0 | + 1·4 | | | | |
| Ortsstationer ... | - 2·1 | 0 | + 1·5 | - 0·2 | 0 | + 2·6 | - 1·1 | 0 | + 2·2 | - 1·6 | 0 | + 0·8 | | | | |
| Ortslinjer | + 6·4 | 0 | - 1·3 | + 3·2 | 0 | + 0·6 | + 0·5 | 0 | + 0·7 | + 1·3 | 0 | + 2·3 | | | | |
| Bygdestationer. | + 2·6 | 0 | - 2·6 | + 3·5 | 0 | - 0·9 | + 4·0 | 0 | - 1·4 | + 4·0 | 0 | - 0·9 | | | | |
| Bygdelinjer | + 2·1 | 0 | - 0·7 | + 3·6 | 0 | - 1·3 | + 3·6 | 0 | - 2·5 | + 2·3 | 0 | - 5·6 | | | | |
| Summa | + 9·0 | 0 | - 1·0 | + 10·0 | 0 | + 2·0 | + 7·0 | 0 | 0 | + 6·0 | 0 | - 2·0 | | | | |
| Specifikation | Procentuella kostnadsskillnader vid högspänningströskning | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0·5 kV | 1·5 kV | 3 kV | 6 kV | 0·5 kV | 1·5 kV | 3 kV | 6 kV | 0·5 kV | 1·5 kV | 3 kV | 6 kV | 0·5 kV | 1·5 kV | 3 kV | 6 kV |
| | Gårdslinjer | 0 | 0 | 0 | + 0·1 | 0 | 0 | + 0·7 | 0 | 0 | 0 | + 0·7 | 0 | 0 | 0 | + 0·5 |
| | Ortsstationer ... | - 1·5 | - 1·5 | 0 | + 1·9 | - 3·4 | - 2·4 | 0 | + 1·8 | - 3·4 | - 2·4 | 0 | + 1·6 | - 0·6 | - 0·6 | 0 | + 1·2 |
| Ortslinjer | + 5·9 | - 2·1 | 0 | + 2·2 | + 4·1 | + 0·8 | 0 | + 0·1 | + 1·8 | - 0·1 | 0 | + 0·8 | - 7·4 | - 0·4 | 0 | + 4·5 |
| Bygdestationer. | + 12·7 | + 3·5 | 0 | - 3·6 | + 16·3 | + 1·0 | 0 | - 1·0 | + 13·7 | + 1·0 | 0 | - 0·8 | + 15·7 | + 1·6 | 0 | - 1·1 |
| Bygdelinjer | + 20·9 | + 3·1 | 0 | - 0·6 | + 17·0 | + 1·5 | 0 | - 1·6 | + 13·9 | + 1·5 | 0 | - 1·3 | + 12·3 | + 3·4 | 0 | - 3·1 |
| Summa | + 38·0 | + 3·0 | 0 | 0 | + 34·0 | + 1·0 | 0 | 0 | + 26·0 | 0 | 0 | + 1·0 | + 20·0 | + 4·0 | 0 | + 2·0 |

Slutligen visas i förestående tabell med huru stora procentuella belopp, kostnaderna för resp. anläggningsdelar vid olika ortsspänning över- resp. understiga motsvarande kostnader vid 3 000 volts ortsspänning. Skillnaderna äro angivna i procent av totala distributionskostnaden vid 3 000 volt.

Denna tabell visar, att fördelningen av kostnadsskillnaderna är nära nog densamma i alla de tre undersökta områdena. Det vore naturligtvis tänkbart, att man — i likhet med vad ovan visats angående formen å ortsstationskaraktäristikan — kunde påvisa ett samband mellan kostnaderna för bygdenätet och formen av den kurva över det procentuella antalet bygdestationer, som i analogi med benämningen å ortsstationskaraktäristikan bör kallas »bygdestationskaraktäristika». Emellertid har bygdestationskostnaden så litet inflytande å summakostnaden — den utgör enligt tabellen å sid. 110 vid 1 500 volt eller högre ortsspänningar endast mellan 3 och 10 % av hela distributionskostnaden — att en dylik analys uteslutande skulle hava teoretiskt intresse och därför utelämnas.

Förestående tabell över kostnadsskillnadernas fördelning på resp. anläggningsdelar visar således, att de olikheter med avseende å bygdens beskaffenhet, som förefinnas mellan de tre undersökta områdena, icke i nämnvärd grad förorsaka ändring i kostnadsrelationen mellan de olika ortsspänningarna.

Å andra sidan visar tabellen, att kostnadsskillnaden mellan de olika ortsspänningarna uppkomma på grund av följande omständigheter.

Ortsstationskostnaden ökas något med ortsspänningen på grund av de högre isolationskostnaderna.

Ortslinjekostnaden ökas även på grund av fördyrad isolation, men minskas samtidigt på grund av, att i genomsnitt mindre ledningsarea kommer till användning vid högre ortsspänning. Ortslinjekostnaden kan påverkas i större grad av den förstnämnda och i mindre grad av sistnämnda omständigheter. Tabellen synes visa, att en ortsspänning av c:a 3 000 volt i regel ger en något lägre ortslinjekostnad än både lägre och högre spänningar.

Bygdelinjerna förenklas och transformeringen från bygde- till ortsspänning centraliseras mera, ju högre ortsspänningen är. Kostnaderna för bygdenätet bliva därför genomgående lägre vid en högre ortsspänning. Det synes vara den sistnämnda omständigheten, som, i de fall, då väsentligare skillnader förefinnas mellan de olika ortsspänningarna, bestämmer storleken av dem. I de fall, där en allt för stor sänkning av ortsspänningen förorsakat ett relativt dyrbart bygdenät, nämligen i 500 volts alternativet, äro sålunda de totala distributionskostnaderna väsentligt högre än i de alternativ, där bygdenätet är billigt relativt övriga anläggningsdelar. På grund av de vid 500 volts alternativet låga installationskostnaderna är likväl skillnaden mellan totalkostnaderna för detta alternativ och de övriga betydligt mindre än skillnaden mellan distributionskostnaderna.

Emellertid ha de hittills utförda kostnadsberäkningarna baserats på det antagandet, att ortsspänningen 6 000 volt kan behandlas ungefär på samma sätt som lägre ortsspänningar. Till följd av dels ortsspänningens storlek i och för sig dels ortsnätens större utsträckning och därmed sammanhängande överspänningsförhållande är det ganska sannolikt, att man vid 6 000 volt måste såväl ur farsynpunkt som för driftsäkerhetens skull använda en högre standard i fråga om ortsnätens utförande, än vad erfarenheten visat vara möjligt vid 3 000 volt. Då man ännu vid 3 000 volt kan åtnöja sig med smältskydd i de från bygdestationerna utgående ortslinjerna, torde man lämpligen vid 6 000 volt för undvikande av överspänningar vid enpolig fränkoppling av jordfel nödgas använda automa-

*Analys av de
beräknade
kostnads-
relationerna.*

*Kostnaderna
för 6 000 volts
ortsspänning
vid annan
utförings-
standard.*

tiska strömbrytare i dessa utledningar. Ortslinjelängden pr utledning blir vid ett rationellt 6 000 volts nät ungefär dubbelt så stor som vid 3 000 volt, varför det för driftsäkerhetens skull torde vara nödvändigt att åtminstone i utbredd bygd, där ortsnäten bliva mycket förgrenade, utföra de centrala delarna av ortsnätet (huvudledningarna) på ett dyrbarare sätt än vid 3 000 volt med hänsyn till skogsgatan, stolpkonstruktioner o. dyl.; även ortsstationerna torde lämpligen vid 6 000 volt utföras enligt en något högre standard. De förbättringar av utförandet, som enligt ovanstående torde vara lämpliga vid 6 000 volt, föranleda en viss merkostnad, vilken för Enköpingstrakten och Sollefteåtrakten blivit beräknad för alternativen lågspänningströskning och högspänningströskning. Resultatet härav utvisar, att man vid 6 000 volts ortsspänning med det bättre utförandet bör räkna med följande relationstal i stället för de förut angivna, vilka för jämförelsens skull även medtagits i följande sammanställning.

| Tröskningsalternativ | Gårdsspänning | Orts-spänning | Orts-nätens utförande ¹ | Relationstal för nedan angivna slag av kostnader | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|---------------|----------------|------------------------------------|--|--------|-------------------|-------------------|------|-------------------|----------------------|------|-------------------|-------------------|------|-------------------|-----|-----|
| | | | | Distributionskostnader | | | | | | Totala kostnader | | | | | | | |
| | | | | Anläggningskostnader | | | Årskostnader | | | Anläggningskostnader | | | Årskostnader | | | | |
| | | | | Enköpings-trakten | | Sollefteå-trakten | Enköpings-trakten | | Sollefteå-trakten | Enköpings-trakten | | Sollefteå-trakten | Enköpings-trakten | | Sollefteå-trakten | | |
| | | | | 16kW | 6 kW | 6 kW | 16kW | 6 kW | 6 kW | 16kW | 6 kW | 6 kW | 16kW | 6 kW | 6 kW | | |
| Lågsp.-tröskn. | 220 v. | 1 500 v. | alt. I | 110 | 107 | 106 | 108 | 106 | 104 | 105 | 103 | 104 | 104 | 103 | 103 | | |
| | | 3 000 » | » » | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| | | 6 000 » | » » | 102 | 100 | 98 | 105 | 101 | 100 | 101 | 100 | 99 | 102 | 101 | 100 | 100 | |
| | | 6 000 » | » II | 108 | 106 | 104 | 109 | 106 | 105 | 104 | 102 | 102 | 105 | 103 | 103 | 103 | |
| | 380 v. | 1 500 v. | alt. I | 111 | 108 | 104 | 109 | 107 | 103 | 105 | 103 | 103 | 104 | 103 | 102 | 102 | |
| | | 3 000 » | » » | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| | | 6 000 » | » » | 100 | 100 | 97 | 103 | 101 | 98 | 100 | 100 | 98 | 101 | 100 | 99 | 99 | |
| | | 6 000 » | » II | 106 | 106 | 102 | 108 | 106 | 102 | 103 | 102 | 101 | 104 | 102 | 101 | 101 | |
| | 6 000 » | » III | 112 | 113 | 109 | 114 | 112 | 108 | 106 | 106 | 105 | 106 | 105 | 106 | 105 | 105 | |
| | | Högsp.-tröskn. | 220 v. | 500 v. | alt. I | 134 | 126 | 120 | 134 | 129 | 124 | 113 | 103 | 109 | 113 | 105 | 110 |
| | | | | 1 500 » | » » | 101 | 100 | 104 | 100 | 100 | 103 | 100 | 99 | 102 | 99 | 98 | 102 |
| | | | | 3 000 » | » » | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 6 000 » | » » | | | 100 | 101 | 102 | 103 | 102 | 104 | 102 | 102 | 105 | 103 | 103 | 106 | | |
| 380 v. | 1 500 v. | | alt. I | 117 | 118 | 121 | 117 | 116 | — | 110 | 110 | — | 110 | 109 | — | | |
| | 3 000 » | | » » | 101 | 100 | 104 | 100 | 100 | 104 | 100 | 99 | 102 | 100 | 99 | 102 | | |
| | 6 000 » | | » » | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | |
| | 6 000 » | | » » | 100 | 101 | 102 | 102 | 102 | 105 | 102 | 103 | 105 | 103 | 104 | 106 | | |
| 6 000 » | » III | 119 | 120 | 121 | 118 | 118 | — | 111 | 111 | — | 110 | 110 | — | | | | |

¹ Ortsnäten ha antagits utförda på tre olika sätt, i tabellen betecknade med alt. I, II och III, på följande sätt:

vid alt. I användes enklaste möjliga utförande

» » II äro bygde- och ortsstationer utförda på ett mera betryggande sätt

» » III äro dessutom de centrala delarna av ortsledningarna (huvudledningarna) utförda med en högre standard.

Av förestående tabell visas, att distributionskostnaderna vid 6 000 volt och lågspänningströskning bliva ända till 15 % högre och vid högspänningströskning ända till 20 % högre än motsvarande kostnader vid 3 000 volt, under det att skillnaden ifråga om totalkostnaderna inkl. installationskostnaderna kan uppgå till c:a 7 % resp. 10 %. I bandformad bygd, där möjligen ortsnätens utföringsstandard vid lågspänningströskning skulle utan olägenhet kunna hållas lägre än i sådan bygd, där dessa nät bliva mycket förgrenade, torde vid det nämnda tröskningsalternativet skillnaden dock kunna begränsas till 4 à 5 %, vad distributionskostnaderna beträffar, och till 2 à 3 % vad totalkostnaderna beträffar.

Som resultat av den företagna jämförelsen mellan kostnaderna för elektrifiering med olika ortsspänningar framgår alltså, att de båda ortsspänningarna 1 500 volt och 3 000 volt äro i stort sett likställda ur ekonomisk synpunkt. Systemet med 500 volts ortsspänning är däremot avgjort ofördelaktigare än de båda nyssnämnda, i det att densamma medför en fördyring av intill c:a 40 %, vad distributionsnätet beträffar, och intill c:a 10 %, om även installationskostnaderna medräknas. En höjning av ortsspänningen till 6 000 volt föranleder visserligen ingen nämnvärd fördyring, om transformatorer och ledningar utföras på samma sätt som enligt erfarenhet visat sig möjligt vid 3 000 volt, men om desamma, så som helt säkert är nödvändigt, utföras med en mot den högre spänningen svarande högre standard, bliva distributionskostnaderna intill c:a 15 à 20 % och de totala kostnaderna intill c:a 7 à 10 % högre än vid 3 000 volt. Möjligen skulle man dock i bandformad bygd utan olägenhet vid lågspänningströskning kunna åtnöja sig med ett på enklare sätt utfört 6 000 volts nät, varigenom kostnadsskillnaden skulle begränsas till c:a 4 à 5 % resp. 2 à 3 %. I övrigt torde ovanstående synpunkter vara tillämpliga i alla slag av bygd, ehuru givetvis sådana specialfall kunna förekomma, där resultatet blir ett annat.

Huruvida man bör föredraga 1 500 eller 3 000 volt, beror dels på odlingsgraden, i det att 1 500 volt bör begränsas till sådan bygd, där odlingsgraden är hög, under det att 3 000 volts spänningen är mera allmänt användbar och speciellt lämplig vid lägre odlingsgrad, dels på förefintligheten av medelstor industriell belastning, som i regel bättre tillgodoses med 3 000 volt.

c. Jämförelse mellan kostnaderna vid lågspännings- och högspännings-tröskning.

Förhållandet mellan kostnaderna vid dessa båda system kan uttryckas genom de i följande tabell sammanställda relationstalen. Därvid har räknats med tröskning endast vid huvudgården, sålunda icke vid logar i större avstånd från gården.

De i denna tabell angivna relationstalen bestyrka i stort sett det förut vid beräkningarna för Enköpingstrakten i avdelning B erhållna resultatet, att vid stora tröskmotoreffekter kostnaderna bliva lägre vid högspänningströskning än vid lågspänningströskning, och att den ekonomiska gränsen mellan dessa båda system infaller vid en högre tröskmotoreffekt, ju högre ortsspänningen är.

Dock synes i såväl Vällingeorten som Sollefteåtrakten alternativet högspänningströskning vara ekonomiskt gynnsammare än i Enköpingstrakten, i det att relationstalen för detta alternativ åtminstone för distributionskostnaderna äro genomgående lägre i de förstnämnda områdena.

Orsakerna härtill torde kunna klargöras genom en undersökning av kostnadenas fördelning å de olika anläggningsdelarna. Då emellertid, som förut visats,

Sammanfattning.

Relationstal för kostnaderna vid lågspännings- och högspännings-tröskning.

| Systemtyp | | Spännings-kombination | | Trösk-nings-alter-nativ | | Relationstal för nedan angivna slag av kostnader | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|------------------|-----------------------|-------|-------------------------|------|--|-------------------|-------------------|---------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|---------------|-------------------|-------------------|-----|-----|
| | | | | | | Distributionskostnader | | | | | | Totala kostnader | | | | | | | |
| | | | | | | Anläggningskostnad | | | Årskostnad | | | Anläggningskostnad | | | Årskostnad | | | | |
| | | | | | | Vällingeorten | Enköpings-trakten | Sollefteå-trakten | Vällingeorten | Enköpings-trakten | Sollefteå-trakten | Vällingeorten | Enköpings-trakten | Sollefteå-trakten | Vällingeorten | Enköpings-trakten | Sollefteå-trakten | | |
| 16 kW | 12 kW | 6 kW | 16 kW | 12 kW | 6 kW | 16 kW | 12 kW | 6 kW | 16 kW | 12 kW | 6 kW | 16 kW | 12 kW | 6 kW | | | | | |
| Tvåsp. | 20 000/220 | Lågsp. Högsp. | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | | | |
| | | | 77 | 89 | 95 | 111 | 79 | 93 | 99 | 114 | 100 | 102 | 110 | 128 | 102 | 103 | 112 | 130 | |
| Tresp. | 20 000/380 | Lågsp. Högsp. | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | | |
| | | | 98 | 98 | 104 | 119 | 103 | 103 | 110 | 121 | 113 | 107 | 116 | 134 | 115 | 110 | 119 | 134 | |
| Tvåsp. | 20 000/1 500/220 | Lågsp. Högsp. | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | | |
| | | | 71 | 78 | 82 | 94 | 90 | 77 | 84 | 88 | 100 | 95 | 88 | 93 | 103 | 97 | 93 | 91 | 96 | 106 | 101 |
| Tvåsp. | 20 000/1 500/380 | Lågsp. Högsp. | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | | |
| | | | 82 | 87 | 90 | 100 | 102 | 90 | 96 | 99 | 108 | 110 | 94 | 98 | 106 | 106 | 99 | 98 | 102 | 110 | 111 |
| Tvåsp. | 20 000/3 000/220 | Lågsp. Högsp. | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | | |
| | | | 75 | 86 | 90 | 101 | 92 | 80 | 91 | 95 | 106 | 96 | 91 | 93 | 97 | 108 | 99 | 96 | 100 | 110 | 102 |
| Tvåsp. | 20 000/3 000/380 | Lågsp. Högsp. | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | | |
| | | | 84 | 95 | 99 | 108 | 103 | 92 | 105 | 108 | 116 | 110 | 96 | 98 | 102 | 111 | 107 | 100 | 103 | 107 | 115 | 112 |
| Tvåsp. | 20 000/6 000/220 | Lågsp. Högsp. | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | | |
| | | | 76 | 84 | 90 | 101 | 96 | 80 | 89 | 94 | 108 | 100 | 93 | 94 | 100 | 111 | 106 | 97 | 97 | 102 | 113 | 108 |
| Tvåsp. | 20 000/6 000/380 | Lågsp. Högsp. | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | | |
| | | | 86 | 95 | 99 | 108 | 109 | 94 | 104 | 108 | 118 | 117 | 98 | 100 | 105 | 115 | 115 | 103 | 104 |

1 De här angivna relationstalen gälla för det fall, att 6 000 volts näten utföras med samma standard som 3 000 volts näten. Vid en högre standard (jämför sid. 112) bliva relationstalen för alternaivet högsänningströskning höjda med c:a 2 å 3 enheter.

380 volts gårdsspänning ej har ekonomiskt berättigande vid högspänningströskning, borde det vara tillräckligt att verkställa denna undersökning endast ifråga om de alternativ, där gårdsspänningen är 220 volt. I följande tabell angivas sålunda de relativa kostnadernas fördelning å resp. anläggningsdelar vid sistnämnda gårdsspänning. Därvid angivas dessa kostnader i procent av den totala distributionskostnaden vid alternativet lågspänningströskning.

| Specifikation | Procentuella kostnader för resp. anläggningsdelar vid 220 volts gårdsspänning och nedan angivna primärspänning i ortsstationerna | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | 20 000 volts primärspänning (tvåsp.-system) | | | | | | | | 6 000 volts primärspänning (tresp.-system) | | | | | | | |
| | Vällinge- orten | | Enköpingstrakten | | | | Sollefteå- trakten | | Vällinge- orten | | Enköpingstrakten | | | | Sollefteå- trakten | |
| | 16 kW | | 16 kW | | 6 kW | | 6 kW | | 16 kW | | 16 kW | | 6 kW | | 6 kW | |
| | Lågspännings- tröskning | Högspännings- tröskning | Lågspännings- tröskning | Högspännings- tröskning | Lågspännings- tröskning | Högspännings- tröskning | Lågspännings- tröskning | Högspännings- tröskning | Lågspännings- tröskning | Högspännings- tröskning | Lågspännings- tröskning | Högspännings- tröskning | Lågspännings- tröskning | Högspännings- tröskning | Lågspännings- tröskning | Högspännings- tröskning |
| Gårdslinjer | 37.6 | 26.8 | 31.5 | 23.2 | 36.4 | 29.0 | 38.7 | — | 33.6 | 18.7 | 23.1 | 12.8 | 27.0 | 15.2 | 30.8 | 21.2 |
| Ortsstationer | 36.0 | 11.2 | 34.3 | 17.8 | 25.8 | 22.0 | 25.0 | — | 33.0 | 10.0 | 34.2 | 18.1 | 25.0 | 21.3 | 20.0 | 7.5 |
| Ortslinjer | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | — | 26.6 | 40.5 | 32.7 | 44.0 | 36.5 | 53.0 | 36.0 | 55.7 |
| Bygdenät | 26.4 | 39.0 | 34.2 | 48.0 | 37.8 | 60.0 | 36.3 | — | 6.8 | 6.8 | 10.0 | 9.1 | 11.5 | 11.5 | 13.2 | 11.6 |
| Summa | 100.0 | 77.0 | 100.0 | 89.0 | 100.0 | 111.0 | 100.0 | — | 100.0 | 76.0 | 100.0 | 84.0 | 100.0 | 101.0 | 100.0 | 96.0 |
| Specifikation | 3 000 volts primärspänning (tresp.-system) | | | | | | | | 1 500 volts primärspänning (tresp.-system) | | | | | | | |
| | Vällinge- orten | | Enköpingstrakten | | | | Sollefteå- trakten | | Vällinge- orten | | Enköpingstrakten | | | | Sollefteå- trakten | |
| | 16 kW | | 16 kW | | 6 kW | | 6 kW | | 16 kW | | 16 kW | | 6 kW | | 6 kW | |
| | Lågspännings- tröskning | Högspännings- tröskning | Lågspännings- tröskning | Högspännings- tröskning | Lågspännings- tröskning | Högspännings- tröskning | Lågspännings- tröskning | Högspännings- tröskning | Lågspännings- tröskning | Högspännings- tröskning | Lågspännings- tröskning | Högspännings- tröskning | Lågspännings- tröskning | Högspännings- tröskning | Lågspännings- tröskning | Högspännings- tröskning |
| | Gårdslinjer | 31.2 | 18.4 | 22.6 | 12.5 | 26.0 | 14.6 | 28.8 | 20.3 | 28.6 | 16.9 | 20.5 | 11.2 | 24.3 | 13.6 | 26.9 | 19.0 |
| Ortsstationer | 31.1 | 8.4 | 32.2 | 16.8 | 22.8 | 19.9 | 18.8 | 6.2 | 26.6 | 6.7 | 29.1 | 12.6 | 20.3 | 16.3 | 16.2 | 5.3 |
| Ortslinjer | 27.5 | 38.2 | 32.8 | 45.0 | 35.8 | 52.7 | 33.0 | 50.5 | 31.1 | 33.8 | 32.7 | 43.5 | 33.9 | 49.0 | 32.9 | 47.2 |
| Bygdenät | 10.2 | 10.0 | 12.4 | 11.7 | 15.4 | 13.8 | 19.4 | 15.0 | 13.7 | 13.6 | 17.7 | 12.5 | 21.5 | 15.1 | 24.0 | 18.5 |
| Summa | 100.0 | 75.0 | 100.0 | 86.0 | 100.0 | 101.0 | 100.0 | 92.0 | 100.0 | 71.0 | 100.0 | 78.0 | 100.0 | 94.0 | 100.0 | 90.0 |

De kostnadsskillnader mellan alternativen lågspänningströskning och högspänningströskning som förefinnas enligt ovanstående tabell, fördela sig på resp. anläggningsdelar på följande sätt.

| Specifikation | Procentuella kostnadsskillnader mellan lågspännings- och högspänningströskning vid 220 volts gårdsspänning och nedan angivna primärspänning å ortstransformatörerna | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---|-------|---|-------|
| | 20 000 volts primärspänning (tvåsp.-system) | | | | | | 6 000 volts primärspänning (tresp.-system) | | | | | | | | | |
| | Vällinge- orten | | Enköpingstrakten | | | Sollefteå- trakten | Vällinge- orten | | Enköpingstrakten | | | Sollefteå- trakten | | | | |
| | 16 kW | | 16 kW | 6 kW | | 6 kW | 16 kW | | 16 kW | 6 kW | | 6 kW | | | | |
| | Lågspännings- tröskning | Högspännings- tröskning | Lågspännings- tröskning | Högspännings- tröskning | Lågspännings- tröskning | Högspännings- tröskning | Lågspännings- tröskning | Högspännings- tröskning | Lågspännings- tröskning | Högspännings- tröskning | Lågspännings- tröskning | Högspännings- tröskning | | | | |
| Gårdslinjer | 0 | -10.8 | 0 | -8.3 | 0 | -7.4 | — | — | 0 | -14.9 | 0 | -10.3 | 0 | -11.8 | 0 | -9.6 |
| Ortsstationer ... | 0 | +24.8 | 0 | -16.5 | 0 | -3.8 | — | — | 0 | -23.0 | 0 | -16.1 | 0 | -3.7 | 0 | -12.5 |
| Ortslinjer..... | — | — | — | — | — | — | — | — | 0 | +13.9 | 0 | +11.3 | 0 | +16.5 | 0 | +19.7 |
| Bygdenät..... | 0 | +12.6 | 0 | +13.8 | 0 | +22.2 | — | — | 0 | 0 | 0 | -0.9 | 0 | 0 | 0 | -1.6 |
| Summa | 0 | -23.0 | 0 | -11.0 | 0 | +11.0 | — | — | 0 | -24.0 | 0 | -16.0 | 0 | +1.0 | 0 | -4.0 |
| | 3 000 volts primärspänning (tresp.-system) | | | | | | 1 500 volts primärspänning (tresp.-system) | | | | | | | | | |
| Gårdslinjer | 0 | -12.8 | 0 | -10.1 | 0 | -11.4 | 0 | -8.5 | 0 | -11.7 | 0 | -9.3 | 0 | -9.7 | 0 | -7.9 |
| Ortsstationer ... | 0 | -22.7 | 0 | -15.4 | 0 | -2.9 | 0 | -12.6 | 0 | -19.9 | 0 | -16.5 | 0 | -4.0 | 0 | -10.9 |
| Ortslinjer..... | 0 | +10.7 | 0 | +12.2 | 0 | +16.9 | 0 | +17.5 | 0 | +2.7 | 0 | +10.8 | 0 | +15.1 | 0 | +14.3 |
| Bygdenät..... | 0 | -0.2 | 0 | -0.7 | 0 | -1.6 | 0 | -4.4 | 0 | -0.1 | 0 | -5.2 | 0 | -6.6 | 0 | -5.5 |
| Summa | 0 | -25.0 | 0 | -14.0 | 0 | +1.0 | 0 | -8.0 | 0 | -29.0 | 0 | -22.0 | 0 | -6.0 | 0 | -10.0 |

Analys av
de beräknade
kostnads-
relationerna.

Härav framgår, att den besparing i anläggningskostnader för distributionsnätet, som vinnes genom systemet högspänningströskning, i samtliga undersökta fall uppkommer genom minskning av kostnaderna för gårdsnät och ortsstationer. Denna kostnadsminskning ernås givetvis genom att — särskilt vid större tröskmotoreffekter — dels gårdsledningsarean är klenare, dels ortsstationernas kVA-tal är mindre vid detta system än vid lågspänningströskning. Emellertid motverkas denna besparing genom den fördyring av ortslinjerna, som betingas av stolpkontaktledningarna.

Slutligen är den mest ekonomiska gårdsnätsaktionsradien vid högspänningströskning större än vid lågspänningströskning, vilket åstadkommer en förskjutning av kostnaderna från ortsnätet till gårdslinjerna. Skillnaden med avseende på aktionsradien är störst vid höga primärspänningar resp. stora tröskmotoreffekter (se avdeln. C). Den reduktion av gårdsledningskostnaden, som vid stora tröskmotoreffekter uppstår på grund av ledningsareans minskning om högspänningströskning användes i stället för lågspänningströskning, uppväges till en del genom den antydda kostnadsförskjutningen, varigenom den väsentligaste besparingen i dylikt fall blir förlagd till ortsstationskontot. I sådan bygd, där ortsstationsantalet hastigt faller vid en ökning av aktionsradien, kan därför väntas något större besparing med högspänningströskningen än i sådan bygd, där ortsstationsantalet förändras mindre hastigt. Enligt vad tidigare visats, är Vällingeortens ortsstation

tionskaraktäristika starkt fallande inom det område, som motsvarar den vid 220 volt och den för området antagna tröskmotoreffekten lämpliga gårdsnätsaktionsradien. På grund härav erhålles med systemet högspänningströskning en större besparing därstädes än inom Enköpingstrakten.

Vidare är i Vällingeorten antalet gårdar pr ortsstation större än i Enköpingstrakten, varjämte gårdarna i det förra området äro mera jämnt fördelade än i det senare. Dessa omständigheter medföra, att den procentuella gårdslinjekostnaden blir högre i Vällingeorten; detta framgår för övrigt av tabellerna å sid. 101 eller sid. 115, vilka uppvisa en procentuell gårdslinjekostnad för Vällingeorten, som är c:a 1'4 ggr så stor som motsvarande siffra för Enköpingstrakten. Härav följer, att även den besparing i gårdslinjekostnader, som erhålles vid högspänningströskning, blir procentuellt större i Vällingeorten än i Enköpingstrakten. (Se för övrigt härom den allmänna framställningen angående dessa förhållanden å sid. 90—95).

I Sollefteåtrakten är ortsstationskaraktäristikans form snarlik Vällingeortens, varför besparingen i ortsstationskostnad vid högspänningströskning även därstädes är större än i Enköpingstrakten.

Gårdsantal och gårdsfördelning äro däremot nära nog lika i Sollefteåtrakten och Enköpingstrakten, varför besparingen i gårdslinjekostnaderna ej blir större Sollefteåtrakten än i Enköpingstrakten. Snarare är förhållandet omvänt, vilket torde bero på, att den mest ekonomiska gårdsnätsaktionsradien vid högspänningströskning är proportionsvis något större i det förra området (på grund av mindre småmotorbelastning pr ledning).

Av det ovan sagda torde framgå, att den besparing i distributionskostnader, som eventuellt kan ernås genom högspänningströskning, kan väntas bliva större i samma mån, som bygdens ortsstationskaraktäristika är starkt fallande inom området för de mest ekonomiska gårdsnätsaktionsradier, vilka betingas av förhandenvarande omständigheter, särskilt med avseende å tröskmotoreffekt och ortspänning. Dessutom erhålles en större kostnadsminskning, om gårdslinjekostnaden över huvud taget övar stort inflytande å summakostnaden, vilket är fallet vid stort gårdsantal och jämn gårdsfördelning. Emellertid förorsakar ett stort gårdsantal en relativ ökning av kvantiteten av såväl trösktransformatorvagnar som stolpkontakter och åstadkommer därigenom en fördyring, vilken gör sig gällande särskilt vid höga ortsspänningar (se sid. 109). Detta förhållande belyses av totalkostnadsrelationerna för Vällingeorten i tabellen å sid. 114, vilka äro i stort sett desamma som för Enköpingstrakten, trots att kostnadsbesparingen för enbart distributionsnätet är genomgående större i det förra området.

Den skillnad, som på grund av nämnda förhållanden eventuellt kan uppstå mellan olika områden, kommer att föranleda en förskjutning av storleken av de gränsvärden å tröskmotoreffekten, över vilka högspänningströskning är ekonomisk. Storleksordningen av denna förskjutning kan uppskattas genom en approximativ beräkning av tröskmotoreffektens gränsvärden för Vällingeorten och Sollefteåtrakten. En sådan beräkning har utförts genom proportionering mellan de beräknade relationstalen för dessa områden och har lämnat till resultat de värden, som angivas i följande tabell, och vilka väl att märka avse 1914 års materialpris och alltså relativt billig koppar med ortstransformatorer med extra små tomgångsförluster samt ett värde å tomgångsenergien av 5 öre pr kWh.

Norm för användandet av lågspännings- och högspännings-tröskning.

| | 1.5 kV orts- spänning | 3 kV orts- spänning | 6 kV ³ orts- spänning |
|---|-----------------------------|---------------------------|--|
| 1) I bygd av genomsnittstyp är högspänningströskning ekonomiskt fördelaktig, om tröskmotorernas genomsnittliga storlek är lika med eller större än följande effekter, vilka äro att anse som <i>grundtal</i> | 9 kW | 11 kW | 13 kW ¹ |
| 2) I bygd av speciell beskaffenhet böra de angivna grundtalen ändras på följande sätt: | | | |
| a) om ortsstationskaraktäristikans lutning mellan 300 å 400 och 700 å 800 m:s radierna är stor (25 % eller mera pr 100 m.) ² <i>minskas</i> , och om lutningen är liten (10 % eller mindre pr 100 m.) ² <i>ökas</i> grundtalet med intill c:a | 2 kW | 3 kW | 4 kW |
| b) om gårdsfördelningen är mycket jämn (gårdsfördelningsklass I eller II) <i>minskas</i> och om gårdsfördelningen är mycket klumpad (gårdsfördelningsklass VI eller VII) <i>ökas</i> grundtalet med intill c:a | 1 kW | 1 kW | 1 kW |
| c) om gårdsantalet pr ortsstation är stort (t. ex. > 4 å 5 gårdar vid 450 m:s gårdsnätsradie) <i>ökas</i> , och om gårdsantalet är litet (t. ex. < 3 vid nämnda radie) <i>minskas</i> grundtalet med intill c:a..... | 2 kW | 2 kW | 2 kW |

¹ De för 6 kV angivna effektgränserna gälla, då 6 000 volts näten utföras med samma standard som 3 000 volts näten. Om en högre standard användes, bliva dessa effekter ökade med c:a 2 kW. Det i normen för 6 000 volt angivna grundtalet (13 kW) ökas alltså i sådant fall till 15 kW.

² I % av värdet vid 450 m:s aktionsradie (se fig. 32 å sid. 103).

³ På grund av den större olycksfallsrisken vid högspänningströskning med höga ortsspänningar avrådes från detta alternativ vid högre ortsspänning än 3 kV även i de fall, då kostnadsbesparing skulle enligt denna tabell ernås därmed.

Man torde med denna norm på ett tillräckligt tillfredsställande sätt kunna fastställa, om högspännings- eller lågspänningströskning är det för en viss bygd

| Spänningskombination | Tröskningsalternativ | Systemtyp | Relationstal för | | | | |
|----------------------|----------------------|--------------|-------------------------|------------------|-----|-----|-----------------------|
| | | | Distributionskostnader | | | | |
| | | | Anläggningskostnader | | | | |
| | | | Väl- linge- orten | Enköpingstrakten | | | Sollefteå- trakten |
| 16 kW | 16 kW | 12 kW | 6 kW | 6 kW | | | |
| 20000/380 | Lågsp. | Tvåsp.-syst. | 100 | 100 | 100 | — | — |
| 20000/3000/220 | Högsp. | Tresp.-syst. | 87 | 84 | 89 | — | — |
| 20000/380 | Lågsp. | Tvåsp.-syst. | — | — | 100 | 100 | 100 |
| 20000/3000/220 | » | Tresp.-syst. | — | — | 99 | 101 | 116 |
| 20000/3000/380 | » | » | — | — | 90 | 94 | 104 |

ekonomiskt fördelaktigaste systemet. De egenskaper hos bygden, vilka enligt ovanstående böra läggas till grund för ett bedömande av denna fråga, synas vara svåra att fastställa utan en tämligen besvärlig undersökning. I allmänhet torde emellertid de angivna grundtalen kunna användas oförändrade, eller eventuellt uppskattningsvis sänkas eller höjas med en eller annan kW allt efter den mera allmänna uppfattning om bygdens karaktär, som lätt torde utan närmare undersökning kunna ernås genom studium av karta och statistiska handböcker.

d. Jämförelse mellan tvåspännings- och trespänningssystem.

