

Ref KB 100

El från biobränslen

Delbetänkande av
biobränslekommissionen

Ur KB:s samlingar

Digitaliserad år 2014



National Library
of Sweden

SOU
1991:93

Ref KB 100

El från biobränslen

Delbetänkande av
biobränslekommissionen

SOU
1991:93





Statens offentliga utredningar

1991:93

Näringsdepartementet

El från biobränslen

Det industriella utvecklingsarbetet

Delbetänkande av biobränslekommissionen
Stockholm 1991



SOU och Ds kan köpas från Allmänna Förlaget, som också på uppdrag av regeringskansliets förvaltningskontor ombesörjer remissutsändningar av dessa publikationer.

Adress: Allmänna Förlaget
Kundtjänst
106 47 Stockholm
Tel 08/739 96 30
Telefax: 08/739 95 48

Publikationerna kan också köpas i Informationsbokhandeln, Malm Morgsgatan 5, Stockholm.

NORSTEDTS TRYCKERI AB
Stockholm 1991

ISBN 91-38-10910-7
ISSN 0375-250X

Till statsrådet Karl Erik Olsson

Genom beslut den 14 februari 1991 bemyndigade regeringen dåvarande chefen för industridepartementet att tillkalla en kommission för att analysera de långsiktiga förutsättningarna för en ökad kommersiell användning av biobränslen samt lämna förslag till åtgärder för att stärka biobränslenas konkurrenskraft. Med stöd av detta bemyndigande tillsattes biobränslekommissionen i april 1991.

Kommissionen skall enligt sina direktiv med förtur redovisa överväganden och förslag om samordning och förstärkning av pågående utvecklingsinsatser för biobränslen. Vi får med anledning härav överlämna delbetänkandet (SOU 1991:93) El från biobränslen. Det industriella utvecklingsarbetet.

I arbetet med betänkandet har som ledamöter deltagit generaldirektören Rolf Annerberg, ordförande, förutvarande riksdagsledamoten Barbro Andersson (s) samt riksdagsledamöterna Jan Fransson (s), Ivar Franzén (c) och Gudrun Norberg (fp).

Som sakkunniga har medverkat direktören Osvald Andreasson, energichefen Roger Bergström, ombudsmannen Margot Berkefelt, utvecklingschefen Birgit Bodlund, agronomen Lars Dahlgren, verkställande direktören Harald Haegermark, förbundssekreteraren Claes Hellgren, utvecklingschefen Sven Hogfors, ekonomen Jan-Erik Moreau, vice verkställande direktören Jan Strömblad och docenten Lars Tegnér.

Som experter har medverkat departementssekreteraren Gunnar Balsvik, civiljägmästaren Stefan Bucht, departements-

sekreteraren Maria Gårding Wärnberg, professorn Hilmar Holmen, jägmästaren Jan Häckner, departementssekreteraren Johan Krafft, civilingenjören Harald Ljung och departementssekreteraren Claes Åkesson.

Kommissionens sekreterare är kanslirådet Jan Thyberg. Biträdande sekreterare är civilingenjören Eva Ström.

Till delbetänkandet fogas särskilda yttranden av Osvald Andreasson, Lars Tegnér och Jan Häckner.

Vi har den 22 oktober 1991 avgett yttrande till näringsdepartementet över ett förslag om inrättande av ett högskoleanknutet centrum för energiteknisk utveckling i Studsvik.

Vårt arbete fortsätter enligt direktiven.

Stockholm i november 1991

Rolf Annerberg

Barbro Andersson

Jan Fransson

Ivar Franzén

Gudrun Norberg

/Jan Thyberg

FÖRKORTNINGSDLISTA

CFB	cirkulerande fluidiserad bädd
CTH	Chalmers tekniska högskola
FoU	forsknings- och utvecklingsverksamhet
KTH	tekniska högskolan i Stockholm
LRF	Lantbrukarnas Riksförbund
LTH	tekniska fakulteten vid universitet i Lund
NUTEK	närings- och teknikutvecklingsverket
PFBC	förbränning i trycksatt fluidiserad bädd (Pressurised Fluidized Bed Combustion)
RVF	Svenska Renhållningsverksföreningen
SEU	Svensk Energiutveckling AB
SLR	Svenska Lantmännens Riksförbund
SLU	Sveriges lantbruksuniversitet
VAST	Kraftverksföreningens Utvecklings- stiftelse
Värmeforsk	Stiftelsen för Värmeteknisk forskning
ÅFE	ÅF-Energikonsult

INNEHÅLL

	sid
SAMMANFATTNING	11
INLEDNING	19
1.1 Uppdraget	19
1.2 Genomförandet	20
2 MARKNADEN FÖR BIOBRÄNSLEN	25
2.1 Inledning	25
2.2 Nuvarande användning	26
2.3 Framtida tillgång	29
2.4 Framtida användning	31
2.4.1 Teknisk potential	31
2.4.2 Fördelning av värmeunderlaget	33
2.4.3 Utvecklingen på elmarknaden	35
2.4.4 Konkurrensförmåga på energimarknaden	36
2.4.5 Preliminära slutsatser	39
3 ELPRODUKTION MED BIOBRÄNSLEN	42
3.1 Teknik och kostnader	42
3.1.1 Inledning	42
3.1.2 Teknik som är kommersiellt tillgänglig	43
3.1.3 Teknik som väntas bli kommersiellt tillgänglig under 1990-talet	46
3.1.4 Teknik som ännu befinner sig i ett tidigt utvecklingsskede	50
3.2 Några befintliga anläggningar	52
3.2.1 Kraftvärmeverket i Örebro	52
3.2.2 Kraftvärmeverket i Nässjö	52
3.2.3 Kraftvärmeverket i Uppsala	53
3.2.4 Kraftvärmeverket i Borås	53

4	FORSKNING, UTVECKLING OCH DEMONSTRATION	54
4.1	Aktörer och finansiering	54
4.2	Grundläggande teknisk forskning och utveckling	61
4.3	Pilot- och demonstrationsprojekt	63
4.3.1	Förgasningsprojekt i Studsvik	63
4.3.2	Projekt med träpulver som bränsle	65
4.3.3	Sydkrafts förgasningsprojekt i Värnamo	65
4.3.4	Aktuella kraftvärmeprojekt inom Vattenfall	66
4.3.5	Projekt inom skogsindustrin	68
4.3.6	Vissa SEU-projekt	69
5	NUVARANDE STATLIGT STÖD	70
5.1	Energiforskningsprogrammet	70
5.2	Energiteknikfonden	72
5.3	Stöd till kraftvärmeproduktion med biobränslen	73
5.4	Administration och samordning av stöden	74
6	ÖVERVÄGANDEN OCH FÖRSLAG	77
6.1	Utgångsläget	77
6.2	Huvudinriktningen av det särskilda stödet	83
6.3	Grunder för stödgivningen	85
6.4	Behovet av forskning och utveckling	88
6.5	Organisationen av stödinsatsen	90
6.6	Medelsfrågan	94
	SÄRSKILDA YTTRANDEN	
	- av Osvald Andreasson	97
	- av Lars Tegnér	101
	- av Jan Häckner	107

BILAGOR

1.	Biobränslekommissionens direktiv	111
2.	Teknik för elproduktion med biobränslen. Rapport till biobränslekommissionen av Gunnar Svedberg	117
3.	Vissa tekniska termer och begrepp	143

17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000

SAMMANFATTNING

I detta betänkande redovisas den del av kommissionens arbete som rör samordning och förstärkning av pågående utvecklingsinsatser för elproduktion med biobränslen. Däri innefattas också utveckling av teknik för el- och värmeproduktion i kraftvärme- eller mottrycksanläggningar. Sådan kombinerad produktion bedöms för närvarande vara en förutsättning för att el skall kunna framställas från biobränslen till konkurrenskraftiga kostnader.

En huvuduppgift för kommissionen i denna etapp av arbetet är att föreslå riktlinjer för användningen av de särskilda medel för utvecklingsinsatser för biobränslen - 625 milj.kr. - som beräknades i den s.k. energiöverenskommelsen i januari 1991. Kommissionen har utgått från att merparten av resurserna skall användas för insatser i omvandlingsledet, med särskild inriktning på demonstration av anläggningar för elproduktion.

Frågan om behovet av utvecklingsinsatser inom andra led av biobränslehanteringen kommer att behandlas i kommissionens slutbetänkande, som skall lämnas senast den 1 juli 1992.

I delbetänkandets kapitel 1 redogörs för uppläggningsen av arbetet. Kommissionen har haft utfrågningar med företrädare för myndigheter, organisationer och företag som arbetar med frågor om forskning och utveckling på biobränsleområdet. Översiktliga studier har genomförts av tekniken för elproduktion med biobränslen.

Kommissionen har på detta stadium av sitt arbete inte gjort någon egen bedömning av tillgången på biobränslen och potentialen för ökad användning på den svenska energimarknaden. I kapitel 2 redovisas dock vissa tillgängliga

uppgifter på området. Intresset riktas framför allt mot frågan om utrymmet för biobränsleanvändning inom kraftvärmesektorn, där den största potentialen finns.

Kommissionen anser sig kunna dra vissa preliminära slutsatser av materialet. En sådan slutsats är att den fysiska tillgången på biobränslen i Sverige inte utgör något hinder för en betydande ökning av biobränsleanvändningen under de närmaste årtiondena. Behovet av bränsle för de utbyggnader av kraftvärme som kan bli aktuella under perioden kan sannolikt tillgodoses med god marginal. Incitamenten för utbyggnad av ny produktionskapacitet under 1990-talet är emellertid svaga, och det råder stor osäkerhet om de ekonomiska villkoren för biobränslebaserad kraftvärmeproduktion på något längre sikt.

Kommissionen avser att i sitt fortsatta arbete analysera frågan om den framtida marknaden för biobränslen närmare. Därvid måste bl.a. effekterna av en svensk EG-anslutning uppmärksammas.

I kapitel 3 ges en kort översikt av teknik och kostnader för elproduktion med biobränslen. Av de tekniker som väntas bli kommersiellt tillgängliga under 1990-talet synes teknik baserad på förgasning av biobränslet vara mest betydelsefull. Gasen kan då användas för att driva en gasturbin eller förbränningsmotor, vilket möjliggör högre verkningsgrad vid elproduktion än dagens ångturbinteknik. Ingen av de nya tekniker som kan bli aktuella för elproduktion med biobränslen under perioden har dock passerat demonstrationsstadiet. Också ett antal tekniker som befinner sig i ett tidigare utvecklingsskede beskrivs.

I kapitel 4 redogörs för pågående forsknings-, utvecklings- och demonstrationsverksamhet av betydelse för tekniken för

elproduktion med biobränslen. Sådan verksamhet bedrivs eller finansieras av ett antal aktörer: universitet och högskolor, Studsvik AB, de två största kraftföretagen Vattenfall och Sydkraft, samt flera organ med anknytning till kraftindustrin och de kommunala energiverken. Också den utrustningstillverkande industrin bedriver visst utvecklingsarbete på området.

Några aktuella pilot- och demonstrationsprojekt beskrivs, bl.a. en anläggning för kraftvärmeproduktion som uppförs av Sydkraft i Värnamo. Inom Vattenfall pågår förprojektering av en betydligt större demonstrationsanläggning, benämnd VEGA, med en beräknad investeringskostnad av 1,4 miljarder kronor. Båda dessa anläggningar baseras på teknik med s.k. trycksatt förgasning och kombicykel.

Vidare pågår i Studsvik projekt baserade på förgasning vid atmosfärstryck med inriktning både på biobränslen och avfall som bränsle. Andra utvecklingslinjer som studeras i landet är direkteldning av gasturbiner eller dieselmotorer med träpulver. Dessa tekniker är lämpade för tillämpningar i mindre skala än tekniken för trycksatt förgasning.

I kapitel 5 redogörs för det nuvarande statliga stödet på biobränsleområdet. Stöd till grundläggande forskning och till långsiktigt utvecklingsarbete rörande bl.a. förbränning och förgasning samt bränsleteknik och elproduktionsteknik lämnas inom ramen för energiforskningsprogrammet, som löper i perioder på tre år. Stöd till den senare delen av utvecklingsprocessen lämnas från energiteknikfonden, t.ex. för uppförande av demonstrationsanläggningar.

Den 1 juli 1991 infördes ett särskilt stöd till kraftvärmeproduktion med biobränslen. Stödet lämnas i form av ett investeringsbidrag relaterat till den installerade

effekten. För detta stöd har avsatts 1 miljard kronor under en femårsperiod.

De här angivna stödsystemen administreras av närings- och teknikutvecklingsverket (NUTEK).

I kapitel 6 redovisas kommissionens överväganden och förslag.

Kommissionen anser att det särskilda utvecklingsstöd som ingick i energiöverenskommelsen skall inriktas främst på utveckling av teknik för elproduktion med biobränslen, i första hand för kraftvärmeproduktion men med sikte även på ren kondenselproduktion. Det kommer att krävas avsevärda insatser innan förgasningstekniken och andra tekniker som är aktuella för 1990-talet når mognad. Hög tillgänglighet och möjligheter till framtida kostnadssänkningar utgör förutsättningar för att dessa tekniker skall accepteras av marknaden.

Genom ett särskilt utvecklingsstöd kan staten lyfta av en del av risken för de företag som är beredda att satsa på oprövad teknik för elproduktion. Härigenom bör tekniken kunna kommersialiseras snabbare än vad som vore möjligt utan stöd. När väl kraftproducenterna är beredda att besluta om kommersiella anläggningar kommer teknikutvecklingen också inom andra led av biobränslekedjan, framför allt försörjningen med bränsle, att få en kraftig stimulans. Kommissionen vill dock hålla öppen möjligheten att använda en viss del av det särskilda statliga stödet för insatser inom dessa led tills stödbehoven har kunnat värderas. Detta kommer att ske i kommissionens fortsatta arbete.

Kommissionen diskuterar härefter principerna för fördelningen av stödet till utveckling av teknik för

elproduktion med biobränslen. Utgångspunkten är att biobränslena skall kunna lämna ett betydande bidrag till elproduktionen redan från omkring år 2000. Sådan teknikutveckling skall främjas som innebär att de möjligheter till kommersiell elproduktion som kan finnas blir optimalt utnyttjade.

Kommissionen anser att dessa möjligheter är knutna framför allt till underlaget för kraftvärmeproduktion i kommunernas fjärrvärmesystem. Det har gjorts beräkningar som tyder på att huvuddelen av detta underlag finns i ett trettiotal medelstora fjärrvärmenät i intervallet 20-100 MW värme.

Kommissionen drar därav slutsatsen att det särskilda stödet bör inriktas främst på utveckling av sådan teknik som är lämpad för anläggningar i dessa storleksintervall. Med hänsyn till det långsiktiga intresset av att också kondensproduktion med biobränslen skall kunna möjliggöras bör en viktig bedömningsgrund vid stödgivningen vara att tekniken har förutsättningar att skalas upp.

Kommissionen anser emellertid inte att några bestämda storleksgränser bör sättas upp som villkor för utvecklingsstöd. Avgörande bör vara teknikens potential för elproduktion med god ekonomi och hög elverkningsgrad, inte den aktuella anläggningens storlek.

En annan viktig bedömningsgrund är att det bör finnas tillgång till kommersiell teknik som är lämpad för olika effektintervall. En viss riskspridning bör också eftersträvas genom utveckling av åtminstone ett alternativ till tekniken med trycksatt förgasning. Samtidigt är det angeläget att stödet koncentreras till ett mindre antal projekt. Det framhålls också att ansvaret för valet av teknik måste ligga hos de företag som avser att utveckla

och demonstrera tekniken med sikte på kommersiell användning.

Kommissionen har övervägt om det kommer att krävas ökat statligt stöd till grundläggande forskning och utveckling som ett komplement till insatserna för demonstration av teknik för elproduktion med biobränslen. Kommissionen instämmer i NUTEKs bedömning att forskningen är av mycket stort värde för utvecklingen av ny teknik. Det är därför viktigt med en god samordning mellan den forskning och utveckling som bedrivs med stöd från NUTEK och de särskilda insatser som nu skall genomföras.

I sammanhanget har kommissionen övervägt även behovet av de resurser för experimentellt arbete som finns i Studsvik. Kommissionen anser att dessa resurser, särskilt på förgasningsområdet, är betydelsefulla om utvecklingsarbetet skall bedrivas efter fler linjer än den som nu följs av Vattenfall och Sydkraft. Kommissionen anser det önskvärt att så sker. Avgörande är emellertid om det finns kommersiella intressenter som är beredda att verka härför.

Beträffande organisationsfrågan anger kommissionen fyra huvuduppgifter för det organ som skall administrera den särskilda stödinsatsen. Detta organ skall följa den tekniska utvecklingen på biobränsleområdet, planera för genomförande av stödinsatsen, besluta om finansiellt stöd till projekt och samordna sådant stöd med annat stöd som lämnas av staten eller av andra finansiärer. Stödinsatsen bör vara avgränsad i tiden. En period av tre till fem år bedöms lämplig. Under en sådan period bör det kunna klarläggas vilken eller vilka tekniker som har förutsättningar att accepteras på marknaden.

Kommissionen anser att hanteringen av det särskilda stödet bör knytas till NUTEK. Skälet härtill är främst att NUTEK

redan svarar för övrigt statligt stöd till utveckling av biobränsleteknik. En samlad bedömning av stödbehov och stödmöjligheter för varje projekt är önskvärd.

Det finns dock motiv för en klar boskillnad mellan hanteringen av det särskilda stödet och NUTEKs övriga uppgifter i fråga om biobränsleutveckling, framför allt stödets specifika inriktning på ökad elproduktion och även dess begränsning i tiden. Med hänsyn härtill bör redovisning och resultatuppföljning av den särskilda insatsen ske separat.

Kommissionen föreslår att stödinsatsen skall utgöra ett eget program inom NUTEK med en beslutande programstyrelse utsedd av regeringen. Programstyrelsen bör repliera på NUTEKs resurser, och den bör även kunna anlita konsulter och särskild expertis. Den bör ges en sammansättning som garanterar hög teknisk och industriell kompetens samt god kontakt med den verksamhet som pågår hos olika intressenter på området.