Denna jämförelse torde kunna begränsas till att omfatta de särskilda alternativ inom vardera gruppen, vilka, enligt vad ovan visats, äro de ekonomiskt lämpligaste. Bland trespänningssystemen borde det vara tillräckligt att endast medtaga de med 3 000 volts ortsnätsspänning, enär skillnaden mellan denna och 1 500 volt är högst obetydlig. Då vidare systemet »högspänningströskning» är fördelaktigast vid stora tröskmotoreffekter, bör jämförelsen mellan Vällingeorten och Enköpingstrakten omfatta detta alternativ, varvid endast 220 volts gårdsspänning medtages. Vid jämförelsen mellan Enköpingstrakten och Sollefteåtrakten, i vilket sistnämnda område tröskmotoreffekten är liten, bör endast systemet »lågspänningströskning» ifrågakomma. Därvid torde både 220 och 380 volts gårdsspänning böra medtagas, enär, enligt vad tidigare visats, den senare spänningen vid lågspänningströskning i vissa fall är förenad med så stora ekonomiska fördelar, att densamma icke kan helt utsträngas.

De sålunda utvalda alternativen av trespänningssystemen böra jämföras endast med tvåspänningssystem med 380 volts gårdsspänning, enär detsamma visats vara mest ekonomiskt bland tvåspänningssystemen.

I följande tabell angivas alltså kostnadsrelationerna för de ovan angivna systemen inom de tre undersökta områdena, varvid kostnaderna för tvåspänningssystemet med 380 volt gårdsspänning betecknats med 100.

*Relationstal
för kostna-
derna vid
tvåspännings-
och trespän-
ningssystem.*

nedan angivna slag av kostnader

| Distributionskostnader | | | | | Totala kostnader | | | | | | | | | | | |
|------------------------|------------------|-------|-------|------|---------------------------------|--------------------|------------------|-------|-------|--------------|---------------------------------|--------------------|------------------|------|-------|-------|
| Årskostnader | | | | | Anläggningskostnader | | | | | Årskostnader | | | | | | |
| Vällinge- orten | Enköpingstrakten | | | | Sollef- teå- trak- ten | Vällinge- orten | Enköpingstrakten | | | | Sollef- teå- trak- ten | Vällinge- orten | Enköpingstrakten | | | |
| | 16 kW | 16 kW | 12 kW | 6 kW | | | 6 kW | 16 kW | 16 kW | 12 kW | | | 6 kW | 6 kW | 16 kW | 16 kW |
| 100 | 100 | 100 | — | — | 100 | 100 | 100 | — | — | 100 | 100 | 100 | — | — | — | |
| 93 | 86 | 92 | — | — | 96 | 91 | 96 | — | — | 99 | 92 | 98 | — | — | — | |
| — | — | 100 | 100 | 100 | — | — | 100 | 100 | 100 | — | — | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| — | — | 97 | 95 | 110 | — | — | 99 | 100 | 109 | — | — | 98 | 97 | 106 | 106 | |
| — | — | 84 | 87 | 95 | — | — | 97 | 98 | 102 | — | — | 93 | 94 | 96 | 96 | |

Som synes är kostnadsskillnaden vid fullständig, från början planmässigt utförd elektrifiering procentuellt taget ganska ringa mellan två- och trespänningssystem, om man utgår från 380 volts gårdsspänning vid det förra och 220 volt vid det senare, och om man tager hänsyn icke blott till distributionsnätskostnaden utan även till kostnaderna för installationerna. Kostnadsskillnadens absoluta belopp kan likväl i vissa fall bliva icke så obetydlig. En undersökning av de faktorer, som bestämma kostnadsskillnadens storlek, kan därför vara av intresse.

Fördelningen av de relativa anläggningskostnaderna för distributionsnätets olika delar visas av följande tabell:

| Specifikation | Procentuella anläggningskostnader | | | |
|---------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | Vällingeorten | | Enköpings- | |
| | 16 kW | | 16 kW | |
| | Lågspännings-tröskning | Högspännings-tröskning | Lågspännings-tröskning | Högspännings-tröskning |
| | 20000/380 | 20000/3000/220 | 20000/380 | 20000/3000/220 |
| Tvåspänningssyst. | Trespänningssyst. | Tvåspänningssyst. | Trespänningssyst. | |
| Gårdslinjer | 51.1 | 21.3 | 38.5 | 12.2 |
| Ortsstationer | 23.7 | 9.7 | 26.3 | 16.5 |
| Ortslinjer..... | 0 | 44.5 | 0 | 43.8 |
| Bygdenät..... | 25.2 | 11.5 | 35.2 | 11.5 |
| Summa | 100.0 | 87.0 | 100.0 | 84.0 |

Kostnadsskillnaden mellan respektive system fördela sig alltså på följande sätt:

| Specifikation | Procentuella kostnadsskillnader | | | |
|---------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | Vällingeorten | | Enköpings- | |
| | 16 kW | | 16 kW | |
| | Lågspännings-tröskning | Högspännings-tröskning | Lågspännings-tröskning | Högspännings-tröskning |
| | 20000/380 | 20000/3000/220 | 20000/380 | 20000/3000/220 |
| Tvåspänningssyst. | Trespänningssyst. | Tvåspänningssyst. | Trespänningssyst. | |
| Gårdslinjer | 0 | - 29.8 | 0 | - 26.3 |
| Ortsstationer | 0 | - 14.0 | 0 | - 9.8 |
| Ortslinjer | 0 | + 44.5 | 0 | + 43.8 |
| Bygdenät..... | 0 | - 13.7 | 0 | - 23.7 |
| Summa | 0 | - 13.0 | 0 | - 16.0 |

Analys av de beräknade kostnadsrelationerna.

Härav visas, att skillnaden i kostnadshänseende mellan tvåspänningssystem och trespänningssystem nästan genomgående — som naturligt är — orsakas av, att såväl gårdslinjer, ortstransformatörer som bygdenät bliva billigare vid det sistnämnda systemet. Besparingen i kostnader för dessa anläggningsdelar motverkas emel-

lertid av den kostnadsökning, som förorsakas av ortslinjerna. Till följd av de relativt olika gårdsnätsaktionsradier, vilka antagits bli använda vid de båda systemtyperna, särskilt då jämförelse sker mellan system med olika gårdsspänning (jämför avdelning C) och till följd av att, åtminstone vid den större tröskmotor-effekten, högspänningströskning antagits bli tillämplad vid trespänningssystemet, under det att lågspänningströskning användes vid tvåspänningssystem är den fördelning av kostnadsrelationerna, som angives i förestående tabeller, i hög grad beroende av omständigheter, som icke sammanhånga med bygdens egenskaper, och äro därför föga upplysande om huru dessa egenskaper eventuellt

för respektive delar av distributionsnätet

| t r a k t e n | | | S o l l e f t e å t r a k t e n | | |
|-----------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|--------------------|----------------|
| 6 kW | | | 6 kW | | |
| Lågspänningströskning | | | Lågspänningströskning | | |
| 20000/380 | 20000/3000/220 | 20000/3000/380 | 20000/380 | 20000/3000/220 | 20000/3000/380 |
| Tvåsp.-syst. | Trespänningssystem | | Tvåsp.-syst. | Trespänningssystem | |
| 43·5 | 26·5 | 27·3 | 46·8 | 33·4 | 37·2 |
| 18·5 | 22·6 | 17·9 | 15·0 | 21·8 | 11·7 |
| 0 | 36·6 | 33·6 | 0 | 38·3 | 32·4 |
| 38·0 | 15·3 | 15·3 | 38·2 | 22·5 | 22·5 |
| 100·0 | 101·0 | 94·0 | 100·0 | 116·0 | 104·0 |

mellan tvåspännings- och trespänningssystem

| t r a k t e n | | | S o l l e f t e å t r a k t e n | | |
|-----------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|--------------------|----------------|
| 6 kW | | | 6 kW | | |
| Lågspänningströskning | | | Lågspänningströskning | | |
| 20000/380 | 20000/3000/220 | 20000/3000/380 | 20000/380 | 20000/3000/220 | 20000/3000/380 |
| Tvåsp.-syst. | Trespänningssystem | | Tvåsp.-syst. | Trespänningssystem | |
| 0 | -17·0 | -16·2 | 0 | -13·4 | -9·6 |
| 0 | +4·1 | -0·6 | 0 | +6·8 | -3·3 |
| 0 | +36·6 | +33·5 | 0 | +38·3 | +32·4 |
| 0 | -22·7 | -22·7 | 0 | -15·7 | -15·7 |
| 0 | +1·0 | -6·0 | 0 | +16·0 | +4·0 |

inverka å den ekonomiska lämpligheten av den ena eller andra systemtypen.

En undersökning härav torde därför lättare kunna verkställas, om man utgår från de kostnader och den fördelning av desamma, som gälla vid tvåspänningssystem 20000/380 volt, lågspänningströskning, samt därefter tänker sig distribu-

| Specifikation | Procentuella kostnader för | | | | |
|--------------------|--|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|
| | Vällingeorten | | | | |
| | 16 kW | | | | |
| | Tvåsp.-system | Trespanningssystem | | | |
| | | Lågspänningströskning | | Högspänningströskning | |
| | | 20000/380 | 20000/3000/380 | 20000/3000/220 | 20000/3000/220 | 20000/3000/380 |
| Gårdslinjer..... | 51·1 | 36·9 | 36·2 | 21·3 | 20·4 |
| Ortsstationer..... | 23·7 | 23·7 | 36·1 | 9·7 | 6·1 |
| Ortslinjer | 0 | 25·7 | 32·0 | 44·5 | 43·0 |
| Bygdenät | 25·2 | 11·7 | 11·7 | 11·5 | 11·5 |
| Summa | 100·0 | 98·0 | 116·0 | 87·0 | 81·0 |
| | Procentuella kostnadsskillnader mellan | | | | |
| Gårdslinjer..... | 0 | - 14·2 | - 14·9 | - 29·8 | - 30·7 |
| Ortsstationer..... | 0 | - 0 | + 12·4 | - 14·0 | - 17·6 |
| Ortslinjer | 0 | + 25·7 | + 32·0 | + 44·5 | + 43·0 |
| Bygdenät | 0 | - 13·5 | - 13·5 | - 13·7 | - 13·7 |
| Summa | 0 | - 2·0 | + 16·0 | - 13·0 | - 19·0 |

| Specifikation | Procentuella kostnader för | | | | |
|--------------------|--|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|
| | Enköpingstrakten | | | | |
| | 6 kW | | | | |
| | Tvåsp.-system | Trespanningssystem | | | |
| | | Lågspänningströskning | | Högspänningströskning | |
| | | 20000/380 | 20000/3000/380 | 20000/3000/220 | 20000/3000/220 | 20000/3000/380 |
| Gårdslinjer..... | 43·5 | 27·3 | 26·5 | 14·7 | 22·1 |
| Ortsstationer..... | 18·5 | 17·9 | 22·6 | 20·1 | 10·5 |
| Ortslinjer | 0 | 33·5 | 36·6 | 53·3 | 55·5 |
| Bygdenät | 38·0 | 15·3 | 15·3 | 13·9 | 13·9 |
| Summa | 100·0 | 94·0 | 101·0 | 102·0 | 102·0 |
| | Procentuella kostnadsskillnader mellan | | | | |
| Gårdslinjer..... | 0 | - 16·2 | - 17·0 | - 28·8 | - 21·4 |
| Ortsstationer..... | 0 | + 0·6 | + 4·1 | + 1·6 | - 8·0 |
| Ortslinjer | 0 | + 33·5 | + 36·6 | + 53·3 | + 55·5 |
| Bygdenät | 0 | - 22·7 | - 22·7 | - 24·1 | - 24·1 |
| Summa | 0 | - 6·0 | + 1·0 | + 2·0 | + 2·0 |

| r e s p. a n l ä g g n i n g s d e l a r | | | | | Specifikation |
|---|--------------------|----------------|-----------------------|----------------|---------------|
| E n k ö p i n g s t r a k t e n | | | | | |
| 16 kW | | | | | |
| Tvåsp.-system | Trespänningssystem | | | | |
| Lågspänningströskning | | | Högspänningströskning | | |
| 20000/380 | 20000/3000/380 | 20000/3000/220 | 20000/3000/220 | 20000/3000/380 | |
| 38·5 | 22·9 | 22·2 | 12·2 | 18·0 | Gårdslinjer |
| 26·3 | 22·9 | 31·5 | 16·5 | 9·8 | Ortsstationer |
| 0 | 30·0 | 32·1 | 43·8 | 44·7 | Ortslinjer |
| 32·5 | 12·2 | 12·2 | 11·5 | 11·5 | Bygdenät |
| 100·0 | 88·0 | 98·0 | 84·0 | 84·0 | Summa |
| t v å s p ä n n i n g s - o c h t r e s p ä n n i n g s s y s t e m | | | | | |
| 0 | - 15·6 | - 16·3 | - 26·3 | - 20·5 | Gårdslinjer |
| 0 | - 3·4 | + 5·2 | - 9·8 | - 16·5 | Ortsstationer |
| 0 | + 30·0 | + 32·1 | + 43·8 | + 44·7 | Ortslinjer |
| 0 | - 13·0 | - 23·0 | - 23·7 | - 23·7 | Bygdenät |
| 0 | - 12·0 | - 2·0 | - 16·0 | - 16·0 | Summa |

| r e s p. a n l ä g g n i n g s d e l a r | | | | | Specifikation |
|---|--------------------|----------------|-----------------------|----------------|---------------|
| S o l l e f t e å t r a k t e n | | | | | |
| 6 kW | | | | | |
| Tvåsp.-system | Trespänningssystem | | | | |
| Lågspänningströskning | | | Högspänningströskning | | |
| 20000/380 | 20000/3000/380 | 20000/3000/220 | 20000/3000/220 | 20000/3000/380 | |
| 46·8 | 37·2 | 33·4 | 23·6 | 25·5 | Gårdslinjer |
| 15·0 | 11·7 | 21·8 | 7·2 | 5·1 | Ortsstationer |
| 0 | 32·4 | 38·3 | 58·8 | 52·0 | Ortslinjer |
| 38·2 | 22·5 | 22·5 | 17·4 | 17·4 | Bygdenät |
| 100·0 | 104·0 | 116·0 | 107·0 | 107·0 | Summa |
| t v å s p ä n n i n g s - o c h t r e s p ä n n i n g s s y s t e m | | | | | |
| 0 | - 9·6 | - 13·4 | - 23·2 | - 21·3 | Gårdslinjer |
| 0 | - 3·3 | + 6·8 | - 7·8 | - 9·9 | Ortsstationer |
| 0 | + 32·4 | + 38·3 | + 58·8 | + 59·0 | Ortslinjer |
| 0 | - 15·7 | - 15·7 | - 20·8 | - 20·8 | Bygdenät |
| 0 | + 4·0 | + 16·0 | + 7·0 | + 7·0 | Summa |

tionssystemet stegvis förändrat, först till trespänningssystem 20000/3000/380 volt lågspänningströskning, därefter till trespänningssystem med en gårdsspänning av 220 volt och slutligen till högspänningströskning. Samtidigt undersöktes, huru kostnaderna och deras fördelning ändras för varje steg. För möjliggörande härav har förestående tabell blivit sammanställd. I densamma angivas dels fördelningen på respektive anläggningsdelar av anläggningskostnaderna för distributionsnätet uttryckt i % av summakostnaden vid tvåspänningssystem, dels de procentuella kostnadsskillnaderna mellan tvåspänningssystem och respektive trespänningssystem.

Tabellen visar, att man i utbredd bygd i de fall, då tröskmotoreffekten är stor (Vällingeorten och Enköpingstrakten med 16 kW tröskmotoreffekt) genom att ändra distributionssystemet från tvåspänningssystem 20000/380 volt till trespänningssystem 20000/3000/380 volt med lågspänningströskning erhålles i Vällingeorten endast 2 %, men i Enköpingstrakten 12 % besparing. Den olikhet, som i detta avseende förefinnes mellan de båda områdena, beror i själva verket huvudsakligast på, att bygdenätskostnaden i det förra området sjunker med endast 13,5 %, men i det senare med 23 %. Denna olikhet sammanhänger i sin tur med den egenskap hos bygden, vilken enligt framställningen å sid. 103 o. 104 uttryckes av ortsstationskaraktäristikan. På grund av, att antalet ortsstationer i Vällingeorten vid 380 volt är relativt litet gentemot samma antal i Enköpingstrakten (vilket visas av ortsstationskaraktäristikans större branthet i det förra), är nämligen även bygdenätskostnaden vid tvåspänningssystem (380 volt) proportionsvis enklare i Vällingeorten än i Enköpingstrakten. Den ytterligare förenkling av bygdenätskostnaden, som ernås genom övergång till trespänningssystem, blir därför i Vällingeorten av mindre betydelse än i Enköpingstrakten.

Om därefter vid trespänningssystemet 20000/3000/380 volt med lågspänningströskning gårdsspänningen ändras till 220 volt erhålles av de skäl, som tidigare påvisats i samband med undersökningen om olika gårdsspänningar, en icke obetydlig fördyring (enär tröskmotoreffekten är stor, se härom sid. 107), vilken t. o. m. är så stor, att trespänningssystem med 220 volts gårdsspänning i Vällingeorten är 16 % dyrare än tvåspänningssystem med 380 volts gårdsspänning. Genom att ytterligare ändra systemet till högspänningströskning, som vid nu ifrågakommande tröskmotoreffekt (16 kW) förut visats vara betydligt billigare än lågspänningströskning, kunna kostnaderna återigen nedbringas, så att trespänningssystem 20000/3000/220 volt med högspänningströskning i själva verket blir det för dessa områden billigaste systemet.

Vidare framgår av tabellen, att man i utbredd bygd i de fall, då tröskmotoreffekten är liten (Enköpingstrakten 6 kW tröskmotoreffekt), och då man enligt vad förut visats icke ernår besparing genom högspänningströskning, erhåller ungefär samma kostnadsresultat med både trespännings- och tvåspänningssystem, trots den förenkling av bygdenätskostnaden, som medföres av trespänningssystemets tillämpande. I bandformad bygd, där på grund av bygdens form en förenkling av bygdenätskostnaden ej står att ernå i samma grad som i utbredd bygd, och där tröskmotoreffekten ävenledes i regel är för liten, för att högspänningströskning skall kunna medföra ekonomisk vinst, erhålles enligt vad tabellens siffror för Sollefteåtrakten visa lägre kostnader med tvåspänningssystem än med trespänningssystem. I Sollefteåtrakten, där dubbla ortsstationsrader, en å varje sida om älven, erfordras, måste vid tvåspänningssystem bygdelinjerna framdragas på båda flodsträn-

derna, under det att vid trespänningssystem en bygdelinje å ena stranden är tillfyllest.

I en floddal, där endast en enda rad ortsstationer erfordras — vare sig på grund av gårdarnas belägenhet på ena flodstranden eller på grund av vattendragets mindre bredd — måste den förenkling i bygdelinjenätet, som kan åstadkommas genom trespänningssystemet, bliva än mera obetydlig än i Sollefteåtrakten. Den merkostnad, som förorsakas av ortslinjer och bygdstationer, kan i ett dylikt fall ej på långt när uppvägas av besparingen i isolationskostnad för ortsstationerna, varför trespänningssystemet i en dylik floddal måste bliva väsentligt dyrbarare än tvåspänningssystemet. Uppskattningsvis kan kostnadsrelationen mellan de båda systemen för en dylik trakt bestämmas ur de för Sollefteåtrakten beräknade siffrorna. Man kan därvid tänka sig, att den ena flodstranden är helt obebyggd. De kostnadsändringar, som föranledas därav, äro, approximativt beräknade, enligt följande. Vid tvåspänningssystem halveras samtliga kostnader. Vid trespänningssystem halveras kostnaderna för: gårdslinjer, ortsstationer och ortsnät, under det att kostnaderna för bygdenätet bliva oförändrade. Relations-talen för de båda systemen bliva alltså enligt följande tabell, där kostnaderna för resp. anläggningsdelar angivas i procent av den nya totalkostnad, som gäller för tvåspänningssystem.

| Specifikation | Procentuella kostnader för resp. anläggningsdelar i bandformad bygd med endast en transformatorrad | | |
|---------------------|--|--------------------|----------------|
| | Tvåsp.-system | Trespänningssystem | |
| | Lågspänningströskning | | |
| | 20000/380 | 20000/3000/380 | 20000/3000/220 |
| Gårdslinjer | 46·8 | 37·2 | 33·4 |
| Ortsstationer | 15·0 | 11·7 | 21·8 |
| Ortslinjer | 0 | 32·4 | 38·3 |
| Bygdenät | 38·2 | 45·0 | 45·0 |
| Summa | 100·0 | 126·3 | 138·5 |

I bygd av nu ifrågavarande beskaffenhet är således tvåspänningssystem väsentligt billigare än trespänningssystem.

Den verkställda undersökningens resultat torde med avseende å bygder med relativt stor ortsstationstäthet kunna sammanfattas sålunda.

I sådan utbredd bygd, där på grund av tröskmotoreffektens storlek högspänningströskning bör tillämpas, erhålles vid trespänningssystem en besparing gent emot tvåspänningssystem, som för anläggningskostnaderna kan uppskattas till i runt tal 15 %, vad beträffar distributionskostnaderna, och 10 %, vad beträffar totalkostnaderna. Årskostnaderna torde bliva c:a 10 à 5 % lägre vid trespänningssystem. I sådan bygd kan därför trespänningssystemet anses vara ekonomiskt överlägset tvåspänningssystemet.

Om däremot tröskmotoreffekten är så liten, att lågspänningströskning är motiverad, bliva i utbredd bygd kostnaderna för tvåspännings- och trespänningssystem nära nog lika stora, för så vitt 380 volts gårdsspänning användes vid det först-

Sammanfattning.

nämnda men 220 volt vid det sistnämnda, (i för 380 volts gårdsspänning särskilt gynnsam bygd torde t. o. m. tvåspänningssystemet kunna bli något billigare). I dylik bygd torde båda systemen alltså få anses ekonomiskt lika berättigade.

I bandformad bygd — i vilken nästan undantagslöst små tröskmotoreffekter i praktiken torde användas — är tvåspänningssystemet, åtminstone vad beträffar anläggningskostnaden, billigare än trespänningssystemet. Kostnadsskillnaden är dock i bygd med dubbla ortsstationsrader ej väsentlig, nämligen c:a 4 % för distributions- och c:a 2 % för de totala kostnaderna. Årskostnaderna för tvåspänningssystemet bli däremot ungefär lika mycket högre. Även i dylik bygd äro båda systemen likvärdiga ur ekonomisk synpunkt.

I sådan bandformad bygd däremot, där endast en ortsstationsrad erfordras, är tvåspänningssystemet väsentligt billigare än trespänningssystemet. Skillnaden i anläggningskostnader är i dylikt fall beroende av den använda ortsspänningens storlek och är vid 3 000 volts ortsspänning c:a 25 à 40 % för distributionskostnaderna och c:a 15 à 25 % för de totala kostnaderna. Skillnaden i årskostnader uppgår vid 3 000 volts ortsspänning till c:a 15 à 30 % för distributionsnätet och c:a 10 à 20 % för totalkostnaderna. De lägre siffrorna gälla för 380 volts gårdsspänning i för denna spänning gynnsamt beskaffad bygd och de högre för 220 volts gårdsspänning. I bygd av denna beskaffenhet måste därför obetingat företräde i ekonomiskt avseende lämnas åt tvåspänningssystemet.

e. Kostnadernas beroende av ortsstationstätheten.

De resultat, som hittills ernåtts, avse emellertid den ortsstationstäthet, som i verkligheten förefinnes inom de undersökta områdena, och som är tämligen stor i jämförelse men flera andra traktens. Som förut framhållits, kan ortsstationstätheten uttryckas med antalet ortsstationer pr kvkm. i utbredd bygd och med antalet ortsstationer pr km. i bandformad bygd.

Ju mindre denna täthet är, ju större ledningslängd (av bygdelinjer och ortslinjer) erfordras för varje ortsstations anslutande. Den för de undersökta områdena beräknade relationen mellan de olika anläggningsdelarna förskjutes därför i bygd med mindre täthet, så att en procentuellt mindre del faller å gårdslinje- och ortsstationskontot och en procentuellt större del på bygdelinje- resp. ortslinjekontot. Ävenledes bygdestationskostnaderna komma att i en mindre tät bygd ingå med större procentdel av det hela. Denna förskjutning kan förmodas föranleda en ändring av relationerna mellan de olika systemen, varför det är nödvändigt att jämväl utreda, huru kostnaderna för dessa system förhålla sig till varandra i bygd med annan ortsstationstäthet än den, som förefinnes inom de hittills undersökta områdena.

Dessa områdens ortsstationstäthet är, som tidigare framhållits, jämförelsevis stor, vilket torde framgå av följande tabeller, där det specifika antalet ortsstationer angivits för såväl dessa områden som några andra.

Av dessa tabeller visas, att ortsstationstätheten är större i de tre områden, för vilka kostnadsberäkningar utförts, än i något av de övriga där upptagna områdena. Skillnaden är särskilt utpräglad vid små aktionsradier, under det att vid den största radien tätheten är nära lika i de flesta områdena. Detta beror av, att även i en bygd, där de enskilda elementen ligga jämförelsevis långt från varandra, d. v. s. i en gles bygd, terrängen blir i relativt hög grad övertäckt av ortsstationernas aktionsområden, då dessas radie är stor. Ar radien däremot

| I. Utbredd bygd | | Antal ortsstationer pr kvkm. vid en aktionsradie av | | |
|-----------------------------|----------------------|---|--------|----------|
| Områdets namn | Områdets belägenhet | 450 m. | 800 m. | 1 200 m. |
| Vällingeorten..... | Malmöhus län..... | 0·839 | 0·361 | 0·210 |
| Enköpingstrakten..... | Uppsala "..... | 0·488 | 0·285 | 0·145 |
| Risinge socken..... | Östergötlands "..... | 0·346 | 0·224 | 0·148 |
| Godegårds "..... | " "..... | 0·415 | 0·246 | 0·148 |
| Hellefors "..... | Örebro "..... | 0·301 | 0·190 | 0·138 |
| Piteå tingslag, kusten..... | Norrbottnens "..... | 0·170 | 0·144 | 0·100 |
| " " , inre delen..... | " "..... | 0·057 | 0·048 | 0·043 |

| II. Bandformad bygd | | Antal ortsstationer pr km. transformatorrad vid en aktionsradie av | | |
|--------------------------|--------------------------|--|--------|----------|
| Områdets namn | Belägenhet | 450 m. | 800 m. | 1 200 m. |
| Sollefteåtrakten..... | Västernorrlands län..... | 1·13 | 0·53 | 0·38 |
| Klarälvens övre del..... | Värmlands "..... | — | 0·40 | — |
| Västerdalälvens " "..... | Kopparbergs "..... | — | 0·45 | — |
| Indalsälvens " "..... | Västernorrlands "..... | — | 0·37 | — |
| Luleälvens " "..... | Norrbottnens "..... | — | 0·36 | — |
| Kalixälvens " "..... | " "..... | — | 0·27 | — |
| Vindelälvens " "..... | Västerbottnens "..... | 0·32 | 0·22 | 0·15 |
| Torneälvens " "..... | Norrbottnens "..... | — | 0·20 | — |

liten, kan i en gles bygd ortsstationsplaceringen närmare anslutas till de enskilda bygdementens (byar, gårdsgrupper och dyl.) förekomst och blir därför jämförelsevis glesare. Den riktigaste bilden av ett visst områdes karaktär i detta avseende erhålles därför genom ortsstationstäthetens angivande vid en liten aktionsradie.

En undersökning av ortsstationstäthetens inverkan å kostnaderna kunde göras, genom att kostnadsberäkningar utfördes för områden med olika täthet. Då emellertid, som ovan visats, även en del andra omständigheter inverka på kostnadsrelationerna, skulle man med denna metod ej kunna med bestämdhet skilja täthetens inverkan från andra faktorer. Man torde ha bättre möjligheter därtill, om man inom ett och samma område varierar ortsstationstätheten och bibehåller övriga faktorer oförändrade.

Att döma av de värden å ortsstationstätheten, vilka angivits i tabellerna här ovan, kan antalet stationer pr kvkm. i utbredd bygd med liten täthet sjunka ända till c:a $\frac{1}{10}$ av det vid små aktionsradier i Enköpingstrakten förefintliga. I bandformad bygd kan antalet stationer pr km. sjunka till c:a $\frac{1}{4}$ av det vid små aktionsradier i Sollefteåtrakten förekommande. Man torde därför kunna verkställa undersökning så, att kostnaderna för en elektrifiering av dessa båda områden beräknas under antagande, att ortsstationsantalet varierar ned till de angivna gränserna. Detta har också skett på sådant sätt, att vissa stationer antagits obefintliga, varpå ledningsnätet ändrats med hänsyn härtill och hela distributionsnätet kostnadsberäknats på nytt. Därefter har ytterligare ett antal statio-

Beräkningarnas utförande.

ner borttagits och nya kostnader beräknats o. s. v., tills dess att endast $\frac{1}{10}$ resp. $\frac{1}{4}$ av de ursprungliga stationerna återstått. Dyliga kostnadsberäkningar hava emellertid icke utförts för alla de alternativa system, som i det föregående blivit undersökta.

Sålunda hava endast följande alternativ kostnadsberäknats:

För Enköpingstrakten.

- 1) tvåspänningssystem, 20000/380 volt med centraliserad ledningsföring.
- 2) " " , 20000/380 " " decentraliserad "
- 3) trespänningssystem, 20000/3000/220 volt, högspänningströskning.
- 4) " " , 20000/3000/220 " " , lågspänningströskning.

För Sollefteåtrakten.

- 1) tvåspänningssystem, 20000/380 volt.
- 2) trespänningssystem, 20000/3000/220 volt, lågspänningströskning.
- 3) " " , 20000/3000/380 " " , "
- 4) " " , 20000/6000/220 " " , "
- 5) " " , 20000/6000/380 " " , "

Anläggningskostnaderna för distributionsnätet hava beräknats under antagande att de i resp. område normala tröskmotoreffekterna d. v. s. 12 kW i Enköpings-trakten och 6 kW i Sollefteåtrakten bliva använda.

*Kostnads-
relationernas
förändring
med orts-
stations-
tätheten.*

Relationstalen för de på ovan angivet sätt beräknade kostnaderna angivas grafiskt vid olika ortsstationstäthet i figurerna 33, 34 och 35, varvid kostnaderna för tvåspänningssystemet 20 000/380 volt vid samtliga värden å ortsstationstätheten betecknats med 100 %.

I fig. 33 visas kostnadernas variation med antalet ortsstationer pr kvkm. i utbredd bygd (Enköpingstrakten). Diagrammet visar, att skillnaden mellan högspännings- och lågspänningströskning vid trespänningssystem är i stort sett densamma vid samtliga tätheter. Däremot är förhållandet mellan tvåspännings- och trespänningssystem variabelt på sådant sätt, att det sistnämnda systemet blir ekonomiskt oförmånligare än det förstnämnda, när antalet ortsstationer pr kvkm. blir mycket litet. Kostnadsstegringen för trespänningssystem är emellertid avsevärd först, om antalet ortsstationer pr kvkm. (vid 450 m:s aktionsradie) understiger 0.05 à 0.1. Av de i tabellen å sid. 127 medtagna områdena är det endast ett område, nämligen Piteå tingslag, där tätheten är av ungefär denna storleksordning. En så långt gående förtunning av bygden torde ej heller förekomma i sydligare delar av landet utom möjligen i enstaka undantagsfall. Man synes av diagrammet kunna draga den slutsatsen, att trespänningssystemet så gott som alltid är ekonomiskt fördelaktigt i utbredd bygd; det är endast i de få undantagsfall, då den utbredda bygdens täthet är exceptionellt liten, som tvåspänningssystemet är mera fördelaktigt.

Diagrammet visar slutligen, att vid tvåspänningssystem bygdenätets utförande med centraliserad ledningsföring icke innebär nämnvärd kostnadsökning förrän vid relativt liten täthet. Emellertid torde något behov att utforma bygdenätet på dylikt sätt ej heller förefinnas i mycket gles bygd. Om sålunda tvåspänningssystem av någon speciell anledning kommer till användning i utbredd bygd, är bygdenätets utförande med centraliserad ledningsföring ekonomiskt berättigat, så snart bygdens täthet ej är så liten, att detta utförande av andra skäl kan anses obehövt.

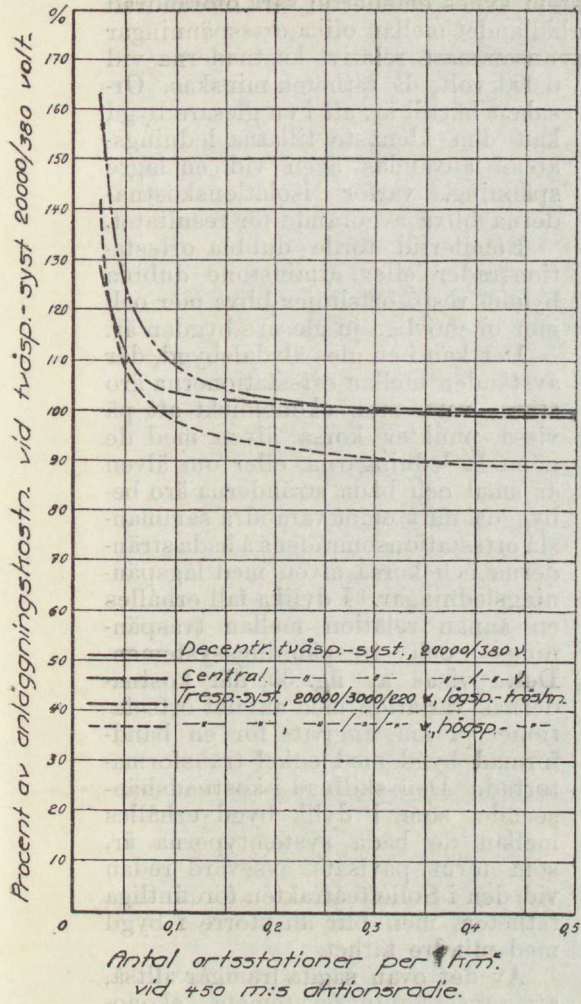


Fig. 33. Diagram utvisande de relativa anläggningskostnaderna för distributionsnät i utbredd bygd (Enköpingstrakten) vid olika ortsstationstäthet.