Kommissionen har inte närmare övervägt formerna för stödgivningen. Det hänvisas dock till nuvarande regler för stöd från energiteknikfonden. Stöd från fonden kan lämnas inte bara till enskilda projekt utan även till programorienterad verksamhet och s.k. kollektiv forskning. Kommissionen anser att även basresurser som krävs för försöksverksamhet på avgörande teknikområden, t.ex. förgasningsteknik, bör kunna delfinansieras inom ramen för det nya stödsystemet.

Kommissionen avser att först i sitt slutbetänkande lägga fram förslag om fördelningen av medlen inom den ram på 625 milj.kr. som beräknades i energiöverenskommelsen. Detta bör dock inte utgöra ett hinder för att förslag om anvisning av medlen läggs fram för riksdagen redan våren 1992 med sikte

på att programmet skall kunna starta den 1 juli 1992. Det är angeläget att planeringen för den särskilda stödsinsatsen kan bedrivas parallellt med kommissionens fortsatta arbete.

1 INLEDNING

1.1 Uppdraget

Enligt direktiven (bilaga 1) skall biobränslekommissionen analysera de långsiktiga förutsättningarna för en ökad kommersiell användning av biobränslen samt lämna förslag till åtgärder för att stärka biobränslenas konkurrenskraft. Resultatet av arbetet skall redovisas senast den 1 juli 1992.

Kommissionen skall med förtur - senast den 30 oktober 1991 - redovisa överväganden och förslag som rör samordning och förstärkning av pågående utvecklingsinsatser för biobränslen. I direktiven hänvisas till att sådana insatser i dag görs bl.a. av statliga myndigheter, forskningsinstitutioner, kraftföretag, bränsleproducenter och berörd tillverkningsindustri. Syftet med kommissionens arbete med denna del av uppdraget är att statliga och andra satsningar skall kunna kanaliseras på ett effektivt sätt till lämpliga kommersiella utvecklingsprojekt. Enligt direktiven kan samordningen ske exempelvis genom bildande av ett industriellt utvecklingsbolag med huvuduppgift att initiera och delta i industriella utvecklingsprojekt för biobränsle.

I direktiven sägs vidare att möjligheten till elproduktion baserad på biobränslen är av särskilt intresse inför kärnkraftsavvecklingen. Kommissionen bör därför värdera möjligheten till elproduktion med biobränslen i större skala. Härvid bör särskilt bedömas behovet av fortsatt forskning och teknikutveckling för att uppnå en hög elverkningsgrad i biobränslebaserade anläggningar.

Vi har bedömt att den del av uppdraget som skall redovisas med förtur avser samordning och förstärkning av utvecklingsinsatser rörande elproduktion med bibränslen. Däri innefattas också kombinerad produktion av el och värme i kraftvärme- eller mottrycksanläggningar. För närvarande bedöms sådan produktion utgöra en förutsättning för att el skall kunna framställas från bibränslen till konkurrenskraftiga kostnader. Fortsatt utveckling av bibränsleteknik i kraftvärmeanläggningar kan också ses som en nödvändig förberedelse för att bibränslen skall kunna komma i fråga som bränsle vid ren elproduktion i kondensanläggningar.

Frågan om behovet av utvecklingsinsatser inom andra led av bibränslehanteringen kommer att behandlas i vårt slutbetänkande.

Enligt direktiven skall våra samlade förslag rymmas inom en finansiell ram på 625 milj.kr. Det framgår inte av direktiven hur denna ram skall fördelas på olika slag av insatser. Vi har emellertid utgått från att merparten av resurserna skall användas för insatser i omvandlingsledet, med särskild inriktning på demonstration av anläggningar för elproduktion. Skälen till vårt ställningstagande utvecklas närmare i kapitel 6.

Förstärkta utvecklingsinsatser för bibränslen med sikte på elproduktion ingick som ett led i den s.k. energiöverenskommelsen i januari 1991, som stadfästes genom riksdagens beslut om energipolitiken i juni 1991 (prop. 1990/91:88, NU40, rskr. 373). Överenskommelsen skall ses som grunden för vårt uppdrag.

1.2 Genomförandet

Enligt direktiven bör kommissionen utgå från en helhetssyn

på användningen av biobränslen som energiråvara. Därför bör så långt det är möjligt hänsyn tas till miljöpåverkan och ekonomi i samtliga led i kedjan från odling och skörd via bränsleframställning, transport, lagring och nyttiggörande av energiinnehållet till omhändertagande av restprodukterna.

Vi har på detta stadium av vårt arbete inte haft möjlighet att skaffa oss en sådan helhetssyn på biobränslefrågan. Från arbetssynpunkt hade det givetvis varit en fördel om förslagen rörande de industriella utvecklingsinsatserna hade kunnat grundas på en ingående analys av de olika faktorer som kommer att påverka den framtida användningen av biobränslen i Sverige.

De förslag som redovisas i detta delbetänkande saknar ett sådant underlag. Därav följer att förslagen i viss mån får ses som preliminära. Det kan inte uteslutas att vi under det fortsatta arbetet kommer till resultat som påverkar vår syn på frågor om de industriella utvecklingsinsatserna.

Vi vill särskilt peka på att bedömningen av den framtida marknaden för biobränslen är av stor betydelse för utvecklingsfrågorna. Vi har varit hänvisade i huvudsak till befintligt underlag om potentialen för ökad användning av biobränslen bl.a. i kommunernas kraftvärmeproduktion. Detta underlag redovisas i kapitel 2.

Vi räknar med att i vårt slutbetänkande redovisa en mer ingående analys av marknaden för biobränslen. Vi kommer därvid att särskilt belysa de omvärldsförändringar som kan komma att påverka de ekonomiska förutsättningarna för ökad biobränsleanvändning i Sverige. Av stor betydelse är frågan om konsekvenserna av en svensk anslutning till EG och därmed till en s.k. inre marknad för energi, innefattande

bl.a. en harmonisering av skatter och avgifter på energi- och miljöområdet. Den pågående internationaliseringen av elmarknaden är en annan faktor som bör belysas närmare. Förändringar på skogspolitiken och jordbrukspolitiken område kan komma att få stor betydelse för möjligheterna att öka användningen av biobränslen på lång sikt.

Som underlag för våra överväganden om det industriella utvecklingsarbetet har vi uppdragit åt professor Gunnar Svedberg, institutionen för värmeteknik vid tekniska högskolan i Stockholm, att göra en översikt av tekniken för elproduktion med biobränslen (bilaga 2). Översikten sammanfattas i kapitel 3. Där redovisas också uppgifter om några biobränslebaserade anläggningar som är i drift.

Vidare har vi genomfört en rad utfrågningar med företrädare för myndigheter, organisationer och företag som arbetar med frågor om forskning och utveckling på biobränsleområdet. I vissa fall har dessa företrädare varit sakkunniga eller experter i kommissionen, i andra fall har utomstående personer medverkat. De som hörts är företrädare för Kraftverksföreningens Utvecklingsstiftelse (VAST), Lantbrukarnas Riksförbund (LRF), Skogsindustrierna, dåvarande statens energiverk, statens vattenfallsverk (Vattenfall), Studsvik AB, Svensk Energi Utveckling AB (SEU), Svenska Renhållningsverksföreningen (RVF), Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Sydkraft AB och Värmeverksföreningen. En företrädare för ABB Fläkt AB har lämnat en redovisning för utvecklingsarbetet inom de företag som tillverkar utrustning för bl.a. förbränning av biobränslen.

På grundval bl.a. av vad som har kommit fram vid dessa utfrågningar redogörs i kapitel 4 för pågående forsknings- och utvecklingsarbete av betydelse för el- och värmeproduktion med biobränslen. Också aktuella pilot- och demonstrationsprojekt på området redovisas.

Frågan om de särskilda insatser för biobränsleutveckling som förutses i våra direktiv kan inte ses isolerad från de betydande insatser som redan nu görs inom ramen för olika statliga program. Den helt övervägande delen av dessa program administreras från den 1 juli 1991 av närings- och teknikutvecklingsverket (NUTEK). På grundval bl.a. av uppgifter från NUTEK redovisas det nuvarande stödet till utveckling av biobränslen i kapitel 5.

När det gäller tekniken för biobränslebaserad elproduktion har vi velat få en närmare belysning av frågor bl.a. om tidsplanen för en kommersialisering av tillgängliga tekniker och behovet av stödjande utvecklingsinsatser. I detta syfte har vi låtit en särskild expertgrupp göra en bedömning av dessa frågor. Gruppen har letts av teknologie licentiaten Sixten Olof Regestad; i övrigt har ingått civilingenjörerna Ulf Arvidsson, SEU, och Stefan Montin, NUTEK, samt tekniske direktören Hans Sabel, Värmeverksföreningen. I arbetet har som konsulter medverkat också civilingenjörerna Göran Dahlén, Nordiska Ledningsgruppen, och Janne Sjödin, ÅF-Energikonsult. Arbetsgruppens slutsatser, som har redovisats vid vårt sammanträde den 10 oktober 1991, har utgjort en del av underlaget för våra överväganden och förslag i kapitel 6.

I betänkandet förekommer åtskilliga tekniska begrepp och facktermer. De viktigaste förklaras i bilaga 3. Vi vill redan här påpeka att terawattimmar (TWh) - dvs. miljarder kilowattimmar (kWh) - i texten genomgående används som mått på energi, medan den offentliga statistiken normalt anger inhemska bränslen i ton oljeekvivalent (toe); förhållandet är $1 \text{ TWh} = 86\,000 \text{ toe}$.

Enheten TWh används i tre olika sammanhang. Energiinnehållet i en viss mängd bränsle betecknas **TWh bränsle**. Enheten **TWh värme** avser den värmemängd som produceras från

en anläggning eller värmebehovet i ett fjärrvärmenät.
 Producerad elmängd anges som **TWh el.**

2 MARKNADEN FÖR BIOBRÄNSLEN

2.1 Inledning

Uppgifterna i detta kapitel har hämtats i huvudsak ur tillgängligt material från berörda myndigheter och organisationer. Vi har också låtit ÅF-Energikonsult göra en inledande studie över marknaden för biobränslen. Vi har emellertid ännu inte haft möjlighet att bilda oss en egen uppfattning om tillgången på biobränslen, potentialen för ökad användning m.m. Som nyss nämnts avser vi att i det fortsatta arbetet närmare analysera dessa frågor som underlag bl.a. för vår bedömning av biobränslenas framtida konkurrenskraft.

Vi lägger tyngdpunkten i detta kapitel på frågor som är viktiga för den nuvarande etappen i vårt arbete. En huvudfråga är därvid utrymmet för nya produktionsanläggningar för biobränslebaserad kraftvärme. Denna fråga har sannolikt stor betydelse för de berörda aktörernas uppfattning om den lämpliga takten i det utvecklingsarbete som krävs för att kommersialisera biobränsletekniken. Särskilt påverkas tidpunkten för beslut om uppförande av anläggningar för demonstration av denna teknik.

Begreppet **biobränslen** används som samlande benämning på energibärare med biomassa som utgångsmaterial. Det finns biobränslen av en rad olika ursprung. Vi använder följande indelning i huvudkategorier:

Trädbränslen	- Skogsbränslen	- avverknings- rester
		- direktavverkat bränsle
		- industriella biprodukter
	- Övriga träd- bränslen	- rivningsvirke
		- emballage

Halm (från jordbruket)

Energiskog (odlad för energiändamål, t.ex. Salix)

Energigrödor (odlade för energiändamål, t.ex. rörflen)

Avlutar (från massaindustrin)

Avfall består till stor del av brännbart hushålls- och industriavfall med biomassa som utgångsmaterial. Enligt direktiven skall våra överväganden omfatta även vissa sorterade avfallsfraktioner. Vi är dock på nuvarande stadium av vårt arbete inte beredda att ta ställning till hur avfall skall klassificeras. Genom det pågående arbetet med riktlinjer för källsortering av avfall väntas ökad klarhet i frågan om avfall som biobränsleresurs komma att skapas.

I direktiven anges inte torv som ett biobränsle. Vi har dock beslutat att vårt arbete tills vidare skall innefatta även frågor om torv. Detta beslut är betingat av praktiska skäl, bl.a. att marknaderna för torv och biobränslen företer stora likheter och att bränslena i viss utsträckning är utbytbara i anläggningar för el- och värmeproduktion. För vårt slutliga ställningstagande vill vi avvakta bl.a. resultatet av den fördjupade analys av åtgärder mot klimatförändringar som statens naturvårdsverk nu genomför på uppdrag av regeringen. En delredovisning av uppdraget skall ske senast den 1 december 1991.

2.2 Nuvarande användning

Användningen av biobränslen, uttryckt som tillförd energi,

uppgick år 1990 till ca 60 TWh, vartill kom ca 3 TWh torv och ca 4 TWh avfall. Halm, energiskog och energigrödor används i dag i obetydlig omfattning. Sammanlagt svarade de inhemska bränslena för ca 15 % av landets totala användning av primärenergi.

En betydande del av biobränsleanvändningen för uppvärmning av lokaler redovisas inte i den offentliga statistiken. Det gäller uppskattningsvis 10-12 TWh, till helt övervägande del ved i småhus.

I tabell 2.1 anges den statistiskt redovisade, "kommersiella" användningen av inhemska bränslen med fördelning på bränsleslag och användarkategorier.

Tabell 2.1 Användning av inhemska bränslen i Sverige 1990 (TWh)

	Träd- bränslen	Avlutar, tallolja	Torv	Avfall	Totalt
Skogsindustri ¹⁾	15,7	28,5	0,1	0,1	44,4
Övrig industri	0,4	0,3	-	-	0,7
El- och värmeverk	3,6	-	2,7	4,2	10,5
Totalt	19,7	28,8	2,8	4,3	55,6

1) Inkl. industriellt mottryck
(Källa: SCB)

Trädbränslen utgörs nästan helt av skogsbränslen. Omkring hälften är industriella biprodukter, dvs. bark, spån och flis från sågverk och massafabriker. Om hänsyn tas också till avlutarna från massafabrikerna avser ca två

tredjedelar av den totala användningen av biobränslen biprodukter från **skogsindustrin**. Huvuddelen av dessa bränslen används internt inom företagen för framställning av ånga, el och värme.

Den näst största användarkategorin är kommunala **värme- och kraftvärmeverk**. Av de 147 producerande verk som år 1990 var medlemmar i Värmeverksföreningen använde flertalet minst ett biobränsleslag. Som framgår av tabell 2.2 utgjorde dock biobränslena mindre än en fjärdedel av verkens totala användning av bränsle m.m. för värme- och elproduktion. Bidragen från torv och avfall var i samma storleksordning.

Tabell 2.2 Förbrukning av bränslen m.m. i kommunernas värme- och elproduktion 1990 (TWh)

	Värme- prod.	El- prod.	Totalt
Kol	6,9	1,4	8,3
Eldningsolja	2,9	0,2	3,1
Naturgas, gasol	2,4	0,3	2,7
Bränsleflis	3,5	0	3,5
Torv	2,6	0,1	2,7
Avfall	4,0	0,1	4,1
Industriell spillvärme	2,3	-	2,3
El till elpannor	6,1	-	6,1
Prod. från värmepumpar	6,6	-	6,6
Övrigt	2,2	-	2,2
Totalt	39,5	2,4	41,9

(Källa: Värmeverksföreningens statistik 1990)

Användningen av bränsle m.m. med 39,5 TWh omsattes i leveranser av värmeenergi till fjärrvärmekunder med

sammanlagt 32,9 TWh. Av tabellen framgår att användningen av bränslen för elproduktion i kraftvärmeverken endast var 2,4 TWh. Kol var det dominerande bränslet. Användningen av biobränslen för detta ändamål var obetydlig.

Den producerade elkraften i kraftvärmeverken uppgick, enligt SCB, till 2,2 TWh. Den installerade effekten medger i princip en betydligt större produktion, ca 8 TWh el vid normalår. Det finns dock på flera håll tekniska begränsningar som har uppstått bl.a. vid konvertering av pannor från olja till biobränslen.

Inom skogsindustrin uppgick användningen av trädbränslen för mottrycksproduktion av el till 1,1 TWh. För samma ändamål användes 1,2 TWh avlutar och tallolja. Den producerade elkraften uppgick till ca 2,5 TWh.

Biobränslen används inte för ren elproduktion i kondenskraftverk.

Sammanfattningsvis används alltså biobränslen i dag till allra största del internt hos industrier eller fastighetsägare med egen bränsle-tillgång. Den öppna, kommersiella marknaden är relativt liten - endast 10-15 TWh om året, huvudsakligen i form av bränsleflis. Det ekonomiska omfånget av denna marknad kan därmed uppskattas till 1,5-2 miljarder kronor. Långväga transporter av biobränslen förekommer i liten utsträckning. Transportavstånden överskrider i allmänhet inte 10 mil.

2.3 Framtida tillgång

Frågan om den framtida tillgången på biobränslen är omdiskuterad. Under senare år har redovisats ett flertal studier som kommer till skilda resultat om såväl den fysiska som den ekonomiska potentialen för ökad produktion.

Här skall kort återges de bedömningar som redovisades för två år sedan av statens energiverk och statens naturvårdsverk i den gemensamma studien Ett miljöanpassat energisystem. Bedömningarna, som avser år 2015, tar hänsyn till miljömässiga, ekologiska och tekniska restriktioner.

Skogsbränslen svarar i dag för ca 30 TWh. Det finns en betydande potential för ökning, särskilt i fråga om avverkningsrester. Den fysiska tillgången år 2015 anges till totalt 50-65 TWh.

För **avlutar** från massaindustrin väntas en i stort sett oförändrad tillgång, dvs. 25-35 TWh.

Energiskog och **energigrödor** samt **halm** ger i dag praktiskt taget inget bidrag till energiförsörjningen. Potentialen anges till 15-25 TWh.

Den sammanlagda möjliga fysiska tillgången på biobränslen anges alltså i studien till 90-140 TWh år 2015. Härtill kommer 15-16 TWh **avfall** och 20-30 TWh **torv**.

I studien framhålls dock att det inte är de fysiska tillgångarna utan de ekonomiska förutsättningarna som kommer att sätta gränsen för biobränsleanvändningen under de närmaste årtiondena. Om användningen skall kunna öka väsentligt måste miljöfördelarna åsättas ett ekonomiskt värde. Dessutom måste arbetet med att utveckla produktions- och användningstekniken fortsätta.

Vidare pekas i studien på att det kan komma att uppstå regionala obalanser mellan användning och produktion av biobränslen, med åtföljande behov av anpassning. I vissa fall kan långväga transporter komma att aktualiseras.

Vid remissbehandlingen av energiverkets och naturvårdsverkets studie framkom åtskilliga synpunkter på potentialen för de olika biobränslena. Några remissinstanser, bl.a. Skogsindustrierna, ansåg att tillgången på avverkningsrester och andra skogsbränslen för energiändamål hade överskattats, medan andra ansåg att tillgången på biobränslen är betydligt större än vad som angavs i studien. Efter publiceringen av studien har det också i andra sammanhang redovisats material som på vissa punkter kan föranleda ändringar i den bild som gavs i studien.

Givetvis kan det under vårt fortsatta arbete komma fram ytterligare underlag om den framtida tillgången på biobränslen. Av särskild betydelse är potentialen för ökat uttag av skogsbränslen. För närvarande överväger utredningen (Jo 1990:03) om utvärdering och översyn av skogspolitiken bl.a. frågan om skogsbrukets möjligheter att långsiktigt bidra till energiförsörjningen. Vi räknar med att under den andra etappen av vårt arbete få tillgång till de beräkningar som görs inom denna utredning.

2.4 Framtida användning

2.4.1 Teknisk potential

Under senare år har ett antal bedömningar gjorts av möjligheterna till ökad användning av biobränslen inom olika sektorer på lång sikt. Enighet synes råda om att **värme- och kraftvärmeverken** har den största potentialen. Även **industriell mottryckproduktion** med biobränslen kan öka.

Vi tar åter bedömningarna i studien Ett miljöanpassat energisystem som en utgångspunkt. Där anges en teknisk potential för produktion av fjärrvärme år 2010 till 55-60

TWh, jämfört med ca 33 TWh år 1990. Denna potential kan dock enligt studien realiseras endast om möjligheterna till teknisk utveckling tas till vara fullt ut. Som en sannolik övre gräns för fjärrvärmens anges 50-55 TWh.

En sådan fjärrvärmeproduktion skulle enligt studien kunna skapa underlag för en betydande utbyggnad av kraftvärme. Under gynnsamma förutsättningar skulle elproduktionen från kraftvärmeverk kunna uppgå till 20-30 TWh om året eller mer, jämfört med den nuvarande kapaciteteten på ca 8 TWh el och den faktiska produktionen av ca 2 TWh.

I studien anges också bedömningar av potentialen för industriellt mottryck. Den tekniska kapaciteten är för närvarande ca 5 TWh el om året, varav dock endast en del utnyttjas. Massa- och pappersindustrin svarar för ca 90 % av produktionen. Genom teknisk utveckling, bl.a. förgasning av lutar, skulle den tillgängliga potentialen kunna öka till 10-15 TWh el om året i början av 2000-talet.

I studien redovisas ett antal scenarier, och det dras inga entydiga slutsatser om den framtida användningen av biobränslen. I ett s.k. miljöscenario antas emellertid att den nyssnämnda tekniska potentialen för utbyggnad av kraftvärme och mottryck kan utnyttjas och att den till största delen baseras på biobränslen.

Också andra bedömningar av potentialen för biobränslen inom kraftvärme- och mottrycksproduktion har gjorts. En arbetsgrupp inom VAST redovisade i maj 1990 en rapport om biobränslen för el/värmegenerering. I rapporten bedöms potentialen för ökad biobränsleanvändning vara betydligt lägre än i energiverkets och naturvårdsverkets studie. Ett sammanlagt möjligt tillskott på lång sikt av 5-15 TWh el om året från kraftvärmeverk och industriellt mottryck anges.

ÅF-Energikonsult (ÅFE) har bedömt att det värmeunderlag som teoretiskt skulle kunna utnyttjas för kraftvärmeproduktion uppgår till totalt ca 25 TWh. Om värmeunderlaget utnyttjas fullt ut blir bränsleåtgången ca 38 TWh, varvid ca 11 TWh el produceras. ÅFE anser det emellertid på tekniska grunder osannolikt att hela denna potential skulle kunna utnyttjas för biobränslen. Som skäl härför anges bl.a. att kraftvärme sannolikt inte kommer att byggas ut i samtliga fall där det behövs ny elproduktion. Vidare pekas på att naturgasen är etablerad i Syd- och Västsverige och att gasen ger ett högt elutbyte vid kraftvärmeproduktion, vilket ger den en fördel gentemot biobränslen i lägen då elutbytet prioriteras. Med hänsyn till dessa och andra begränsande faktorer anges 12 TWh som teknisk potential för biobränsleanvändning inom kraftvärmesektorn.

Inom Värmeverksföreningen pågår arbetet med en prognos för utbyggnaden av fjärrvärme och kraftvärme. Prognosen, som kommer att färdigställas före utgången av år 1991, väntas ge underlag också för bedömning av frågan om biobränslenas andel av produktionen.

I ingen av de refererade studierna antas att biobränslen kommer att användas för kondenselproduktion under den aktuella perioden.

2.4.2 Fördelning av värmeunderlaget

Inom Vattenfalls Projekt bioenergi har nyligen tagits fram beräkningar av det tillgängliga underlaget för kraftvärmeproduktion fördelat på underlag av olika storlek. Syftet med beräkningarna är bl.a. att klargöra behovet av utveckling av teknik för biobränslebaserad elproduktion för tillämpning i anläggningar i olika skala.

Enligt dessa beräkningar uppgår det totala värmeunderlag som kan utnyttjas för ny kraftvärme på 10-15 års sikt till 9 TWh. Hänsyn har då tagits till att befintlig kapacitet baserad på spillvärme, avfall, värmepumpar och kraftvärme sannolikt inte kommer att bytas ut under denna period. Underlaget är fördelat på sammanlagt 36 enheter om minst 20 MW. Därtill kommer ett icke specificerat antal värmeunderlag på mindre än 20 MW var.

Resultatet av beräkningarna redovisas i förenklad form i tabell 2.3. Elproduktion och bränslebehov anges vid en elverkningsgrad av 35 % för småskaliga anläggningar (<20 MW) och 40 % för större anläggningar, vilket ligger inom det intervall på 30-45 % som tillgänglig biobränsleteknik under perioden väntas kunna medge. Övriga antaganden är 90 % tillgänglighet och 4 500 timmars utnyttjningstid med optimering för värme, dvs. anläggningarna drivs när värmen behövs.

Tabell 2.3 Värmeunderlag för kraftvärmeutbyggnad

Storlek på värmeunderlag	TWh el	TWh bränsle
<20 MW (stort antal)	1,3	3,6
20-50 MW (28 st.)	3,1	14,3
50-100 MW (6 st.)	1,4	
100-200 MW (2 st.)	1,2	
Totalt	7,0	17,9

Om i stället anläggningens drift optimeras för elproduktion samtidigt som en viss del av värmen ändå kan nyttiggöras, dvs. anläggningen förses med s.k. kondenssvans eller värmeavtappning och drivs när elkraften behövs, skulle enligt beräkningarna elproduktionen uppgå till ca 14-29 TWh

och bränslebehovet uppgå till ca 36-60 TWh. I detta fall antas en elverkningsgrad av 40-48 %. Det bör påpekas att de småskaliga anläggningarna inte är medräknade i detta räkneexempel, eftersom de av Vattenfall anses mindre lämpade för sådan drift.

2.4.3 Utvecklingen på elmarknaden

De hittills refererade bedömningarna har gällt den fysiska och tekniska potentialen för ökad biobränsleanvändning främst inom kraftvärmesektorn. Däremot har frågan om den ekonomiska potentialen inte berörts. Denna fråga är beroende bl.a. av utvecklingen på elmarknaden och behovet av ny produktionskapacitet.

NUTEK har nyligen på regeringens uppdrag i Energirapport 1991 lämnat en redovisning av det aktuella energiläget och elmarknadens utveckling till år 2000. Enligt rapporten väntas elanvändningen öka med ca 1 % om året från dagens nivå på ca 140 TWh till 152 TWh år 2000. Nettoökningen av den inhemska elproduktionen under perioden anges emellertid till endast ca 5 TWh beroende på att en stor del av det tillkommande elbehovet väntas komma att täckas med import. Behovet av ny produktionskapacitet är därmed begränsat. NUTEK förutsätter att de nuvarande kärnkraftaggregaten kommer att vara i drift under hela den aktuella perioden.

I rapporten antas en ökning av råkraftpriset från ca 19 öre per kWh år 1990 till 28 öre per kWh år 2000, räknat i fasta priser. Först därefter kommer enligt rapporten priset att öka till en nivå som medför att en lönsam utbyggnad av ny produktionskapacitet möjliggörs.

NUTEK räknar dock med en utbyggnad av kraftvärme till år 1995 med 1,5 TWh el i form av stora anläggningar. Till år 2000 antas en viss ytterligare utbyggnad i små anläggningar

som ger ett litet tillskott till kraftbalansen. Kapaciteten i industriella mottrycksanläggningar antas av NUTEK vara oförändrad fram till år 2000.

NUTEK redovisar ingen bedömning av valet av bränsle i den tillkommande kraftvärmekapaciteten. Det nämns dock i rapporten att det stöd till investeringar i kraftvärmeproduktion med biobränsle som kan lämnas från den 1 juli 1991 har lett till ett antal ansökningar och förfrågningar som antyder en utbyggnad av ny biobränslebaserad kraftvärme motsvarande 300 MW eleffekt jämte ombyggnader motsvarande 30 MW eleffekt. Dessa planer innebär ett sammanlagt anspråk på stöd som överstiger den tillgängliga ramen på 1 miljard kronor under en femårsperiod.

2.4.4 Konkurrensförmåga på energimarknaden

Produktpriset för det biobränsle som är vanligast på marknaden, dvs. flis, är ungefär 11-12 öre per kWh fritt användaren. På biobränslen utgår ingen skatt, fransett mervärdeskatt i förekommande fall. Motsvarande produktpriser på två av de fossila importbränslen som konkurrerar med biobränslena i kraftvärmeproduktionen, nämligen kol och tjock eldningsolja (Eo5), motsvarar ungefär 5 resp. 9 öre per kWh exkl. skatt. Produktpriserna på naturgas och gasol är betydligt högre. För alla fossila bränslen gäller dock att de, utan skatt, har en i förhållande till biobränslen överlägsen konkurrensförmåga.

Skattefriheten för biobränslen har haft som syfte att stärka deras konkurrensförmåga gentemot de fossila bränslena, vilket tidigare har ansetts motiverat framför allt med hänsyn till försörjningstryggheten. I samband med omläggningen av skattesystemet den 1 januari 1991 har

energibeskattningen fått en skarpare miljöprofil. Den allmänna energiskatten har halverats och en koldioxidskatt på fossila bränslen har införts, vilket gör att den totala skattebelastningen på dessa bränslen har ökat. Detta gäller särskilt för kol och gasol, men även skatten på naturgas har mer än fördubblats. Biobränslen och tills vidare även torv är skattefria. Till energiskatten och koldioxidskatten kommer en svavelskatt, som tas ut på svavel i olja, kol och torv. Biobränslena berörs inte heller av denna skatt, eftersom de har ett lågt svavelinnehåll.

De nu gällande skattesatserna innebär att tjockolja och kol belastas med sammanlagt 12-14 öre per kWh värme. Vid rådande internationella prisnivåer ligger priserna inkl. skatt på dessa bränslen för användare i Sverige grovt räknat omkring dubbla priset på flis. Det låga kWh-priset på flis uppvägs till viss del av relativt höga kostnader för investeringar i anläggningar samt för drift och underhåll. Detta gäller i vart fall vid en jämförelse med olja och gas.

Biobränslenas skattefördel begränsas av gällande avdrags- och nedsättningsregler. Vid elproduktion med fossila bränslen är både energiskatt och koldioxidskatt avdragsgilla, vilket innebär att biobränslena i praktiken saknar skattefördel vid användning i kondenskraftverk. Samma gäller vid kraftvärmeproduktion för den del av det insatta bränslet som svarar mot uttaget av el. Den del av bränslet som svarar mot produktionen av värme har tidigare beskattats fullt ut.

Från den 1 juli 1991 har emellertid reglerna för kraftvärme ändrats så att den allmänna energiskatten på insatt bränsle får dras av, medan koldioxidskatten alltså tas ut. Syftet med ändringen är att kraftvärmeteknikens konkurrenskraft

generellt skall stärkas gentemot såväl kondenskraftproduktion som ren värmeproduktion. En bieffekt är att biobränslenas konkurrenskraft vid kraftvärmeproduktion försämrats, eftersom skatten på fossila bränslen vid sådan produktion nu har minskat jämfört med vad som gällde då skatteomläggningen genomfördes vid årsskiftet. Det nyssnämnda investeringsstödet för utbyggnad av biobränslebaserad kraftvärme, som lämnas med 4 000 kr per kilowatt (kW) installerad eleffekt, kan ses som en kompensation härför. Vi återkommer till denna fråga i kapitel 5.

Också reglerna för nedsättning av energi- och koldioxidskatt för energiintensiv industri innebär att biobränslenas skattefördel gentemot fossila bränslen minskas.

På grundval av dagens pris- och skatteförhållanden samt gällande investeringsstöd har ÅFE gjort beräkningar av biobränslenas konkurrensförmåga i nybyggda anläggningar. Tre anläggningstyper har studerats, nämligen små värmecentraler med en värmeeffekt av 2 megawatt (MW), fjärrvärmecentraler med en värmeeffekt av 50 MW, samt stora kraftvärmeanläggningar med en värmeeffekt av 100 MW. Beräkningarna ger till resultat att biobränslen i alla tre anläggningstyperna ger en produktionskostnad för värme som är jämförbar med kostnaden vid användning av fossila bränslen.

Den redogörelse för biobränslenas konkurrenskraft som har lämnats i detta avsnitt är statisk i den meningen att den bygger på gällande skatteregler, priser på importbränslen m.m. Det skall här inte göras något försök att bedöma den framtida utvecklingen. Såvitt gäller beskattningen bör dock påpekas att det nu inom EG pågår diskussioner om införandet av en kombinerad energi- och koldioxidskatt som skall tas ut i medlemsländerna. Avsikten är att skatten skall belasta

användningen av all energi, utom förnybar energi. Det råder alltså omklarhet om skattesatser, undantag för vissa användarkategorier och tidsplan för införandet. Skatten synes vara avsedd att etablera en miniminivå som medlemsländerna har möjlighet att överskrida. Det är en öppen fråga i vilken utsträckning länderna kommer att behöva i framtiden harmonisera sina system för indirekt beskattning.

2.4.5 Preliminära slutsatser

De uppgifter ur olika källor som vi har sammanställt ger ingen klar och fullständig bild av potentialen för ökad biobränsleanvändning för kraftvärme- och mottrycksproduktion. Vi anser oss emellertid kunna dra vissa preliminära slutsatser av materialet.

En första slutsats är att den fysiska tillgången på biobränslen inte utgör något hinder för en betydande ökning av biobränsleanvändningen för el- och värmeproduktion under de närmaste årtiondena. Den tillgängliga mängden biobränslen kan - sannolikt med god marginal - tillgodose behovet för de utbyggnader som kan bli aktuella. Detta gäller i vart fall så länge utrymmet för biobränsleanvändning för elproduktion begränsas i huvudsak av det tillgängliga värmeunderlaget i kommunala fjärrvärmenät och processindustrier. Vid en utbyggnad av biobränslebaserad ren kondenselproduktion i stor skala kan läget ändras.

En andra slutsats är att förhållandena på elmarknaden under 1990-talet innebär svaga incitament för utbyggnad av ny elproduktion över huvud taget - och därmed också för en väsentligt ökad biobränsleanvändning inom kraftvärme-sektorn. Beslut om investeringar i utvecklingsarbete och konkreta projekt måste baseras på antaganden om prisut-

vecklingen på el och behovet av ny kapacitet efter sekelskiftet. De grundläggande ekonomiska villkoren för satsningar på biobränslen inom kraftvärmesektorn är alltså i hög grad osäkra.

Därtill kommer att de institutionella förhållandena på elmarknaden är under snabb förändring bl.a. genom bolagiseringen av Vattenfall och inrättandet av en fristående organisation för stamnätet. Den pågående internationaliseringen av elmarknaden kommer att leda till ett ökat utbyte av elkraft och på lång sikt sannolikt en utjämning av villkoren för elleveranser inom Europa. Dessa förändringar kan komma att påverka möjligheterna att använda biobränslen i kraftproduktionen, men det är oklart hur.

Vidare har vi kunnat konstatera att den nuvarande konkurrenssituationen för biobränslen är betingad av gällande beskattning och av det särskilda investeringsstöd som skall lämnas under en femårsperiod. Åtminstone vid ren värmeproduktion har biobränslen nu en god konkurrenskraft gentemot fossila bränslen. Priset hos förbrukare för kol och tjockolja består till betydligt mer än hälften av skatt, i de fall då skatten inte reduceras eller dras av. Därav följer att framtida ändringar i beskattningen, t.ex. som en följd av en svensk EG-anslutning, kan komma att få betydande inverkan på biobränslenas konkurrensförmåga.

En sammanfattande slutsats av detta kapitel är att det råder stor osäkerhet om förutsättningarna för biobränslebaserad kraftproduktion. Osäkerheten är sannolikt större än vad som kan anses vara normalt för företag som har att fatta beslut om satsningar på området.

Vi kommer i vårt fortsatta arbete med marknadsfrågorna att söka fördjupa analysen av biobränslenas konkurrensförmåga och av effekterna av möjliga omvärldsförändringar.

3 ELPRODUKTION MED BIOBRÄNSLEN

3.1 Teknik och kostnader

3.1.1 Inledning

Biobränslen har sedan lång tid tillbaka utnyttjats för elproduktion, främst inom skogsindustrin. Ångkrafttekniken, dvs. förbränning i en panna med ångturbin, är i dag väl beprövad och kommersiellt tillgänglig. Tekniken utnyttjas i ett flertal industriella mottrycksanläggningar och några kommunala kraftvärmeverk.

Det finns i dag flera utvecklingslinjer för ny teknik för elproduktion med biobränslen. Några av dessa baseras på förgasning av biobränslet före förbränning i en gasturbin eller förbränningsmotor.