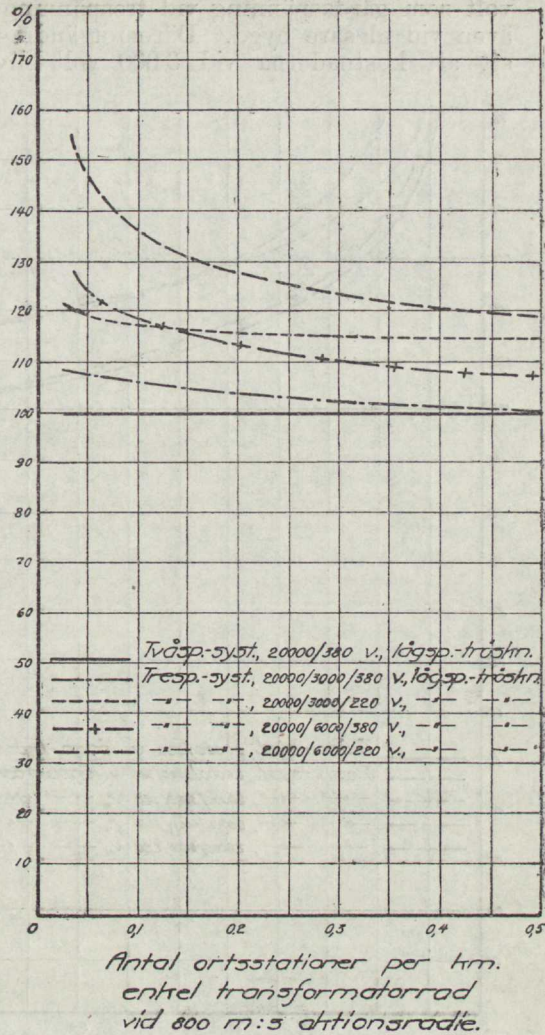


Fig. 34. Diagram utvisande de relativa anläggningskostnaderna för distributionsnät i bandformad bygd med dubbla ortsstationsrader (Sollefteåtrakten) vid olika ortsstationstäthet.

I fig. 34 visas kostnadernas variation med antalet ortsstationer per km. enkel transformatorrad i sådan bandformad bygd (Sollefteåtrakten), där dubbla dylika rader erfordras.

Som därav framgår, ökas skillnaden mellan tvåspännings- och trespännings-system vid minskad täthet, så att det förra systemet blir än mera ekonomiskt gent emot det senare, ju mindre tätheten är. Skillnaden mellan 220 och 380

volt som gårdsspänning vid trespänningssystem synes emellertid vara oförändrad även vid glesare bygd. Däremot ändras förhållandet mellan olika ortsspänningar så, att kostnaderna vid 3 000 volt bliva gynnsammare relativt kostnaderna vid

6 000 volt, då tätheten minskas. Orsaken härtill är, att i en glesare bygd kan den klenaste tillåtna ledningsarean användas även vid en lägre spänning, varför isolationskostnaderna bliva avgörande för resultatet.

Emellertid torde dubbla ortsstationsrader eller åtminstone dubbla bygde- resp. ortslinjer bliva mer och mer obehövlige ju glesare bygden är.

Det kan i en gles älvdalsbygd, där avstånden mellan ortsstationerna äro stora, vara mer ekonomiskt att på vissa punkter korsa älven med de nämnda ledningarna, eller om älven är smal och båda stränderna äro bebyggda mitt emot varandra samman slå ortsstationsområdena å båda stränderna och korsa älven med lågspänningsledningar. I dylika fall erhålles en annan relation mellan tvåspännings- och trespänningssystemen. Detta visas av fig. 35, där kostnadernas variation med antalet ortsstationer pr km. angivits för en bandformad bygd med enkel transformatorrad. Den skillnad i kostnadshänseende, som i dylik bygd erhålles mellan de båda systemtyperna är, som förut påvisats, avsevärd redan vid den i Sollefteåtrakten förefintliga tätheten, men blir än större i bygd med mindre täthet.

Av det ovan sagda framgår alltså, att tvåspänningssystemets ekonomiska fördelar kunna anses vara konstaterade i sådan bandformad bygd, där tätheten ej är alltför stor, eller där endast en transformatorrad erfordras. Enligt den gjorda undersökningen av ortsstationstätheten i vissa älvdalar, vars resultat sammanställts i tabellen å sid. 127 är denna

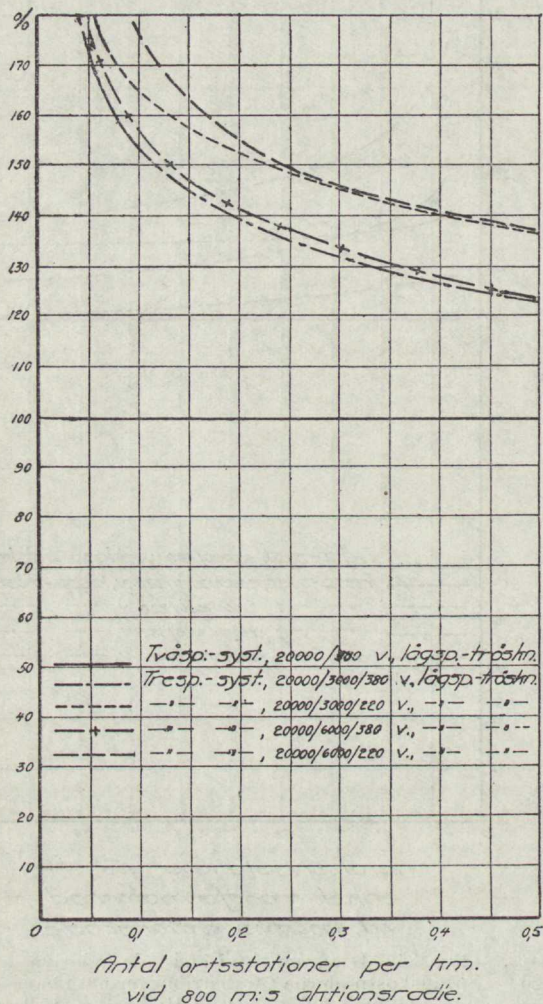


Fig. 35. Diagram utvisande de relativa anläggningskostnaderna för distributionsnät i bandformad bygd med enkla ortsstationsrader vid olika ortsstationstäthet.

täthet åtminstone längre norrut tämligen liten. Härtill kommer, att i samtliga de undersökta älvdalarna (utom Sollefteåtrakten och en viss del av Ljungans floddal) åtminstone stora delar torde kunna elektrifieras medelst en enda ortsstationsrad.

Förutsättningarna för att tvåspänningssystemet i ekonomiskt hänseende skall vara avgjort fördelaktigare än trespänningssystemet, torde sålunda i regel förfinnas i bandformad älvdalsbygd; trespänningssystemet synes dock i vissa undantagsfall även i dylik bygd kunna användas med nära nog lika gynnsamt ekonomiskt resultat som tvåspänningssystemet.

I utbredd bygd däremot synes trespänningssystemet ur kostnadssynpunkt vara antingen (vid stora tröskmotoreffekter) avgjort fördelaktigare än eller (vid små tröskmotoreffekter) ungefär likställt med tvåspänningssystemet. Endast i mycket gles utbredd bygd t. ex. av den beskaffenhet, som här och var förekommer i Norrland, synes trespänningssystemet medföra en avsevärd fördyring gentemot tvåspänningssystemet.

E. Utredning angående bygdespänningens inverkan å valet av distributionssystem för Orts- och gårdsledningar.

1. Allmänna synpunkter.

Redan i en föregående avdelning har påpekats, att bygdespänningen i regel ej kan väljas enbart med hänsyn till landsbygdens elektrifiering. Oftast torde denna spänning få bestämmas mera med hänsyn till de energibehov, som förefinnas hos andra större konsumenter, t. ex. industri, städer eller andra samhällen o. dyl. I södra och mellersta Sverige, men även flerstädes i den norrländska kustremsan finnas redan ledningsnät för dylika ändamål i stor utsträckning, och torde därstädes de för dessa ledningar begagnade spänningarna i regel bliva använda som bygdespänning för landsbygdsdistributionen. I vissa trakter har man däremot ännu fritt val av bygdespänning. Detta val borde i dylika fall träffas även med hänsyn till landsbygdsdistributionen, ehuru å andra sidan bygdespänningens storlek helt naturligt även i dylika trakter bör avpassas jämväl efter industriella energibehov. Det synes därför icke vara möjligt att på förhand uppställa några detaljerade regler för bygdespänningens storlek. Densamma måste i varje särskilt fall bestämmas med hänsyn till de föreliggande eller för framtiden väntade behoven. Det är dock lämpligt att därvid begränsa valet av bygdespänning till endera av de spänningar, vilka numera få anses som standard. Dessa äro 10, 20 eller 40 kV. Det bör också alltid vara möjligt att inom denna serie finna någon spänning, som väl svarar mot behovet, varför däremellan liggande icke böra komma till användning, där valet är fritt.

Vid *tvåspänningssystem* bör bygdespänningen vara 10 eller 20 kV. Till bygdenätet anslutes vid tvåspänningssystem ett stort antal ortsstationer, i all synnerhet om den vid en hög bygdespänning möjliga aktionsradien till fullo utnyttjas. Så små transformatorer, som oftast erfordras å ortsstationerna, tillverkas ej standardmässigt för högre spänningar än 20 kV. Användandet av billiga stolpstationer torde slutligen redan vid 20 kV bliva i många fall försvårat med hänsyn till driftsäkerheten, varför även denna spänning stundom är väl hög vid tvåspänningssystem. Att ifråga om bygdespänningar överskrida 20 kV är sålunda olämpligt. Å andra sidan torde vid tvåspänningssystem en lägre bygdespänning än 10 kV icke vara befogad, enär den besparing, som kan ernås genom en sänkning under detta värde är tämligen obetydlig; i regel överstiger densamma icke 5 å 10 %. Trots att i många fall, då ett mindre bygdeområde elektrifieras från egen kraftstation, en så hög bygdespänning som 10 kV är obehörlig, då endast denna bygds egna behov tagas i betraktande, borde därför 10 kV väljas som standard. Härigenom erhållas nämligen bättre möjligheter att tillgodose eventuellt i framtiden uppträdande större konsumenter. Det bör därmed icke vara sagt, att icke en lägre spänning än 10 kV kan användas vid *isolerade* ortsnät, matade från *smärre* kraftstationer. Då en *isolerad* ort av c:a 7 å 8 km:s utsträckning i radiell led matas på sådant sätt, kan ju 3 000 volt vara en lämplig distributionsspänning.

Vid *trespänningssystem* är däremot även 40 kV i vissa fall en fullt användbar bygdespänning, när nämligen bygdestationerna få en storlek av c:a 150 kVA eller därutöver. Densamma har också på senare tider på vissa håll kommit till användning. Den lägsta bygdespänning, som bör ifrågakomma vid trespänningssystem är 10 kV.

Vid den i det föregående verkställda jämförelsen mellan kostnaderna för olika distributionssystem har bygdespänningen genomgående antagits vara 20 kV. Det är därför av intresse att undersöka, i vad mån de i det föregående för 20 kV bygdespänning beräknade kostnadsrelationerna mellan olika system för ortsdistributionen ändras, om denna distribution sker från ett bygdenät utbyggt för någon annan av de bygdespänningar, vilka, enligt vad ovan anförts, kunna förekomma å landsbygden.

2. Bygdespänningens inverkan å ortsdistributionssystemet.

För att utröna den förskjutning av de i föregående avdelningar beräknade relationstalen för olika ortsdistributionssystem, som kan föranledas av, att annan bygdespänning än 20 kV användes, ha de förut i avdelning B omtalade beräkningarna beträffande Enköpingstraktens elektrifiering kompletterats med en undersökning av kostnadsförhållandena vid övriga bygdespänningar, som enligt vad här ovan anförts, kunna standardmässigt användas, nämligen 40 och 10 kV. Då emellertid vid redan förefintliga anläggningar även andra (lägre) spänningar än dessa användas som bygdespänningar, har undersökningen utsträckt att även omfatta en jämförelse mellan ortsdistributionskostnaderna vid 6 kV bygdespänning.

Vid 40 kV bygdespänning kan, som förut påvisats, endast trespänningssystem med fördel användas, och bör ortsspänningen i detta fall vara lägst 1 500, högst 6 000 volt. Ehuru det givetvis i och med höjning av bygdespänningen från 20 till 40 kV blir i någon mån önskvärt att öka ortsnätets radie utöver, vad som vid 20 kV är brukligt, och därmed också skapas förutsättningar för en något högre ortsspänning än vid 20 kV bygdespänning, så äro de vid beräkningarna i avdelning D tidigare erhållna slutsatserna beträffande olika ortsspänningar vid 20 kV bygdespänning praktiskt taget även tillämpliga vid 40 kV bygdespänning (se sid. 113). Så är även förhållandet beträffande gårdsspänningarna. Om bygdespänningen är lägre än 20 kV måste även tvåspänningssystemet medtagas som ett möjligt alternativ. Resultatet av de för 10 och 6 kV gjorda undersökningarna har för vinnande av överskådlighet framställts grafiskt i diagrammen fig. 36 och 37.

Dessa diagram äro upprättade i överensstämmelse med de diagram å bilaga 2 och 3, som framställa, huru kostnaderna för olika distributionssystem vid 20 kV bygdespänning i Enköpingstrakten förhålla sig till varandra vid olika tröskmotor-effekter.

Av diagrammen i fig. 36 och 37, där kurvorna för 20 kV alternativet äro hämtade direkt ur bilaga 2 och 3, framgår, att ehuru kostnadsrelationen mellan två- och trespänningssystem är något gynnsammare för tvåspänningssystemet vid 10 än vid 20 kV, dock förhållandena bliva i stort sett lika vid dessa båda bygdespänningar. De slutsatser beträffande två- och trespänningssystem såväl som beträffande val av ortsspänning, vilka anförts å sid. 113 och 125 äro därför tillämpliga även vid 10 kV bygdespänning. Vid 6 kV däremot — där givetvis

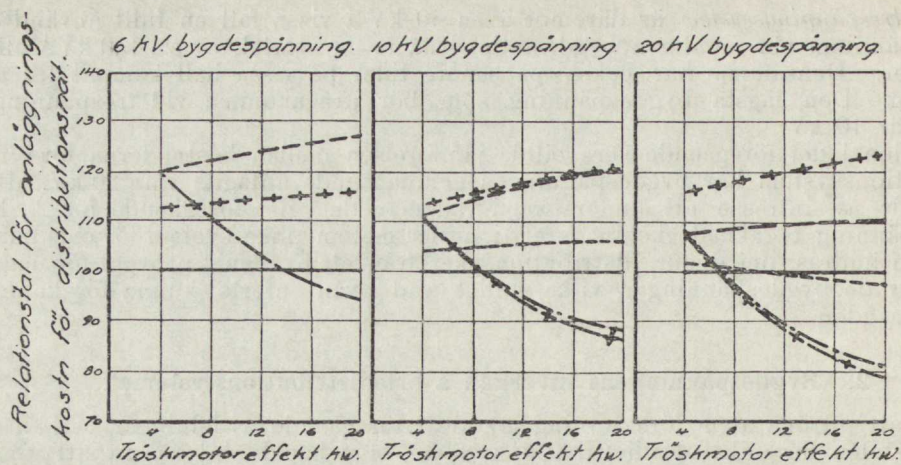


Fig. 36. Diagram utvisande relationstalen för anläggningskostnaderna för distributionsnät vid olika tröskmotoreffekter och vid olika alternativa bygdespänningar.

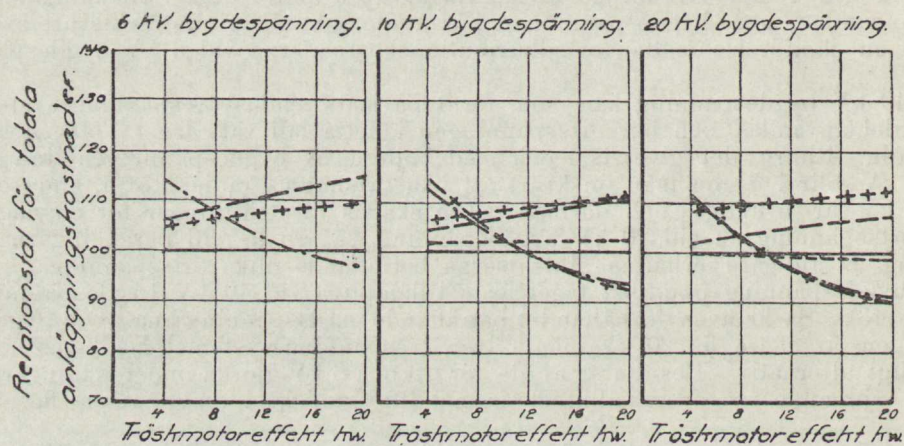


Fig. 37. Diagram utvisande relationstalen för de totala anläggningskostnaderna vid olika tröskmotoreffekter och vid olika alternativa bygdespänningar.

- Trespänningssystem med 1500/220 volt och lågspänningströskning.
- Trespänningssystem med 1500/220 volt och högspänningströskning.
- Trespänningssystem med 3000/220 volt och lågspänningströskning.
- + — Trespänningssystem med 3000/220 volt och högspänningströskning.
- + + + Tvåspänningssystem med 220 volts gårdsspänning.
- Tvåspänningssystem med 380 volts gårdsspänning.

3000 volts ortsspänning icke är lämplig — är tvåspänningssystemet det mest naturliga och i regeln det billigaste.

I fråga om olika gårdsspänningar vid trespänningssystem kunna de för 20 kV alternativet förut beräknade kostnadsrelationerna icke undergå någon förändring, då bygdespänningen minskas till 10 eller 6 kV. I fig. 36 och 37 ha därför endast kurvor för trespänningssystem med 220 volts gårdsspänning inritats. Vid tvåspänningssystem däremot — där ortstationerna äro direkt anslutna till bygdenätet — medför en sänkning av bygdespänningen, att kostnadsskillnaden mellan 220 och 380 volts gårdsspänning minskas. Emellertid är denna minskning, så som visas av fig. 36 och 37, även vid så låg bygdespänning som 6 kV tämligen obetydlig; de slutsatser, som kunna dragas ur de förut i avdelning D gjorda beräkningarna angående kostnadsskillnaden mellan olika gårdsspänningar vid 20 kV bygdespänning (se sid. 106), gälla därför även i stort sett för lägre bygdespänningar.

Det kan visserligen mot diagrammen i fig. 36 och 37 invändas, att alternativet med 500 volts ortsspänning ej medtagits där. Då detta system hittills i några fall kommit till användning vid 6 kV bygdespänning, och då det stundom framhålls, att detsamma skulle vara förenat med icke oväsentliga fördelar, har emellertid en ingående jämförelse anställts mellan detsamma och andra med högre ortsspänning. Denna jämförelse, som dock av utrymmesskäl ej medtagits här, utvisar, att det endast kan vara i speciella fall, som en så låg ortsspänning som 500 volt är ekonomiskt berättigad.

F. Utredning angående kostnader för olika distributions-system vid olika elektrifieringsgrad.

1. Allmänna synpunkter och förutsättningar.

Den ekonomiska utredningen är i de föregående avdelningarna utförd med den omfattning, som tidigare angivits. De därstädes beräknade kostnaderna avse dock endast en *fullständig* elektrifiering av de inom resp. områden förefintliga jordbrukskonsumenterna. Vid en i verkligheten utförd elektrifiering ernås åtminstone ej omedelbart en fullständig anslutning, i det att endast en viss del av alla de möjliga konsumenterna inom ett distributionsområde bliva anslutna. Distributionsnätet kommer därför att från början bliva utfört på ett enklare sätt, än vad som svarar mot fullständig elektrifiering, och därefter successivt kompletterat. Innan den ekonomiska utredningen avslutas, och dess resultat sammanställas, synes det kunna vara av intresse att undersöka, huru kostnaderna för olika distributionssystem förhålla sig till varandra vid en dylik successiv utvidgning av nätet.

Därvid kan man utgå från, att vid distributionens påbörjande, då alltså anslutningen är ofullständig, endast en viss del av de ortsstationer, som vid fullständig anslutning erfordras, komma till utförande. Till de ortsstationer, som sålunda monteras, bliva vidare ej alla inom deras aktionsområden befintliga gårdar (eller andra konsumenter) anslutna.

Man kan för att erhålla ett uttryck å anslutningens storlek införa följande beteckningar:

- T = antal ortsstationer vid fullständig anslutning,
- t = i verkligheten utbyggt antal ortsstationer,
- G = totalt antal gårdar (eller andra möjliga konsumenter),
- g = i verkligheten anslutet antal gårdar (eller andra konsumenter),
- c_t = förhållandet mellan det i verkligheten utbyggda och det vid fullständig anslutning erforderliga antalet ortsstationer,
- c_g = förhållandet mellan antalet i verkligheten anslutna gårdar (eller andra konsumenter) pr ortsstation och hela antalet befintliga sådana pr ortsstation,
- c = förhållandet mellan totala antalet anslutna gårdar (eller andra konsumenter) och hela antalet befintliga.

Anslutningsgraden är tydligen $= c = \frac{g}{G}$, men kan även uttryckas genom $c = c_g \cdot c_t$. Vid en och samma anslutningsgrad kan antingen en relativt stor del av samtliga ortsstationer vara utbyggd, och endast ett relativt litet antal gårdar vara anslutet vid vardera, eller också kan ett fåtal ortsstationer vara utbyggt, men ett relativt stort antal gårdar vara anslutet till vardera. Kostnaderna för distributionsnätet bliva i ena eller andra fallet helt olika. I det förstnämnda

fallet minskas den mot fullständig anslutning svarande gårdslinjekostnaden pr ortsstation med en jämförelsevis stor del, men övriga kostnader bliva i stort sett desamma som vid fullständig elektrifiering. I det sistnämnda fallet är förhållandet omvänt, så att kostnaden för gårdslinjer pr ortsstation är nära nog densamma som vid fullständig anslutning, men övriga kostnader väsentligt mindre.

Kostnadstillväxten vid ökad anslutningsgrad är givetvis avhängig av vilka konsumenter, som anslutas från början, och av den ordningsföljd, i vilken de övriga konsumenterna bliva anslutna. Dessa omständigheter undandraga sig i själva verket all generell förhandsbestämning, även om man måhända i varje särskilt fall kunde få specialuppgifter därom. Desamma bero nämligen av orsaker, vilka äro tämligen tillfälliga och vilkas verkningar icke kunna generaliseras, t. ex. de olika konsumenternas olika intresse för elektrifiering, deras olika ekonomiska förhållanden eller olika behov av elektrisk energi. Dessutom inverka de olika anslutningspunkternas mer eller mindre gynnsamma läge i förhållande till de vid skilda tidpunkter redan utbyggda delarna av nätet, och i vad mån ekonomisk sammanhållning de enskilda konsumenterna emellan kan åvägbringas i och för anskaffande av gemensamma lån o. dyl.

Man torde, på grund av att dylika omständigheters inverkan å kostnadstillväxten vid ökad anslutning icke låter sig beräknas annat än i specialfall, få vid en mera generell undersökning som denna åtnöja sig med en mera ungefärlig genomsnittsberäkning. Man kan därvid antaga, att ökningen av ortsstationsantalet (och alltså av koefficienten c_t) är jämnt fördelad över hela området, och att ökningen av antalet anslutna gårdar pr ortsstation (och alltså koefficienten c_g) även fördelar sig lika på alla utbyggda ortsstationer.

Som ovan antyts, är det inbördes förhållandet mellan koefficienterna c_t och c_g av betydelse för kostnadstillväxten. Det har därför ansetts nödvändigt att undersöka kostnadernas variation med anslutningsgraden vid olika förhållanden mellan dessa koefficienter. De alternativ, som sålunda hava beräknats, angivas i följande tabell:

| Anslutningsgrad i % c | Antal utbyggda ortsstationer och antal gårdar pr ortsstation i procent av det vid 100 % anslutningsgrad förefintliga antalet | | | | | | | | | |
|----------------------------|--|-------|-----------------|-------|-------------|-------|-----------------------|-------|--------------------------------------|-------|
| | Alt. I | | Alt. II | | Alt. III | | Alt. IV | | Alt. V | |
| | $c_t = \text{konstant}$ $c_g = c$ | | $c_g = (c_t)^5$ | | $c_g = c_t$ | | $c_g = \sqrt[5]{c_t}$ | | $c_g = \text{konstant}$ $c_t = c$ | |
| | c_t | c_g | c_t | c_g | c_t | c_g | c_t | c_g | c_t | c_g |
| 10 | 100 | 10 | 68 | 15 | 31.5 | 31.5 | 15 | 68 | 10 | 100 |
| 25 | 100 | 25 | 79.5 | 31.5 | 50 | 50 | 31.5 | 79.5 | 25 | 100 |
| 50 | 100 | 50 | 89 | 56 | 71 | 71 | 56 | 89 | 50 | 100 |
| 75 | 100 | 75 | 95.5 | 79 | 86.5 | 86.5 | 79 | 95.5 | 75 | 100 |
| 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Alt. I utgör således ett ytterlighetsfall, där från början alla ortsstationer måste utbyggas, och endast antalet anslutna gårdar pr ortsstation bestämmer anslutningsgradens storlek. I alt. V, som utgör den motsatta ytterligheten, antages, att alla inom de utbyggda ortsstationernas aktionsområden befintliga gårdar bliva anslutna; anslutningsgraden bestämmes därvid enbart av antalet ortsstationer. Detta

alternativ är för övrigt kongruent med den förut verkställda beräkningen av kostnadernas variation med ortsstationstätheten. I verkligheten kommer anslutningsgraden givetvis att bestämmas av ett förhållande, som ligger mellan dessa ytterlighetsfall. Det »matematiska» medelvärdet framställes av alt. III, där ändringen av anslutningsgraden sammansättes av lika stora procentuella förändringar av antalet utbyggda ortsstationer och antalet pr sådan station anslutna gårdar. Alt. II och IV representera tämligen godtyckligt valda mellanvärden mellan alt. III och ytterlighetsfallen.

2. Anslutningsgradens inverkan å kostnaderna vid olika distributionssystem.

*Kostnader för
Enköpings-
traktens
elektrifiering
vid olika an-
slutningsgrad.*

En beräkning, som måste baseras på så approximativa antaganden som de ovan angivna, kommer helt naturligt att lämna relativt ungefärliga resultat. Densamma har därför utförts endast för ett enda område, nämligen Enköpingstrakten, och endast för den därstädes normala tröskmotoreffekten 12 kW. Beräkningen har vidare begränsats till två alternativa distributionssystem, nämligen dels tvåspänningssystem med 20000/380 volt och dels trespänningssystem med 20000/3000/220 volt och högspänningströskning. I själva verket äro förhållandena vid successiv utbyggnad vid dessa båda system så olika varandra, att den variation av kostnadsrelationen dem emellan, som uppstår, då anslutningsgraden ändras, bör vara större än för de övriga i denna utredning undersökta systemen.

De sålunda beräknade anläggningskostnaderna för distributionsnätet angivas grafiskt i diagrammen, fig. 38 och 39, av vilka fig. 38 framställer kostnadernas absoluta belopp och fig. 39 deras relationstal, i senare fallet angivas kostnaderna för systemet 20000/3000/220 volt i procent av kostnaderna vid systemet 20000/380 volt, vilka senare för samtliga alternativ och anslutningsgrader satts = 100 %.

Av diagrammen visas, att kostnaderna för trespänningssystemet redan vid en tämligen liten anslutningsgrad äro gynnsammare än för tvåspänningssystemet, och att kostnadsskillnaden är nära nog konstant sedan anslutningsgraden överstigit 20 à 30 %. För alt. I och II är till och med kostnadsrelationen mellan de båda systemen densamma vid alla anslutningsgrader (över 10 %), vilket sammanhänger med, att i dessa alternativ en betydande del av de vid full anslutning erforderliga ortsstationerna och sålunda även av ortslinjer (vid trespänningssystem) resp. bygdelinjeavgreningar (vid tvåspänningssystem) måste från början utbyggas, varvid besparingar i isolationskostnad för dessa delar vid trespänningssystem motväger bygdestationskostnaden. Vid övriga alternativ, där ej så stora delar av ortsnäten behöva utbyggas vid liten anslutningsgrad, är den nämnda besparingen vid trespänningssystem mindre betydande, varför fördyringen på grund av bygdestationerna gör sig mera gällande. I praktiken torde emellertid en anslutningsgrad av åtminstone 20 à 30 % kunna påräknas. Över detta värde är, som ovan framhållits, kostnadsrelationen mellan de båda nu jämförda systemen ungefär densamma som vid fullständig anslutning.

Det bör tilläggas, att om anslutningsgraden inom ett visst område från början är liten, detta högst sannolikt beror av, att vissa sammanhängande delar av området ej alls äro anslutna. Vid trespänningssystem komma i sådant fall ej alla bygdestationer genast till utförande. Detta system ställer sig då till och med något gynnsammare än, vad diagrammen i fig. 38 och 39 visa; kostnadskurvorna i dessa diagram äro nämligen baserade på antagandet om, att alla bygdestationer från början bliva utbyggda.

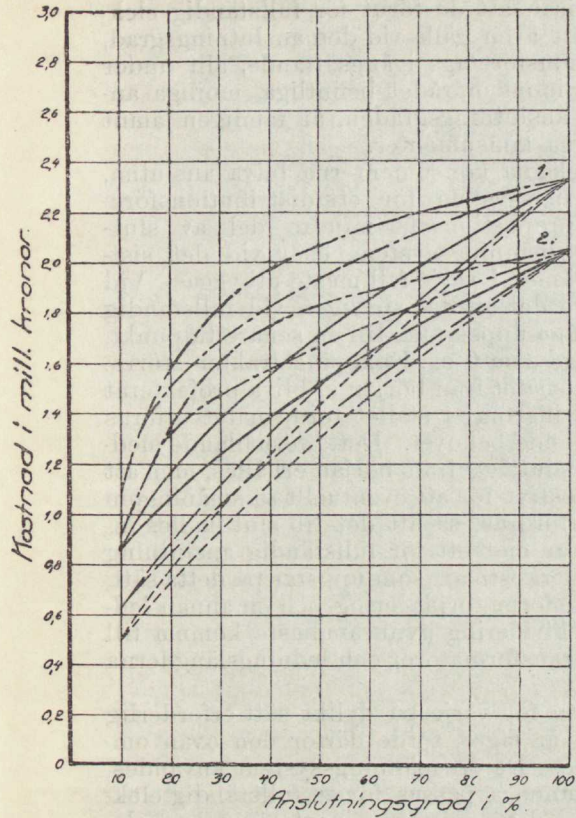


Fig. 38. Diagram över anläggningskostnaderna för distributionsnät i Enköpingstrakten vid olika anslutningsgrad.

1. = Tvåspänningssystem 20000/380 volt.
2. = Trespänningssystem 20000/3000/220 volt, högspänningströskning.

- Alt. I: $c_t = \text{konstant} = 100\%$; $c_g = C$.
- Alt. II: $c_g = (c_t)^5$.
- Alt. III: $c_g = c_t \cdot \sqrt[5]{c_t}$.
- Alt. IV: $c_g = \sqrt{c_t}$.
- Alt. V: $c_g = \text{konstant} = 100\%$; $c_t = c$.

$c = \text{anslutningsgrad} = c_g \times c_t$

$c_t = \text{antal utbyggda ortsstationer i \% av totala antalet}$

$c_g = \text{antal anslutna gårdar pr ortsstation i \% av antalet totalt befintliga pr sådan station}$

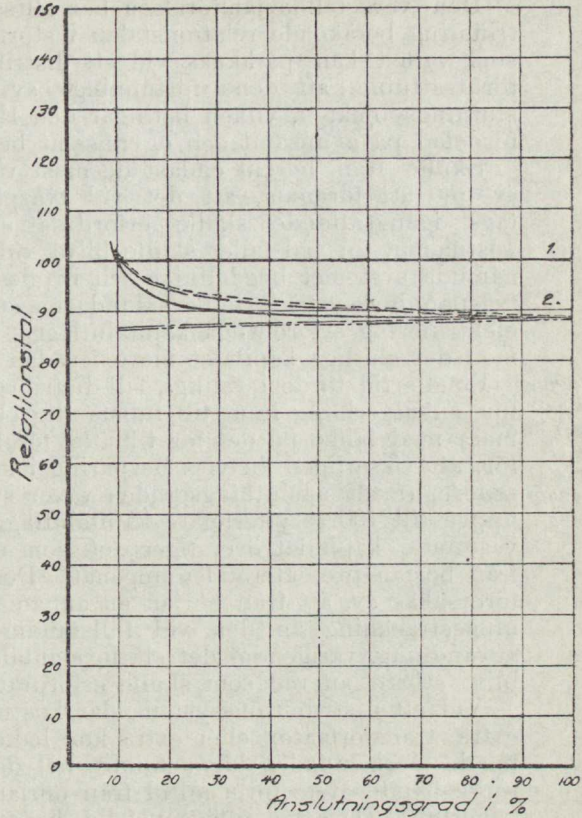


Fig. 39. Diagram över relationstalen för anläggningskostnader för distributionsnät i Enköpingstrakten vid olika anslutningsgrad.

1. = Tvåspänningssystem 20000/380 volt.
2. = Trespänningssystem 20000/3000/220 volt, högspänningströskning.

Den verkställda jämförelsen har alltså visat, att de förut för fullständig elektrifiering beräknade relationstalen i stort sett även gälla vid den anslutningsgrad, som minst kan påräknas vid ett distributionsföretags igångsättande, allt under förutsättning, att den »förtunning» av de inom området befintliga, möjliga anslutningsobjekten, vilken betingar den låga anslutningsgraden, är tämligen jämnt fördelad på gynnsamt och ogynnsamt belägna konsumenter.

Skulle från början endast de mest välbelägna konsumenterna bli anslutna, är det att förmoda, att det vid tvåspänningssystem för ett distributionsföretags igångsättande skulle erfordras en proportionsvis mindre del av slutkostnaden, än vad fallet skulle bli vid trespänningssystem, enär vid det sistnämnda systemet bygdelinjer och bygdestationer i varje fall måste utbyggas. Vid tvåspänningssystem skulle sålunda en större del av det slutligen vid fullständig elektrifiering erforderliga kapitalutlägget kunna uppskjutas till en senare tidpunkt, men det slutliga kapitalet bleve i sådan bygd som t. ex. Enköpingstrakten större.

*Kostnader för
distributions-
nät, som från
början ej
projekteras
för fullständig
anslutning.*

Emellertid torde i vanliga fall distributionsnätet från början ej bli projekterat för en utveckling fram till fullständig elektrifiering; i stället torde nätet utföras mera med tanke på det för tillfället föreliggande behovet. Detta förhållande medför, att visserligen en viss besparing i kapitalutlägg från början erhålles, men att sedermera, då anslutningsgraden växer successivt för att eventuellt så småningom uppgå till 100 %, ytterligare kapitalutlägg erfordras, så att det till slut inalles investerade kapitalet överstiger det, som svarar mot ett för fullständig anslutning från början projekterat ledningsnät. Den merkostnad, som uppstår på detta sätt, förorsakas av, att från början en annan transformatorplacering och en annan ledningssträckning än den vid fullständig elektrifiering gynnsammaste komma till användning, varigenom det slutliga antalet transformatorer och ledningslängderna bli större, än vad som skulle erfordrats.

Vid ett distributionssystem, där kostnaden för varje på dylikt sätt erforderlig extra transformator eller extra km. ledning är lägre, torde därför den ovan talade merkostnaden bli mindre betydande. Då trespänningssystem användes, torde bygdenätets form alltid från början kunna avpassas för en fullständig elektrifiering. De extra tilläggen falla därför vid detta system på ortsnät och gårdslinjer. Vid tvåspänningssystem däremot torde en viss ökning av den mot fullständig anslutning svarande bygdelinjelängden uppstå. Då därjämte kostnaden pr extra tillkommande ortsstation är högre vid tvåspänningssystem än vid trespänningssystem, bör vid den förra systemtypen ovannämnda merkostnad i regel bli större än vid den senare. Likaledes är ur denna synpunkt systemet lågspänningströskning oförmånligare än systemet högspänningströskning, enär å-priset pr ortsstation resp. pr km. gårdslinje är större vid det förstnämnda systemet.

Som generell regel torde sålunda gälla, att den ökning av det totala kapitalutlägget, som förorsakas av, att ett distributionsnät ej från början projekteras i fullständig överensstämmelse med den för en fullständig elektrifiering lämpligaste transformatorplaceringen resp. ledningssträckningen, blir större vid användande av ett distributionssystem, vid vilket en procentuellt större del av slutkostnaden för fullständig elektrifiering faller å de periferiska (d. v. s. de närmast anslutningspunkterna belägna) delarna. Ju större del av slutkostnaden som faller å de centrala delarna, ju mindre torde merkostnaden bli. Å andra sidan torde i förra fallet en större del av hela kapitalutlägget kunna uppskjutas till en senare tidpunkt.