Målet för pågående utvecklingsinsatser är i allmänhet att öka elverkningsgraden med bibehållna eller förbättrade miljöprestanda och med ett mindre investeringsbehov.

I följande avsnitt görs en sammanställning av teknik och kostnader för elproduktion med biobränslen, uppdelad på teknik som är kommersiellt tillgänglig, teknik som kan väntas bli kommersiellt tillgänglig under 1990-talet och teknik som befinner sig i ett tidigt utvecklingsskede. Sammanställningen bygger till stora delar på en rapport som på vårt uppdrag har utarbetats av professor Gunnar Svedberg, institutionen för värmeteknik vid tekniska högskolan i Stockholm (bilaga 2).

Tonvikten ligger i denna sammanställning på ren elproduktion. Det är dock i princip möjligt att använda tekniken även för samtidig el- och värmeproduktion. En förutsättning är givetvis att avsättning finns för

värmeenergin i form av fjärrvärme eller processånga. När el och värme produceras samtidigt minskar processens elverkningsgrad medan totalverkningsgraden ökar väsentligt.

Elproduktionskostnaden i kraftvärmeanläggningar är beroende bl.a. av vilket värde som åsätts den producerade värmen, den s.k. värmekrediteringen. Detta är ett av skälen till att det svårt att beräkna jämförbara elproduktionskostnader för kraftvärmeproduktion med olika tekniker.

3.1.2 Teknik som är kommersiellt tillgänglig

Förbränning av biobränsle i en panna för ånggenerering och elproduktion via en ångturbin är en väl etablerad teknik. En viktig tillämpning är skogsindustrins barkpannor för mottrycksproduktion, dvs. samtidig el- och värmeproduktion.

Skogsindustrins barkpannor är vanligen konventionella ångpannor med förbränning på en s.k. rost (ett galler). Rostpannor är robusta och har hög tillgänglighet. Driftstörningar i anläggningar med rostpannor beror mycket sällan på pannan utan oftast på systemet för bränslehanteringen. En nackdel med rosteldning är att det är svårt att uppnå lika höga pannverkningsgrader som i modernare konstruktioner.

Biobränsle i pulverform kan liksom kolpulver och torvpulver eldas i pannor med brännare. Även om erfarenheterna av pulvereldning av biobränsle i stora pannor är begränsade tyder mycket på att en bättre förbränning kan erhållas än vid eldning i rostpannor.

Såväl inom industrin som i kommunala anläggningar har tekniken med förbränning i fluidiserad bädd blivit mycket vanlig för nya pannor. Denna teknik innebär att bränslet och icke-brännbara partiklar hålls svävande (fluidiserande)

i eldstaden med hjälp av inblåst förbränningsluft. Flera varianter av tekniken finns, men den teknik som används i flertalet fall är s.k. cirkulerande fluidiserad bädd, CFB. Bland de största fördelarna relativt äldre förbrännings-teknik är att flera olika bränslen, t.ex. flis, kol och torv, kan eldas i samma panna samt att utsläppen av svavel- och kväveoxider kan hållas låga.

Elproduktion med ångturbin innebär att de heta rökgaserna från pannan - vilken kan vara av något av de ovan beskrivna slagen - används för att förånga vatten i ett slutet, trycksatt system. Den heta högtrycksången leds genom ångturbinen, där den avger energi via turbinskovlar och turbinaxel till en elgenerator. Efter turbinen kondenseras ången, som nu har lågt tryck, och det kondenserade vattnet går till matarvattenpumpar för höjning av trycket före återföring av vattnet till ångpannan.

Ju högre tryck och ju högre temperatur ången har efter ångpannan, desto större elproduktion kan erhållas. De största ångpannorna i världen är kolpulvereldade med en tillförd bränsleeffekt på omkring 1 000 MW. De har superkritiska ångdata med ett ångtryck på ca 24 megapascal och en ångtemperatur på ca 550 °C. Gränsen sätts av vad tillgängliga material tål.

Valet av tryck och temperatur i en ångpanna baseras på en teknisk-ekonomisk optimering med hänsyn till bl.a. anläggningens storlek, förväntad drifttid och typ av bränsle. Exempelvis är större investeringar i utrustning som höjer verkningsgraden mer befogade i stora anläggningar än i mindre. I biobränsleeldade elproduktionsanläggningar med en tillförd effekt på upp till några hundra MW är det rimligt att räkna med elverkningsgrader i intervallet 35-40 %.

Beträffande utsläpp av föroreningar gäller att svavelutsläppen är låga, eftersom biobränslen endast innehåller små mängder svavel. Även utsläppen av kväveoxider kan med lämpligt utformad förbränningsutrustning hållas förhållandevis låga (50-100 mg per megajoule tillfört bränsle). För att de lägsta värdena skall kunna nås kan dock katalytisk avgasrening komma att krävas.

Kostnaderna för en anläggning av ovan beskrivet slag varierar kraftigt, bl.a. beroende på anläggningsstorlek och på behovet av utrustning för att minska utsläppen av föroreningar. Kostnaderna är också till viss del anläggningsspecifika, eftersom de beror exempelvis av erforderligt markberedningsarbete och av vilken utrustning som redan finns tillgänglig på platsen.

Investeringskostnaden för en komplett biobränsleeldad anläggning för ren kondenselproduktion med 100-200 MW tillförd effekt har dock uppskattats till omkring 10 000-11 000 kr. per kW eleffekt. Elproduktionskostnaden i en sådan anläggning kan beräknas till ca 50-60 öre per kWh el. Kostnaderna fördelar sig på kapitalkostnader (ca 25 %), drift- och underhållskostnader (ca 25 %) och bränslekostnader (ca 50 %).

Produktionskostnaden för el från en kraftvärmelanläggning baserad på konventionell teknik torde ligga i intervallet 40-50 öre per kWh. Elproduktionskostnaden i en kraftvärmelanläggning är dock, som tidigare nämnts, beroende av värmekrediteringen vilken varierar mellan olika fjärrvärmenät. Produktionskostnaden påverkas också av värmeunderlagets varaktighet, som styr anläggningens drifttid.

3.1.3 Teknik som väntas bli kommersiellt tillgänglig under 1990-talet

Utomlands pågår utveckling av ny teknik för storskalig elproduktion med biobränslen i förhållandevis begränsad omfattning. Resultat från internationell forskning och utveckling av främst ny kolteknik kan dock ge värdefulla kunskaper och erfarenheter i det forsknings-, utvecklings- och demonstrationsarbete som bedrivs i Sverige och övriga länder med intresse för biobränsle.

I det följande beskrivs kortfattat utvecklingsläget för teknik som väntas bli kommersiellt tillgänglig under 1990-talet.

När det gäller **konventionella ångpannor och ångturbiner** kan endast marginella förbättringar väntas under de närmaste åren. Elverkningsgraden kan komma att öka med någon procentenhet över dagens nivå 35-40 %.

En vidareutveckling av den konventionella ångpannan är den s.k. **PFBC-tekniken** (Pressurised Fluidised Bed Combustion). Denna teknik är internationellt sett ett av huvudalternativen för renare och effektivare elproduktion från kol. Tekniken innebär att förbränningen sker under högt tryck i en fluidiserad bädd. Elenergin genereras vanligen via både en gasturbin och en ångturbin i en s.k. kombi-cykel.

PFBC-tekniken torde vara möjlig att använda också för biobränsle. En hel del utvecklingsarbete återstår dock, bl.a. för att visa hur inmatningen av bränslet skall kunna ske och hur förbränningen av biobränslet fungerar i praktiken.

De mest betydelsefulla utvecklingslinjerna tycks emellertid vara de som baseras på **förgasning** av biobränslet före förbränning i en gasturbin eller en förbränningsmotor. Liksom PFBC-tekniken är förgasning i ett internationellt perspektiv ett av huvudalternativen för framtida elproduktion med kol.

Förgasning innebär att ett bränsles innehåll av brännbar substans omvandlas vid hög temperatur från olika former av fasta ämnen (t.ex. cellulosa, lignin) till en gasblandning (kolmonoxid, koldioxid, vätgas, vattenånga m.m.). Fördelen med förgasning jämfört med förbränning är att större delen av bränslets ursprungliga energi finns kvar i form av högvärdig kemisk energi i de bildade gaserna (främst kolmonoxid och vätgas). Detta innebär att elproduktionen kan ske i en gasturbin eller en förbränningsmotor i stället för i en ångturbin. Därigenom ökar möjligheten att förbättra elverkningsgraden. Ett av problemen vid förgasning är att gasen måste renas mycket långt för att kunna utnyttjas i en gasturbin eller i en förbränningsmotor.

Gasturbindrift kräver att gasen har högt tryck, medan motordrift kan ske med gas av atmosfärstryck.

Förgasning av biobränsle vid atmosfärstryck kan redan i dag anses vara kommersiell teknik. Vid tre svenska massafabriker finns förgasare av typen CFB (cirkulerande fluidiserad bädd) för bark. Den producerade gasen används som bränsle i s.k. mesaugnar, men den kan också eldas i gaspannor.

Resultat från försök i mindre skala i Studsvik tyder på att biobränsle kan förgasas och gasen renas tillräckligt för att en dieselmotor skall kunna drivas med denna gas. Visst utvecklingsarbete återstår dock innan det är möjligt att avgöra om och i så fall när tekniken kan utnyttjas för

kommersiell elproduktion med biobränslen.

Atmosfärisk förgasning och dieselmotor torde från ekonomiska och tekniska utgångspunkter vara en teknik som är mest lämpad för elproduktion i anläggningar mindre än omkring 10 MW el. Ingen motor byggs i dag för högre axel-effekt än 10-20 MW. Önskar man en större elproduktion måste flera dieselmotorer kopplas parallellt till en gemensam förgasare. Även vid mindre effekter väljs ofta 2-3 motorer.

För elproduktion i större skala tycks **förgasning vid högre tryck** vara ett mer lovande alternativ. Gasen kan då utan mellanliggande kompression tillföras en gasturbin. För att få en högre verkningsgrad kan gasturbinprocessen kombineras med en ångturbinprocess. Därigenom erhålls en kombicykel.

I ett internationellt perspektiv är kombicykeltekniken i dag en viktig ny teknik för elproduktion. De anläggningar som byggs utnyttjar dock till helt övervägande del olja eller naturgas. Nettoelverkningsgraden för de största anläggningarna ligger i dag strax över 50 %, dvs. ett tiotal procentenheter högre än för de bästa kraftverken med enbart ångturbin.

Tekniken att förgasa vid högt tryck och därefter rena gasen är på väg att kommersialiseras för kol som bränsle. Biobränsle är generellt sett lättare att förgasa än kol. Vidare blir reningen av bränngasen enklare för biobränsle än för kol, eftersom biobränslen innehåller mindre mängd svavel.

Nettoelverkningsgraden för en anläggning på 100-200 MW tillförd effekt med biobränsleförgasare och kombicykel kan sannolikt komma att ligga i intervallet 40-45 %. Vissa bedömare anger möjliga nettoelverkningsgrader på upp mot 50 %. Osäkerheterna om teknikens möjligheter är fortfarande

förhållandevis stora.

Förgasning av bibränsle vid atmosfärstryck är som nämnts redan kommersiell teknik. Det är möjligt att **komprimera bränngasen från en atmosfärisk förgasare** så att den kan användas i en gasturbin ingående i en kombicykelanläggning med ångturbin. Beräkningar tyder på att nettoelverkningsgraden för denna typ av process kan bli nära vad som erhålls för motsvarande process för trycksatt förgasning, samtidigt som investeringsbehovet kan bli lägre.

Biobränsle är ett energimässigt lågvärdigt bränsle. En möjlighet att öka verkningsgraden är att kombinera biobränsle med något högvärdigt bränsle som naturgas eller gasol för att få högre elverkningsgrad. En sådan process brukar kallas för **hybridprocess**. Inte heller i det fallet finns någon nämnvärd praktisk erfarenhet. En nackdel är givetvis att tillgång krävs till ett fossilt bränsle.

Sammanfattningsvis kan konstateras att ingen av de tekniker som kan bli aktuella under 1990-talet ännu har passerat demonstrationsstadiet. Det är därför inte möjligt att med någon större grad av säkerhet ange investeringsbehov och elproduktionskostnad. Samtliga alternativ skulle sannolikt kräva avsevärt större investeringar än konventionell ångkraft. Baserat på mycket grova uppskattningar av investeringsbehovet blir elproduktionskostnaden för de flesta av de nya teknikerna i storleksordningen 70-80 öre per kWh, om utnyttjandetiden är omkring 6 000 timmar per år. Elproduktionskostnaden från en kraftvärmeanläggning baserad på förgasning och kombicykel beräknas bli 5-10 öre lägre per kWh el än från motsvarande kondensanläggning.

Viktiga mål för det internationella utvecklingsarbetet rörande kolteknik är att minska utsläppen av svavel och kväveoxider samt att förbättra verkningsgraden, varigenom

även utsläppen av koldioxid per producerad energienhet kan minskas. När det gäller bibränslen är förutsättningarna delvis annorlunda. Utsläppen av koldioxid från förbränning av bibränslen bidrar inte på lång sikt till ökningen av koldioxidhalten i atmosfären. Som tidigare framhållits är utsläppen av svavel vid förbränning av bibränslen låga, eftersom bränslet innehåller små mängder svavel. När det gäller utsläpp av kväveoxider finns vissa möjligheter att den nya tekniken kan ge lägre utsläpp än konventionell förbränning, såväl för bibränslen som för fossila bränslen. Beträffande utsläpp av övriga föroreningar, exempelvis kolväten, är kunskapen ännu relativt osäker.

3.1.4 Teknik som ännu befinner sig i ett tidigt utvecklingsskede

Flera tekniker för elproduktion med bibränslen finns ännu enbart på idéstadiet eller i laboratorieskala. I det följande berörs kort några nya processer som kan bli aktuella för elproduktion med bibränslen först någon gång efter sekelskiftet.

I en **hetluftturbin** (ibland kallad indirekt eldad gasturbin) tillförs värmeenergi indirekt via en värmeväxlare eller en panna till komprimerad luft. Luften får sedan expandera och avge energi som i en vanlig gasturbin. Fördelen är att mindre rena bränslen kan användas. Utvecklingen av denna teknik har hittills begränsats av materialproblem. Nya keramiska material skulle dock kunna innebära att elverkningsgraden blir av samma storleksordning som i processen med trycksatt förgasning och kombicykel, samtidigt som investeringskostnaden blir lägre.

Gasturbin med ånginjektion är i dag kommersiell för naturgas som bränsle. Tekniken innebär att vattenånga tillförs bränngasen i anslutning till gasturbinens

brännkammare, vilket betyder att en större effekt kan tas ut för att driva elgeneratorn. Gasturbinen kan på detta sätt sägas göra tjänst som en integrerad gas- och ångturbin. Därigenom minskar investeringsbehovet.

En snarlik teknik är **gasturbin med uppfuktning av kompressorluften**. Vattnet tillförs i detta fall i vätskeform till kompressorluften. Tekniken kan vara enklare och billigare än gasturbin med ånginjektion. I USA planeras för närvarande stora insatser för utveckling av denna teknik i samband med kolförgasning. Tekniken kallas där HAT-cykeln (Humid Air Turbine).

Utveckling pågår även av **nya typer av ångturbinprocesser**. En av dessa, den s.k. Kalina-cykeln, utnyttjar en blandning av ammoniak och vatten som arbetsmedium i stället för rent vatten. Teoretiska beräkningar har visat att det därigenom är möjligt att öka verkningsgraden med några procentenheter. Världens första Kalina-process provas för närvarande i en försöksanläggning på 3 MW el i Kalifornien.

Möjligheten av **direkt förbränning av biobränslet i en gasturbinbrännkammare** har också diskuterats. Detta skulle innebära att något förgasningssteg inte behövs. Teoretiskt är möjligheterna stora att i en sådan process uppnå höga elverkningsgrader. De tekniska svårigheterna är dock än så länge betydande, bl.a. vad avser inmatningen av bränslet och gasreningen före gasturbinens expansionsdel.

Utvecklingsverksamhet pågår också rörande teknik som möjliggör utnyttjande av **träpulver som bränsle i dieselmotorer**. Denna teknik har ansetts särskilt lämpad för småskaliga anläggningar.

Utvecklingen av **bränslecelltekniken** har tagit fart under de senaste åren. Det beror huvudsakligen på att man kan nå

mycket höga elverkningsgrader med naturgas som bränsle. Flera typer av bränsleceller är dock lämpade även för förgasat biobränsle, förutsatt att det visar sig möjligt att rena gasen tillräckligt långt.

3.2 Några befintliga anläggningar

3.2.1 Kraftvärmeverket i Örebro

Örebro Energi AB tog hösten 1989 i drift en fastbränslepanna med en ångeffekt på 165 MW. Pannan är en CFB-panna (cirkulerande fluidiserad bädd). Bränslet kan utgöras av kol, torv, biobränslen eller olja. Pannan är kopplad till ett äldre, oljeeldat kraftvärmeverk med eleffekten 106 MW.

3.2.2 Kraftvärmeverket i Nässjö

Nässjö kraftvärmeverk är ett exempel på ett kraftvärmeverk i mindre skala. Anläggningen, som togs i drift våren 1990, ger 20 MW värme och 9 MW el.

Anläggningen ägs av Vattenfall medan Nässjö Affärsverk svarar för drift och underhåll samt köper värme till fjärrvärmenätet.

Bränslet utgörs till omkring 70 % av biobränslen, främst skogsbränslen. Resterande del är kol.

Liksom pannan i Örebro är pannan i Nässjö av typen CFB (cirkulerande fluidiserad bädd). Investeringskostnaden för anläggningen har varit ca 150 milj.kr. Avsikten är att anläggningen på sikt skall kunna drivas utan kontinuerlig bemanning.

3.2.3 Kraftvärmeverket i Uppsala

Uppsala Energi har byggt om en oljeeldad kraftvärmeanläggning till fastbränsleeldning. Vid ombyggnaden har pannan försetts med pulverbrännare. Det ombyggda verket togs i drift år 1985, då med kol som bränsle. Verket eldas numera med torv som transporteras i briketterad form per järnväg från Härjedalen.