Med hänsyn till anläggningskapitalets ökning utöver det nödvändiga är tvåspänningssystemet ogynnsammast och trespänningssystem med högspännings-tröskning gynnsammast. Av olika spänningsalternativ inom samma systemgrupp är den spänning gynnsammast, vilken medger den största aktionsradien.

Den föregående ekonomiska utredningen har baserats på antagandet om, att distributionsnätet vid samtliga alternativa system redan från början projekterats med den vid fullständig elektrifiering lämpligaste transformatorplaceringen och ledningssträckningen. De beräknade kostnaderna komma, enligt vad senast anförts, att vid en i verkligheten utförd elektrifiering mer eller mindre överskridas. Den skillnad, som enligt ovanstående i detta avseende förefinnes mellan de olika systemen, är dock ej av den art, att den bör rubba utredningens tidigare resultat. Densamma bör endast beaktas i de fall, då inga nämnvärda skillnader emellan de förut beräknade kostnaderna kunnat påvisas, på sådant sätt, att ett distributionssystem, där den härovan omtalade merkostnaden kan antagas bli mindre, bör anses ekonomiskt gynnsammare än ett annat system, där merkostnaden kan antagas bli större.

G. Utredning angående driftförhållandena vid olika distributionssystem.

1. Allmänna synpunkter och förutsättningar.

Driftförhållandena vid ett distributionsnät äro till väsentlig del beroende av längden av de ledningssträckor, vilka vid feltillfällen bliva avkopplade, samt av antalet till dessa ledningssträckor anslutna transformatorer. Ju större denna ledningslängd resp. transformatorantalet är, ju svårare är det nämligen att lokalisera och avhjälpa uppkomna fel, och ju större omfattning erhåller störningen, i det att antalet av densamma berörda konsumenter därvid blir mera betydande. Det är därför utan vidare tydligt, att tvåspänningssystemet, särskilt då det användes i s. k. »utbredd bygd» skall vara förenat med större olägenheter ur driftsynpunkt än trespänningssystemet. Genom införandet av de vid sistnämnda system använda bygdstationerna bliva flertalet störningar lokaliserade till ortsnäten och deras omfattning begränsad till endast de konsumenter, vilka äro anslutna till den ortslinje, där felet inträffat. Vid tvåspänningssystemet däremot återverka de flesta störningarna på alla till en och samma bygdelinje anslutna konsumenter och få därför mer besvärande konsekvenser än vid trespänningssystemet. I Elektrifieringskommitténs meddelande 3 har en jämförelse mellan driftförhållandena vid olika gårdsspänningar använda vid tvåspänningssystem blivit verkställd, i vilken påvisats, att antalet störningar hos varje abonnent och dessa störningars varaktighet äro mindre, ju större gårdsnätsaktionsradien (och följaktligen gårdsspänningen) är. Vid trespänningssystemet kan ej en förbättring av driftförhållandena ernås i samma grad genom gårdsnätsaktionsradiens utsträckande, enär felen å ortslinjerna och ortstationerna vid detta system, som ovan påpekats, bliva begränsade till relativt små delar av ledningsnätet.

En på fullt objektiv grund vilande jämförelse mellan driftförhållandena vid de i föregående ekonomiska utredningar behandlade olika distributionssystemen är givetvis relativt vanskelig att anställa, enär såväl felfrekvensen som de enskilda felens varaktighet icke kunna med större säkerhet fastställas. En ungefärlig jämförelse kan dock ske, genom att vissa sannolikhetsvärden för de nämnda faktorerna läggas till grund för en beräkning av antalet störningar och störningarnas varaktighet hos varje ansluten abonnent vid resp. distributionssystem. En dylik beräkning har också blivit verkställd och lämnat de resultat, för vilka här nedan skall redogöras.

I första hand har ett schema uppställts över de olika kategorier av störningar, vilka kunna inträffa å ett landsbygdsdistributionsnät. Det har härvid ansetts tillräckligt att medtaga endast de delar av nätet, vilka äro av samma eller lägre ordning än bygdelinjerna. Transformatorcentraler och kraftstationer matande bygdelinjer, landsledningar och andra därmed jämförliga linjer hava alltså ej medräknats, i det att dessas inflytande å resultatet dels är obetydligt, dels lika stort vid alla de undersökta distributionssystemen. I det uppställda schemat ha de olika felkategorierna betecknats med littera, så att t. ex. L betecknar fel å bygde-

linjer, L_o fel å ortslinjer, L_g fel å gårdsledningar, T_b resp. T_o beteckna fel å bygde- resp. ortsstationer. Störningarna kunna bero antingen av fel å den ledningsdel resp. transformatorstation, till vilken vederbörande konsument är direkt ansluten eller också av fel å andra delar av nätet, vilka fel återverka å förstnämnda del, genom att strömbrytare eller säkerhetsapparater icke fungera å avsett sätt. I schemat ha störningar av dessa olika slag åtskilts genom en indexbeteckning, så att de »direkta» störningarna betecknats L_{b1} , L_{o1} , T_{b1} o. s. v. och de »indirekta» L_{b2} , L_{o2} resp. L_{b3} , L_{o3} o. s. v.

För erhållande av en utgångspunkt vid fastställandet av de siffervärden å felfrekvens och varaktighet, vilka lagts till grund för beräkningarna, ha från Vattenfallsstyrelsen införskaffats statistiska uppgifter om störningarnas antal och varaktighet vid Älvkarleby kraftverks distributionsnät.

Genom en tämligen ingående analys av de från Älvkarlebyverket erhållna siffervärdena har ett schema över den sannolika felfrekvensen och störningarnas sannolika varaktighet uppställts för landsbygdsnät i allmänhet. Därvid ha följande antaganden i fråga om nätetaljernas anordnande lagts till grund för bedömandet av felmöjligheterna.

Vid det decentraliserade tvåspänningssystemet antages, att bygdelinjerna bestå av dels huvudlinjer med ett solidare utförande, dels avgreningar, å vilka en enklare utföringsstandard använts. I kraftstationen (resp. sekundärstationen) äro automatiska strömbrytare insatta i varje utgående bygdelinje. Ortsstationerna, vilka vid detta system äro anslutna direkt till bygdelinjerna, äro anordnade som stolpstationer med primära och sekundära säkerhetsapparater.

Vid det centraliserade tvåspänningssystemet är bygdenätets ledningsförling, som förut beskrivits i avdelning A, sådan, att avgreningarna, vilka här rubricerats som ortsledningarna, utgå från några relativt få, centrala punkter å huvudlinjesystemet. Automatiska strömbrytare äro insatta i varje bygdelinje i kraftstationen (sekundärstationen). Vid nyssnämnda centralpunkter å bygdenätet ha mätningstationer antagits bliva anordnade. För att begränsa omfattningen av de fel, som uppstå å de härifrån utgående ortslinjerna, är det lämpligt att i mätningstationerna montera apparater för urkoppling av dylika fel. Det har icke ansetts rådligt att för detta ändamål använda säkerhetsapparater, enär de över-spänningar, som kunna uppstå vid enpolig brytning av t. ex. jordfel å en däri-från utgående ledning, med stor sannolikhet torde åstadkomma allvarliga störningar. I stället har en automatisk huvudströmbrytare antagits blivit uppsatt i varje mätningstation, men inga avkopplingsanordningar i de utgående ledningarna. De sistnämnda bilda därför ett sammanhängande nät, vilket dock, om så är erforderligt, kan uppdelas i sektioner medelst trepoliga fränskiljare. Om drift-förhållandena påfordra en sådan anordning, kunna naturligtvis även automatiska strömbrytare uppsättas i varje från centralpunkten utgående ortslinje; kostnaderna för en dylik förbättring torde dock bliva rätt betydande; varför ett sådant arrangemang ej förutsatts i denna utredning. Även vid detta system ha primära och sekundära säkerhetsapparater antagits bliva uppsatta vid ortsstationerna.

Vid trespänningssystemet ersättas ovannämnda mätningstationer med transformatorstationer, de s. k. bygdestationerna. Till följd av dämpningen i de där-städes befintliga transformatorerna är det möjligt att använda primära säkerhetsapparater i stället för de i mätningstationerna behövlige automatiska strömbrytarna. Då driftspänningen å ortsnäten är lägre än vid det centraliserade tvåspänningssystemet, kunna säkerhetsapparater i varje utgående ortslinje användas.

Även vid trespänningssystemet ha primära och sekundära säkerhetsapparater antagits bliva använda vid ortsstationerna. Om 6 000 volts ortsspänning användes, torde ortsnäten behöva utföras i närmare överensstämmelse med det centraliserade tvåspänningssystemets ortsnät. Sekundära automatiska strömbrytare kunna vid trespänningssystemet användas i de från bygdstationen utgående ortsledningarna, enär den merkostnad, som härigenom uppstår, blir mindre än vid tvåspänningssystemet, dels på grund av den lägre spänningen, dels på grund av, att stationsbyggnadens utökande för strömbrytarens inmonterande blir mindre dyrbar för dessa redan förut relativt stora stationer än för de vid tvåspänningssystemet använda små, ofta »duvslagsliknande» kiosker (mätningstationerna). För distributionssystemen med 6 000 volts ortsspänning ha därför flera alternativ beräknats, svarande mot de olika utföringsformer, vilka i föregående avdelningar kostnadsberäknats (se avdelning D sid. 111 och 112).

I anslutning härtill ha för de tre systemtyperna: decentraliserat tvåspänningssystem, centraliserat tvåspänningssystem och trespänningssystem, följande schemata över felfrekvens och störningarnas varaktighet uppställts.

| I Decentraliserat tvåspänningssystem (se fig. 40) | | | |
|---|--|------------------------|--------------------------------|
| Felkategori | | Antal störningar pr år | Varaktighet pr störning i min. |
| Beteckning | Störningen förorsakas av fel å | | |
| Lb ₁ | Den matande bygdelinjen, huvudledningar..... | 30 pr 100 km. | 60 min. |
| | ” ” ” ” avgreningar | 60 ” ” ” | 60 ” |
| Lb ₂ | Annan bygdelinje från samma kraftstation, ¹ | | |
| | huvudledningar | 1 ” ” ” | 3 ” |
| | avgreningar | 2 ” ” ” | 3 ” |
| To ₁ | Den matande ortsstationen | 60 ” ” st. | 375 ” |
| To ₂ | Annan ortsstation på samma bygdelinje..... | 30 ” ” ” | 10 ” |
| Lg ₁ | Den matande gårdsledningen | 100 ” ” km. | 45 ” |

¹ eller sekundärstation.

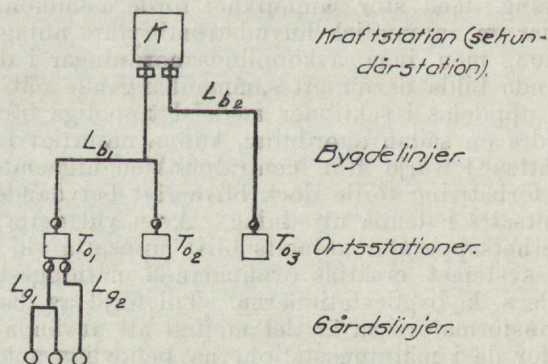


Fig. 40. Schema över olika felkategorier vid decentraliserat tvåspänningssystem.

| II Centraliserat tvåspänningssystem (se fig. 41) | | | |
|--|---|------------------------|--------------------------------|
| Felkategori | | Antal störningar pr år | Varaktighet pr störning i min. |
| Beteckning | Störningen förorsakas av fel å | | |
| Lb ₁ | Den matande bygdelinjen..... | 30 pr 100 km. | 60 min. |
| Lb ₂ | Annan bygdelinje från samma kraftstation ¹ | 1 " " " | 3 " " |
| M ₁ | Den matande mätningstationen..... | 10 " " st. | 60 " " |
| M ₂ | Annan mätningstation å samma bygdelinje..... | 5 " " " | 10 " " |
| M ₃ | Mätningstation å annan bygdelinje..... | 0,3 " " " | 3 " " |
| Lo ₁ | Det matande ortsnätet..... | 60 " " km. | 70 " " |
| Lo ₂ | Ortsnät vid annan mätningstation å samma bygdelinje..... | 60 " " " | 3 " " |
| To ₁ | Den matande ortsstationen..... | 60 " " st. | 375 " " |
| To ₂ | Annan ortsstation å samma ortsnät..... | 30 " " " | 10 " " |
| Lg ₁ | Den matande gårdsledningen..... | 100 " " km. | 45 " " |

¹ eller sekundärstation.

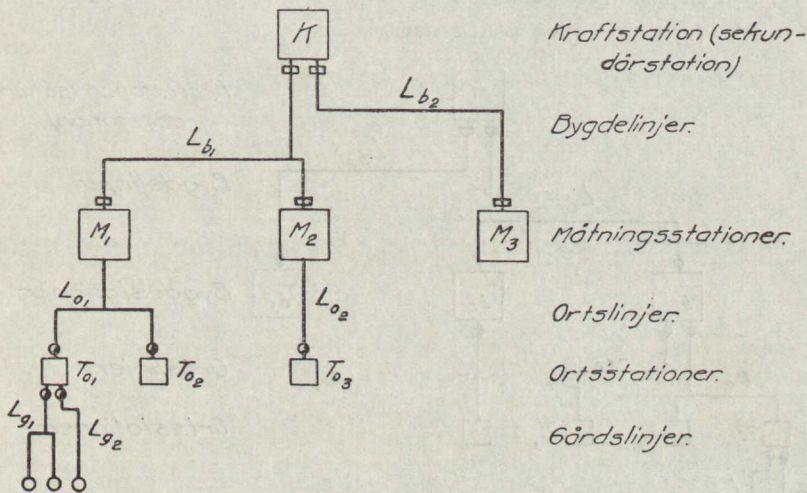


Fig. 41. Schema över olika felkategorier vid centraliserat tvåspänningssystem.

| III | | | |
|---------------------------------|--|------------------------|--------------------------------|
| Trespänningssystem (se fig. 42) | | | |
| Felkategori | | Antal störningar pr år | Varaktighet pr störning i min. |
| Beteckning | Störningen förorsakas av fel å | | |
| Lb ₁ | Den matande bygdelinjen | 30 pr 100 km. | 60 min. |
| Lb ₂ | Annan bygdelinje från samma kraftstation | 1 " " " | 3 " " |
| Tb ₁ | Den matande bygdstationen | 40 " " st. | 400 " " |
| Tb ₂ | Annan bygdstation å samma bygdelinje | 25 " " " | 10 " " |
| Tb ₃ | Bygdstation vid annan bygdelinje | 10 " " " | 3 " " |
| Lo ₁ | Den matande ortslinjen 1,5 å 3 kV | 50 " " km. | 70 " " |
| | 6 kV alt. I ¹ | 55 " " " | 95 " " |
| | " " " II | 55 " " " | 70 " " |
| | " " " III | 40 " " " | 70 " " |
| Lo ₂ | Annan ortslinje från samma bygdstation | 10 " " " | 10 " " |
| To ₁ | Den matande ortsstationen 1,5 å 3 kV | 30 " " st. | 450 " " |
| | 6 kV alt. I | 35 " " " | 400 " " |
| | " " " II | 25 " " " | 500 " " |
| | " " " III | 25 " " " | 500 " " |
| To ₂ | Annan ortsstation vid samma ortslinje | 15 " " " | 15 " " |
| Lg ₁ | Den matande gårdsledningen | 100 " " km. | 45 " " |

¹⁾ alt. I, II och III, beteckna olika utföringsstandard.

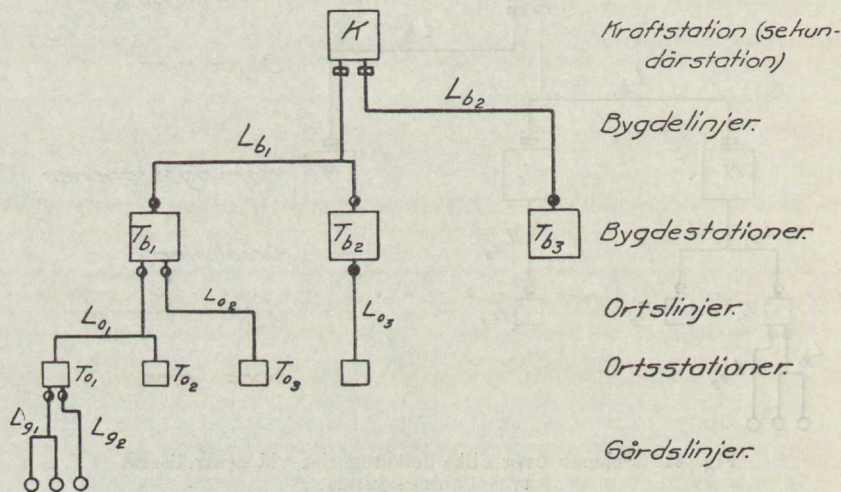


Fig. 42. Schema över olika felkategorier vid trespänningssystem.

2. Antalet störningar hos varje ansluten konsument samt dessas varaktighet vid olika distributionssystem.

Enär förhållandet mellan de olika distributionssystemens driftegenskaper kan väntas bli olika i s. k. »utbredd bygd» och i s. k. »bandformad bygd», ha beräkningarna utförts för båda dessa bygdeformer. Därvid ha de distributionsnät,

som i samband med kostnadsberäkningarna blivit projekterade för Enköpings-trakten resp. Sollefteåtrakten använts som undersökningsobjekt (se avdeln. D sid. 96—99). För båda dessa områden ha relationstal för dels antalet störningar pr år hos varje konsument, dels dessa störningars sammanlagda varaktighet beräknats vid samtliga de alternativa distributionssystem, för vilka kostnadsberäkningar utförts i avdelning D. Vid en jämförelse mellan de olika systemens driftegenskaper synas nämligen de nämnda faktorerna vara de, vilka böra tillmätas den största betydelsen. De sålunda beräknade relationstalen hava för överskådlighetens skull framställts grafiskt, genom att desamma avsatts som ordinata i diagram med gårds- resp. ortsnätsaktionsradien som abscissa. Härigenom vinnes dessutom överensstämmelse med det vid kostnadsberäkningarna använda framställningssättet.

I diagrammet fig. 43 å sid. 149 visas antalet driftstörningar pr år hos varje konsument i utbredd bygd (Enköpingstrakten) och fig. 44 sid. 150 samma sak i bandformad bygd (Sollefteåtrakten). I fig. 45 å sid. 151 och fig. 46 å sid. 152 framställs relationstalen för störningarnas sammanlagda varaktighet under ett år hos varje konsument i utbredd resp. bandformad bygd. I samtliga dessa diagram är felantalet resp. varaktigheten angiven vid olika gårdsnätsaktionsradier.

Vid tvåspänningssystemet i utbredd bygd äro, som av diagrammen i fig. 43 och fig. 45 visas, såväl antalet störningar som dessas varaktighet mindre vid centraliserad ledningsföring än vid decentraliserad. Vid de aktionsradier, som enligt vad tidigare visats, äro ekonomiskt lämpliga vid tvåspänningssystem (c:a 800 à 1000 m. vid 380 volts gårdsspänning) uppgår skillnaden, vad beträffar störningsfrekvensen, till c:a 30 à 40 %, och vad beträffar varaktigheten, till c:a 10 à 20 % av de för centraliserat tvåspänningssystem beräknade värdena¹.

Om tvåspänningssystem av viss anledning kommer till användning i bygd av nu ifrågavarande slag, bör man sålunda med hänsyn till driftförhållandena anordna bygdenätet med centraliserad ledningsföring. I bandformad bygd kunna inga fördelar vinnas med den centraliserade ledningsföringen. Bygdenätet kommer nämligen, som förut visats, i sådan bygd att bestå av enkla huvudsträngar; i den utförda beräkningen för Sollefteåtrakten har därför icke alternativet centraliserat tvåspänningssystem medtagits.

Jämförelse mellan olika gårdsspänningar.

Såväl i utbredd som bandformad bygd förbättras driftförhållandena vid tvåspänningssystemet, då lågspänningströskning tillämpas, icke oväsentligt vid en ökning av gårdsnätsaktionsradien, som i realiteten är liktydigt med en ökning av gårdsspänningen. Redan i Elektrifieringskommitténs meddelande 3 (sid. 30—34) har detta förhållande påvisats. De slutsatser, som kunna dragas ur de här visade diagrammen fig. 43—46 bekräfta i stort sett de i nämnda utredning funna relationstalen för felfrekvens och varaktighet, vilket belyses av följande tabell:

¹ Dessa skillnader sammanhånga emellertid med antalet centralpunkter i bygdenätet; om detta antal något ökades, t. ex. med c:a 25 %, vilket ej innebär någon nämnvärd kostnadsökning, skulle i det nu undersökta exemplet störningarnas varaktighet bliva 40 % mindre vid centraliserat system än vid decentraliserat, om 380 volt användes, och c:a 15 % mindre, om 220 volt användes.

| | | Relationstal vid en gårdsnäts- aktionsradie av | | | |
|---|-----------------------------|---|-------------------|--------------------|----|
| | | 450 m.= 220 v. | 800 m.= 380 v. | 1200 m.= 500 v. | |
| Antal störningar pr år hos varje ansluten konsument | Enligt Meddelande 3 | — | 130 | 100 | 90 |
| | Enligt denna utred- ning | utbredd bygd ¹ | 131 | 100 | 78 |
| | | bandformad bygd | 133 | 100 | 88 |
| Sammanlagd varaktig- het av störningar under ett år hos varje ansluten konsument | Enligt Meddelande 3 | — | 140 | 100 | 80 |
| | Enligt denna utred- ning | utbredd bygd ¹ | 123 | 100 | 83 |
| | | bandformad bygd | 119 | 100 | 93 |

¹ Siffrorna avse centraliserat tvåspänningssystem.

Det måste alltså anses konstaterat, att man med hänsyn till driftsäkerheten i hela distributionsnätet vid tvåspänningssystem uppnår betydliga fördelar genom att använda gårdsspänningen 380 volt i stället för 220 volt.

Vid trespänningssystemet däremot äro såväl störningarnas antal som varaktigheten tämligen oberoende av gårdsnätsaktionsradiens storlek. Vid alternativet lågspänningströskning erhålles visserligen åtminstone vid högre ortsspänningar en obetydlig förbättring av driftförhållandena, om aktionsradien (gårdsspänningen) ökas, men vid alternativet högspänningströskning är förhållandet i regel omvänt. Proportionen mellan störningsfrekvens och varaktighet vid de mot de båda gårdsspänningarna 220 och 380 volt svarande aktionsradierna framgår av följande tabell:

| Tröskningsalternativ | Ortsspänning | Relationstal för | | | | | | | |
|----------------------------|-----------------------------|---|--------|--------------------|--------|--|--------|--------------------|--------|
| | | Antalet störningar pr år hos varje ansluten konsument | | | | Sammanlagda varaktig- heten av störningarna hos varje ansluten konsument | | | |
| | | Utbredd bygd | | Bandformad bygd | | Utbredd bygd | | Bandformad bygd | |
| | | 220 v. | 380 v. | 220 v. | 380 v. | 220 v. | 380 v. | 220 v. | 380 v. |
| Lågspännings- tröskning | 1 500 volt | 104 | 100 | 105 | 100 | 102 | 100 | 103 | 100 |
| | 3 000 » | 106 | 100 | 108 | 100 | 101 | 100 | 104 | 100 |
| | 6 000 » alt. I ¹ | 109 | 100 | 115 | 100 | 101 | 100 | 110 | 100 |
| | 6 000 » » II ² | 108 | 100 | 114 | 100 | 101 | 100 | 110 | 100 |
| | 6 000 » » III ³ | 108 | 100 | — | — | 101 | 100 | — | — |
| Högspännings- tröskning | 500 » | 99 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 1 500 » | 96 | 100 | 100 | 100 | 95 | 100 | 100 | 100 |
| | 3 000 » | 93 | 100 | 101 | 100 | 93 | 100 | 100 | 100 |
| | 6 000 » » I ¹ | 93 | 100 | 103 | 100 | 87 | 100 | 100 | 100 |
| | 6 000 » » II ² | 93 | 100 | 103 | 100 | 88 | 100 | 100 | 100 |
| | 6 000 » » III ³ | 91 | 100 | — | — | 88 | 100 | — | — |

¹ alt. I betecknar enklaste möjliga utförande av 6 000 volts nätet

² » II » att ortstationerna äro försedda med primärsäkringar

³ » III att dessutom 6 000 volts ledningarna delvis utförts på ett solidare sätt.

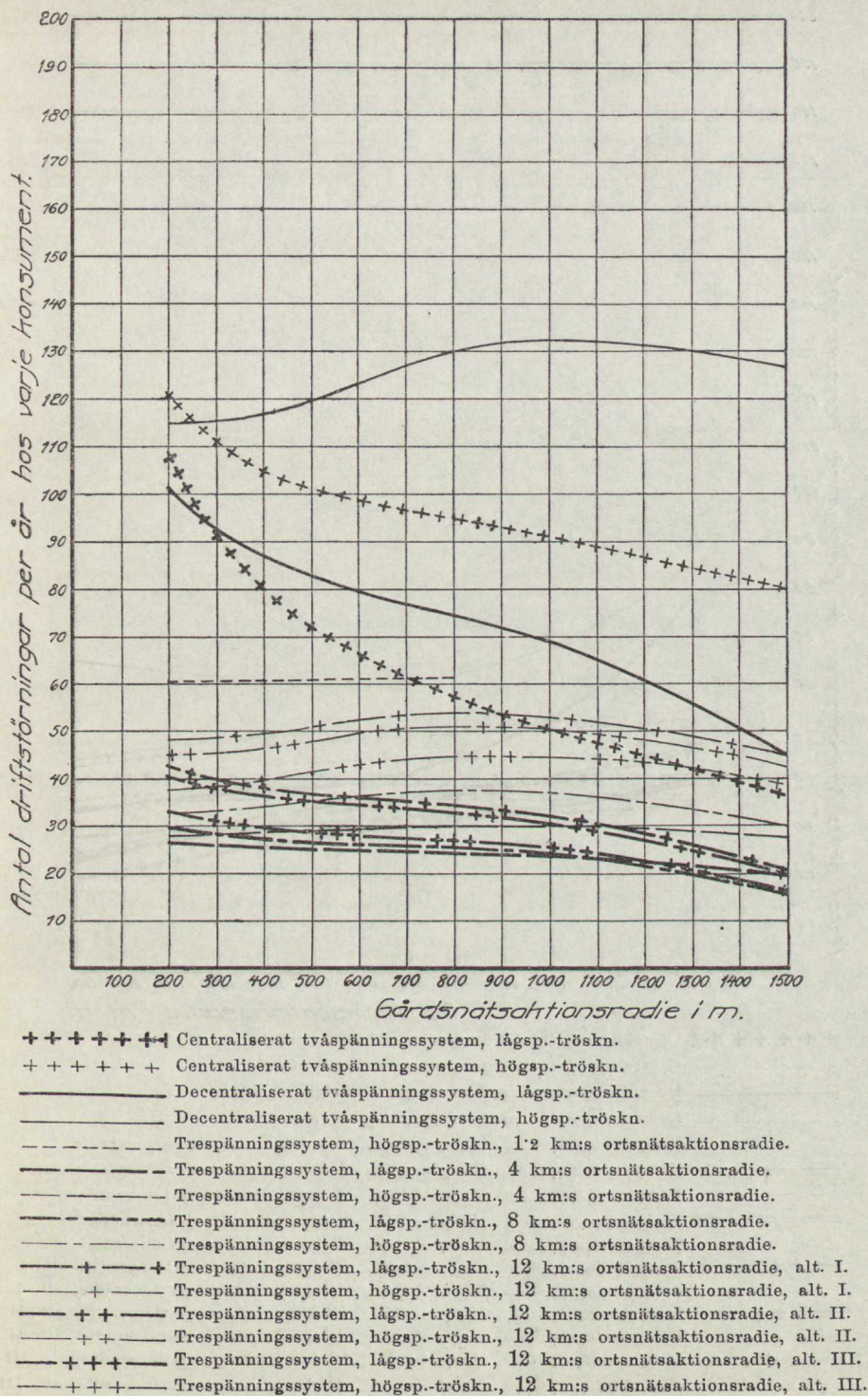


Fig. 43. Diagram utvisande antalet driftstörningar under ett år hos varje ansluten konsument i Enköpingstrakten vid olika gårdsnätsaktionsradier.

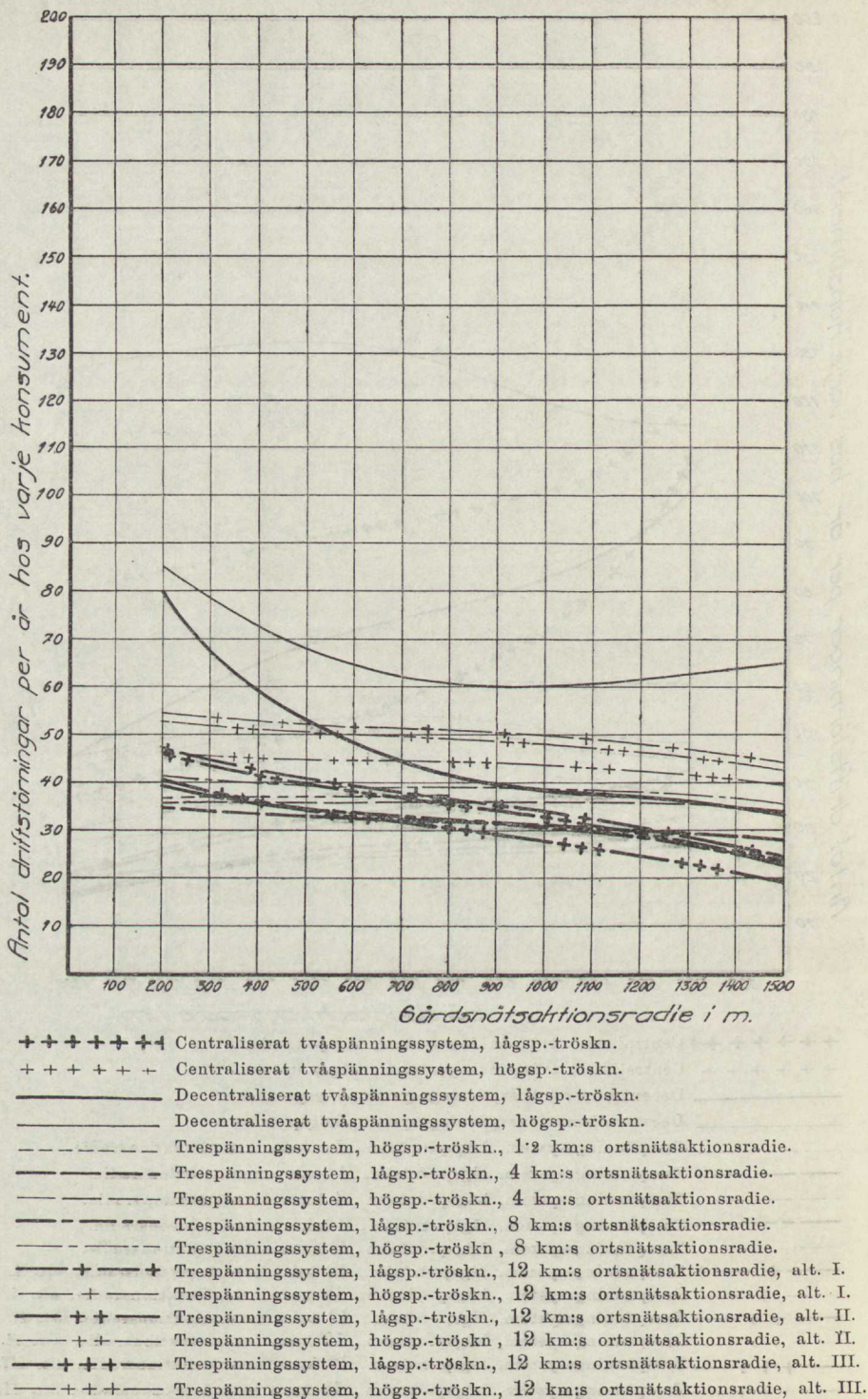
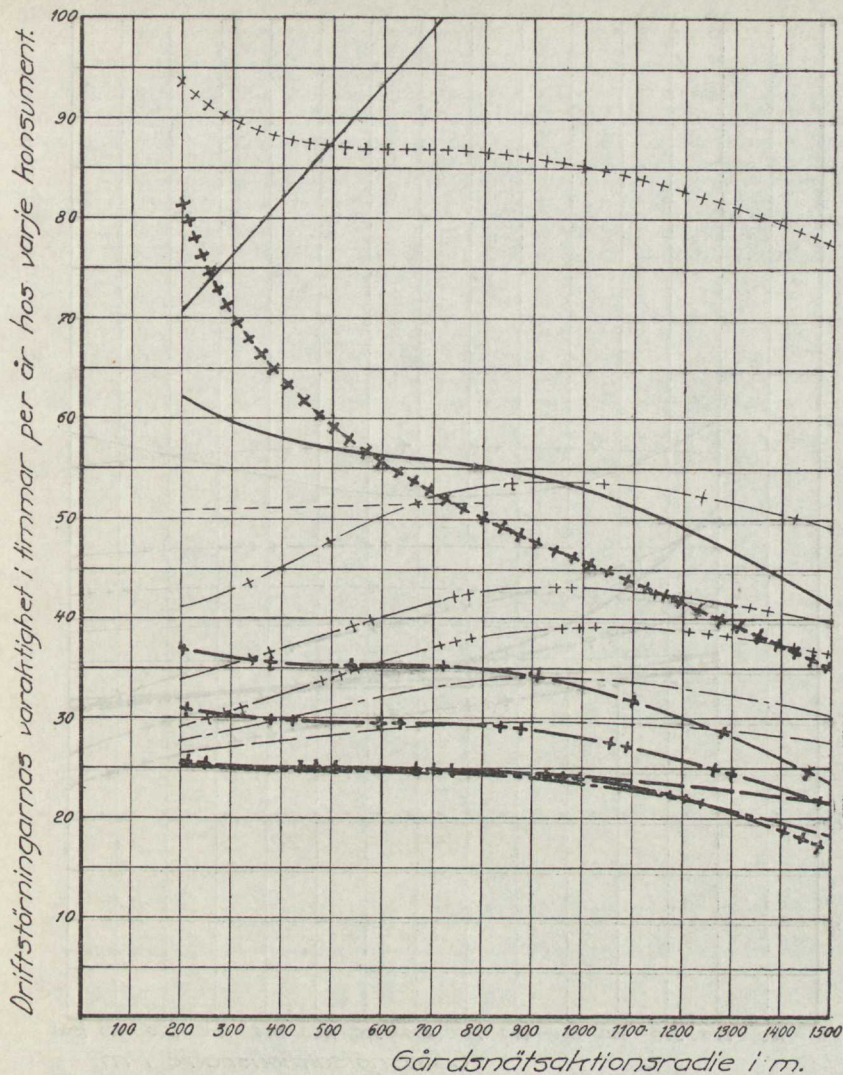


Fig. 44. Diagram utvisande antalet driftstörningar under ett år hos varje ansluten konsument i Sollefteåtrakten vid olika gårdsnätsaktionsradier.



- +++++ Centraliserat tvåspänningssystem, lågsp.-tröskn.
- +++++ Centraliserat tvåspänningssystem, högsp.-tröskn.
- Decentraliserat tvåspänningssystem, lågsp.-tröskn.
- Decentraliserat tvåspänningssystem, högsp.-tröskn.
- - - - - Trespänningssystem, högsp.-tröskn., 1,2 km:s ortsnätsaktionsradie.
- - - - - Trespänningssystem, lågsp.-tröskn., 4 km:s ortsnätsaktionsradie.
- - - - - Trespänningssystem, högsp.-tröskn., 4 km:s ortsnätsaktionsradie.
- - - - - Trespänningssystem, lågsp.-tröskn., 8 km:s ortsnätsaktionsradie.
- - - - - Trespänningssystem, högsp.-tröskn., 8 km:s ortsnätsaktionsradie.
- + - + - Trespänningssystem, lågsp.-tröskn., 12 km:s ortsnätsaktionsradie, alt. I.
- + - + - Trespänningssystem, högsp.-tröskn., 12 km:s ortsnätsaktionsradie, alt. I.
- + + - + - Trespänningssystem, lågsp.-tröskn., 12 km:s ortsnätsaktionsradie, alt. II.
- + + - + - Trespänningssystem, högsp.-tröskn., 12 km:s ortsnätsaktionsradie, alt. II.
- + + + - - Trespänningssystem, lågsp.-tröskn., 12 km:s ortsnätsaktionsradie, alt. III.
- + + + - - Trespänningssystem, högsp.-tröskn., 12 km:s ortsnätsaktionsradie, alt. III.

Fig. 45. Diagram utvisande driftstörningarnas sammanlagda varaktighet under ett år hos varje ansluten konsument i Enköpingstrakten vid olika gårdsnätsaktionsradier.

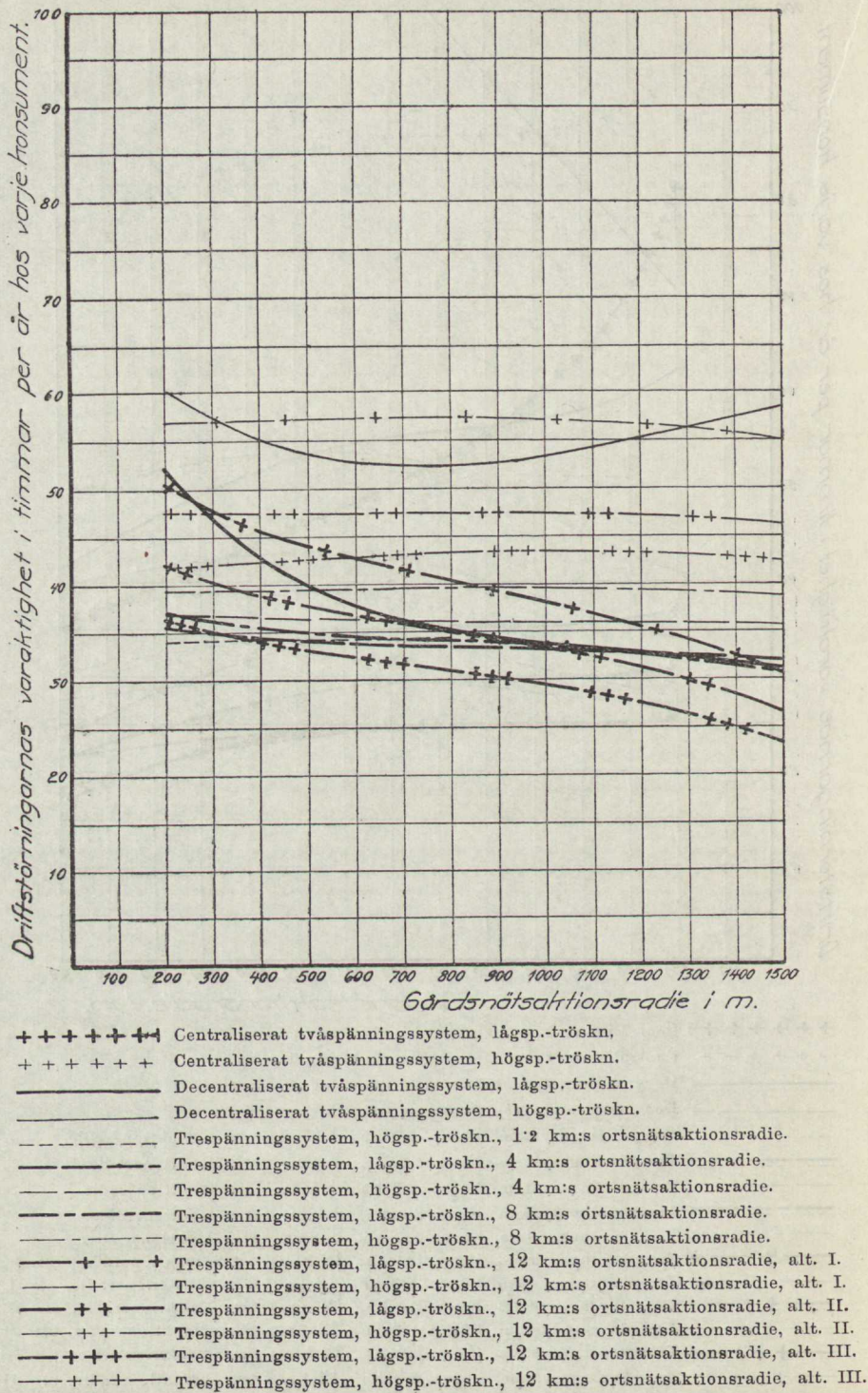


Fig. 46. Diagram utvisande driftstörningarnas sammanlagda varaktighet under ett år hos varje ansluten konsument i Sollefteåtrakten vid olika gårdsnätsaktionsradier.

De här ovan angivna skillnaderna mellan 220 och 380 volts spänningarna vid trespänningssystemet äro alltför obetydliga för att någondera av dessa skulle med hänsyn till driftförhållandena kunna föredragas framför den andra.

Jämförelse mellan olika ortsspänningar.

En jämförelse mellan de olika alternativa ortsspänningarna företages lättast med tillhjälp av diagrammen i fig. 47, 48, 49, o. 50, vilka åskådliggöra antalet störningar pr år hos varje ansluten konsument resp. dessa störningars sammanlagda varaktighet vid trespänningssystem med olika ortsnätsaktionsradier (eller ortsspänningar). Av dessa diagram visas, att driftstörningarnas antal och varaktighet åtminstone i utbredd bygd först mycket hastigt minskas vid en ökning av ortsnätsradien, för att vid den radie, som ungefär svarar mot 1 500 à 2 000 volts ortsspänning, uppnå ett minimum och därefter tämligen långsamt stegras. De olika ortsspänningarnas inbördes förhållande med hänsyn till störningsfrekvensen kan uttryckas med de i följande tabell angivna relationstalen, varvid 3 000 volts alternativets värden satts = 100.

| Tröskningsalternativ | Ortsspänning | Relationstal för | | | |
|-----------------------------|----------------|--|-------------|--|-------------|
| | | Antalet störningar pr år hos varje konsument | | Sammanlagd varaktighet av störningarna hos varje konsument | |
| | | Utbredd bygd | Bandf. bygd | Utbredd bygd | Bandf. bygd |
| Lågspänningströskning | 1 500 volt | 94 | 96 | 101 | 97 |
| | 3 000 » | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 6 000 » alt. I | 140 | 119 | 143 | 127 |
| | 6 000 » » II | 132 | 115 | 119 | 109 |
| | 6 000 » » III | 103 | 99 | 101 | 95 |
| Högspänningströskning | 500 » | 176 | 94 | 163 | 86 |
| | 1 500 » | 84 | 91 | 92 | 92 |
| | 3 000 » | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 6 000 » » I | 146 | 132 | 153 | 145 |
| | 6 000 » » II | 136 | 128 | 124 | 120 |
| | 6 000 » » III | 118 | 113 | 110 | 108 |

Av diagrammen och ovanstående tabell framgår, att alternativet 500 volts ortsspänning är avgjort ofördelaktigare än de övriga i s. k. »utbredd bygd», d. v. s. i sådana trakter, där trespänningssystemet har sin största användning. Alternativen med 1 500 och 3 000 volts ortsspänning kunna anses i stort sett likvärdiga, under det att driftförhållandena vid 6 000 volts alternativet synas vara i icke oväsentlig grad sämre, så länge ortsnäten utföras på samma sätt som vid 3 000 volt. Genom att 6 000 volts nätets utföringsstandard höjes, kunna både störningarnas antal och varaktighet nedbringas till värden, som mera motsvara de vid 3 000 volts spänningen rådande. Vid 6 000 volts ortsspänning synes sålunda vid lågspänningströskning alt. III vara i stort sett likvärdigt med 3 000 volts alternativet. Vid högspänningströskning däremot synes 6 000 volts spänning trots de

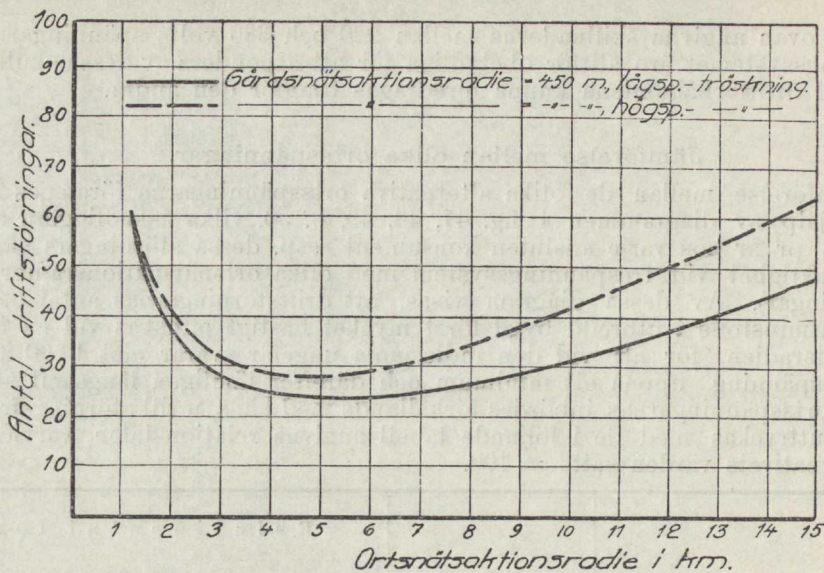


Fig. 47. Diagram utvisande antalet driftstörningar under ett år hos varje ansluten konsument i Enköpingstrakten vid olika ortsnätsaktionsradier och vid en gårdsnätsaktionsradie = 450 m. samt vid enklast möjliga utförande av ortsnäten (alt. I).

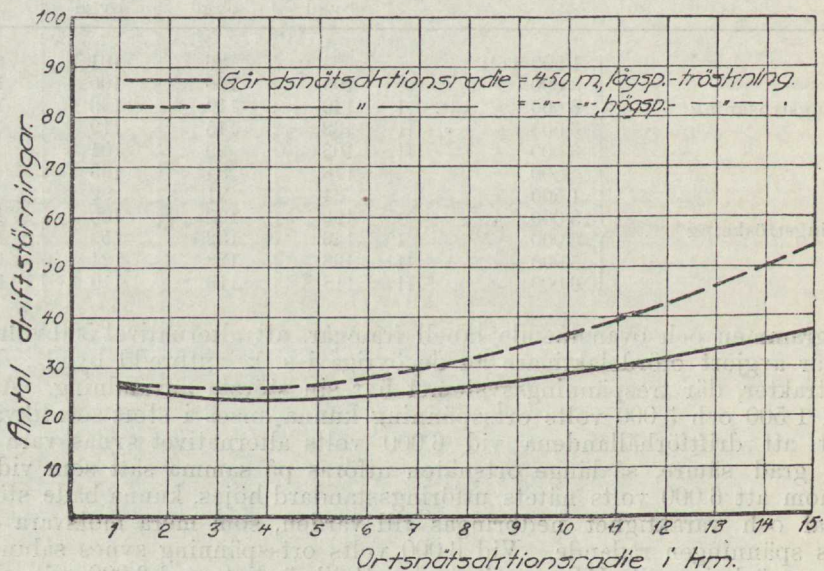


Fig. 48. Diagram utvisande antalet driftstörningar under ett år hos varje ansluten konsument i Sollefteåtrakten vid olika ortsnätsaktionsradier och vid en gårdsnätsaktionsradie = 450 m. samt vid enklast möjliga utförande av ortsnäten (alt. I).

vidtagna förbättringarna vara sämre ur driftsynpunkt än 3 000 volt; högspännings-tröskning vid 6 000 volt torde dessutom av andra skäl vara olämplig.

Jämförelse mellan lågspännings- och högspänningströskning.

Skillnaden i drifhänseende mellan alternativen lågspännings- och högspännings-tröskning framgår av diagrammen fig. 43—46. Vid tvåspänningssystem är denna skillnad högst avsevärd och uppgår vid 800 m:s aktionsradie (380 volt) till 65 resp. 75 % av de för alternativet lågspänningströskning beräknade värdena. Alternativet högspänningströskning måste enbart av denna anledning anses så ofördelaktigt, att detsamma icke bör komma till användning vid tvåspänningssystem.

Vid trespänningssystem förefinnes ävenledes en viss skillnad, betingad av de större felmöjligheter, tillkomsten av stolpkontaktledningarna naturligtvis alltid medför. Skillnaden är emellertid här av mindre storleksordning och uppgår till de belopp, som nedanstående relationstal utvisa:

| Ortsspänning | Relationstal för | | | | | | | |
|-----------------|---|----------------|-----------------|----------------|---|----------------|-----------------|----------------|
| | Antal störningar pr år hos varje ansluten konsument | | | | Sammanlagd varaktighet av störningarna hos varje ansluten konsument | | | |
| | Utbredd bygd | | Bandformad bygd | | Utbredd bygd | | Bandformad bygd | |
| | Lågsp. tröskn. | Högsp. tröskn. | Lågsp. tröskn. | Högsp. tröskn. | Lågsp. tröskn. | Högsp. tröskn. | Lågsp. tröskn. | Högsp. tröskn. |
| 1 500 volt..... | 100 | 115 | 100 | 107 | 100 | 112 | 100 | 106 |
| 3 000 "..... | 100 | 128 | 100 | 114 | 100 | 123 | 100 | 112 |
| 6 000 "..... | 100 | 135 | 100 | 127 | 100 | 131 | 100 | 126 |

Ehuru alltså en viss skillnad mellan alternativen högspännings- och lågspänningströskning förefinnes, är densamma dock vid 1 500 och 3 000 volt ej större än att högspänningströskning bör användas i de fall, då fördelar av annat slag (t. ex. besparing i kostnader) stå att vinna med detta alternativ.

Jämförelse mellan tvåspännings- och trespänningssystem.

Slutligen visa diagrammen i fig. 43 o. 45, att driftförhållandena vid tvåspänningssystem i utbredd bygd av samma täthet som Enköpingsstraktens bliva betydligt ogynnsammare än vid trespänningssystem. Skillnaden utgör ca 125 (i fråga om störningarnas antal) resp. 100 % (i fråga om varaktigheten); tvåspänningssystemet bör av denna anledning så vitt möjligt undvikas i bygd av denna karaktär. I glesare bygd utjämnas givetvis förhållandet och torde närma sig det för bandformad bygd (Sollefteåtrakten) genom diagrammen i fig. 44 och 56 visade. I sådan bygd synes skillnaden mellan två- resp. trespänningssystem ej överskrida 30 resp. 5 % (ifråga om störningarnas antal resp. varaktighet), och uppgår i glesare bandformad bygd till än lägre belopp. Något hinder ur driftsynpunkt att därstädes använda tvåspänningssystem synes därför icke förefinnas, om kostnadsbesparing eller andra fördelar därigenom kunna ernås.

Sammanfattning.

Som sammanfattning av den verkställda utredningen kan anföras följande:

Om av särskild anledning tvåspänningssystemet måste användas i s. k. utbredd bygd, bör ledningsnätet med hänsyn till driftförhållandena anordnas med centraliserad ledningsföring.

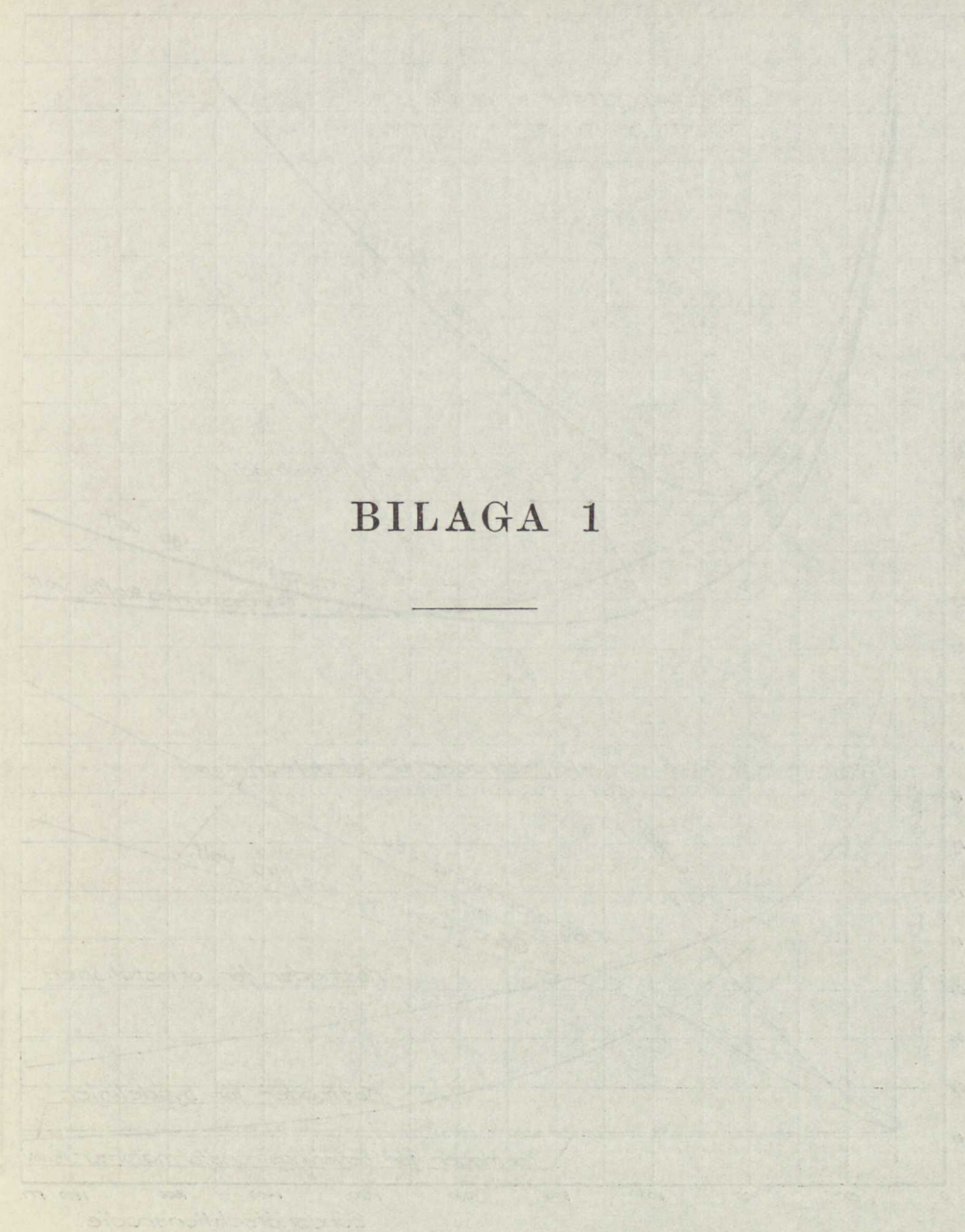
Vid tvåspänningssystem minskas störningsfrekvensen och störningarnas varaktighet i icke obetydlig grad, genom att en högre gårdsspänning användes (380 i stället för 220 volt). Vid trespänningssystem däremot är skillnaden mellan olika gårdsspänningar med avseende å de nämnda faktorerna alltför liten, för att någondera spänningen skulle kunna föredragas.

De beräknade skillnaderna mellan driftförhållandena vid olika ortsspänningar giva vid handen, att spänningarna 1 500 och 3 000 volt äro i stort sett likvärdiga. Om 6 000 volt måste användas, böra ortsnäten utföras med en högre och dyrbarare standard, än den som utan olägenhet kan användas vid 3 000 volt. Orts-spänningen 500 volt är i utbredd bygd ur driftsynpunkt avgjort ofördelaktig i jämförelse med 1 500 resp. 3 000 volt.

Att vid tvåspänningssystem använda högspänningströskning är i drifthanseende synnerligen ofördelaktigt. Vid trespänningssystem är skillnaden mellan alternativen högspännings- och lågspänningströskning särskilt vid lägre ortsspänningar ej större, än att det förstnämnda utan nämnvärd olägenhet bör kunna tillämpas i de fall, då kostnads- eller andra skäl tala för ett sådant arrangemang.

Skillnaden mellan störningarnas antal resp. varaktighet vid tvåspänningssystem å ena sidan och vid trespänningssystem å andra sidan är i utbredd bygd av någorlunda stor täthet (t. ex. i Mälardalen) allt för stor, för att det förstnämnda utan tvingande skäl borde användas i sådan bygd. I gles, utbredd bygd eller i floddalsbygd (alltså Norrlandsbygd eller gles mellansvensk skogsbygd) synes tvåspänningssystemets olägenheter med avseende å driftförhållandena ej vara större, än att detsamma utan hinder kan användas, då ekonomiska eller andra skäl motivera detsamma.

BILAGA 1

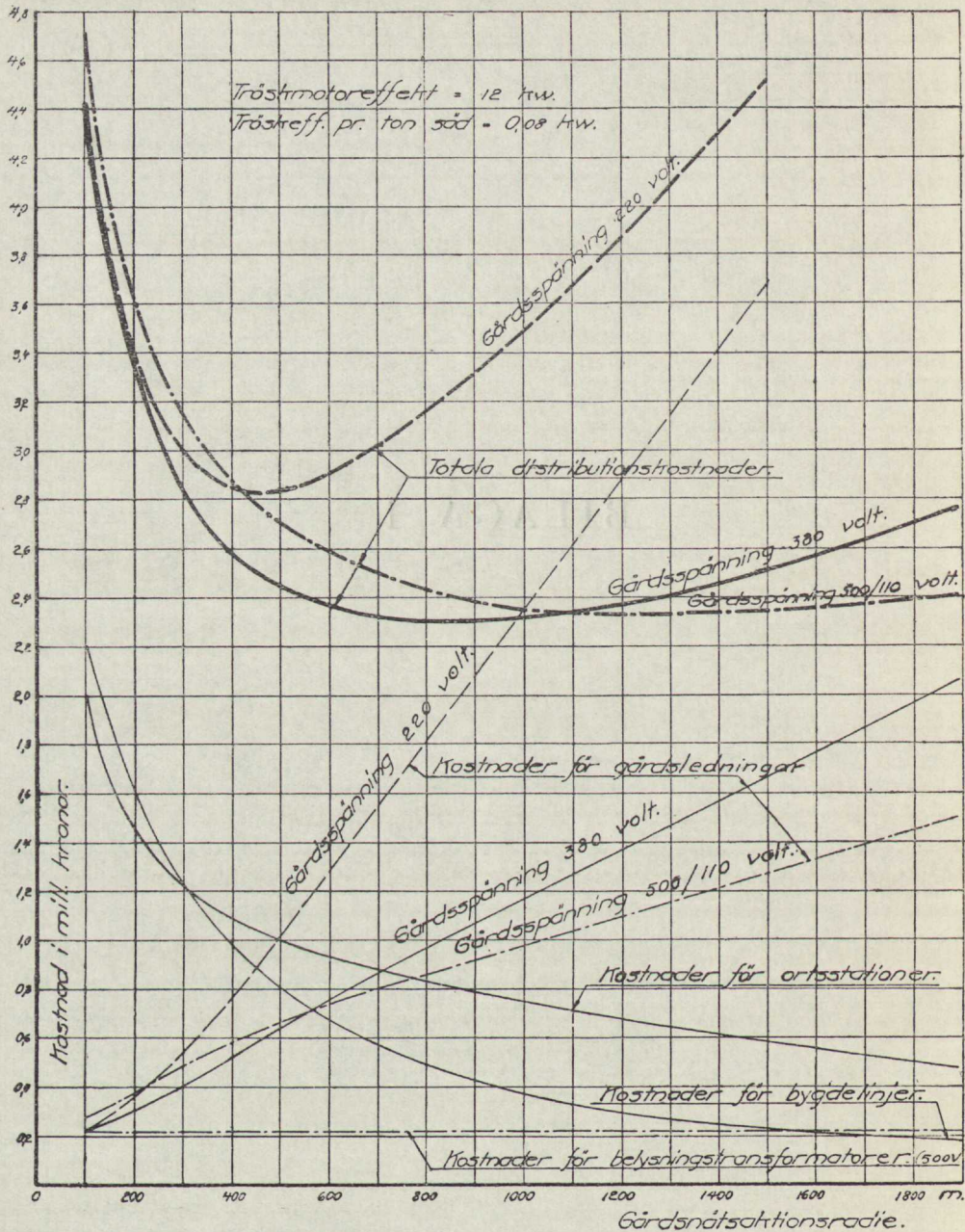


Handwritten notes or a legend in the top right corner, which is mostly illegible due to fading. Some faint characters and lines are visible, but they do not form a readable text.

Bilaga 1 a.

Enköpingstraktens elektrifiering.

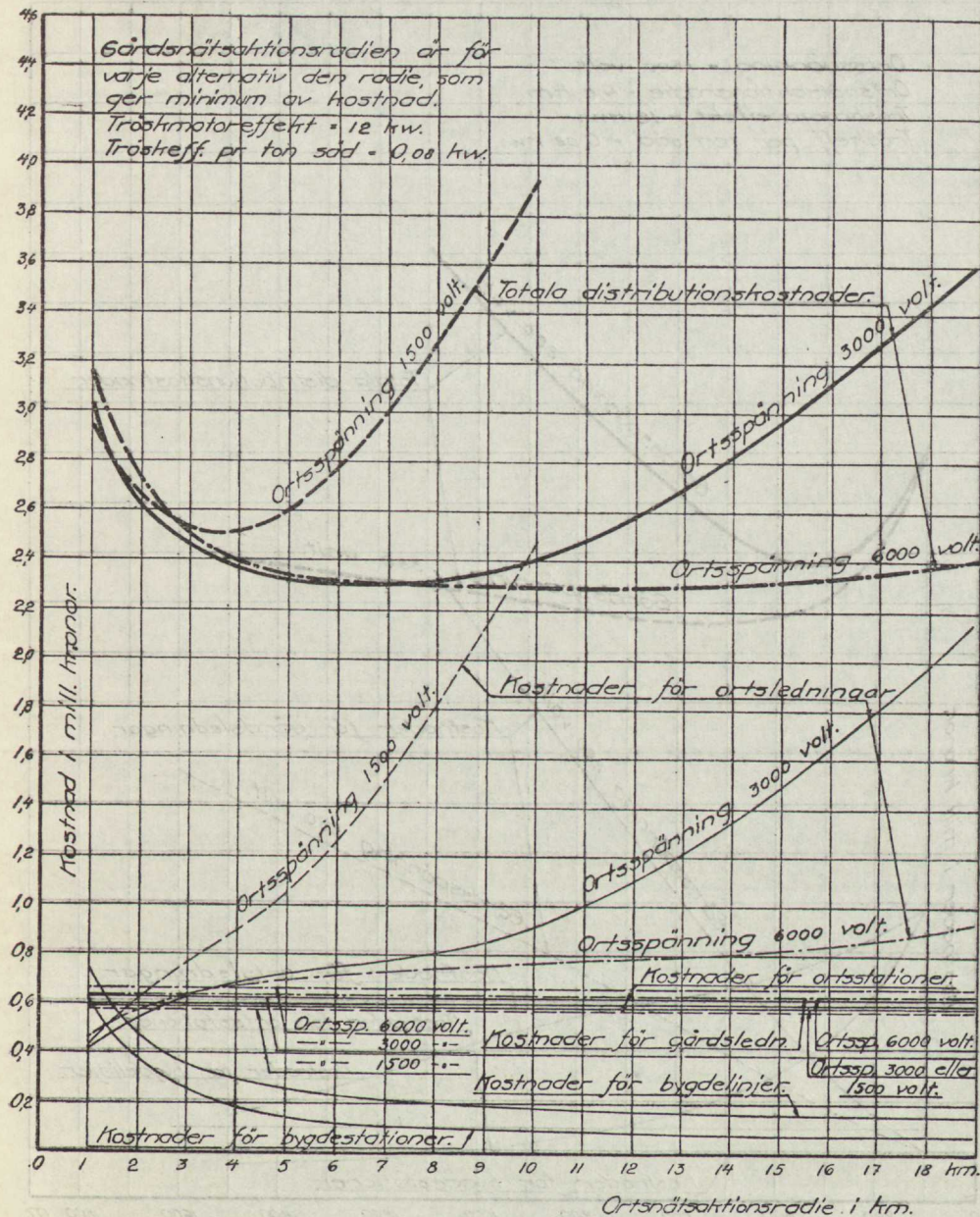
Diagram utvisande anläggningskostnaderna för distributionsnät vid decentraliserat tvåspänningssystem och lågspänningströskning vid olika gårdsspänning och olika gårdsnätsaktionsradier.



Bilaga 1 b.

Enköpingstraktens elektrifiering.

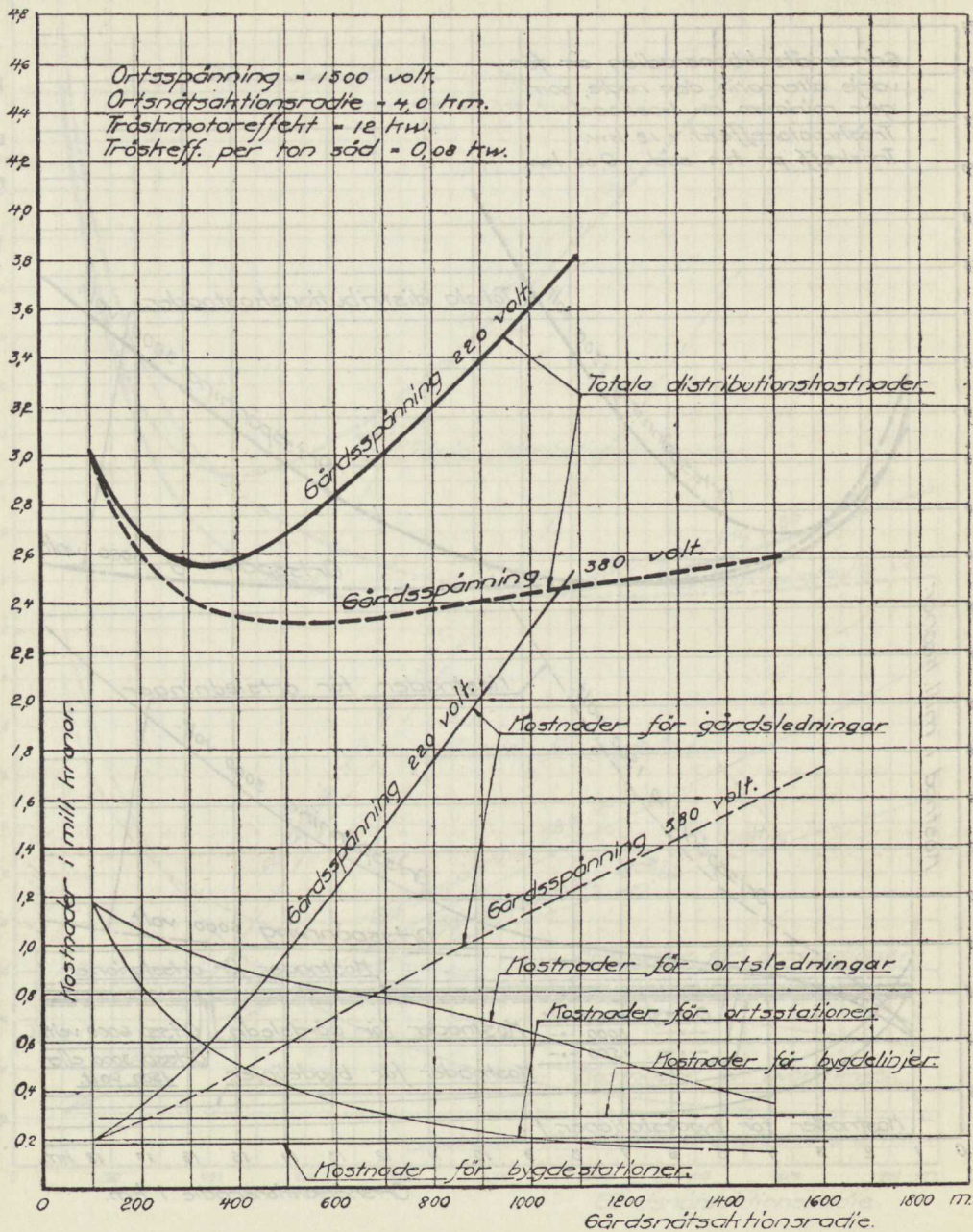
Diagram utvisande anläggningskostnaderna för distributionsnät för trespänningssystem och lågspänningströskning vid olika ortsspänning och olika ortsnätsaktionsradier.



Bilaga 1 c.

Enköpingstraktens
elektrifiering.

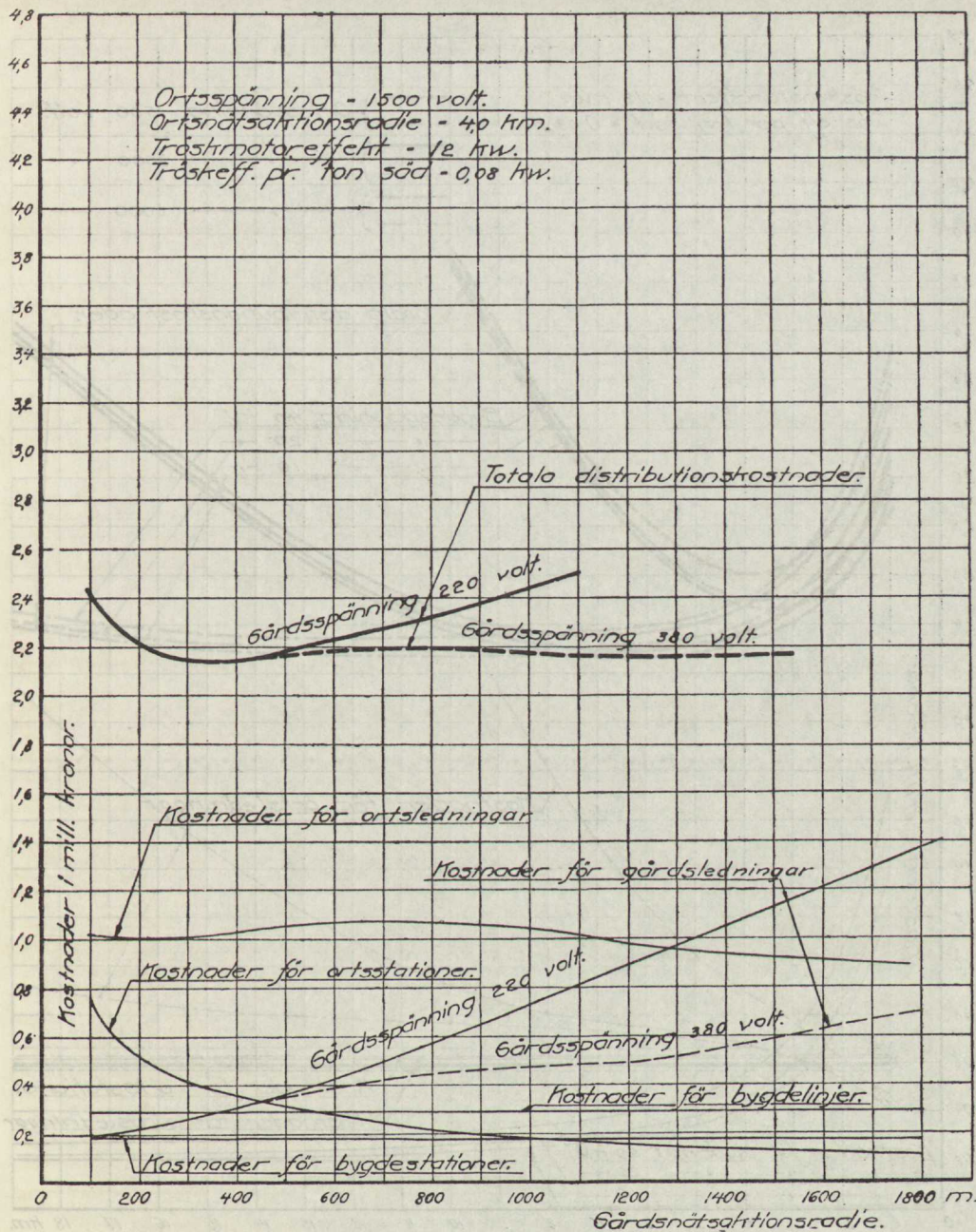
Diagram utvisande an-
läggningskostnaderna
för distributionsnät vid
trespanningssystem
och
lågspänningströskning
vid olika gårdsspänning
och olika
gårdsnäteaktionsradier.