Med fastbränsleeldning kan anläggningen ge 190 MW värme och 120 MW el. Vid torveldning är pannverkningsgraden 92 %.

3.2.4 Kraftvärmeverket i Borås

Borås Energi har två stycken ångpannor, som byggdes om för fastbränsleeldning år 1984. De två pannorna, som är av typen rostpannor, kan tillsammans ge 130 MW värme och 45 MW el.

I dag eldas en bränsleblandning bestående av 75 % skogsbränsle och 25 % kol. Möjligheten att öka andelen bio-bränslen utreds. Som ett led i detta utredningsarbete undersöks för närvarande de tekniska och ekonomiska förutsättningarna för att torka biobränslet innan det tillförs pannan.

Borås Energi använder omkring 600 000 kubikmeter trädbränslen per år. Upptagningsområdet för trädbränslet inryms inom en cirkel med 10-15 mils radie.

4

FORSKNING, UTVECKLING OCH DEMONSTRATION

4.1

Aktörer och finansiering

I detta kapitel behandlas översiktligt den pågående forsknings- och utvecklingsverksamhet (FoU) inom landet som har betydelse för tekniken för elproduktion med bio-bränslen. Det gäller dels grundläggande FoU rörande bl.a. förbränning och förgasning dels teknikutveckling inkl. försök och demonstration i anläggningar med sikte på en kommersialisering av tekniken. FoU rörande andra delar av biobränslekedjan behandlas inte här.

Det finns ett antal aktörer med verksamhet inom det aktuella området.

Inom **universitet och högskolor** bedrivs grundläggande teknisk forskning avseende bl.a. förbränning och förgasning. Detta gäller främst vid tekniska högskolan i Stockholm (KTH), Chalmers tekniska högskola (CTH) och tekniska fakulteten vid universitetet i Lund (LTH).

Verksamheten finansieras nästan helt av staten via dels de s.k. fakultetsanslagen på utbildningsdepartementets huvudtitel dels energiforskningsprogrammet på industridepartementets - numera näringsdepartementets - huvudtitel. Detta program tillkom år 1975 och har därefter löpt i treårsperioder. Under senare år har programmet kommit att inriktas alltmer på stöd till forskning vid högskolorna. Verksamheten vid de berörda institutionerna finansieras nu till större del från programmet, vilket har gjort det möjligt att bygga upp ett antal stabila forskningsmiljöer.

Från den 1 juli 1991 har NUTEK det övergripande ansvaret för energiforskningsprogrammet. Därtill är NUTEK programorgan för bl.a. delprogrammen Förbränning och förgasning, Elproduktionsteknik och Värmeteknik.

En närmare redogörelse för energiforskningsprogrammet och för NUTEKs roll lämnas i kapitel 5. Här kan dock nämnas att det stöd som lämnas inom de tre nyssnämnda delprogrammen under den nuvarande programperioden 1990/91-1992/93 beräknas uppgå till ca 160 milj.kr., ca 90 milj.kr. resp. ca 110 milj.kr. Särskilt programmet Förbränning och förgasning är starkt inriktat på FoU av betydelse vid användning av biobränslen.

Studsvik AB - före år 1978 AB Atomenergi - hade ursprungligen till uppgift att svara för det målbundna FoU-arbetet på kärnenergiområdet. En forsknings- och försöksanläggning byggdes upp på 1950- och 1960-talen i Studsvik nära Nyköping. Förutom kärnteknisk FoU och kommersiell verksamhet på bl.a. miljö- och instrumentområdena bedrivs i dag viss icke kärnteknisk FoU, med tyngdpunkten på utveckling av teknik för inhemska bränslen. Det finns i Studsvik bl.a. ett värmelaboratorium med resurser för försök upp till pilotskala.

Studsvik AB har sedan år 1969 ägts direkt av staten genom industridepartementet. FoU-verksamheten har finansierats främst genom statsanslag, medel från energiforskningsprogrammet och uppdragsintäkter. Mot bakgrund av Studsviks otillfredsställande ekonomiska resultat har nyligen beslutats att bolaget skall struktureras om. Regeringen har fört över ägarfunktionen till Vattenfall med uppdrag att genomföra omstruktureringen. Avsikten är att de kärntekniska anläggningarna skall överlåtas till kärnkraftsproducenterna, att de kommersiellt

utvecklingsbara verksamheterna skall säljas till industriella intressenter och att fastigheter m.m. skall förvaltas av Vattenfall för statens räkning. Styrelsen för Studsvik har nu beslutat om vissa strukturförändringar, innebärande bl.a. att enheten Energi och miljö inkl. värmelaboratoriet skall läggas ned om man inte lyckas finna nya intressenter och ägarformer för verksamheten.

Numera lämnas det statliga stödet till Studsvik helt inom ramen för energiforskningsprogrammet. För treårsperioden 1990/91-1992/93 har för den icke kärntekniska delen av verksamheten avsatts 64 milj.kr. En betydande del av detta belopp används för FoU rörande förbränning och förgasning av biobränslen.

För styrningen av den statsfinansierade icke kärntekniska FoU-verksamheten vid Studsvik inrättades år 1990 ett särskilt programråd. Programrådet skall fungera som beställare av insatser och även svara för att dessa samordnas med annan FoU inom ramen för energiforskningsprogrammet m.m. Programrådet, som från den 1 juli 1991 är knutet till NUTEK, består av företrädare för bl.a. programorgan, högskolor, kraftföretag och kommuner.

Inom den statliga sektorn är också **statens vattenfallsverk (Vattenfall)** en viktig aktör på biobränsleområdet. År 1989 fattade Vattenfall beslut om att inleda en omfattande utvecklingsinsats, Projekt bioenergi. Projektets allmänna mål är att - främst genom teknikutveckling - klargöra ekonomi och potential för elproduktion och kombinerad produktion av el och värme med biobränslen i ett långt tidsperspektiv.

Projektet har delats in i tre insatsområden: omvandling till el och värme, systemstudier och bränsleproduktion. Den totala insatsen för projektet har angetts till 1 miljard

kronor. Härav beräknas ca 85 % komma att användas för demonstration och försök direkt knutna till anläggningar. Tyngdpunkten i Projekt bioenergi ligger på omvandlingsledet, men även bränslefrågorna - inkl. frågor om miljö och ekologi - har getts stor vikt.

Projekt bioenergi finansieras i huvudsak av Vattenfalls medel, även om vissa av de ingående delprojekten torde förutsätta stöd från NUTEK, SEU m.fl. De insatser som görs inom projektet skall i princip uppfylla de ekonomiska krav som ställs på Vattenfalls verksamhet i övrigt.

Den näst efter Vattenfall största kraftproducenten i Sverige, nämligen **Sydkraft AB**, har också en betydande utvecklingsverksamhet på bioenergiområdet. Verksamheten syftar till en affärsmässig produktion av el och värme ur biobränslen. De totala kostnaderna för Sydkrafts program beräknas till 500 milj.kr. under fem år. Den största insatsen avser en pilotanläggning för kraftvärme med trycksatt förgasning (se avsnitt 4.3.4).

Flera organ med anknytning främst till kraftindustrin och de kommunala energiverken ger stöd till FoU av betydelse för utveckling av teknik för biobränsleanvändning.

Kraftverksföreningens Utvecklingsstiftelse, VAST, är den icke statliga kraftindustrins organ för gemensamt tekniskt utvecklingsarbete. Bland medlemmarna ingår de större enskilda kraftproducenterna samt energiföretagen i Stockholm, Göteborg och Malmö. VAST bidrar till finansiering av verksamheten inom bl.a. Värmeforsk (se nedan). VAST är också beställare av viss högskoleforskning. Den totala insatsen uppgår till ca 15 milj.kr. om året, varav endast en mindre del avser verksamhet på biobränsleområdet.

I egen regi bedriver VAST framför allt teknisk-ekonomiska utredningar. Några sådana utredningar har gällt användning av biobränslen i el- och värmeproduktion.

Värmeverksföreningen är ett samarbetsorgan för de huvudsakligen kommunägda kraft- och värmeproducenterna i tätorter. Medlemmarnas sammanlagt 147 producerande verk svarar för nästan hela landets produktion av fjärrvärme. Flertalet verk använder bl.a. skogsbränslen, torv eller avfall.

Värmeverksföreningen ger stöd till FoU med omkring 20 milj.kr. om året. Däri ingår föreningens bidrag till Värmeforsk och det stöd som vissa medlemsföretag lämnar till SEU (se nedan). En betydande del av beloppet gäller projekt på biobränsleområdet.

Vid sidan av de gemensamma insatserna genom föreningen gör flera medlemsföretag insatser för introduktion av ny teknik vid de egna anläggningarna. Därtill kommer det bidrag till praktisk teknikutveckling som byggande och drift av biobränslebaserade verk leder till.

Stiftelsen för värmeteknisk forskning, Värmeforsk, har till uppgift att främja FoU inom energiområdet. Huvudmän är VAST, Vattenfall, Värmeverksföreningen, Svenskt Gastekniskt Centrum, Skogsindustrierna/Ångpanneföreningen, Studsvik samt ett antal företag inom den utrustningstillverkande industrin.

Värmeforsk arbetar med treåriga ramprogram, som sammanfaller i tiden med de statliga energiforskningsprogrammen. Insatserna inom biobränsleområdet görs huvudsakligen inom ett delprogram för bränsleteknik; detta innefattar också insatser för olja, kol och torv med tillhörande miljöteknik.

Verksamheten är tillämpningsinriktad och avser bl.a. mätningar, utvärderingar och försök med förbränning.

Det nu löpande ramprogrammet omfattar 44 milj.kr., varav 17 milj.kr. avser delprogrammet för bränsleteknik. Ramprogrammet finansieras av Värmeforsks huvudmän till 60 % och av statliga medel till 40 %. Den statliga andelen utgörs huvudsakligen av medel från energiforskningsprogrammet och energiteknikfonden som tillskjuts av NUTEK.

Svensk Energi Utveckling AB (SEU) bildades år 1987.

Bakgrunden var bl.a. önskemål om att kraftindustrin skulle öka sina FoU-insatser för omställning av elsystemet inför en avveckling av kärnkraften.

SEUs ägare utgörs av dels kraftföretag som bidrar ekonomiskt till verksamheten (A-aktieägare) dels fyra branschföreningar (B-aktieägare). I den första kategorin ingår Vattenfall (50 %), Sydkraft (15 %), en grupp enskilda kraftföretag (30 %) och en grupp kommunala kraftföretag (5 %). Styrelsens ordförande skall godkännas av regeringen.

SEUs uppgift är att tillsammans med ägarna initiera och ge stöd till utveckling av teknik som bedöms kunna demonstreras i full skala under 1990-talet. Verksamheten är indelad i fyra områden: miljöteknik, ny elproduktions-teknik, elintensiv industri och rationell elanvändning.

Till grund för verksamheten ligger ett konsortialavtal som gäller under en tioårsperiod till utgången av år 1996. SEU skall under perioden genomföra ett program med huvudsaklig inriktning på att stödja demonstration av ny teknik. Vid valet av projekt har möjligheterna till en kommersiell fortsättning en avgörande betydelse, liksom projektets

miljöegenskaper. Kostnaderna för programmet beräknas enligt avtalet till i medeltal 100 milj.kr. om året under de första fem åren; en ökning av medelsramen under den följande femårsperioden ställs i utsikt.

Installationer och anläggningar som tillkommer inom ramen för SEUs program skall normalt ägas och drivas av någon eller några av SEUs ägare, som då svarar för huvuddelen av finansieringen. SEUs bidrag skall begränsas till mer-kostnader, merinvestering och riskavlastning.

Hittills har SEU gett stöd till ett hundratal projekt hos sina ägare. Den sammanlagda investeringen i dessa projekt har uppgått till ca 1,9 miljarder kronor, varav SEU har svarat för ca 250 milj.kr. Ett antal projekt som gäller elproduktion med biobränslen har fått stöd. Några av dessa projekt redovisas i avsnitt 4.3.

Beslut om stöd fattas av SEUs styrelse. Besluten föregås av teknisk beredning i referensgrupper med företrädare för ägarföretagen. I referensgruppen för elproduktions- och miljöteknik är också NUTEK representerat. I viss utsträckning är SEUs projekt samfinansierade med NUTEK. Därvid kan den statliga insatsen - som inriktas främst mot forskningsdelen av projekten - utgöras av medel från energiteknikfonden eller det särskilda investeringsstödet för biobränslekraftvärme (se kapitel 5). I sådana fall deltar NUTEK i styrgruppen för resp. projekt.

Den **utrustningstillverkande industrin** inom det aktuella området - dvs. utrustning för förbränning och förgasning avsedd för elproducerande anläggningar - utgörs av två företag, nämligen ABB STAL AB och Generator AB.

ABB STAL ingår i den svensk-schweiziska ABB-koncernen. Företaget har i dag en utveckling och marknadsföring av koleldade ångpannor med s.k. fluidbäddar. Tekniken kan i princip överföras till biobränsleeldning, men något mer omfattande utvecklingsarbete med denna inriktning pågår inte. Skälet härtill torde vara att det saknas en tillräcklig internationell marknad.

Generator, som numera ingår i den norska Kvaernerkoncernen, har levererat över 150 ångpannor som eldas med biobränslen. Det pågår ett betydande utvecklingsarbete i syfte att förbättra verkningsgrad och miljöegenskaper. Enligt uppgift är biobränsleteknik ett prioriterat område inom Generator.

Därjämte finns ett antal mindre företag som marknadsför utrustning för förbränning av biobränslen för småskalig värmeproduktion (mindre än 20 MW). Utvecklingsverksamheten hos dessa företag är i dag låg beroende främst på en stagnerad marknad.

4.2 Grundläggande teknisk forskning och utveckling

Forskning om **förbränningsteknik** bedrivs vid flera universitet och högskolor. Forskningen är till sin natur tvärvetenskaplig och spänner över flera av de traditionella ämnesgränserna. Vid KTH, CTH och LTH har man därför bildat särskilda organ för samarbete inom förbränningsområdet.

Forskningen är i många fall av mycket grundläggande karaktär och har bäring på förbränning av alla slags bränslen. Denna forskning finansieras till huvuddelen från energiforskningsprogrammet. Under löpande treårsperiod beräknas insatsen till ca 45 milj.kr.

Den tillämpade förbränningstekniska forskningen, som omfattar forskning relaterad till praktisk

förbränningsteknik, finansieras också till stor del från energiforskningsprogrammet. Insatsen från programmet beräknas till 50 milj.kr. under treårsperioden. Områden av intresse är bl.a. fluidiserad förbränning, pulverförbränning och materialteknik. Forskningen har en tydlig inriktning på miljöfrågor.

Vid CTH finns en 8 MW forskningspanna baserad på fluidiserad förbränning som kan användas för försök med biobränslen.

Forskning rörande **förgasningsteknik** är inriktad på förståelse av delprocesserna pyrolys (termisk nedbrytning av biobränslet) och förgasning av kolåterstoden. Också nedbrytning av tjära som bildas vid pyrolysen ägnas stort intresse.

Förgasningsteknisk forskning inriktad på biobränslen bedrivs av forskargrupper vid KTH och LTH. En omfattande utrustning för försök har byggts upp. Verksamheten har under lång tid finansierats från energiforskningsprogrammet. Sydkraft bidrar till finansieringen av verksamheten vid LTH.

Också vid Studsvik bedrivs forskning om förgasning av biobränslen, med särskild inriktning på nedbrytning av tjära och rening av gas. Denna verksamhet finansieras från energiforskningsprogrammet genom såväl Studsviks basanslag som särskilda projektanslag från NUTEK. Verksamheten utgör bl.a. ett underlag för den experimentella verksamheten i Studsvik (se nästa avsnitt).

Inom området **elproduktionsteknik** bedrivs FoU i första hand av de kommersiella aktörerna, dvs. kraftföretagen, direkt eller genom SEU, VAST m.fl. organ. Också den

utrustningstillverkande industrin bedriver viss FoU på området.

De statliga stödet inom ramen för energiforskningsprogrammet syftar till att bygga upp baskompetens och komplettera företagens insatser. Stöd lämnas bl.a. till FoU rörande miljöskyddande teknik och utveckling av småskaliga system för el- och värme-produktion, bl.a. med biobränslen.

Också inom området **värmeteknik** finansieras FoU i stor utsträckning av de kommersiella aktörerna, bl.a. genom Värmeforsk. Statligt stöd lämnas dock till insatser inom delar av området.

4.3 Pilot- och demonstrationsprojekt

4.3.1 Förgasningsprojekt i Studsvik

Försök i laboratorie- och pilotskala med förgasning av biobränslen har bedrivits i Studsvik under lång tid. Verksamheten har finansierats till viss del genom statsanslagen till Studsvik. I flertalet projekt har Studsvik samarbetat med kraftföretag eller industriföretag med intresse av att kommersialisera resp. teknik. Studsvik har också haft egen marknadsföring av ny teknik genom försäljning av licenser m.m. Förgasningstekniken har beskrivits i avsnitt 3.1.3.

Under åren 1980-1987 utförde Studsvik ett omfattande FoU-arbete avseende **trycksatt förgasning** av biobränslen. I syfte att producera metanol via syntesgas utvecklades den s.k. MINO-tekniken, och en pilotanläggning byggdes. En vidareutveckling av denna teknik för elgenerering i kombi-cykel studerades. Anläggningen fick läggas i malpåse år 1986 eftersom det föreslagna utvecklingsprogrammet inte

kunde finansieras. Det kunnande som byggdes upp har dock senare i viss omfattning kunnat utnyttjats för uppdrag åt Vattenfalls VEGA-projekt (se avsnitt 4.3.4).

Sedan år 1986 har Studsvik arbetat framför allt med teknik för elproduktion baserad på **atmosfärisk förgasning** av biobränslen. Syftet är att få ett högt elutbyte även vid anläggningar i relativt liten skala. Under åren 1986-1990 genomfördes försök i pilotskala med framställning av renad biogas för dieselmotordrift. Försöken genomfördes i samarbete med Vattenfall och en motortillverkare, Hedemora AB, och under medverkan av dåvarande statens energiverk, SEU och Hedemora kommun. Försöken avbröts beroende bl.a. på att Vattenfall bedömde att tekniken inte skulle bli konkurrenskraftig jämfört med konventionell eller ny ångturbinteknik i de effektlägen över 20 MW el som är mest intressanta för Vattenfall.