Bilaga 1 d.

Enköpingstraktens
elektrifiering.

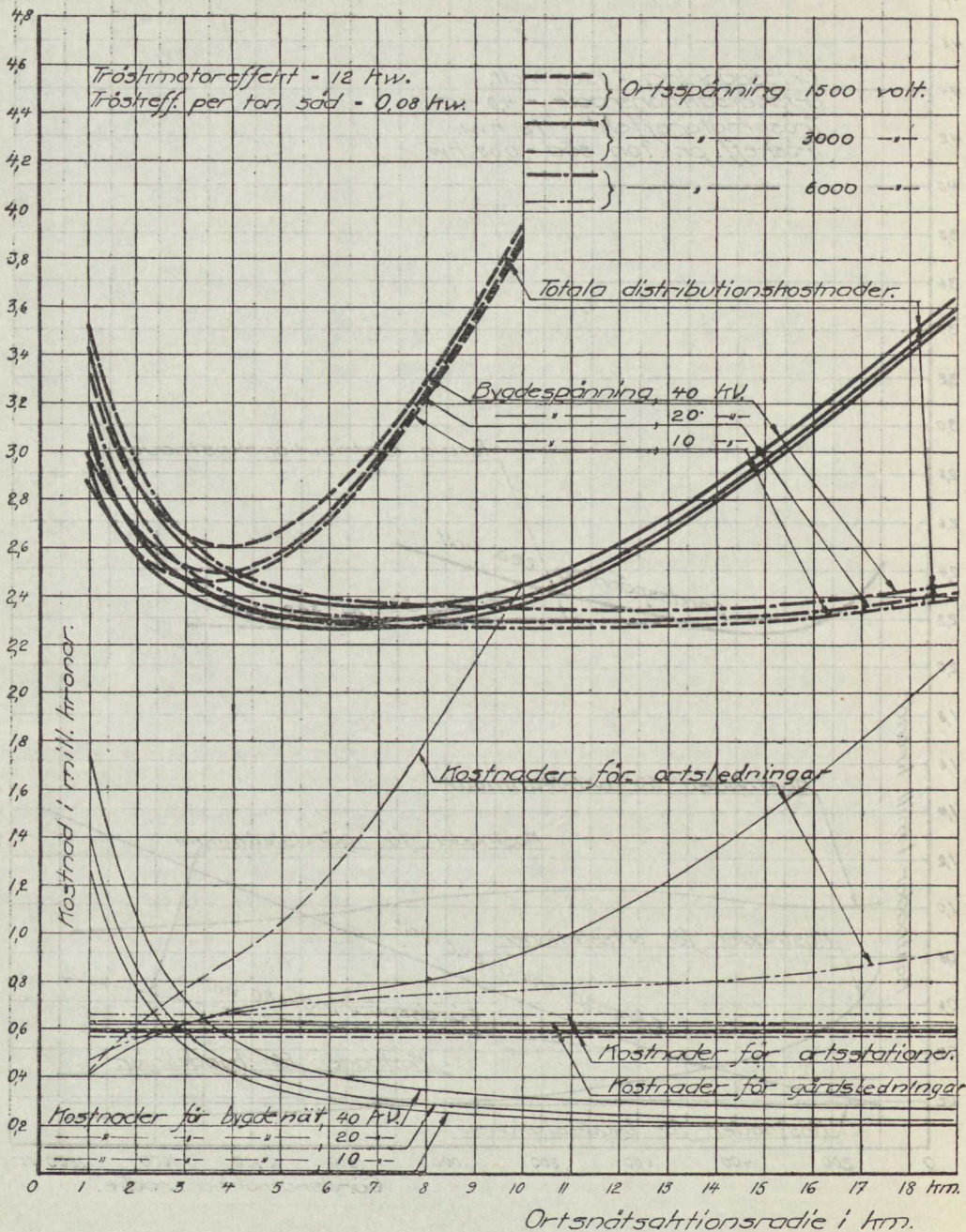
Diagram utvisande an-
läggningskostnaderna
för distributionsnät vid
trespänningssystem
och
högspänningströskning
vid olika gårdsspänning
och olika
gårdsnätsaktionsradier.



Bilaga 1 e.

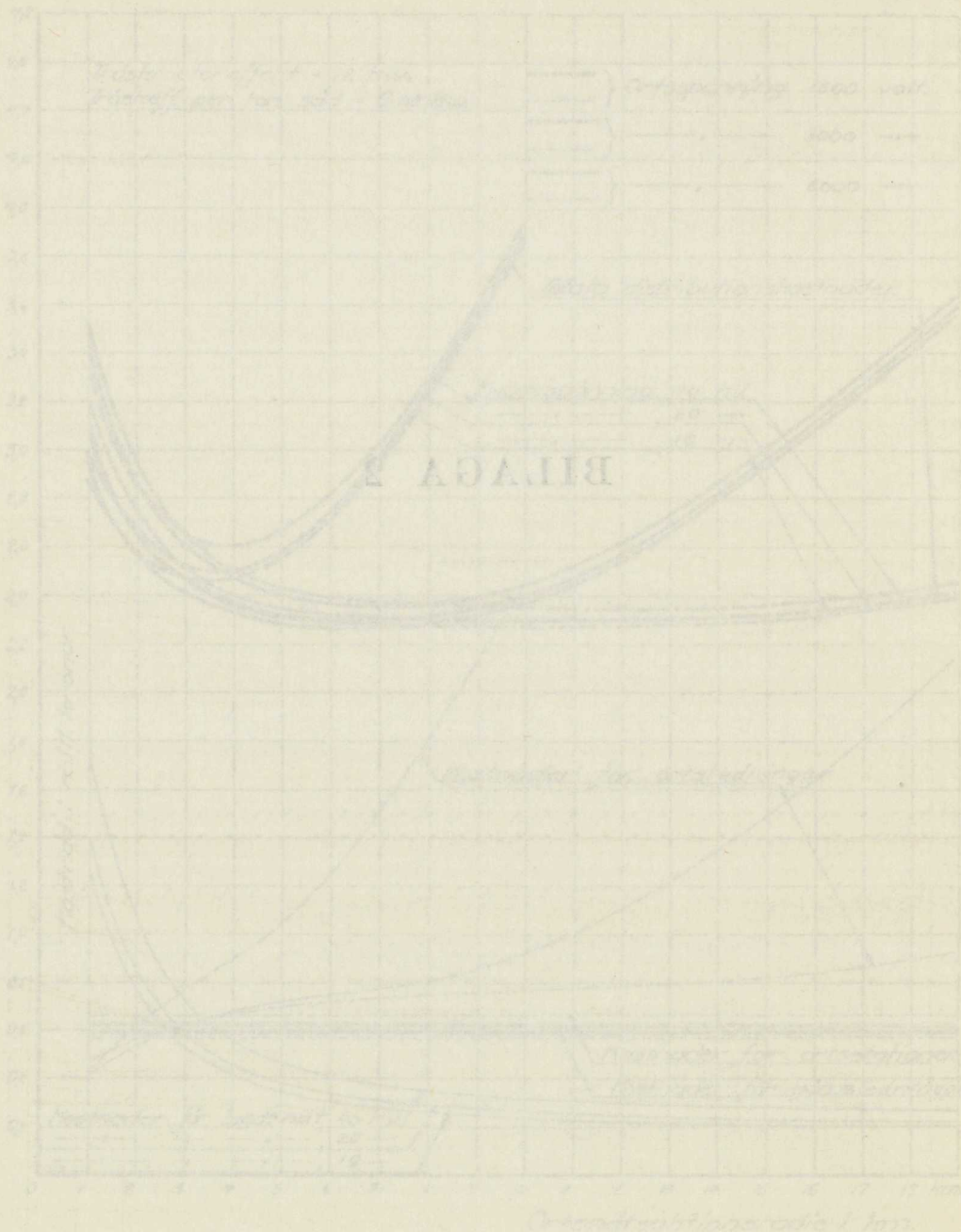
Enköpingstraktens elektrifiering.

Diagram utvisande anläggningskostnaderna för distributionsnät vid trespänningssystem och lågspänningströskning vid olika bygde- och ortsspänning samt olika ortsnätsaktionsradier.



BILAGA 2

Bilaga 1 A
 Ekspansionskoefficienter
 för olika typer av
 stål och järn
 vid olika temperaturer
 och tryck
 för olika typer av
 stål och järn



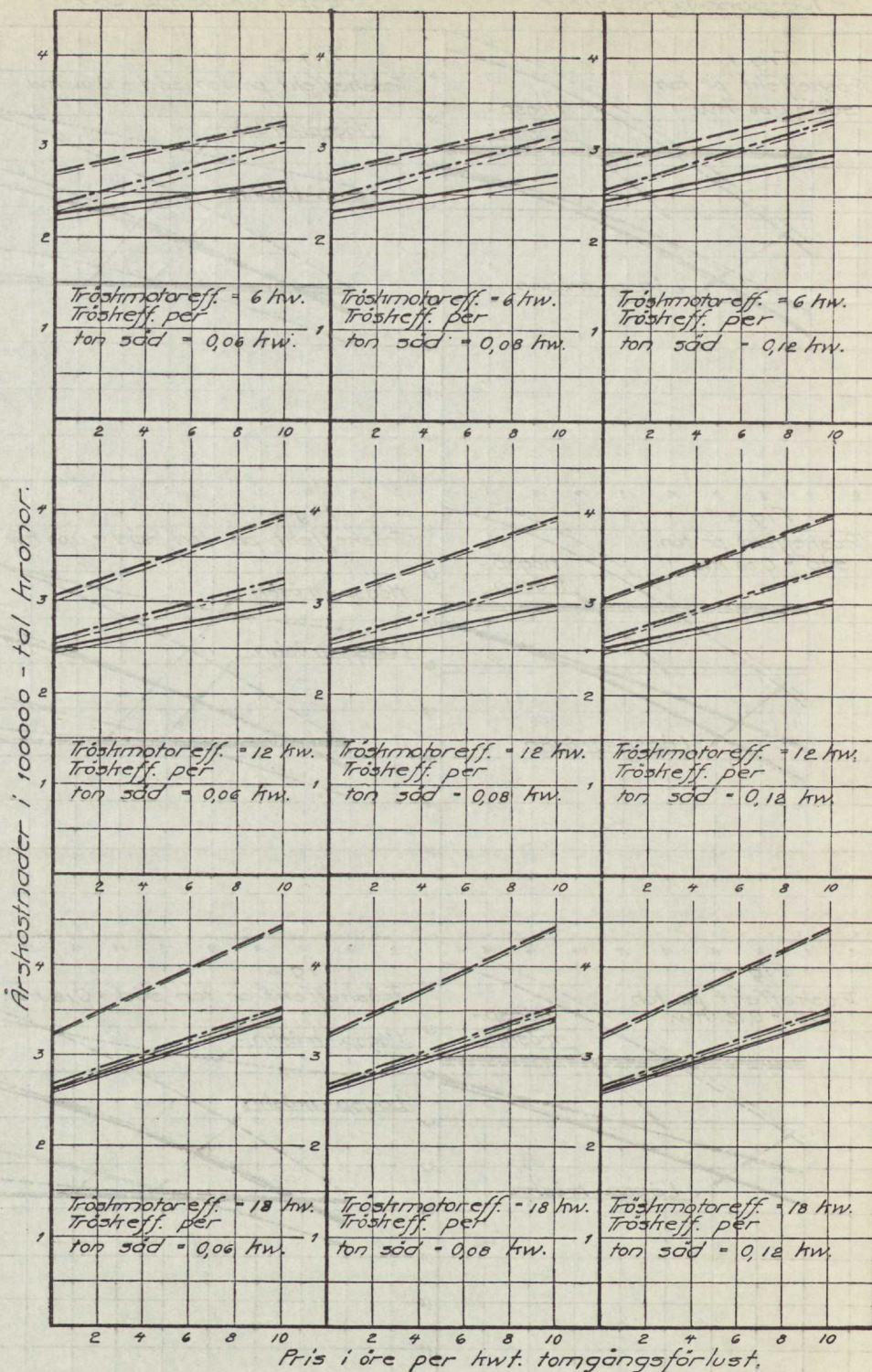
Bilaga 2 b.

Enköpingstraktsens elektrifiering.

Diagram utvisande årskostnaderna för distributionsnät inkl. tomgångsförluster vid varierande pris per kWh vid olika tvåspänningssystem.

Beteckningar.

- 220 volts gårdssp., centraliserat system
- ” ” ” ” centraliserat ”
- ” ” ” ” decentraliserat ”
- 380 ” ” ” ” centraliserat ”
- ” ” ” ” decentraliserat ”
- 500 ” ” ” ” centraliserat ”
- ” ” ” ” decentraliserat ”

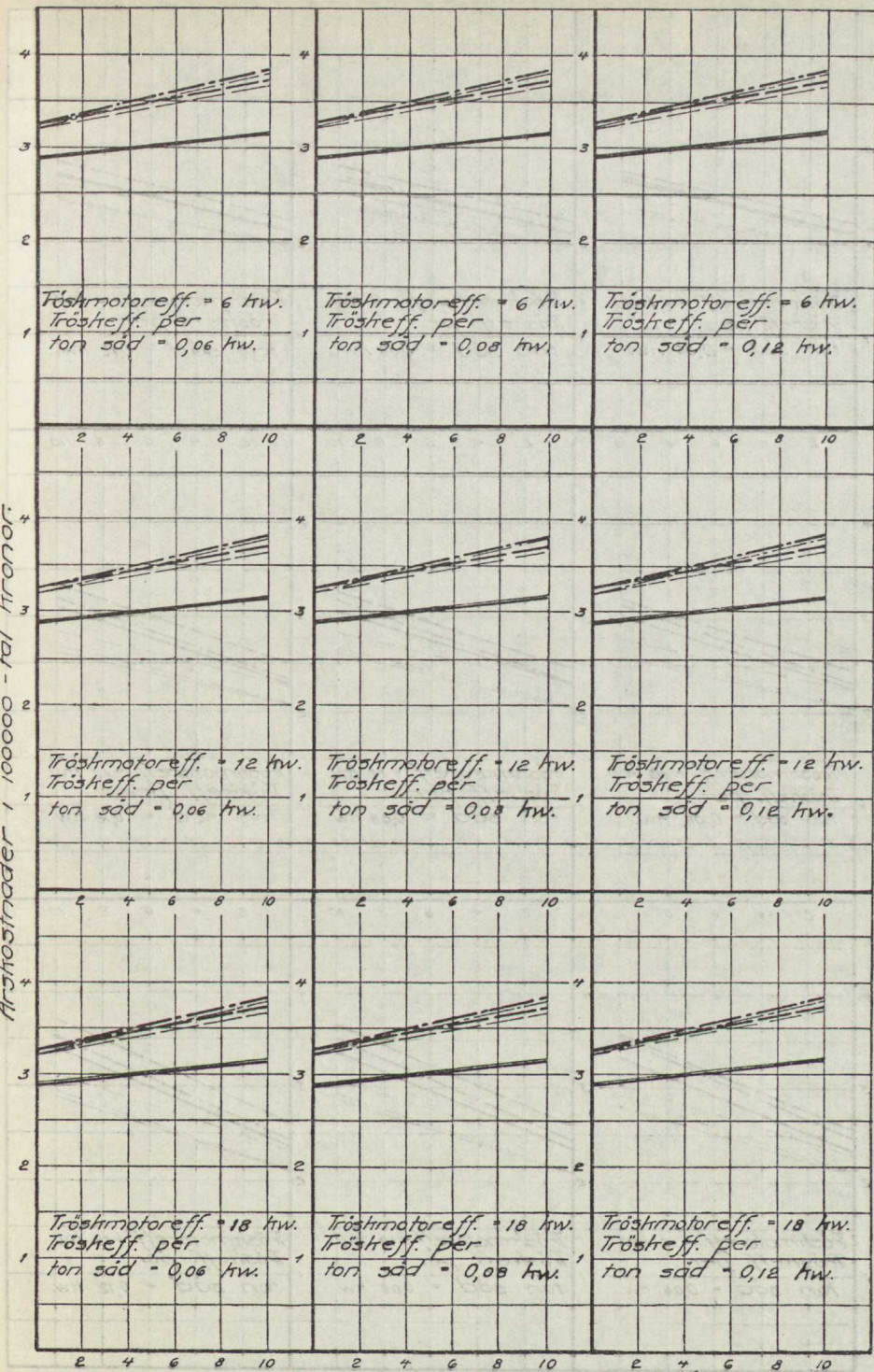


220V gårdssp. centraliserat system
 220V decentraliserat system
 380V centraliserat system
 380V decentraliserat system
 500V centraliserat system
 500V decentraliserat system

Enköpingstraktens elektrifiering.

Diagram utvisande årskostnaderna för distributionsnät inkl. tomgångsförluster vid varierande pris pr kWh vid olika tvåspänningssystem.

Årskostnader i 100000 - tal kronor.



Beteckningar.

- 220 volts gårdssp., centraliserat system
- - - " " , decentraliserat " "
- 380 " " ; centraliserat " "
- - - " " ; decentraliserat " "
- 500 " " ; centraliserat " "
- - - " " ; decentraliserat " "

Pris i öre per kWh tomgångsförlust.

Bilaga 2 c.

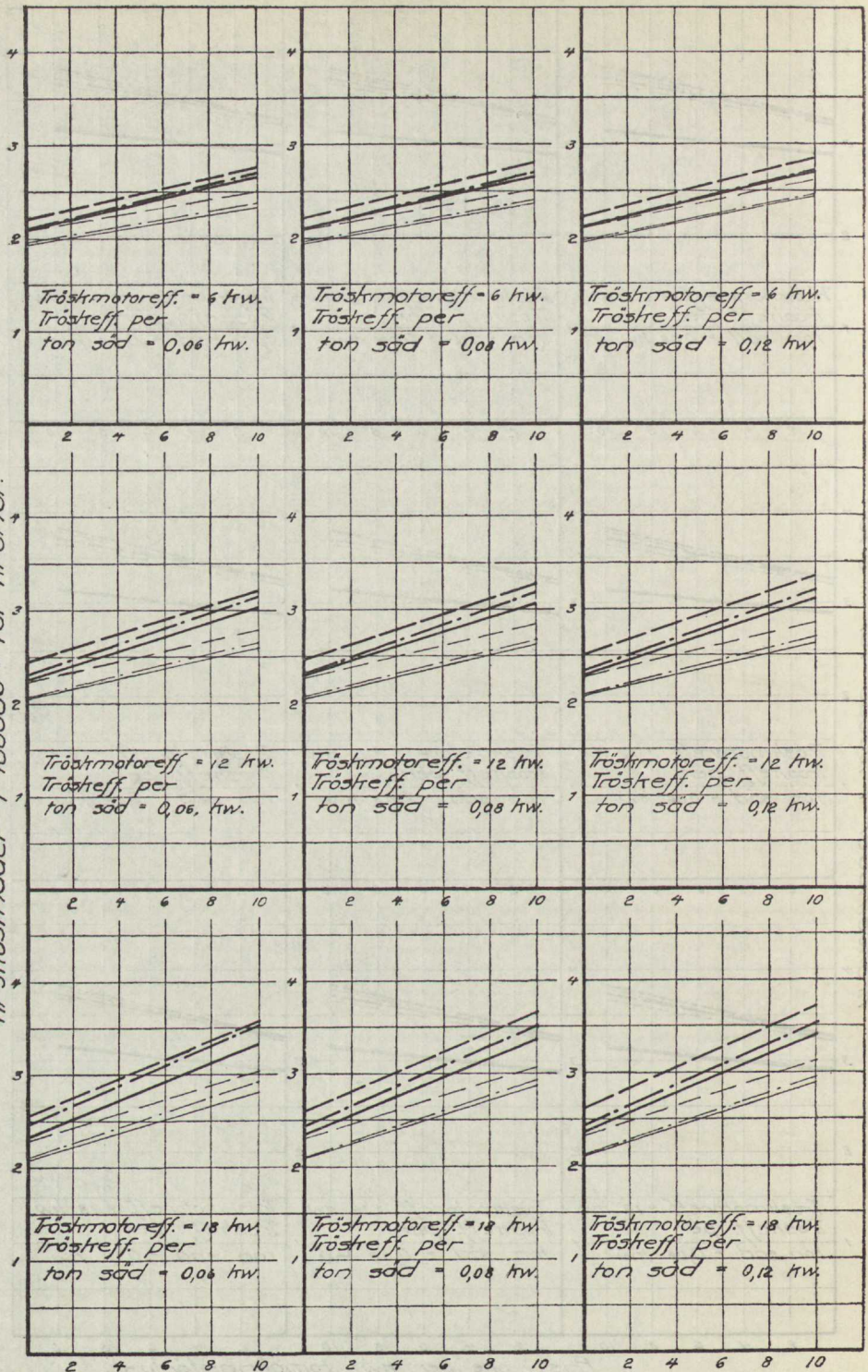
Enköpingstraktens elektrifiering.

Diagram utvisande årskostnaderna för distributionsnät inkl. tomgångsförluster vid varierande pris pr kWh vid olika trespanningssystem.

Beteckningar.

- 500 volts ortssp., 220 volts gårdssp.
- 1500 " " " " " "
- 3000 " " " " " "
- 6000 " " " " " "

Årskostnader i 100000 - tal kronor.



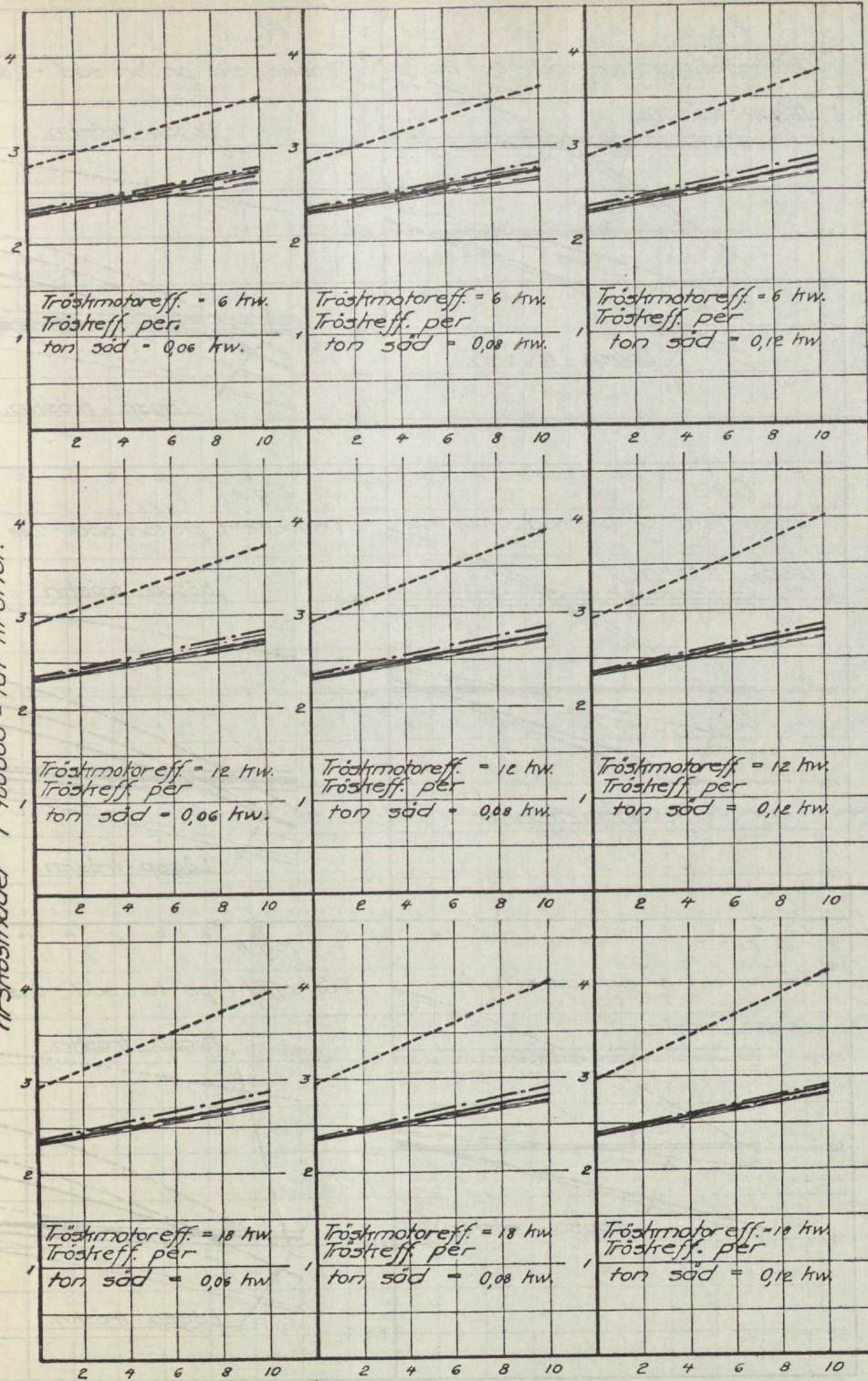
Pris i öre per kWh. tomgångsförlust.

Bilaga 2 c.

Enköpingstraktens elektrifiering.

Diagram utvisande årskostnaderna för distributionsnät inkl. tomgångsförluster vid varierande pris pr kWh vid olika trespänningssystem.

Årskostnader i 100000 - tal kronor.



Beteckningar.

| | |
|---------------------------------------|-----|
| 500 volts ortssp., 220 volts gårdssp. | --- |
| 1 500 " " " " | --- |
| 3 000 " " " " | --- |
| 6 000 " " " " | --- |
| " " " " | --- |
| " " " " | --- |
| " " " " | --- |
| " " " " | --- |
| " " " " | --- |
| " " " " | --- |

Pris i öre per kw.t. tomgångsförlust.

Bilaga 2 d.

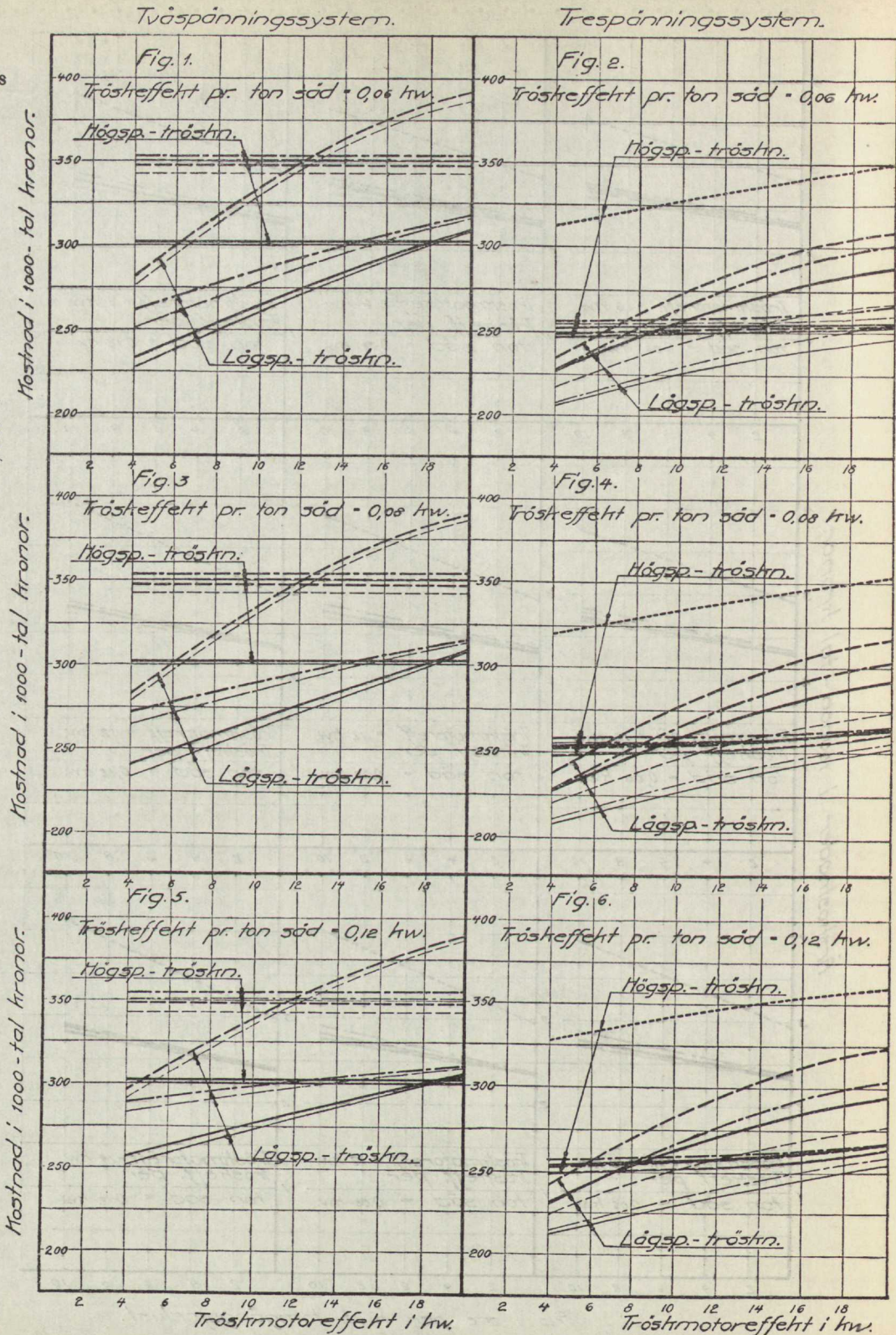
Enköpingstraktens elektrifiering.

Diagram utvisande årskostnader för distributionsnät inkl. tomgångsförluster vid 5 öre pr kWh vid olika tröskmotoreffekter.

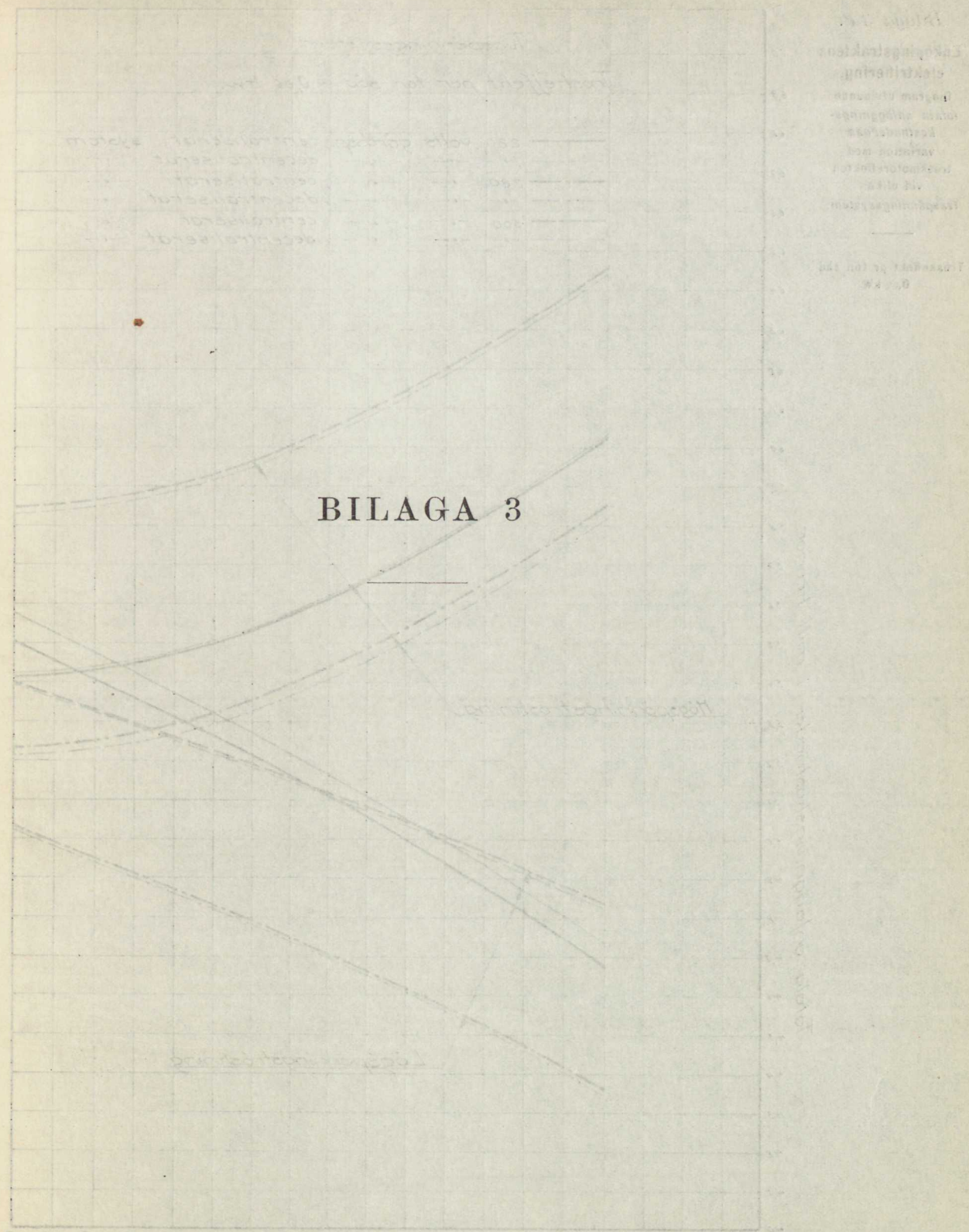
Beteckningar.