Nu pågår studier och försök rörande en process där gasturbiner i stället för dieselmotorer används för elgenereringen. Studsvik bedömer att denna teknik är lämplig inom ett brett skalintervall från 30 MW till minst 150 MW bränsle. På uppdrag av Gullspångs Kraft AB har utförts en förstudie av en demonstrationsanläggning för kraftvärme- och mottrycksproduktion med en effekt av ca 50 MW bränsle. Gullspång genomför för närvarande en förprojektering av anläggningen i syfte att få fram underlag för ett investeringsbeslut under första halvåret 1992. Elproduktionskostnaden för detta projekt bedöms kunna bli konkurrenskraftig i jämförelse med konventionell teknik.

Tekniken med atmosfärisk förgasning bearbetas nu vidare med inriktning på avfall som bränsle. På licens från Studsvik har i Italien uppförts en demonstrationsanläggning med två 15 MW förgasare. Tillsammans med bl.a. Stockholm Energi och

ABB Fläkt AB vidareutvecklar Studsvik med stöd från NUTEK och SEU denna teknik för större avfallsbaserade anläggningar (50-100 MW).

4.3.2 Projekt med träpulver som bränsle

Under många år har studier pågått av möjligheterna att använda träpulver som bränsle vid motor- eller turbindrift.

Vid KTH bedrivs ett projekt för utveckling och demonstration av teknik för direkteldning av gasturbiner med träpulver. Projektet finansieras från NUTEK.

Vid CTH har arbete länge pågått med konvertering av dieselmotorer för drift med kemiskt försprödat träpulver. Detta arbete ligger till grund för ett förslag till pilotprojekt som nyligen har lagts fram av SLR Energi. Projektet innefattar bl.a. framställning av träpulver, konvertering av en dieselmotor och drift av motorn i en generatoranläggning, varvid producerad el levereras till lokala förbrukare. SLR har hos NUTEK ansökt om bidrag till sådant projekt, som är kostnadsberäknat till ca 30 milj.kr. Projektet är avsett att utgöra ett steg mot utveckling av system för omfattande småskalig elproduktion.

4.3.3 Sydkrafts förgasningsprojekt i Värnamo

Sydkraft har tillsammans med det finska företaget Ahlström Oy arbetat med utveckling av en teknik för trycksatt förgasning av biobränslen med hetgasrening och elproduktion i en gaskombicykel. Våren 1991 beslöt Sydkraft att uppföra en demonstrationsanläggning med denna teknik i Värnamo. Anläggningen skall ge 6 MW el och 10 MW värme.

Huvudsyftet med anläggningen är att verifiera kostnader för bl.a. drift och underhåll samt investeringskostnader för

kommersiella anläggningar. Anläggningen har nyligen börjat byggas, och driftsstart beräknas till våren 1993.

Den totala investeringskostnaden för anläggningen beräknas till 260 milj.kr. SEU bidrar med högst 45 milj.kr., medan staten genom NUTEK lämnar stöd i olika former med totalt 53 milj.kr.

Sydskraft och Ahlströms skall samarbeta inom ett samägt bolag för vidareutveckling och internationell marknadsföring av tekniken.

4.3.4 Aktuella kraftvärmeprojekt inom Vattenfall

Inom Vattenfalls Projekt bioenergi har bedrivits brett upplagda studier av olika tekniker för elproduktion med biobränslen. Inriktningen har varit att få fram några alternativ som har förutsättningar att i framtida kommersiell skala uppnå prestanda och kostnader som är jämförbara med koleldade anläggningar. Viktiga faktorer vid bedömningen har varit bl.a. elverkningsgrad, tillgänglighet och miljödata.

Under det senaste året har förstudier utförts med sikte att få fram underlag för beslut om valet av teknik för demonstration. I samtliga fall gäller det kraftvärmeprojekt. Resultatet av dessa studier kan sammanfattas enligt följande.

Trycksatt förgasning med kombicykel bedöms nu som det mest lovande alternativet. Elverkningsgraden beräknas till över 40 % för kraftvärme och över 45 % för kondens. Elproduktionskostnaden bedöms bli 5-10 öre per kWh lägre än för konventionell teknik för biobränslen. Dessa värden är betydligt bättre än som tidigare antagits. Vattenfall har

därför beslutat att driva denna utvecklingslinje vidare i ett projekt benämnt VEGA.

En ansökan om "maximalt stöd" har nyligen ingetts till NUTEK för en demonstrationsanläggning avsedd att lokaliseras i en kommun med lämpligt värmeunderlag. Anläggningen beräknas ge 65 MW värme och 60 MW el, varvid 140 MW biobränsle förbrukas. Avsikten är att projektering och uppförande skall ske åren 1991-1996, varefter fem års demonstrationsdrift behövs innan anläggningen kan tas i kommersiell drift. Investeringskostnaden beräknas till 1 400 milj.kr. Härav kan enligt Vattenfall endast 250 milj.kr. förräntas med de förutsättningar i fråga om elpriser och bränslepriser som gäller i dag.

Frågor om val av industriella samarbetspartners för VEGA-projektet och om lokalisering av anläggningen är alltså oavgjorda. Vattenfall arbetar nu för att få fram underlag för ett investeringsbeslut i maj 1993.

Vidare har studerats ett projekt - ADA - som bygger på konventionell **CFB-teknik med avancerad ångcykel** optimerad för biobränslen. Detta projekt innebär ett lägre tekniskt risktagande än VEGA, men det ger också betydligt sämre verkningsgrad. Vattenfall har beslutat att driva projektet vidare endast om staten lämnar så stort stöd att Vattenfall endast marginellt behöver lämna utvecklingsstöd.

Ett tredje projekt - HYDRA - är en **hybrid CFB-gasturbin** där ångcykeln bygger på biobränslen och gasturbinen drivs med naturgas eller gasol. Kombinationen ger ett högre elutbyte än om bränslena används var för sig, och risktagandet bedöms lägre än för VEGA. En anläggning måste givetvis lokaliseras så att såväl biobränslen som naturgas eller gasol kan tillföras. Vattenfall kommer att fortsätta

studierna av detta projekt och undersöka stödmöjligheterna med sikte på beslut om förprojektering i höst.

För de tre här angivna projekten beräknas produktionskostnaden år 2000 vid kommersiella anläggningar för kraftvärme till 40-50 öre per kWh el.

4.3.5 Projekt inom skogsindustrin

I dag förekommer mottrycksproduktion av el med biobränslen vid ett antal massafabriker och andra processanläggningar inom skogsindustrin. Flera projekt tar sikte på ett förbättrat utnyttjande av värmeunderlaget i sådana anläggningar för elproduktion.

Ett projekt avser demonstration av småskalig kraftvärme vid ett sågverk i Malå, Malå Trä AB. I samband med ett pannbyte har anläggningen försetts med en turbingenerator på 3 MW el. Merkostnaden för elproduktionsmöjligheten uppgår till 22 milj.kr. Projektet genomförs i samarbete med Skellefteå Kraft AB. SEU bidrar med högst 5,5 milj.kr.

Vattenfall och Holmen Papper AB genomför med bidrag från SEU en förstudie av möjligheterna till utbyggnad av el- och värmeproduktion i samband med en tänkt investering i en ny pappersmaskin vid Bravikens pappersbruk. Denna studie väntas föreligga inom kort.

Inom ramen för Vattenfalls Projekt bioenergi har gjorts en studie om elutbytet vid förbränning av svartlutar. Vattenfall bedömer denna teknik som en tänkbar affärsidé vid samverkan med företag inom massaindustrin. Dock avser Vattenfall inte att satsa av sina medel för demonstration på en utveckling av tekniken.

4.3.6 Vissa SEU-projekt

Förutom i de projekt som redan nämnts medverkar SEU i tre projekt för elkonvertering av hetvattencentraler. I Hudiksvall byggs en hetvattenpanna om till ångpanna och kompletteras med en ångturbin. I Sandviken och Eskilstuna kompletteras befintliga hetvattenpannor för inhemska bränslen med gasturbiner - i Sandviken även med en ångturbin - med liknande inriktning som i Vattenfalls HYDRA-projekt, fast i mindre skala.

5 NUVARANDE STATLIGT STÖD

5.1 Energiforskningsprogrammet

Den statligt finansierade energiforskningen har sedan år 1975 bedrivits i form av treåriga program. Nuvarande energiforskningsprogram, som är det sjätte i ordningen, beslutades av riksdagen våren 1990 (prop. 1989/90:90, NU40, rskr. 337). Det omfattar perioden den 1 juli 1990-den 30 juni 1993.

Enligt riksdagens beslut skall tyngdpunkten i energiforskningsprogrammet vara att stödja sådan teknik som kan komma till praktisk användning efter år 2000. Härvid bör energiforskningsprogrammet fylla tre huvuduppgifter, nämligen

- uppbyggnad av baskompetens
- forskning för att underlätta omställningen av energisystemet vid kärnkraftsavvecklingen samt
- forskning för att möjliggöra en anpassning av energisystemet till ökade miljö- och klimathänsyn.

Energiforskningsprogrammet är således inriktat mot grundforskning och långsiktigt tillämpad forskning. Stöd från programmet kan lämnas som bidrag, lån, beställning eller i annan lämplig form med hänsyn till syftet med stödet.

Energiforskningen under innevarande treårsperiod bedrivs dels i form av ett huvudprogram med medel anvisade under näringsdepartementets huvudtitel, dels i form av integrerade insatser med medel anvisade under andra departements huvudtitlar. För budgetåret 1991/92 har riksdagen anvisat 355,6 milj.kr. för huvudprogrammet.

Från den 1 juli 1991 har NUTEK det övergripande ansvaret för energiforskningsprogrammet.

Huvudprogrammet är uppdelat i olika teknikområden. De teknikområden som närmast berör produktion och användning av biobränslen är bränsleteknik, förbränning/förgasning, elproduktionsteknik och energiteknik inom industrin.

Inom **bränsleteknikområdet** lämnas stöd till forskning och utveckling som rör produktion och distribution av trädbränslen, energiskog och andra energigrödor, torv, kol, avfall och biogas. Viss forskning rörande omhändertagande och återanvändning av askor ingår också. Miljöaspekterna på produktion och distribution av bränslen tillmäts stor betydelse.

Förbrännings- och förgasningsprogrammen har tidigare varit inriktade mot alla typer av bränslen. Under senare år har programmen allt mer kommit att behandla frågor som hänger samman med förbränning och förgasning av biobränslen.

Inom forskningsområdet **elproduktionsteknik** stöds forskning och utvecklingsarbete rörande produktion av el från bl.a. biobränslen. Verksamheten har en nära koppling till förbrännings- och förgasningsområdet. Några viktiga tekniska utvecklingslinjer med anknytning till elproduktionsområdet, som erhåller stöd från energiforskningsprogrammet, är

- förgasningsteknik för el- och värmeproduktion med biobränslen och avfall
- kraftvärmeteknik baserad på kolvmotorer och gasturbiner för gasformiga bränslen samt direktförbränning av biobränslen
- metoder för analys och optimering för olika värmekraftssystem, främst i samband med kraftvärme
- komponentutveckling för ny elproduktionsteknik (brännkammare, turbiner m.m.)
- högtemperaturmaterial avsedda för gas- och ångturbiner
- analyser avseende nya och avancerade arbetscykler för kraft- och kraftvärmeprocesser.

Inom området **energiteknik inom industrin** inriktas en väsentlig del av ansträngningarna på en förbättring av pappers- och massaindustrins energianvändning. Denna industri har redan i dag en stor användning av biobränslen såsom lutar och bark. Vidare finns i denna bransch möjligheter till ökad mottrycksproduktion av el med biobränslen.

5.2 Energiteknikfonden

Energiteknikfonden inrättades den 1 juli 1988 (prop. 1987/88:90, NU40, rskr. 375). Stöd ur fonden lämnas för att utveckla eller förbereda kommersiell introduktion av ny energiteknik eller ny miljöskyddsteknik. Fonden utgör således ett komplement till energiforskningsprogrammet i den senare delen av utvecklingsprocessen.

Energiteknikfonden tillförs för närvarande medel som motsvarar 10 kr. per kubikmeter olja av den allmänna energiskatten på oljeprodukter. Med nuvarande oljeförbrukning motsvarar detta ett tillflöde på 70-75 milj.kr. per år. Dessutom tillförs fonden 110 milj.kr. per budgetår under fem år fr.o.m. budgetåret 1991/92 via ett anslag på statsbudgeten (prop. 1990/91:88, NU40, rskr. 373).

NUTEK har ansvaret för huvuddelen av stödgivningen ur fonden. Statens naturvårdsverk beslutar dock om stöd till ny miljöskyddsteknik utanför energiområdet. Transportforskningsberedningen beslutar om stöd till utvecklings- och demonstrationsprojekt rörande användning av motoralkoholer.

Stöd ur fonden kan lämnas i form av bidrag, villkorliga bidrag, lån och lånegarantier. Stöd kan lämnas med högst 50 % av investeringskostnaden. Stöd med så mycket som 50 % lämnas dock bara undantagsvis. Vid bedömning av stödets storlek i enskilda projekt tar NUTEK bl.a. hänsyn till hur

långt den tekniska utvecklingen har kommit, vilka kostnader och vilka risker som är förenade med projektet, projektets lönsamhet och antalet finansiärer.

Stöd ur energiteknikfonden kunde tidigare lämnas främst till uppförande av anläggningar och genomförande av enskilda projekt. Sedan den 1 juli 1991 finns möjlighet att erhålla stöd även för kollektivforskning och programorienterad verksamhet. Sådana stödberättigade program genomförs i samarbete mellan den stödgivande myndigheten och övriga aktörer, exempelvis utrustningstillverkare, energibolag, kommuner eller den energianvändande industrin.

5.3 Stöd till kraftvärmeproduktion med biobränslen

Riksdagen beslutade i juni 1991 om ett stöd för att främja investeringar i anläggningar för kraftvärmeproduktion med biobränslen och för att förbättra konkurrenskraften för befintlig biobränslebaserad kraftvärme (prop. 1990/91:88, NU40, rskr. 373). Detta stöd, liksom det i föregående avsnitt nämnda tillskottet av anslagsmedel till energiteknikfonden, ingick som ett led i energiöverenskommelsen.

Stödsystemet, som administreras av NUTEK, trädde i kraft den 1 juli 1991 och är avsett att gälla under en femårsperiod.

Statsmakternas beslut om stödet motiverades delvis av att biobränslen har mindre skattemässiga fördelar vid kraftvärmeproduktion än vid ren värmeproduktion. Koldioxid-skatten har en mindre styrverkan för bränslevallet vid kraftvärmeproduktion än vid ren värmeproduktion, eftersom denna skatt får dras av vid produktion av beskattad el. Dessutom får sedan den 1 juli 1991 den allmänna energiskatten på insatt bränsle dras av vid kraftvärmeproduktion, vilket försämrar biobränslenas konkurrenskraft (se avsnitt 2.4.4).

Investeringsstödet för anläggningar för kraftvärme-
produktion med bibränslen lämnas i form av ett bidrag på
4 000 kr. per kW installerad eleffekt. En förutsättning är
att anläggningen har beställts tidigast den 20 februari
1991. Om anläggningen har beställts under perioden den 1
juli 1990-den 19 februari 1991 kan bidrag lämnas med 1 500
kr. per kW installerad eleffekt.

Bidrag kan också lämnas för ombyggnad av befintliga
värmeverk och fossilbränslebaserade kraftvärmeverk till
anläggningar för kraftvärmeproduktion med bibränslen.
Bidrag kan i sådana fall lämnas med 25 % av investerings-
kostnaden, dock högst 4 000 kr. per kW installerad
eleffekt.

För att säkerställa en fortsatt användning av bibränslen i
kraftvärmeanläggningar i vilka bibränslen används redan i
dag kan stöd lämnas i form av ett engångsbidrag på 1 000
kr. per kW installerad eleffekt. Tidigare erhållet statligt
stöd skall räknas av. Anläggningen skall ha beställts under
perioden den 1 januari 1985-den 30 juni 1990. En förut-
sättning är vidare att anläggningsägaren förbinder sig att
under minst fem år ha en faktisk användning av bibränslen
på minst 85 % av den totala bränsleförbrukningen i pannan.

För stödet till kraftvärmeproduktion med bibränslen har
avsatts 1 000 milj.kr. under en femårsperiod. Medlen
anvisas i form av årliga anslag över statsbudgeten på 200
milj.kr. per budgetår fr.o.m. budgetåret 1991/92.

Preliminära prognoser som gjorts inom NUTEK tyder på att
anspråken på detta stöd kommer att överstiga tillgängliga
medel.

5.4 Administration och samordning av stöden

I proposition 1990/91:88 om energipolitiken anförde
föredragande statsrådet (s. 64) att stödet ur energi-

teknikfonden även i fortsättningen bör kunna lämnas med högst 50 % av investeringskostnaden. Stödregler med denna utformning ligger bl.a. väl i linje med de principer för stödgivning som finns inom EG, framhölls det. Dock angavs att energiforskningsprogrammet undantagsvis bör kunna komplettera energiteknikfonden så att den totala stödnivån uppgår till 100 %.

Ett exempel på att flera stödprogram har kombinerats är Sydkrafts demonstrationsanläggning i Värnamo för förgasning av biobränslen. NUTEK har nyligen fattat beslut om att stödja detta projekt såväl via energiteknikfonden (avsnitt 5.2) som via kraftvärmestödet (avsnitt 5.3). Skälet till att stöd lämnas från två program är att tekniken som skall användas är ny och ännu inte demonstrerad i full skala. Värnamoprojektet har också fått stöd från SEU.

Till Värnamoprojektet kommer enligt planerna att med stöd från NUTEK, Sydkraft m.fl. knyts ett forskningsprogram vid bl.a. högskolan i Lund. Syftet är att inom landet bygga upp en mer djupgående kunskap om den aktuella förgasningsprocessen och att skapa förutsättningar för en vidareutveckling av tekniken.

Det är förhållandevis vanligt att ett projekt stöds med såväl statliga medel som medel från SEU. Enligt vad som framgått tidigare är det - helt i enlighet med statsmakternas intentioner - mer ovanligt att ett projekt får stöd från flera olika statliga program.

Sammanfattningsvis finns följande statliga stödsystem för biobränsleteknik:

	<u>milj.kr/år</u>	<u>anm.</u>
Energiforsknings- programmet	355,6	Beloppet avser budgetåret 1991/92. Medlen avser all slags energiteknik, biobränsleteknik utgör endast en del.
Energiteknikfonden	ca 185	Beloppet gäller under fem budgetår fr.o.m. 1991/92. Medlen avser all slags energiteknik, biobränsleteknik utgör endast en del.
Stöd till kraft- värmeproduktion med biobränslen	200	Beloppet gäller under fem budgetår fr.o.m. 1991/92.

6 ÖVERVÄGANDEN OCH FÖRSLAG

6.1 Utgångsläget

Vi har bedömt att den del av vårt uppdrag som skall redovisas nu gäller enbart överväganden och förslag om samordning och förstärkning av pågående utvecklingsinsatser rörande elproduktion med biobränslen. Detta innefattar bl.a. frågan om användningen av de medel - i direktiven angivna till 625 milj.kr. - som beräknades för ändamålet i den s.k. energiöverenskommelsen.

Vi har sett kravet på redovisning med förtur av dessa frågor som uttryck för en önskan om att biobränslenas potential att bidra till elbalansen skall klarläggas så snart som möjligt. Bakgrunden härtill är givetvis den förestående omställningen av elsystemet. Denna innebär att omkring hälften av den nuvarande produktionskapaciteten måste ersättas genom elhushållning, konvertering eller utbyggnad av ny kapacitet.

Med hänsyn till den tid som har stått till förfogande har vi i denna etapp av vårt arbete tagit fram endast sådant underlag som har direkt bäring på frågan om utveckling av teknik för elproduktion med biobränslen. Andra frågor som berörs i direktiven avser vi att behandla i vårt slutbetänkande.

I kapitlen 2-5 har vi sökt att beskriva utgångsläget för en förstärkt insats för utveckling av teknik för elproduktion med biobränslen. Här skall pekas på några omständigheter som har haft betydelse för våra överväganden.

En väsentlig fråga är den framtida **marknadspotentialen för biobränslebaserad elproduktion**. Antaganden härom måste

läggas till grund för de beslut som fattas av olika aktörer om utvecklingsinsatsernas inriktning, omfattning och tidsplan.

Av kapitel 2 framgår att den nuvarande användningen av biobränslen har sin tyngdpunkt inom skogsindustrin, där avlutar och andra biprodukter länge har använts internt inom företagen bl.a. för mottrycksproduktion av el. Om man ser till biobränslen som säljs på marknaden är emellertid den största användaren de kommunala energiverken. Användningen av biobränslen, främst i form av flis, inom kommunernas fjärrvärme- och kraftvärmeproduktion uppgår till 4-5 TWh om året. Biobränslena svarar för ca en tiondel av den tillförda energin inom denna sektor. Avfall har ungefär lika stor andel, medan torvbränslenas andel är något mindre. I de för närvarande 18 kommuner som har kombinerad el- och värmeproduktion i kraftvärmeverk svarar dock fossila bränslen, främst kol, för nästan hela elproduktionen i dessa anläggningar.

Det finns möjligheter till ökad användning av biobränslen för mottrycksproduktion inom skogsindustrin. Potentialen för ökning finns dock framför allt inom den kommunala kraftvärmeproduktionen. Möjligheterna att den kan realiseras beror i första hand på två faktorer: om det nuvarande och tillkommande värmeunderlaget i kommunerna utnyttjas för kraftvärmeproduktion, och om biobränslena därvid kan konkurrera med andra energibärare.

Utnyttjandet av potentialen för kraftvärmeproduktion styrs väsentligen av läget på elmarknaden. I dagsläget saknas det förutsättningar för betydande utbyggnader av ny kraftvärmekapacitet beroende främst på den starka kraftbalansen och ett relativt lågt råkraftpris. Detta gäller all utbyggnad av kraftvärme, dvs. även sådan som baseras på användning av fossila bränslen.

Biobränslenas framtida konkurrenskraft är beroende av såväl utvecklingen av anläggningskostnader och bränslepriser relativt andra bränslen som förändringar i skatte- och avgiftsnivåer. Dessa nivåer är i sin tur avhängiga av värderingen av bränslenas miljöeffekter, främst såvitt gäller utsläppen av koldioxid. Sannolikt kommer produktionskostnaden för biobränslen under överskådlig tid att ligga över de internationella marknadspriserna på fossila bränslen. Därav följer ett starkt beroende av politiska beslut om beskattning m.m. i Sverige. Även små ändringar i skattesystemet kan få vittgående konsekvenser för biobränslenas konkurrenskraft. Efter en svensk EG-anslutning kommer givetvis de regler för energiskatter och miljöavgifter som utformas inom EG att få stor betydelse.

I vår andra arbetsetapp kommer vi att närmare beskriva och analysera bl.a. marknadsvillkoren för biobränslen. Vi kommer därvid att överväga behovet av åtgärder för att stärka biobränslenas konkurrenskraft speciellt vid kraftvärmeproduktion. Vid en långsiktig bedömning måste också frågan om tillgången på biobränslen uppmärksammas. I denna fråga kan vi stödja oss bl.a. på det pågående arbetet inom 1990 års skogspolitiska kommitté.

I kapitel 3 har vi sökt att ge en bild av nuvarande och framtida **teknik för elproduktion med biobränslen**. Det framgår att konventionell ångkraftteknik med biobränslen som bränsle är väl beprövad. Den används i dag i ett flertal mottrycksanläggningar inom skogsindustrin och även i några kommunala kraftvärmeverk. Nuvarande teknik ger dock höga investeringskostnader vid nyanläggningar, jämfört med fossilbränslebaserade anläggningar.

För närvarande pågår en internationell utveckling av ett antal tekniker för elproduktion baserade främst på förgasning, gasturbinteknik och kombicykelteknik. Dessa

tekniker har utvecklats i första hand för fossila bränslen men de kan anpassas även för biobränslen. Man räknar med att de skall bli tillgängliga under 1990-talet, men de har ännu inte passerat demonstrationsstadiet. De väntas kunna ge en väsentligt bättre elverkningsgrad vid kraftvärme- eller mottrycksproduktion med biobränslen än dagens ångkraftteknik. Det är emellertid inte säkert att investeringskostnaden eller kostnaden per producerad kWh el blir lägre. Motivet för att satsa på demonstration av dessa tekniker är främst att de kan utgöra steg mot utveckling av ännu mer avancerade tekniker som i dag befinner sig på idéstadiet men som i framtiden kan komma att innebära ett ekonomiskt genombrott för användning av biobränslen för elproduktion.

I kapitel 4 har vi redogjort för pågående **forskning, utveckling och demonstration** inom landet av betydelse för utvecklingen av teknik för elproduktion med biobränslen.

Den grundläggande och tillämpade tekniska forskningen och utvecklingen rörande bl.a. förbrännings- och förgasningsteknik är förlagd i huvudsak till de tekniska högskolorna samt till Studsvik, där vissa experimentella resurser har byggts upp. Utvecklingsarbete, inkl. viss tillämpad forskning, bedrivs i första hand av de kommersiella aktörerna, dvs. kraftföretag, kommunala energiverk, skogsindustriföretag och företag inom den utrustnings-tillverkande industrin. Dessa aktörer samverkar i olika organ med uppgift att främja teknisk forskning och utveckling av intresse för resp. huvudmän; exempel på sådana organ med viss verksamhet på biobränsleområdet är SEU, VAST och Värmeforsk.

De största utvecklingsinsatserna görs för närvarande av Sydkraft och Vattenfall. Dessa insatser är inriktade på demonstration av teknik för elproduktion med biobränslen.

med sikte på att verifiera prestanda för kommersiella anläggningar, i första hand i kraftvärmeutförande.

Sydskraft har redan börjat uppföra en demonstrationsanläggning i Värnamo baserad på trycksatt förgasning med kombicykel. Vattenfall har inom ramen för ett brett upplagt program - Projekt bioenergi - bedrivit förstudier av flera tekniker. Dessa studier har resulterat i att även Vattenfall bedömer tekniken med trycksatt förgasning som mest lovande. Man arbetar nu vidare med ett projekt - kallat VEGA - kring en stor demonstrationsanläggning med sikte på beslut om investering år 1993. Också några alternativa tekniker studeras. Dessa innebär mindre tekniska risker, men de har inte samma potential för högre effektivitet.

Sydkrafts och Vattenfalls val av samma teknik, dvs. trycksatt förgasning med kombicykel, torde grundas på att denna teknik bedöms ge ett förhållandevis högt elutbyte och goda miljövärden samt att den på sikt bedöms kunna bli konkurrenskraftig. För vissa delar av tekniken krävs betydande fortsatta utvecklingsinsatser.

Investeringskostnaderna för de två aktuella anläggningarna beräknas bli höga. För Sydkrafts demonstrationsanläggning i Värnamo beräknas kostnaden till 260 milj.kr., medan kostnaden för det betydligt större VEGA-projektet beräknas till 1 400 milj.kr. Endast en mindre del av kostnaderna för dessa projekt väntas kunna förräntas.

Ett genomförande av projekten förutsätter nära samarbete med kompetenta leverantörer av utrustning. Sydskraft har redan valt partner, det finska företaget Ahlström. Vattenfall förhandlar nu med såväl svenska som utländska leverantörer.

Tekniken med trycksatt förgasning anses lämpad för kommersiell användning främst i ganska stora anläggningar, 100 MW tillfört bränsle eller större. Tekniken kräver alltså i kraftvärmeutförande att det finns ett relativt stort värmeunderlag i form av t.ex. ett kommunalt fjärrvärmenät. Vid kondensutförande eller kondens med viss värmeavtappning, s.k. kondenssvans, gäller inte detta.

Det pågår utveckling även av tekniker som är lämpade för mindre anläggningar. Studsvik har studerat och utfört försök med en teknik baserad på atmosfärisk förgasning som i kombi-cykel med gasturbin skulle kunna tillämpas kommersiellt i storlekar från ca 30 MW bränsle och uppåt.

Exempel på nya småskaliga tekniker är direkteldning av gasturbiner eller dieselmotorer med träpulver. Ingen av dessa tekniker har dock ännu provats i pilotskala. Däremot bedrivs viss forskning i Sverige.

I kapitel 5 har vi redogjort för **det statliga finansiella stödet** till utveckling av teknik för biobränsleanvändning. Sådant stöd har sedan år 1975 lämnats inom ramen för energiforskningsprogrammet och - för den senare delen av utvecklingsprocessen - sedan år 1988 från energiteknikfonden. Sedan den 1 juli 1991 finns också ett stöd för att främja investeringar i anläggningar för kraftvärmeproduktion med biobränslen. Investeringsstödet skall lämnas under en femårsperiod.

De statliga stödsystemen administreras av NUTEK. I viss utsträckning kan stöden kombineras. Det förekommer också kombinationer av stöd från NUTEK och från SEU när det gäller demonstration av teknik i anläggningar. Värnamo-projektet utgör ett exempel härpå.

Sammanfattningsvis görs det alltså redan stora insatser för utveckling av teknik för elproduktion med biobränslen. Det grundläggande forsknings- och utvecklingsarbetet har pågått under lång tid, huvudsakligen med statlig finansiering. De två största kraftföretagen sätter nu in stora resurser på demonstration av teknik baserad på trycksatt förgasning med sikte på kommersiell tillämpning i stora kraftvärme- och kondensanläggningar. Tekniken är dock långtifrån färdigutvecklad, och de aktuella projekten är förenade med avsevärda risker. Fortsatta utvecklingsinsatser kommer att krävas, och stödbehoven är stora.

6.2 Huvudinriktningen av det särskilda stödet

Vi har övervägt frågan om inriktningen av det särskilda stöd till biobränsleutveckling som ingick i energiöverenskommelsen.

Vi finner det uppenbart att huvudsyftet med stödet är att användningen av biobränslen i elproduktionen skall främjas. Stödet skall medge en snabbare kommersialisering av tekniken härför än vad som vore möjligt utan stöd. Vad det är fråga om är i första hand att staten skall lyfta av en del av risken för de företag som är beredda att satsa på demonstration av teknik som ännu inte är prövad och vars ekonomi är osäker.

Användning av biobränslen för elproduktion förutsätter ett väl fungerande system för produktion, transport, beredning och lagring av bränsle, liksom för hantering av restprodukter. Inom alla dessa led finns det behov av teknikutveckling. Staten har under lång tid lämnat stöd härtill. Vattenfalls och Sydkrafts aktuella program innefattar också, förutom demonstrationsprojekten, insatser inom bränsleförsörjningen.

Vi anser emellertid att den särskilda stödinsats som ingick i energiöverenskommelsen till allra största del bör inriktas på teknik i omvandlingsledet, i första hand för kraftvärmeproduktion men med sikte även på ren kondenselproduktion. I våra direktiv nämns uttryckligen att vi skall särskilt bedöma behovet av fortsatt forskning och teknik-utveckling för att en hög elverkningsgrad skall kunna nås i biobränslebaserade anläggningar. De olika varianter av förgasningsteknik med kombicykel som nu provas ger förhoppningar om betydligt bättre prestanda i detta hänseende än konventionell teknik. Det kommer dock att krävas avsevärda insatser innan förgasningstekniken har nått mognad. Samma gäller de tekniker för mer småskaliga tillämpningar som nu studeras. I samtliga fall gäller att hög tillgänglighet och möjligheter till framtida kostnads-sänkningar utgör förutsättningar för att tekniken skall accepteras av marknaden.

Vi har alltså sett en fortsatt utveckling av omvandlingsteknik som avgörande för att få i gång processen mot ökad användning av biobränslen för elproduktion. När väl kraftproducenterna är beredda att besluta om kommersiella anläggningar kommer teknikutvecklingen också i andra led av biobränslekedjan att få en kraftig stimulans.

Vi vill därmed inte utesluta att det kan finnas anledning att lämna visst stöd - utöver det som redan nu lämnas via NUTEK - till insatser inom dessa led. Logistiken vid försörjning med biobränslen av stora kraftproducerande anläggningar innebär betydande problem. Utveckling av teknik på områden som t.ex. bränsleförädling kan komma att få betydelse för att sänka kostnaderna för biobränslen i elproduktionen. Vi har emellertid ännu inte haft möjlighet att identifiera och värdera stödbehoven inom hela biobränslekedjan. Vi får därför på detta stadium nöja oss med att konstatera att en viss del av den givna medelsramen

kan behöva användas för insatser på andra områden än elproduktionsteknik. Vi återkommer till frågan om fördelningen av ramen.

6.3 Grunder för stödgivningen

Vi har ingående diskuterat frågan om principerna för fördelning av det särskilda stödet till utveckling av tekniken för elproduktion med biobränslen. Den givna utgångspunkten har därvid varit att biobränslena skall lämna ett betydande bidrag till elproduktionen redan från omkring år 2000 och att detta bidrag därefter skall kunna öka successivt. Sådan teknikutveckling skall främjas som medger att de möjligheter till kommersiell produktion som kan finnas blir optimalt utnyttjade.

Under de närmaste 10-15 åren är dessa möjligheter sannolikt knutna till underlaget för kraftvärmeproduktion i kommunerna, i viss utsträckning även mottrycksproduktion inom industrin. I kapitel 2 redovisas beräkningar som tyder på att huvuddelen av det tillgängliga underlaget för ökad biobränsleanvändning finns i ett trettiotal medelstora fjärrvärmenät i intervallet 20-100 MW värme; endast två nät ger ett underlag som överstiger 100 MW värme. Det finns också ett stort antal små värmeunderlag som sammantagna svarar för en betydande del av det totala underlaget. Så länge småskalig produktionsteknik ger en relativt låg elverkningsgrad blir dock bidraget till elproduktionen från sådana små underlag begränsat.

Det finns också ett visst underlag för ökad industriell mottrycksproduktion, framför allt från skogsindustrin. Vi har dock bedömt att mer betydande tillskott är sannolika endast i samband med ombyggnader av processer eller kapacitetsutbyggnader.

De gränser som värmebehovet normalt sätter för utbyggnad av kraftvärme eller industriellt mottryck gäller inte vid utbyggnad av kraftvärme med kondenssvans eller ren kondenskraft. Emellertid ökar då sannolikt svårigheterna att nå god totalekonomi annat än i mycket stora anläggningar, där bränsleförsörjningen kan utgöra en restriktion.

Mot bakgrund av dessa förhållanden anser vi att det särskilda stödet bör inriktas främst på utveckling av sådan teknik som är lämpad för anläggningar i de storleksintervall där huvuddelen av potentialen för kraftvärmeproduktion från biobränslen finns. Stöd bör kunna lämnas till projekt i form av antingen hela anläggningar eller anläggningsdelar. Med hänsyn till det långsiktiga intresset av att också kondensproduktion med biobränslen skall kunna möjliggöras bör en viktig bedömningsgrund vara att tekniken har förutsättningar att skalas upp.

Vi anser emellertid inte att några bestämda storleksgränser bör sättas som villkor för utvecklingsstöd. Småskalig teknik i modulsystem kan utnyttjas också för relativt stora produktionsenheter. En ny teknik bör kunna demonstreras i liten skala innan den tillämpas i större skala. Avgörande för stödet bör vara teknikens potential för elproduktion med god ekonomi och hög elverkningsgrad, inte den aktuella anläggningens storlek.

En annan viktig bedömningsgrund är att det bör finnas tillgång till kommersiell teknik som är lämpad för de olika effektintervall där det finns värmeunderlag av någon betydelse. En viss riskspridning bör också eftersträvas genom utveckling av åtminstone ett alternativ till den teknik som nu står i förgrunden när det gäller större anläggningar, dvs. trycksatt förgasning med kombi-cykel. En sådan riskspridning förutsätter sannolikt att någorlunda

lika konkurrensvillkor skapas för utvecklingsprojekt baserade på de aktuella teknikerna.

Samtidigt är det angeläget att stödinsatsen koncentreras till ett mindre antal projekt. De projekt som väljs ut som särskilt angelägna måste kunna ges tillräckligt med stöd för att det berörda företaget skall ha möjlighet att genomföra dem. Även om stöd kan komma i fråga också i annan form, t.ex. investeringsbidrag för biobränslekraftvärme, kan anspråken på det särskilda stödet för varje projekt bli stora.