Tröspänningssystem:

| | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| 220 v. gårdssp., centralis. syst. | 500 volts ortssp., 220 v. gårdssp. |
| 380 v. " " decentralis. " | " " " " " " " " |
| 500 v. " " decentralis. " | " " " " " " " " |
| 220 v. " " centralis. " | " " " " " " " " |
| 380 v. " " centralis. " | " " " " " " " " |
| 220 v. " " decentralis. " | " " " " " " " " |
| 380 v. " " decentralis. " | " " " " " " " " |



BILAGA 3

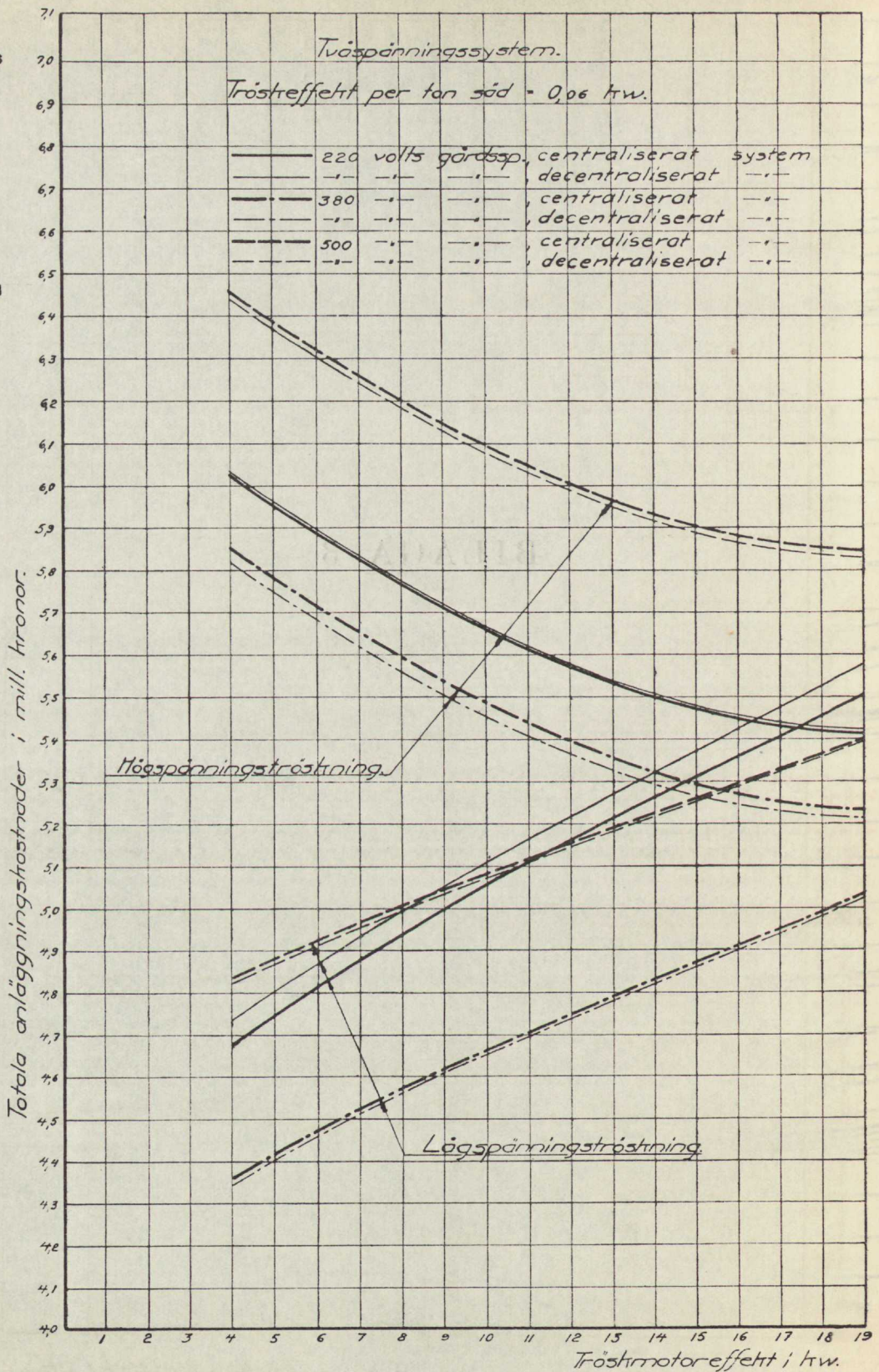


Bilaga 3 a.

Enköpingstraktens elektrifiering.

Diagram utvisande totala anläggningskostnadernas variation med tröskmotoreffekten vid olika tvåspänningssystem.

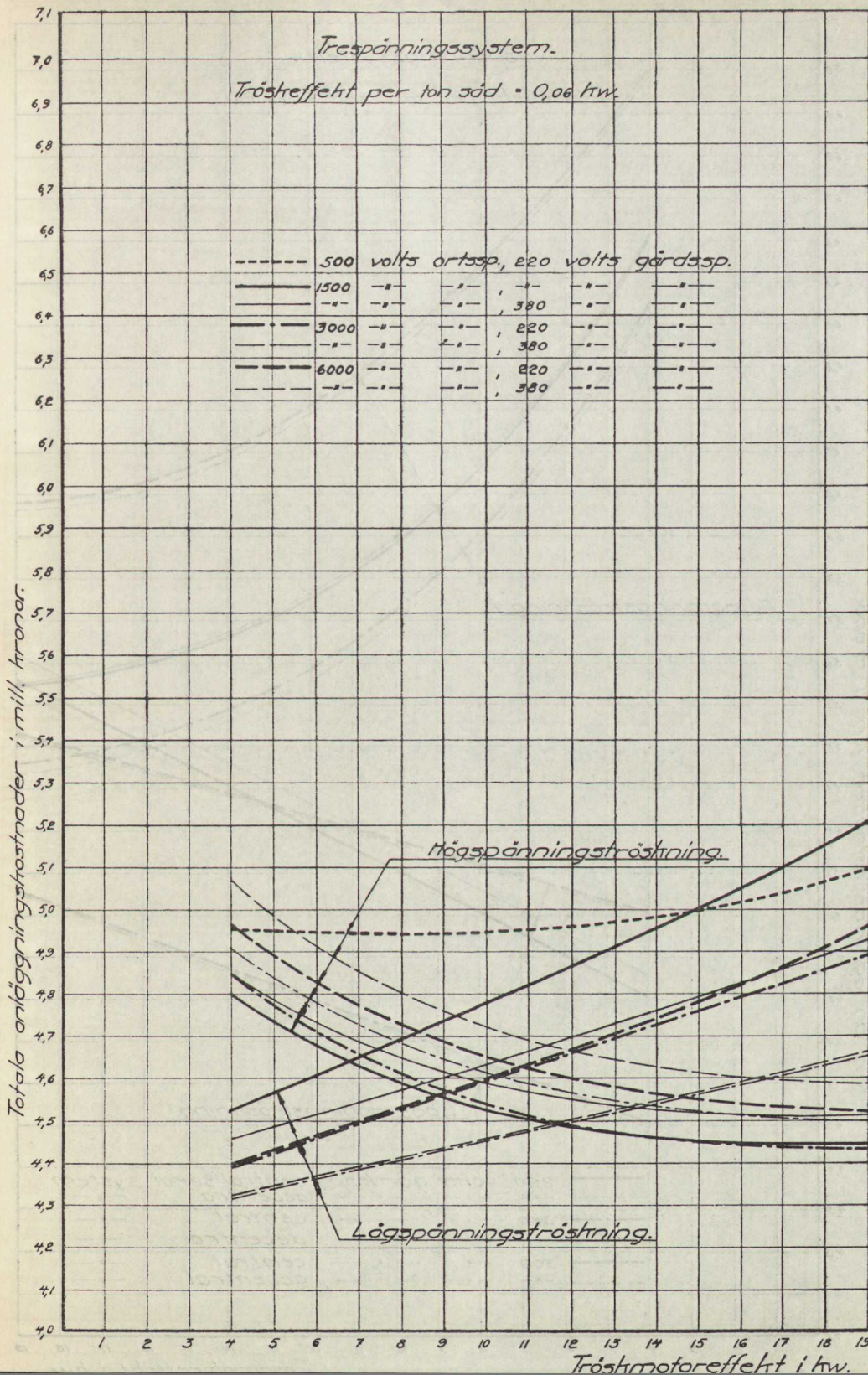
Tröskeffekt pr ton säd = 0,06 kW.



Enköpingstraktens elektrifiering.

Diagram utvisande totala anläggningskostnadernas variation med tröskmotoreffekten vid olika trespänningssystem.

Tröskeffekt pr ton säd = 0,06 kW

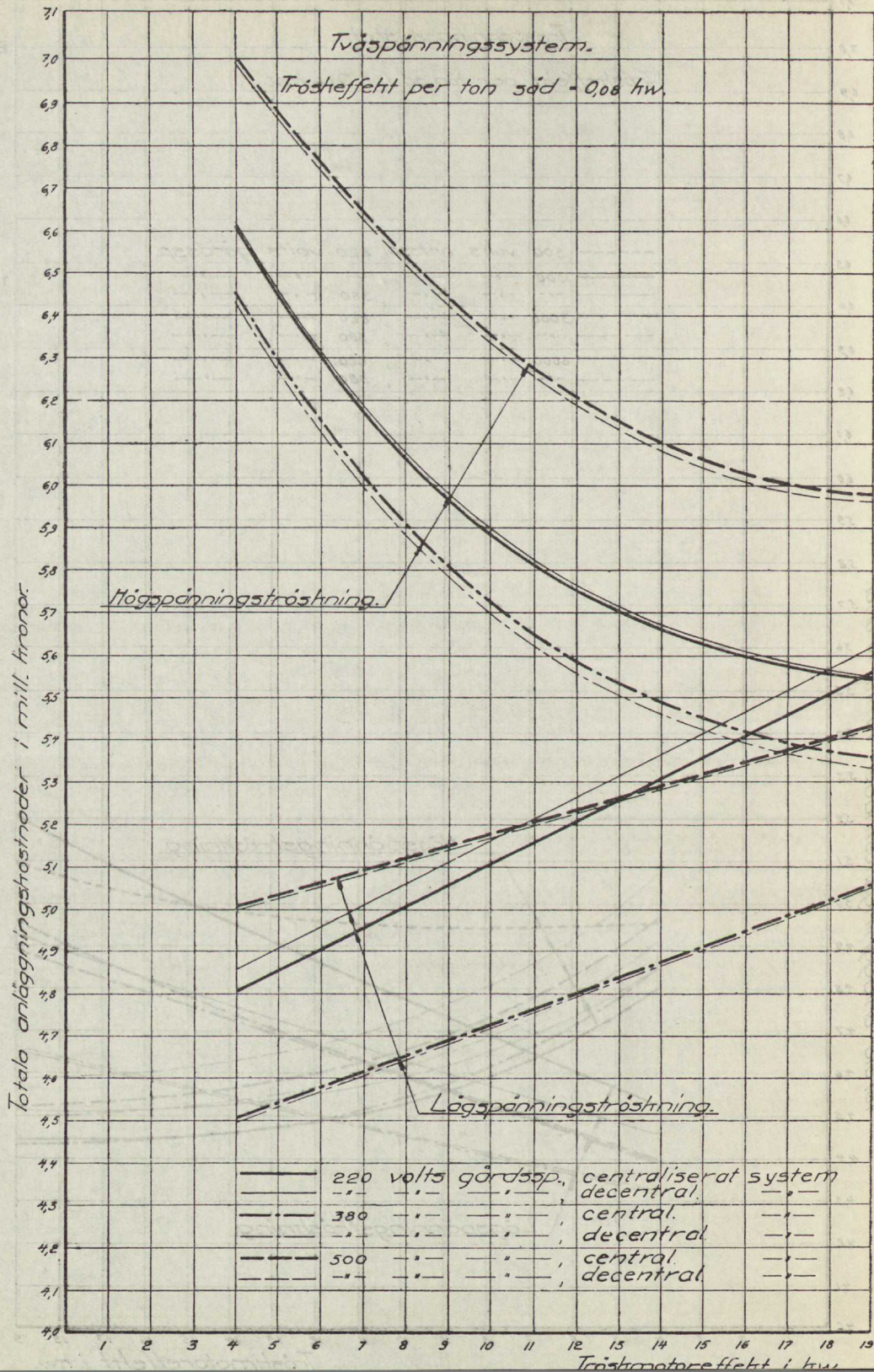


Bilaga 3 b.

Enköpingstraktens elektrifiering.

Diagram utvisande totala anläggningskostnadernas variation med tröskmotoreffekten vid olika tvåspänningssystem.

Tröskeffekt pr ton säd = 0,06 kW

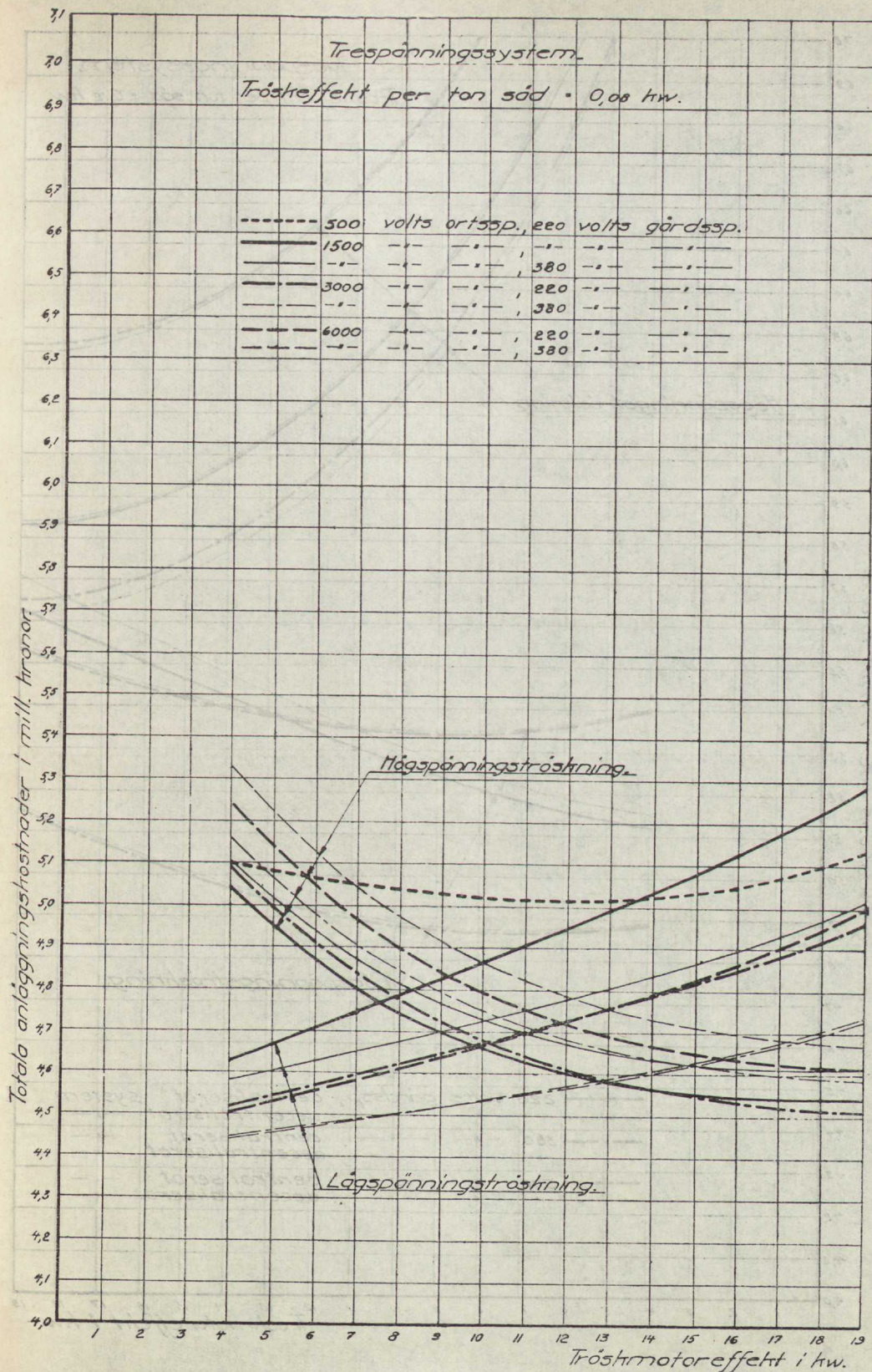


Bilaga 3 b.

Enköpingstraktens elektrifiering.

Diagram utvisande totala anläggningskostnadernas variation med tröskmotoreffekten vid olika trespänningssystem.

Tröskeffekt pr ton säd = 0,06 kW

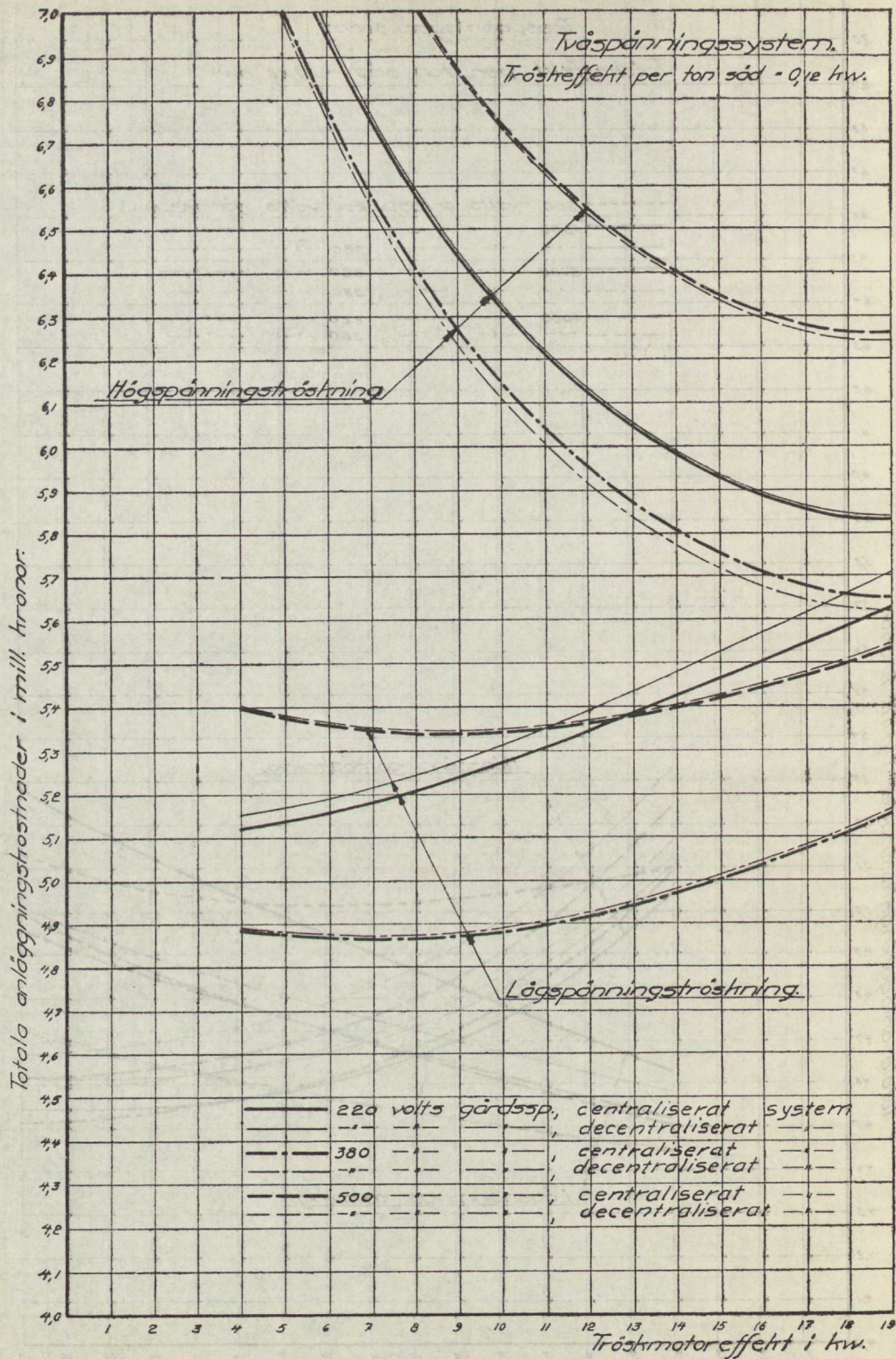


Bilaga 3 c.

Enköpingstraktens elektrifiering.

Diagram utvisande totala anläggningskostnadernas variation med tröskmotoreffekten vid olika tvåspänningssystem.

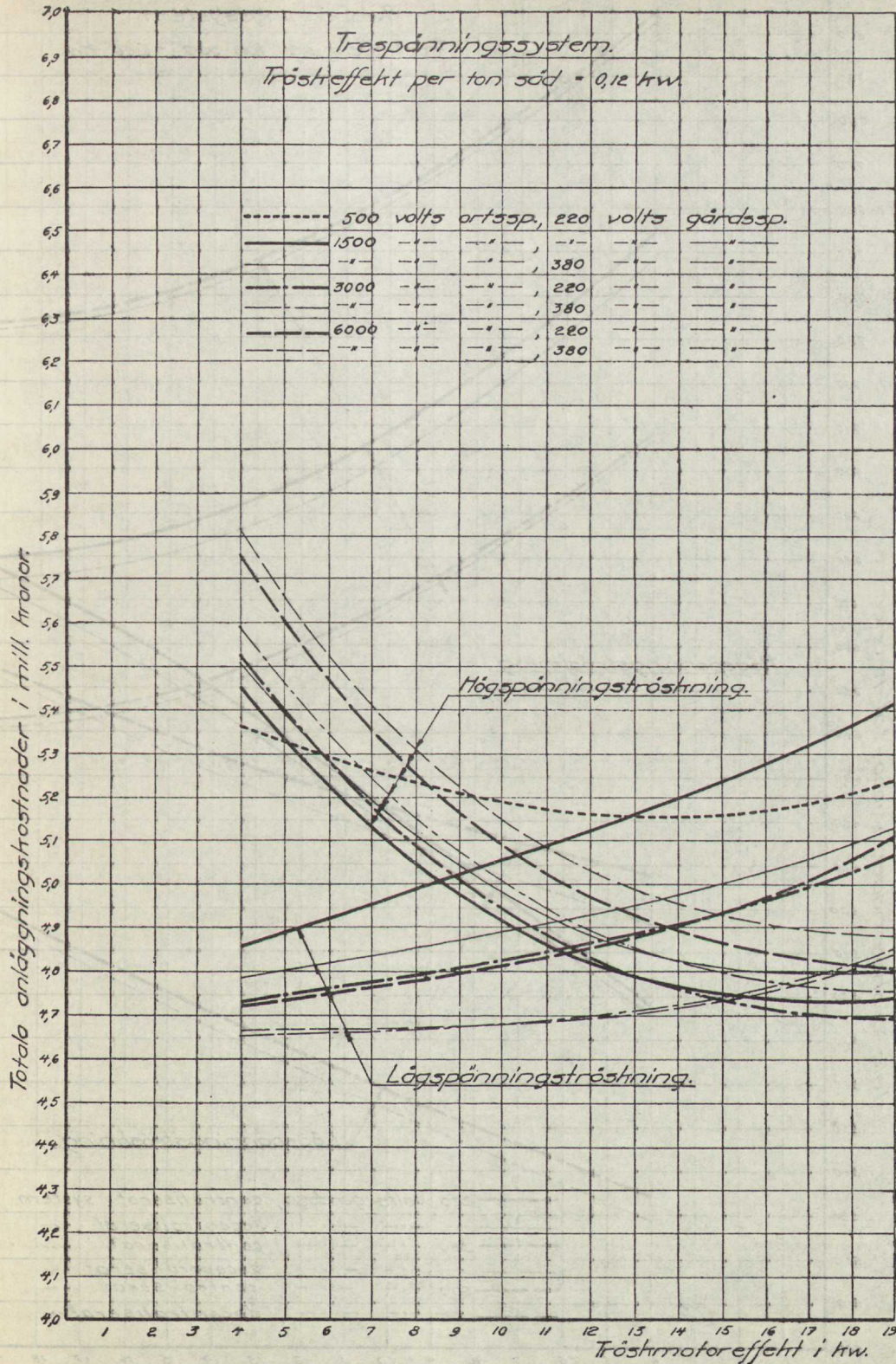
Tröskeffekt pr ton säd = 0,12 kW



Enköpingstraktens elektrifiering.

Diagram utvisande totala anläggningskostnadernas variation med tröskmotoreffekten vid olika trespänningssystem.

Tröskoeffekt pr ton säd = 0,12 kW

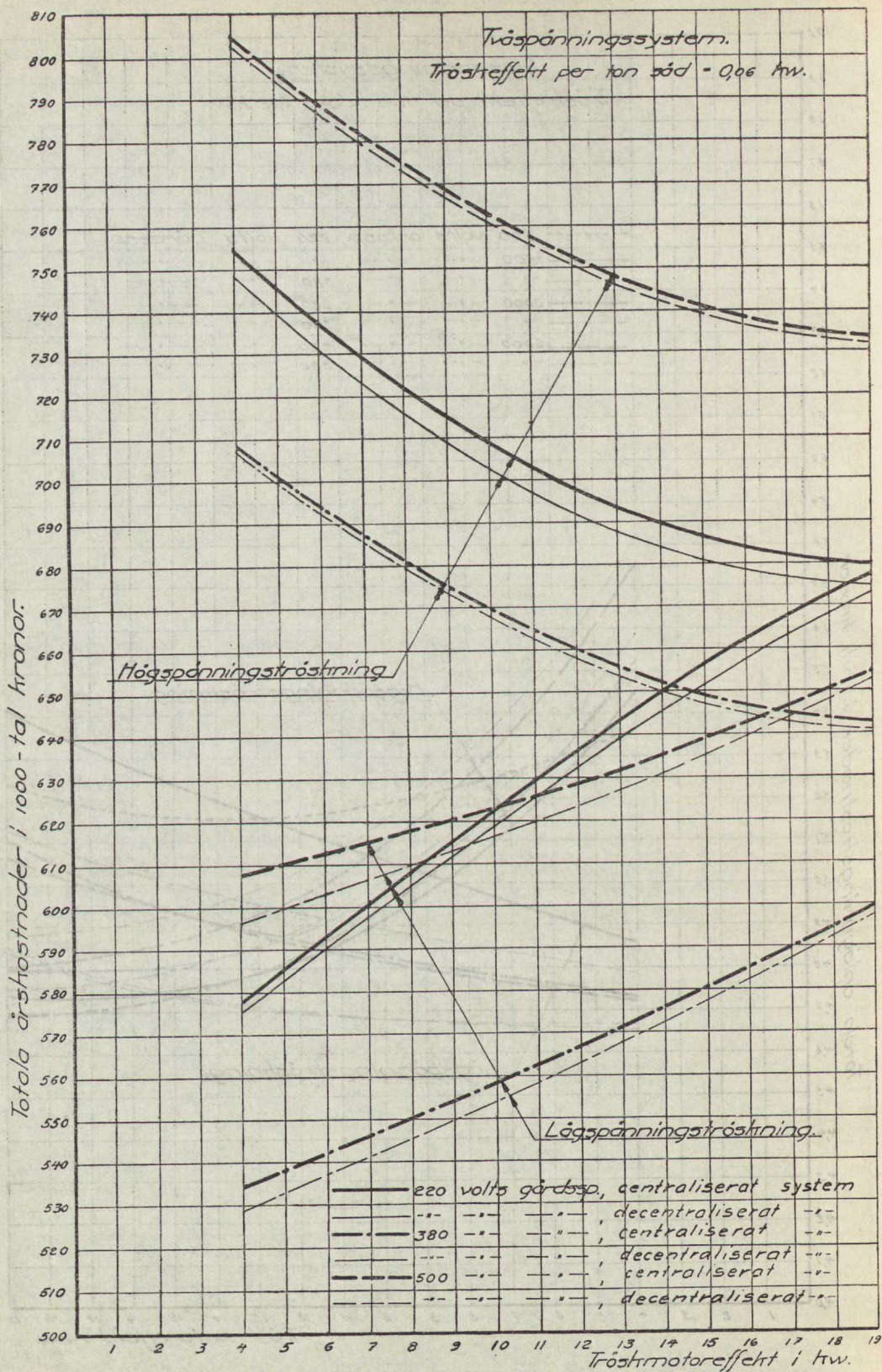


Bilaga 3 d.

Enköpingstraktens elektrifiering.

Diagram utvisande totala årskostnader inkl. tomgångsförluster å 5 öre pr kWh vid olika tröskmotoreffekt och olika tvåspänningssystem.

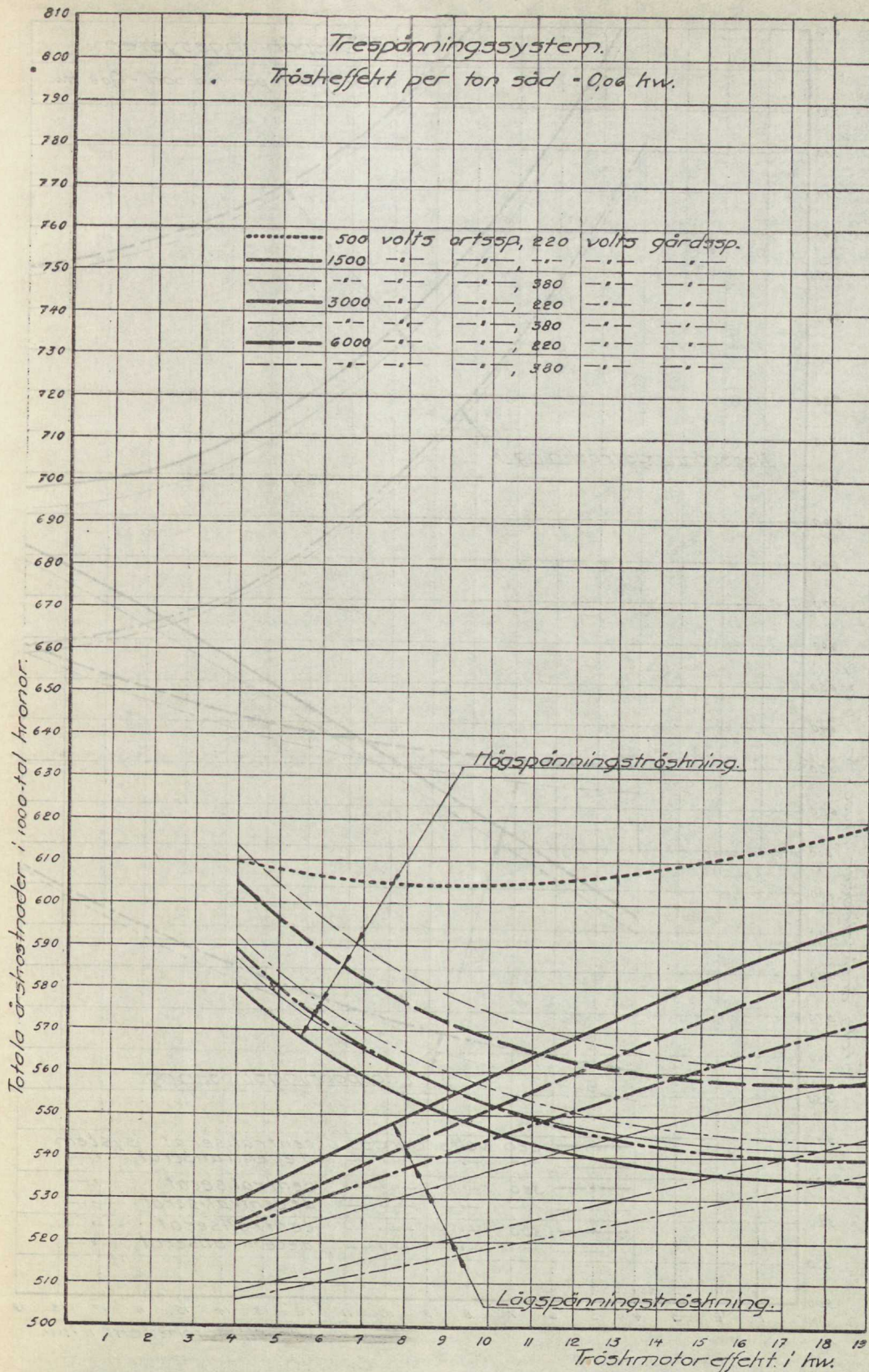
Tröskeffekt pr ton säd = 0,06 kW



Enköpingstraktens elektrifiering.

Diagram utvisande totala årskostnader inkl. tomgångsförluster å 5 öre pr kWh vid olika tröskmotoreffekt och olika trespänningsystem.

Tröskoeffekt pr ton säd = 0,06 kW

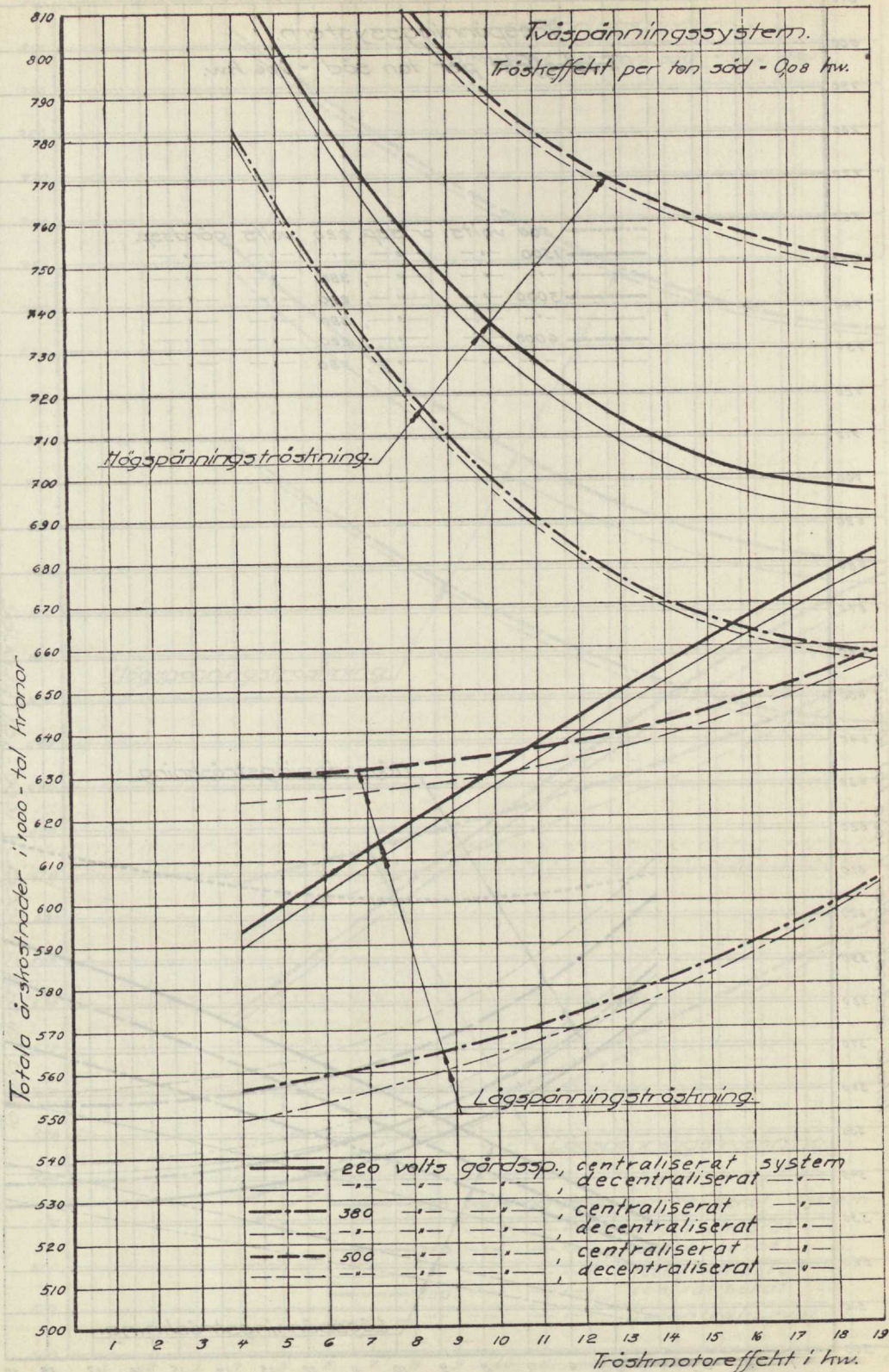


Bilaga 3 e.

Enköpingstraktens elektrifiering.

Diagram utvisande totala årskostnader inkl. tomgångsförluster å 5 öre pr kWh vid olika tröskmotoreffekt och olika tvåspänningssystem.

Tröskeffekt pr ton säd = 0,08 kW



Enköpingstraktens
elektrifiering.

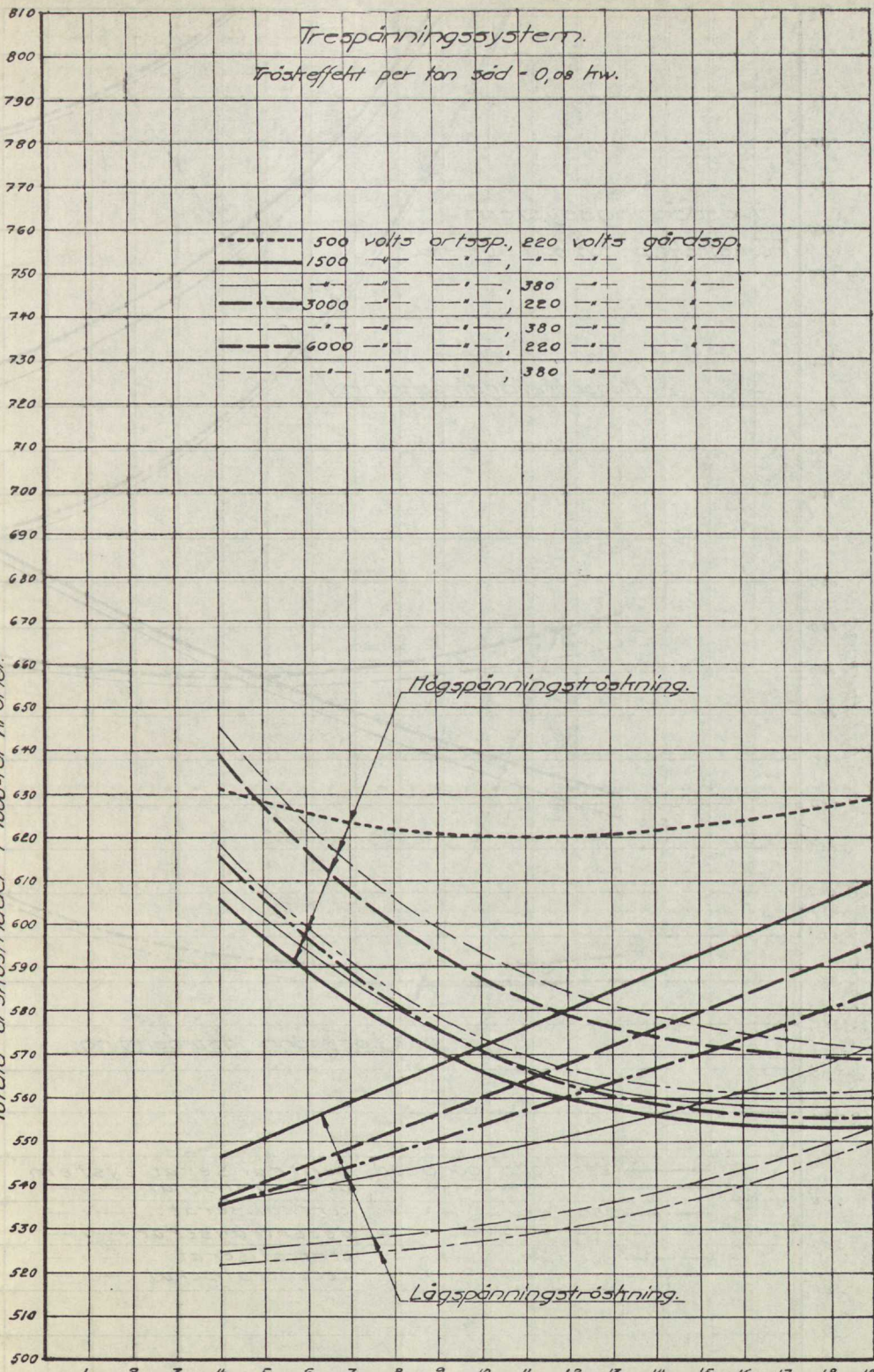
Diagram utvisande
totala årskostnader
inkl. tomgångsförluster
å 5 öre pr kWh
vid olika
tröskmotoreffekt
och olika
trespänningssystem.

Tröskoeffekt pr ton säd
= 0,08 kW

Trespänningssystem.
Tröskoeffekt per ton säd = 0,08 kW.

| | | |
|-------|-------------------|--------------------|
| ----- | 500 volts ortssp. | 220 volts gårdssp. |
| ----- | 1500 " " " | 380 " " " |
| ----- | 3000 " " " | 220 " " " |
| ----- | 6000 " " " | 380 " " " |
| ----- | | 380 " " " |

Totala årskostnader i 1000-tal kronor.



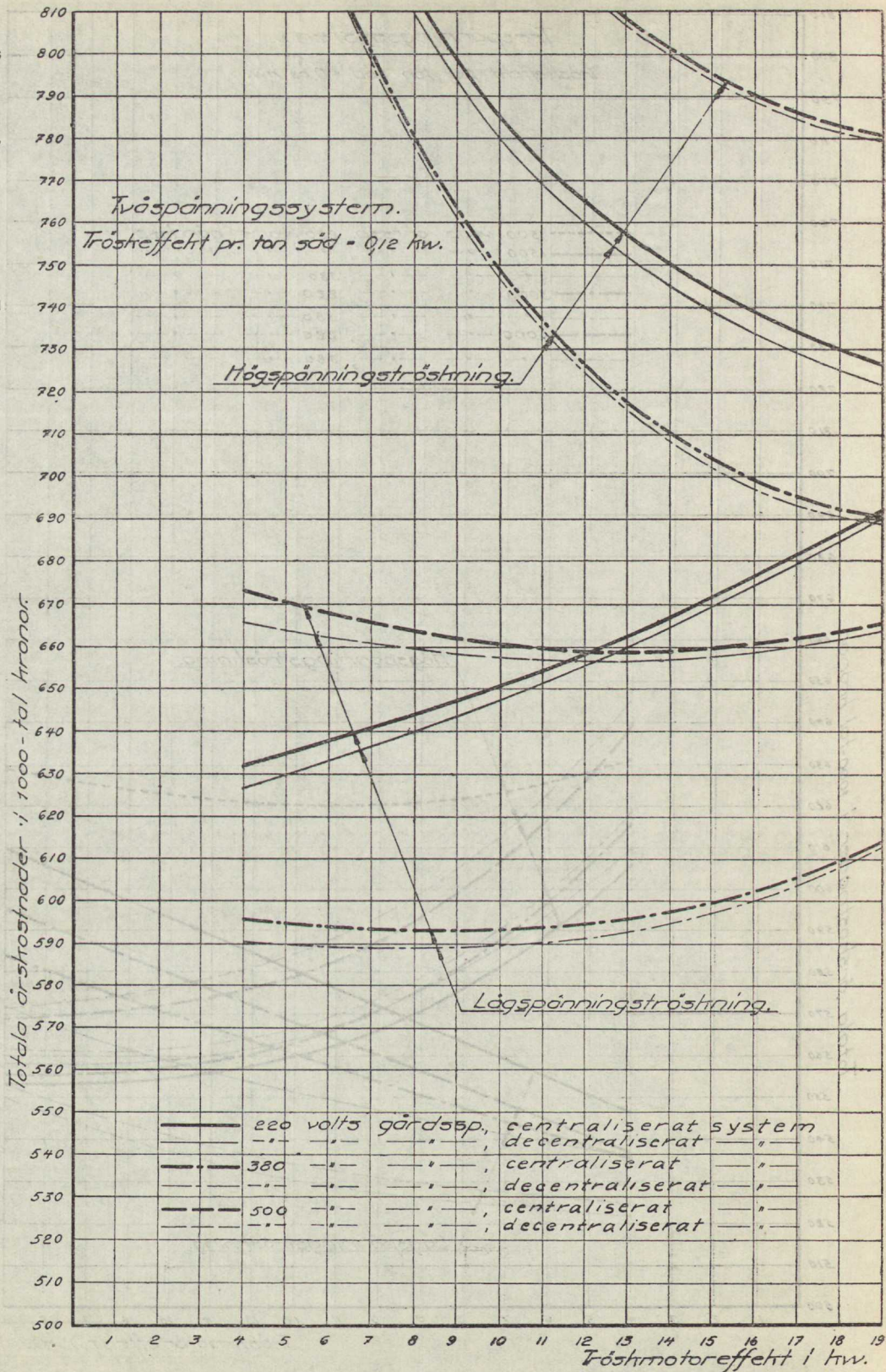
Tröskmotoreffekt i kW.

Bilaga 3.f.

Enköpingstraktens elektrifiering.

Diagram utvisande totala årskostnader inkl. tomgångsförluster å 5 öre pr kWh vid olika tröskmotoreffekt och olika tvåspänningssystem.

Tröskeffekt pr ton säd = 0,12 kW



Tröskmotoreffekt i kW.

Bilaga 3 f.

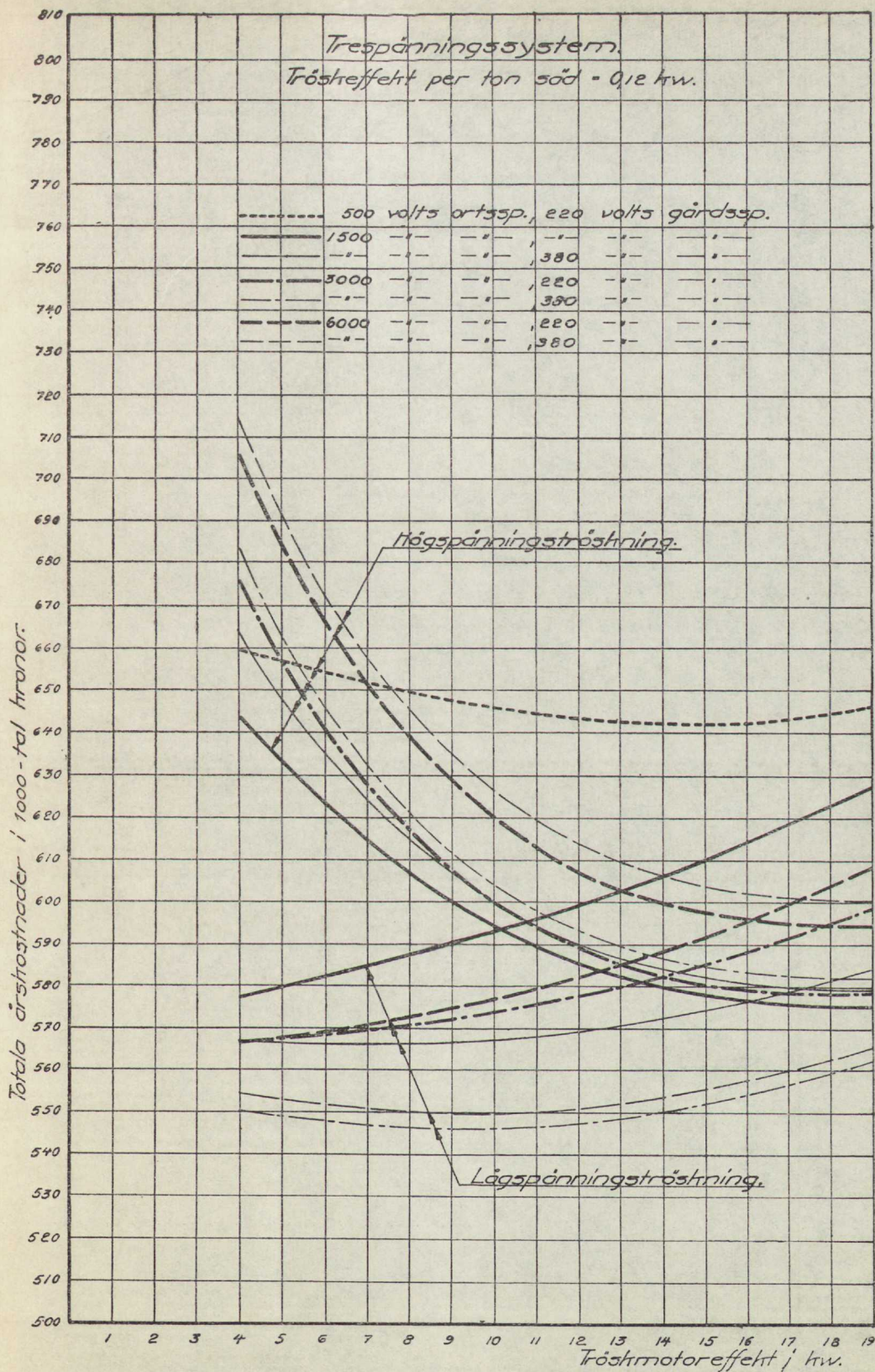
Enköpingstraktens elektrifiering.

Diagram utvisande totala årskostnader inkl. tomgångsförluster å 5 öre pr kWh vid olika tröskmotoreffekt och olika trespänningssystem.

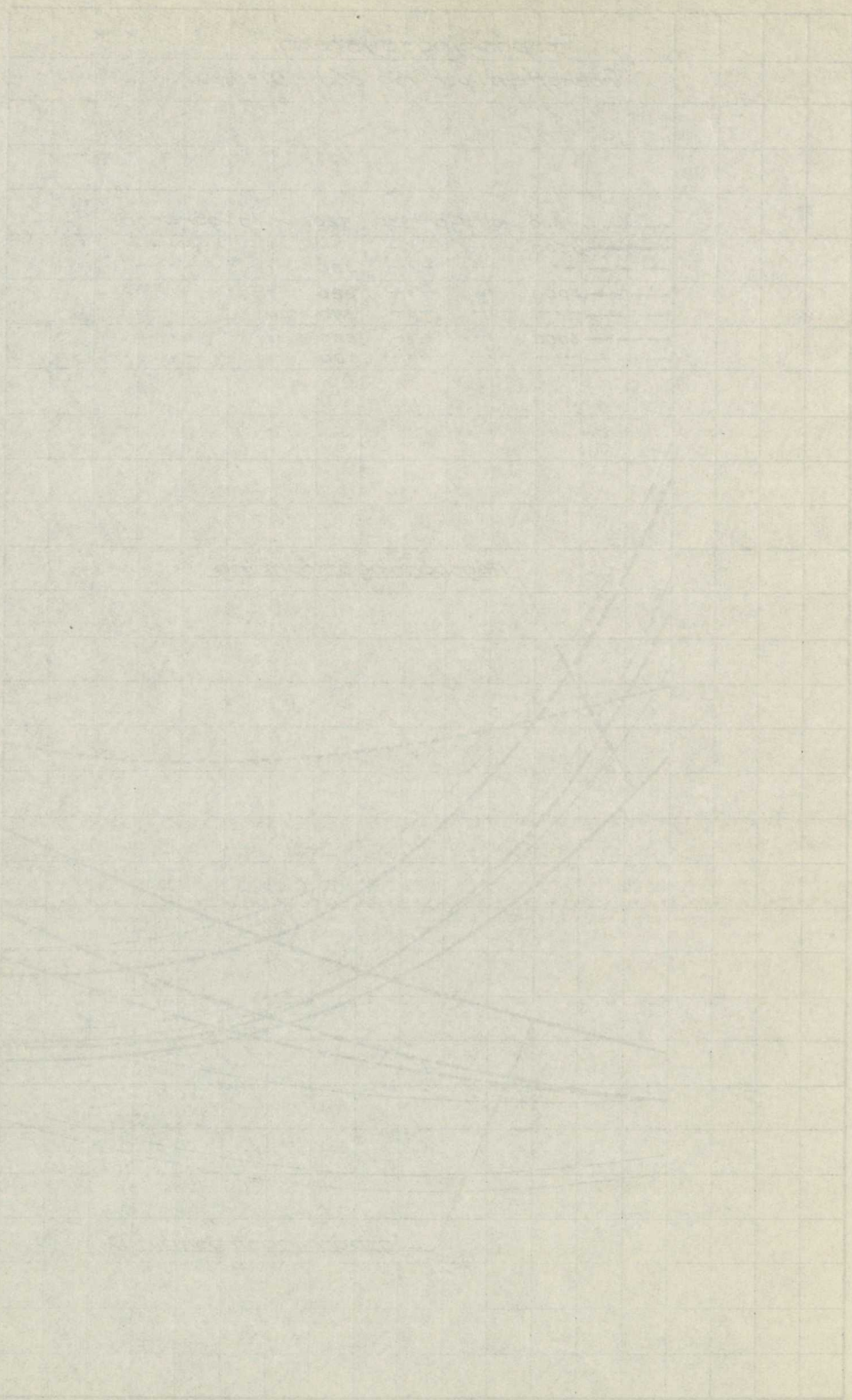
Tröskeffekt pr ton säd = 0,12 kW

Trespänningssystem.
Tröskeffekt per ton säd = 0,12 kw.

| | | |
|-------|-------------------|--------------------|
| ----- | 500 volts ortssp. | 220 volts gårdssp. |
| ----- | 1500 | 380 |
| ----- | 3000 | 220 |
| ----- | 6000 | 380 |
| ----- | 1500 | 220 |
| ----- | 3000 | 380 |



Handwritten notes in the top left corner, including a date and some illegible text.



Vertical text on the right side of the page, possibly a label or a title, oriented vertically.

Handwritten notes in the middle left corner, including a date and some illegible text.

Handwritten notes in the bottom left corner, including a date and some illegible text.

Tablå över kostnader för elektrifiering av

| A l t e r n a t i v | | | Distributionskostnader vid 1914 års | | | | |
|--------------------------|----------------------|----------------------|--|-------------------------------------|-------|------------------|------------|
| Systemtyp | Spänningskombination | Tröskningsalternativ | Anläggningskostnader i miljoner kronor | | | | |
| | | | Vällingeorten | Enköpingstrakten (se bilaga 5 a) | | Sollefteåtrakten | |
| | | | vid en tröskmotoreffekt av | | | | |
| 16 kW | 16 kW | 12 kW | 6 kW | 6 kW | | | |
| Tvåspänningssystem | 20000/220 | Lågsp. | 0 860 | 2 980 | 2 780 | 2 380 | 0 920 |
| » | 20000/380 | » | 0 655 | 2 460 | 2 310 | 2 010 | 0 770 |
| » | 20000/500/110 | » | 0 720 | 2 490 | 2 355 | 2 130 | 0 830 |
| » | 20000/220 | Högsp. | 0 660 | 2 640 | 2 640 | 2 640 | ej beräkn. |
| » | 20000/380 | » | 0 640 | 2 400 | 2 400 | 2 400 | » |
| » | 20000/500/110 | » | ej beräkn. | 2 670 | 2 670 | 2 670 | » |
| Trespänningssystem | 20000/500/220 | Högsp. | 0 785 | 2 750 | 2 665 | 2 570 | 0 985 |
| » | 20000/1500/220 | Lågsp. | 0 830 | 2 660 | 2 510 | 2 170 | 0 950 |
| » | 20000/1500/380 | » | 0 675 | 2 400 | 2 290 | 2 045 | 0 835 |
| » | 20000/1500/220 | Högsp. | 0 590 | 2 080 | 2 060 | 2 045 | 0 850 |
| » | 20000/1500/380 | » | 0 550 | 2 080 | 2 060 | 2 045 | 0 850 |
| » | 20000/3000/220 | Lågsp. | 0 760 | 2 410 | 2 290 | 2 030 | 0 895 |
| » | 20000/3000/380 | » | 0 640 | 2 160 | 2 075 | 1 890 | 0 800 |
| » | 20000/3000/220 | Högsp. | 0 570 | 2 060 | 2 050 | 2 040 | 0 820 |
| » | 20000/3000/380 | » | 0 535 | 2 060 | 2 050 | 2 040 | 0 820 |
| » | 20000/6000/220 | Lågsp. | 0 750 | 2 450 | 2 285 | 2 025 | 0 875 |
| » | 20000/6000/380 | » | 0 620 | 2 165 | 2 070 | 1 890 | 0 775 |
| » | 20000/6000/220 | Högsp. | 0 570 | 2 060 | 2 055 | 2 050 | 0 840 |
| » | 20000/6000/380 | » | 0 535 | 2 060 | 2 055 | 2 050 | 0 840 |

Bilaga 4.

(Forts.)

landsbygden inom 3 st. områden.

| prisläge i nedan angivna områden | | | | | A l t e r n a t i v | | |
|---|-------------------------------------|---------|-----------------------|------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------|
| Årskostnader vid ett värde å tomgångs- förlusterna av 5 öre pr kWh | | | | | Trösk- nings- alternativ | Spännings- kombination | Systemtyp |
| Vällinge- orten | Enköpingstrakten (se bilaga 5 d) | | Sollefteå- trakten | | | | |
| vid en tröskmotoreffekt av | | | | | | | |
| 16 kW | 16 kW | 12 kW | 6 kW | 6 kW | | | |
| 93 200 | 375 000 | 350 000 | 303 000 | 116 000 | Lågsp. | 20000/220 | Tvåspänningssystem |
| 66 500 | 293 000 | 276 000 | 250 000 | 96 000 | » | 20000/380 | » |
| 82 000 | 307 000 | 296 000 | 278 000 | 109 000 | » | 20000/500/110 | » |
| 73 600 | 347 000 | 347 000 | 347 000 | ej beräkn. | Högsp. | 20000/220 | » |
| 68 500 | 303 000 | 303 000 | 303 000 | » | » | 20000/380 | » |
| ej beräkn. | 353 000 | 353 000 | 353 000 | » | » | 20000/500/110 | » |
| 83 400 | 340 000 | 338 000 | 325 000 | 124 000 | Högsp. | 20000/500/220 | Trespänningssystem |
| 83 300 | 300 000 | 287 000 | 252 000 | 110 500 | Lågsp. | 20000/1500/220 | » |
| 64 600 | 260 000 | 253 000 | 230 000 | 94 000 | » | 20000/1500/380 | » |
| 64 100 | 252 000 | 253 000 | 252 000 | 105 000 | Högsp. | 20000/1500/220 | » |
| 58 100 | 251 000 | 251 000 | 249 000 | 103 500 | » | 20000/1500/380 | » |
| 77 300 | 278 000 | 267 000 | 238 000 | 106 000 | Lågsp. | 20000/3000/220 | » |
| 62 200 | 239 000 | 232 000 | 215 000 | 91 000 | » | 20000/3000/380 | » |
| 62 000 | 253 000 | 253 000 | 253 000 | 101 500 | Högsp. | 20000/3000/220 | » |
| 57 600 | 251 000 | 251 000 | 249 000 | 100 000 | » | 20000/3000/380 | » |
| 80 700 | 291 000 | 275 000 | 240 000 | 106 000 | Lågsp. | 20000/6000/220 | » |
| 63 400 | 246 000 | 236 000 | 217 000 | 89 000 | » | 20000/6000/380 | » |
| 64 600 | 260 000 | 259 000 | 258 000 | 105 500 | Högsp. | 20000/6000/220 | » |
| 59 300 | 256 000 | 256 000 | 255 000 | 104 500 | » | 20000/6000/380 | » |

(Forts.)

Tablå över kostnader för elektrifiering av

| Alternativ | | | Totala kostnader (distributions- och prisläge i nedan) | | | | |
|--------------------------|----------------------|----------------------|--|------------------------------------|-------|------------------|------------|
| Systemtyp | Spänningskombination | Tröskningsalternativ | Anläggningskostnader i miljoner kronor | | | | |
| | | | Vällinge-orten | Enköpingstrakten (se bilaga 7 a-c) | | Sollefteåtrakten | |
| | | | vid en tröskmotoreffekt av | | | | |
| 16 kW | 16 kW | 12 kW | 6 kW | 6 kW | | | |
| Tvåspänningssystem | 20000/220 | Lågsp. | 1'710 | 5'360 | 5'210 | 4'905 | 1'359 |
| » | 20000/380 | » | 1'515 | 4'910 | 4'800 | 4'580 | 1'230 |
| » | 20000/500/110 | » | 1'690 | 5'295 | 5'235 | 5'065 | 1'370 |
| » | 20000/220 | Högsp. | 1'715 | 5'445 | 5'750 | 6'310 | ej beräkn. |
| » | 20000/380 | » | 1'710 | 5'270 | 5'585 | 6'145 | » |
| » | 20000/500/110 | » | ej beräkn. | 5'880 | 6'210 | 6'760 | » |
| Trespänningssystem | 20000/500/220 | Högsp. | 1'610 | 5'015 | 5'020 | 5'065 | 1'454 |
| » | 20000/1500/220 | Lågsp. | 1'680 | 5'050 | 4'950 | 4'710 | 1'399 |
| » | 20000/1500/380 | » | 1'585 | 4'825 | 4'780 | 4'630 | 1'292 |
| » | 20000/1500/220 | Högsp. | 1'475 | 4'450 | 4'600 | 4'875 | 1'355 |
| » | 20000/1500/380 | » | 1'450 | 4'510 | 4'670 | 4'940 | 1'368 |
| » | 20000/3000/220 | Lågsp. | 1'610 | 4'790 | 4'730 | 4'570 | 1'344 |
| » | 20000/3000/380 | » | 1'500 | 4'585 | 4'570 | 4'475 | 1'258 |
| » | 20000/3000/220 | Högsp. | 1'460 | 4'440 | 4'615 | 4'915 | 1'331 |
| » | 20000/3000/380 | » | 1'435 | 4'510 | 4'685 | 4'980 | 1'344 |
| » | 20000/6000/220 | Lågsp. | 1'595 | 4'820 | 4'730 | 4'555 | 1'324 |
| » | 20000/6000/380 | » | 1'485 | 4'590 | 4'575 | 4'470 | 1'232 |
| » | 20000/6000/220 | Högsp. | 1'490 | 4'540 | 4'720 | 5'045 | 1'402 |
| » | 20000/6000/380 | » | 1'460 | 4'605 | 4'790 | 5'125 | 1'414 |

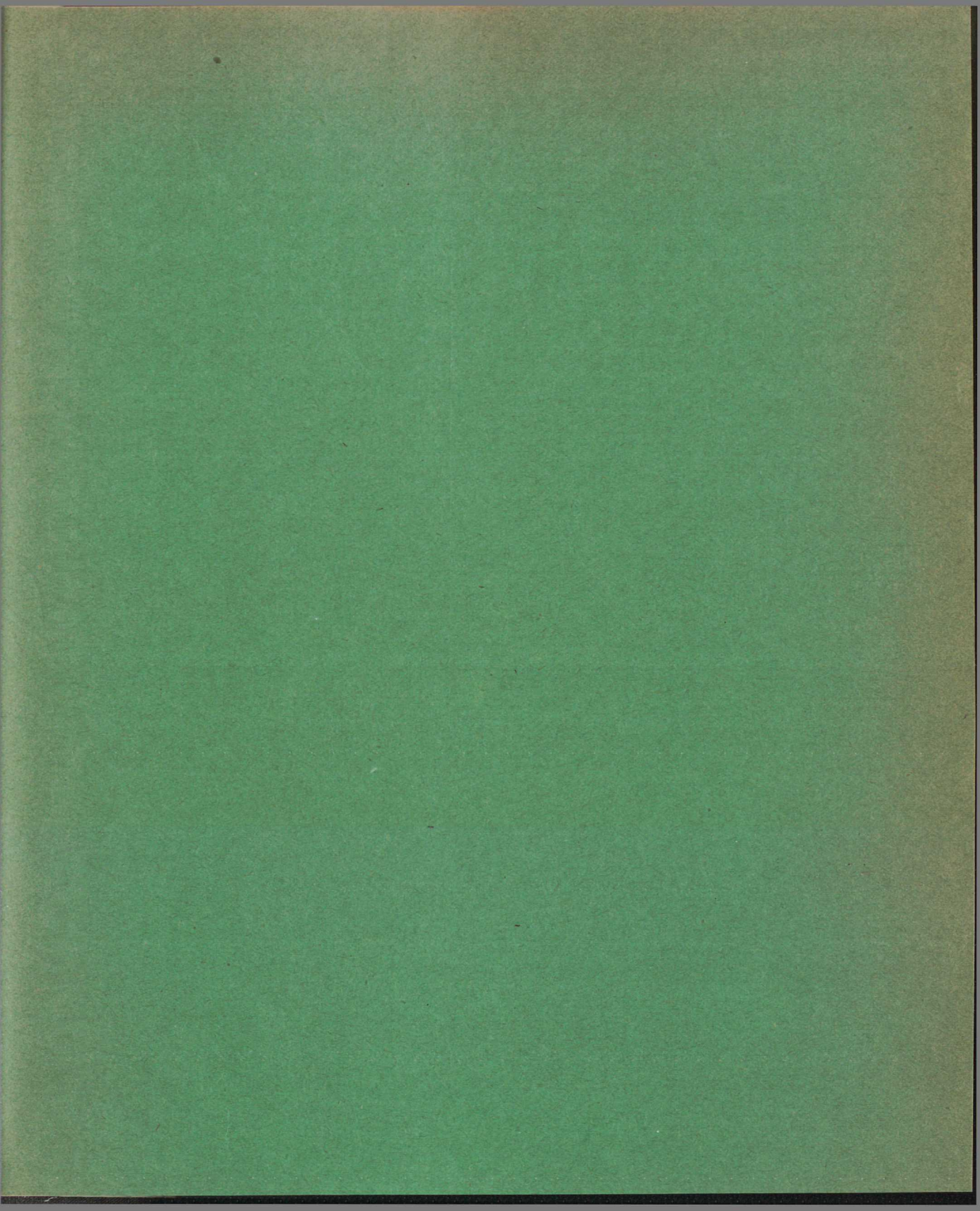
landsbygden inom 3 st. områden.

| installationskostnader) vid 1914 års angivna områden | | | | | A l t e r n a t i v | | |
|---|---------------------------------------|---------|-----------------------|------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------|
| Årskostnader vid ett värde å tomgångs- förlusterna av 5 öre pr kWh | | | | | Trösk- nings- alternativ | Spännings- kombination | Systemtyp |
| Vällinge- orten | Enköpingstrakten (se bilaga 7 d—f) | | Sollefteå- trakten | | | | |
| vid en tröskmotoreffekt av | | | | | | | |
| 16 kW | 16 kW | 12 kW | 6 kW | 6 kW | | | |
| 197 100 | 662 000 | 643 000 | 606 000 | 169 800 | Lågsp. | 20000/220 | Tvåspänningssystem |
| 172 600 | 585 000 | 574 000 | 559 000 | 150 900 | » | 20000/380 | » |
| 199 800 | 642 000 | 638 000 | 631 000 | 173 000 | » | 20000/500/110 | » |
| 202 400 | 683 000 | 720 000 | 787 000 | ej beräkn. | Högsp. | 20000/220 | » |
| 199 200 | 647 000 | 683 000 | 749 000 | » | » | 20000/380 | » |
| ej beräkn. | 738 000 | 775 000 | 835 000 | » | » | 20000/500 110 | » |
| 184 900 | 612 000 | 620 000 | 625 000 | 180 100 | Högsp. | 20000/500/220 | Trespänningssystem |
| 187 200 | 586 000 | 580 000 | 555 000 | 163 800 | Lågsp. | 20000/1500/220 | » |
| 170 700 | 552 000 | 551 000 | 539 000 | 148 900 | » | 20000/1500/380 | » |
| 173 100 | 535 000 | 559 000 | 589 000 | 165 600 | Högsp. | 20000/1500/220 | » |
| 169 000 | 543 000 | 564 000 | 594 000 | 165 600 | » | 20000/1500/380 | » |
| 181 200 | 564 000 | 560 000 | 541 000 | 159 800 | Lågsp. | 20000/3000/220 | » |
| 168 200 | 531 000 | 530 000 | 423 000 | 145 900 | » | 20000/3000/380 | » |
| 171 200 | 540 000 | 563 000 | 597 000 | 162 800 | Högsp. | 20000/3000/220 | » |
| 169 200 | 545 000 | 566 000 | 600 000 | 162 900 | » | 20000/3000/380 | » |
| 183 600 | 576 000 | 568 000 | 544 000 | 159 800 | Lågsp. | 20000/6000/220 | » |
| 169 900 | 538 000 | 534 000 | 526 000 | 143 900 | » | 20000/6000/380 | » |
| 177 800 | 558 000 | 579 000 | 617 000 | 172 500 | Högsp. | 20000/6000/220 | » |
| 174 500 | 562 000 | 584 000 | 623 000 | 173 500 | » | 20000/6000/380 | » |

Förteckning

över av Elektrifieringskommittén hittills publicerade meddelanden.

| Löpande nr | Serie nr | N a m n |
|---------------|-------------|--|
| 1 | C: I | Redogörelse för en studieresa till Danmark. |
| 2 | A: I | Utredning angående de allmänna förutsättningarna i avseende på krafttillgångar, kraftbehov och kraftöverföring för elektrifiering av kraftdistriktet »Sydsvenska—Hemsjö» samt angående |
| 2 | B: I | Den hittillsvarande elektrifieringen av Malmöhus läns landsbygd och de åtgärder, som böra vidtagas för befrämjande av elektrifieringens utveckling. |
| 3 | C: II | Utredning angående lämpligheten av 380/220 volt för landsbygdsdistribution. |
| 4 | C: III | Utredning beträffande en generell metod för beräkning av distributionsnät för landsbygdsdistribution. |
| 5 | C: IV | Utredning beträffande en generell metod för beräkning av energi- och effektbehov vid landsbygds elektrifiering. |
| 6 | C: V | Utredning angående lämpliga distributionssystem för landsbygds elektrifiering. |



Statens offentliga utredningar 1923

Systematisk förteckning

(Siffrorna inom klammer beteckna utredningarnas nummer i den kronologiska förteckningen.)

Allmän lagstiftning. Rättsskipning. Fångvård.

Utredning rör städernas domstolsväsen. [1923: 6]
Förslag till strafflag, allmänna delen, samt till lag ang.
villkorlig frigivning. [1923: 9]

Statsförfattning. Allmän statsförvaltning.

Folkomröstningskommitténs utredningar 3. Folkomröstningsinstituttet i den schweiziska demokratin. [1923: 10] 4. Folkomröstningsinstituttet i Nordamerikas förenta stater. [1923: 8] 5. Folkomröstningsinstituttet utanför Schweiz och Förenta staterna. [1923: 20]
Folkomröstningskommitténs betänkande ang. decisiv folkomröstning. [1923: 19]
Betänkande och förslag i fråga om kvinnors tillträde till statstjänster 3. Kvinns behörighet att innehava prästerlig och annan kyrklig tjänst. [1923: 22]

Kommunalförvaltning.

Kommunalförfattningssakkunnigas betänkande 4. [1923: 18]

Statens och kommunernas finansväsen.

Magistraternas befriande från ansvar för kronouppbörderna. m. m. [1923: 1]

Politi.

Förslag till lag om lösdrivares behandling. [1923: 2]

Socialpolitik.

Hälso- och sjukvård.

Allmänt näringsväsen.

K. Elektrifieringskommitténs meddelanden. 6. [1923: 24]

Fast egendom. Jordbruk med binäringar.

Spannmålsmarknadssakkunnigas betänkande. [1923: 3]
Betänkande ang. det ekklesiastika arrendeväsendet. [1923: 12]

Vattenväsen. Skogsbruk. Bergsbruk.

Industri.

Handel och sjöfart.

Kommunikationsväsen.

Statens ställning till järnvägarna i främmande länder. [1923: 7]
Utredning rörande Strömsholms kanal. [1923: 11]
Vägkommissionens betänkanden. 4. [1923: 13]
Förslag till avtal rör Stockholms bangårdsfråga. [1923: 14]
Betänkande ang. Stockholms förortsbanefråga. [1923: 21]

Bank-, kredit- och penningväsen.

Försäkringsväsen.

Kyrkoväsen. Undervisningsväsen. Andlig odling i öfrigt.

Betänkande med förslag till lag om församlingsstyrelse m. m. [1923: 4]
Skolkommisionens betänkande 5. Organisations- och ekonomiska utredningar. [1923: 5]
Förslag till ändringar i jordfästningslagen m. m. [1923: 23]

Försvarsväsen.

Försvarsrevisionens betänkande 3. Del 1. Inledande avdelning, lantförsvaret. [1923: 15] Del 2. Sjöförsvaret, sammanfattning av revisionens förslag, särskilda yttranden. [1923: 16] Del 3. Bilagor. [1923: 17]

Utrikes ärenden. Internationell rätt.