Ansvar för teknikvalet måste ligga hos det företag som avser att utveckla och demonstrera tekniken med sikte på kommersiell användning. Företaget skall svara för huvuddelen av den totala projektkostnaden. Det särskilda stödet skall begränsa risktagandet främst för de delar av ett projekt som innebär introduktion av oprövad teknik och som anses särskilt betydelsefulla med hänsyn till stödets syfte.

Vi har i sammanhanget diskuterat möjligheterna för olika kategorier av aktörer att medverka vid teknikutvecklingen. För närvarande spelar de två största kraftföretagen en dominerande roll. Med hänsyn bl.a. till vad som har sagts om utnyttjandet av det befintliga värmeunderlaget kan det synas önskvärt att också andra kraftföretag, kommunala energiverk och företag inom skogsindustrin ökar sitt engagemang i utvecklingen av sådan teknik som skulle kunna utnyttjas av resp. företag.

Stöd till teknikutveckling är emellertid sannolikt inte en tillräcklig förutsättning härför. Utrymmet för utbyggnad för kraftvärme under det närmaste årtiondet är begränsat, och i det fåtal projekt som kommer att kunna genomföras under denna period är flera bränsleval möjliga. Om

biobränslen skall framstå som huvudalternativ kommer det att krävas kraftiga kostnadssänkningar i alla led. Därtill kan det komma att behövas ekonomiska styrmedel utöver de som hittills har införts, bl.a. som en följd av energiöverenskommelsen. Dessa frågor kommer vi att närmare analysera i den andra etappen av vårt arbete.

6.4 Behovet av forskning och utveckling

Staten har under lång tid gett stöd till forskning och utveckling av betydelse för tekniken för elproduktion med biobränslen. Exempel på några områden som nu får stöd genom NUTEK är utveckling av förgasningsteknik, utveckling av teknik baserad på direktförbränning i kolvmotorer eller gasturbiner, komponentutveckling och utveckling av högtemperaturmaterial.

Vi har övervägt om en ökad insats för demonstration av teknik för elproduktion med biobränslen kommer att kräva ytterligare forsknings- och utvecklingsstöd.

Vi har kunnat konstatera att en allt större del av det stöd som lämnas av staten till grundläggande arbete på bl.a. förbrännings- och förgasningsteknikens områden inom ramen för energiforskningsprogrammet har inriktats på användning av biobränslen. Vi anser att det bör finnas möjlighet till en viss omprioritering inom den nuvarande ramen med hänsyn till resultaten från den försöks- och demonstrationsverksamhet som nu skall inledas.

NUTEK har bedömt att forskningen är av mycket stort värde för utvecklingen av ny teknik. En nära koppling mellan forskningsprojekt och utvecklingsprojekt möjliggör enligt NUTEK dels att forskningsresultat testas i full skala, dels att problem som identifieras i en anläggning kan föras tillbaka till forskarna för fördjupade studier.

Vi delar NUTEKs uppfattning. Behovet av att återföra problem till fortsatt forskning torde vara särskilt stort vid utveckling av biobränsleteknik beroende bl.a. på att det där saknas en bred internationell erfarenhet av tekniken. Det är alltså viktigt med en god samordning mellan den forskning och utveckling som bedrivs med stöd från NUTEK och de särskilda insatser som nu skall genomföras. Vi återkommer härtill i samband med organisationsfrågorna.

Vi har också haft anledning att överväga frågan om behovet av de resurser för experimentellt arbete, inkl. pilotskaleförsök, som finns i Studsvik. Frågan har blivit akut genom den omstrukturering av Studsvik AB som har inletts sedan statens ägande i bolaget förts över till Vattenfall. Beslut har nyligen fattats om att enheten Energi och miljö i Studsvik - som innefattar bl.a. de aktuella resurserna - skall läggas ned om det visar sig omöjligt att före årsskiftet finna nya intressenter och finansiärer för verksamheten. Som skäl för beslutet har angetts att Vattenfall för utveckling av nya system för kraftvärmeproduktion med biobränslen vill koncentrera utvecklingsresurserna på trycksatt förgasning. Vattenfall avser att bedriva det experimentella arbetet för detta system i samarbete med andra industriintressenter.

Vi har i ett remissyttrande till näringsdepartementet den 22 oktober 1991 redogjort för vår syn på frågan om Studsviks roll i arbetet med utveckling av teknik för elproduktion med biobränslen. I korthet anser vi att resurserna i Studsvik särskilt på förgasningsområdet är betydelsefulla om utvecklingsarbetet skall bedrivas efter fler linjer än den som nu följs av Vattenfall och Sydkraft. Som redan har framgått anser vi det önskvärt att så sker. Avgörande är emellertid om det finns kommersiella intressenter som är beredda att verka härför. De måste i så

fall ta ett visst ansvar också för de basresurser som krävs för verksamheten.

Det finns alltså enligt vår mening ett nära samband mellan frågan om det fortsatta utvecklingsarbetets inriktning och frågan om ägande och finansiering av den berörda verksamheten i Studsvik.

6.5 Organisationen av stödinsatsen

Enligt våra direktiv skall vi lägga fram förslag om samordning och förstärkning av pågående utvecklingsinsatser i syfte att insatserna på ett effektivt sätt skall kunna kanaliseras till lämpliga kommersiella utvecklingsprojekt. Det sägs att samordningen kan ske exempelvis genom bildande av ett industriellt utvecklingsbolag.

Vi har tolkat direktiven så att bildandet av en ny organisation i bolagsform inte utgör något självändamål. Vår uppgift är att finna en form för att hantera den särskilda stödinsatsen på ett sätt som ger goda möjligheter för att syftet med stödet skall kunna nås.

En annan utgångspunkt för våra överväganden är att det organ som hanterar stödet inte skall bedriva utvecklingsverksamhet i egen regi. Vi har också haft ambitionen att vårt förslag i organisationsfrågan inte skall leda till bildandet av ett nytt organ. Såväl det stora antalet aktörer på området som det särskilda stödets karaktär av engångsinsats talar för att befintliga resurser i möjligaste mån bör utnyttjas.

Enligt vår mening bör stödorganet ha fyra huvuduppgifter, nämligen

- att följa den tekniska utvecklingen på biobränsleområdet, särskilt när det gäller teknik för el- och kraftvärmeproduktion,
- att planera för genomförande av den särskilda stödinsatsen,
- att besluta om finansiellt stöd till projekt som bedöms särskilt angelägna med hänsyn till syftet med insatsen,
- samt att samordna sådant stöd med annat stöd som lämnas av staten eller andra finansiärer.

Vi har redan i avsnitt 6.3 berört några av de kriterier som bör gälla för stödet till teknikutveckling, såsom hög elverkningsgrad och teknikens förutsättningar att utnyttja det tillgängliga värmeunderlaget. Det är vidare angeläget att stödet är kostnadseffektivt, dvs. att det ger ett högt tekniskt utbyte per satsad stödkrona. Stödet kan ses som ett riskavlyft för den del av kostnaden för ett projekt som hänförs till demonstration av oprövad teknik. Stödorganet bör granska hela finansieringsbilden för varje projekt. Stödet bör givetvis användas för att åstadkomma en insats som annars inte hade kunnat genomföras.

Stödinsatsen bör vara avgränsad i tiden. Avsikten är att den teknikutveckling som ges stöd skall leda till introduktion av kommersiell teknik redan från slutet av 1990-talet. En period av tre till fem år är lämplig. Under en sådan period bör det kunna klarläggas vilken eller vilka tekniker som har förutsättningar att accepteras på marknaden.

Det kan finnas fördelar med att låta det nya stödet sammanfalla i tiden med investeringsstödet för anläggningar

för kraftvärmeproduktion med biobränslen. Detta stödsystem gäller under en femårsperiod från den 1 juli 1991.

Vi anser att hanteringen av det särskilda stödet bör knytas till NUTEK. Ett starkt skäl är att NUTEK redan svarar för de övriga statliga stöd som kan komma i fråga för utveckling av biobränsleteknik. I flera fall kommer det särskilda stödet sannolikt att kombineras med något eller några av dessa stöd. En samlad bedömning av stödbehov och stödmöjligheter för varje projekt är önskvärd.

Ett annat skäl är att NUTEK har huvudansvaret för det statliga energiforskningsprogrammet och därigenom har ingående kännedom om bl.a. den högskoleforskning som pågår inom områden av betydelse för utveckling av biobränsletekniken. Vi har redan pekat på betydelsen av en nära anknytning mellan forskning, utveckling och demonstration när det gäller denna teknik.

Det finns dock motiv för en klar boskillnad mellan hanteringen av den nu aktuella stödinsatsen och NUTEKs övriga uppgifter i fråga om stöd till biobränsleutveckling. Det särskilda stödet har genom sin inriktning på ökad elproduktion från biobränslen ett avgränsat syfte i förhållande till övriga stöd, och det är begränsat även i tiden. Med hänsyn härtill bör redovisning och resultatuppföljning av den särskilda insatsen ske separat.

Vi anser alltså att stödinsatsen skall utgöra ett eget program. För hanteringen av detta program bör skapas en särskild funktion inom NUTEK. Beslut i stödärenden bör fattas av en programstyrelse som är fristående från övriga beslutande instanser i NUTEK. Ordförande och övriga ledamöter av denna styrelse bör utses av regeringen, i likhet med vad som gäller för bl.a. ledamöterna i energiutvecklingsnämnden inom NUTEK.

Programstyrelsen bör repliera på NUTEKs resurser, framför allt hos de berörda sakenheterna inom verksamhetsområdet teknisk forskning och utveckling. Programstyrelsen bör också ha möjlighet att för särskilda uppgifter anlita konsulter eller expertis från berörda organisationer och företag.

Programstyrelsen bör ges en sammansättning som garanterar hög teknisk och industriell kompetens samt god kontakt med den verksamhet som pågår hos olika intressenter på området. Såväl forskare som personer med praktisk erfarenhet från de områden som stödinsatsen riktas mot bör således ingå. Eftersom arbetet inom programstyrelsen kan ses som en fortsättning av biobränslekommissionens arbete bör hänsyn tas också till vikten av kontinuitet när styrelsen utses.

Vi har inte närmare övervägt formerna för stödgivningen. Vi anser dock att de regler som gäller för stödet från energiteknikfonden kan tjäna som en förebild, eftersom också fonden har till syfte att stödja utveckling av teknik som står nära kommersiell introduktion. Stöd från fonden lämnas i form av bidrag, villkorliga bidrag, lån eller garantier. Stödet kan lämnas inte bara till uppförande av anläggningar och genomförande av enskilda projekt utan även till programorienterad verksamhet och kollektivforskning. Vi anser att det bör finnas möjlighet att stödja också sådan verksamhet inom ramen för det nu aktuella stödsystemet. Även basresurser som krävs för försöksverksamhet på avgörande teknikområden, t.ex. förgasningsteknik, bör kunna delfinansieras inom systemets ram.

Vi vill understryka vikten av att kompetensen hos de företag som skall använda tekniken tas till vara vid hanteringen av det särskilda statliga stödet. Den verksamhet som bedrivs av SEU i syfte att stödja

demonstration av ny teknik för sina ägares räkning har gett erfarenheter som bör kunna komma till nytta också i detta sammanhang. Verksamheten omfattar bl.a. vissa projekt som gäller elproduktion med biobränslen. Som redan har framgått har NUTEK och SEU ett nära samarbete kring dessa projekt. Vi finner det önskvärt med ett liknande samarbete också vid genomförandet av det nya stödprogrammet. Det ankommer givetvis på SEU och dess ägare att ta ställning till frågan om SEUs roll i sammanhanget.

6.6 Medelsfrågan

Som redan framgått har vi funnit att det särskilda stöd på 625 milj.kr. för utveckling av biobränsleteknik som ingick i energiöverenskommelsen till allra största del bör inriktas på teknik för elproduktion, i första hand i kraftvärmeanläggningar. Med hänsyn till att det kan finnas stödbehov också på andra områden är vi dock inte beredda att nu ta ställning till den slutliga fördelningen av medlen. Vi avser att lägga fram förslag härom i vårt slutbetänkande.

Enligt vår uppfattning bör detta inte utgöra ett hinder för att förslag om anvisning av medlen läggs fram för riksdagen redan våren 1992 med sikte på att programmet skall kunna starta den 1 juli 1992. Fördelningen av medlen inom den givna ramen behöver inte vara en fråga för riksdagen. Den kan fastställas av regeringen på grundval av vårt kommande förslag eller t.o.m. delegeras till den nya programstyrelsen med angivande av vissa allmänna riktlinjer för stödgivningen.

Det är angeläget att planeringen för den särskilda stödinsatsen kan börja parallellt med vårt fortsatta arbete under våren 1992. Eventuellt skulle detta kunna ske redan före riksdagsbehandlingen av medelsfrågan genom bildandet

av en informell styrgrupp. Denna styrgrupp skulle kunna påbörja analysen av några projekt som är aktuella för stöd, utforma förslag till regler för stödgivningen, initiera vissa utredningar m.m. En annan tänkbar uppgift är att söka identifiera sådana aktörer på marknaden som hittills inte har framträtt som möjliga användare av biobränslen för elproduktion.

av en informell utvärdering, och de utvärderade resultaten
påstås analysera och jämföra med de som har utvärderats
utifrån följande kriterier: 1) Om de utvärderade resultaten
visar att de utvärderade resultaten är bättre än de som
har utvärderats tidigare, och om de utvärderade resultaten
är bättre än de som har utvärderats tidigare.

Det

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

SÄRSKILT YTTRANDE

av sakkunnige Osvald Andreasson

Grundläggande förutsättningar ej belysta

Uppdraget att med förtur lämna förslag om utvecklingsinsatser för elproduktion med biobränslen tolkas i delbetänkandet som ett uttryck för en önskan att så snart som möjligt klarlägga biobränslenas potential att bidra till elbalansen i Sverige. Den bakomliggande frågan gäller i vilken utsträckning som biobränslebaserad el kan ersätta el från kärnkraft. Kommissionen har dock i denna etapp endast tagit fram underlag som har direkt bäring på frågan om utveckling av teknik för elproduktion med biobränslen. Andra frågor skall behandlas först i slutbetänkandet. Viktiga grundläggande förutsättningar har därmed inte blivit belysta.

Enligt min uppfattning bestäms biobränslenas potential för elproduktion i första hand av de ekonomiska och marknadsmässiga villkor som kommer att råda i framtiden. Dessa borde därför ha klarlagts i sina huvuddrag redan i delbetänkandet. Den tekniska utvecklingen i elproduktionsledet påverkar potentialen positivt om den verkar kostnadssänkande eller bidrar till lösningen av andra problem, t ex ifråga om miljöskadliga utsläpp.

Potentialen för biobränslebaserad elproduktion bestäms också av bränsletillgången - inte minst regionalt. Hur de regionala tillgångarna svarar mot den geografiska fördelningen av efterfrågan på el och värme har stor betydelse för möjligheterna att etablera storskaliga anläggningar.

Dessa kräver vidsträckta försörjningsområden samtidigt som transportkostnaderna stiger brant med ökande transportavstånd. En analys av transportkostnads- och logistikfrågorna utgör därmed ännu ett nödvändigt underlag för en realistisk bedömning av potentialen för elproduktion.

Minskande utrymme för särskilda villkor

Biobränslenas största problem ligger i de höga kostnaderna. Dessa kompenseras i dag av stöd i olika former, direkt och indirekt. Av särskild betydelse är de svenska skatterna på importerade bränslen.

De höga energiskatterna i Sverige utgör en allvarlig belastning för industrin och har snedvridande och skadliga effekter. Detta har belysts genom det pågående utredningsarbetet på energiskatteområdet. Förslag till förändrad energibeskattnings med en anpassning till förhållandena inom EG väntas bli framlagda i november 1991.

Generellt gäller att Sveriges möjligheter att upprätthålla särskilda villkor inom landet för värme- och elproduktion från biobränslen minskar när den svenska ekonomin integreras med EGs och när de europeiska ländernas energimarknader liberaliseras.

En utjämning av elpriserna kan väntas mellan länderna i Europa. Produktionskostnaderna vid användning av modern, miljöanpassad kolteknik, och vid nya gaskraftverk, torde bli utslagsgivande för nivån. Utjämningen kan bidra till en viss prishöjning i Sverige, men innebär samtidigt en restriktion för en speciellt hög svensk elprisinivå i framtiden. En svensk harmonisering av energibeskattningen med vad som kommer att gälla inom EG verkar i samma riktning. De förslag som lagts fram av EG-kommissionen

under hösten 1991 om en kombinerad energi- och koldioxidskatt indikerar en skattenivå år 2000 som väsentligt understiger den nuvarande svenska.

Till detta skall läggas att det svenska stödet till bioenergin i form av investeringsstöd till kraftvärmeanläggningar och bidrag i samband med omställningen inom jordbruket är temporärt till sin natur och inte kan förutsättas utgå i framtiden. Bioenergin måste följaktligen bli mer genuint konkurrenskraftig om den skall kunna spela en väsentligt större roll i energisystemet än i dag.

Rimliga elpriser för industrin - en politisk målsättning

I trepartiuppgörelsen om energipolitiken betonas att en säker tillgång på el till ett rimligt pris är en viktig förutsättning för den svenska industrins internationella konkurrenskraft. Energipolitiken skall utformas så att denna förutsättning bevaras. Särskilt för den elintensiva industrin - som omfattar viktiga basnäringar som pappersindustrin, gruvindustrin och stålindustrin - är detta ett grundläggande krav.

I regeringsförklaringen hösten 1991 framhålls likaledes att det är viktigt att Sverige har internationellt konkurrenskraftiga elpriser.

De beräknade framtida elkraftpriserna vid biobränslebaserade stora anläggningar som utnyttjar den avancerade eller nya teknik som skall prövas i de nu aktuella demonstrationsprojekten ligger 2-4 gånger så högt som dagens råkraftpris i Sverige. Sådana elkraftpriser skulle försätta svensk elintensiv basindustri i en omöjlig konkurrenssituation och leda till att industrin lokaliseras till andra länder.

Såväl marknadsmässiga och stödpolitiska faktorer som omsorgen om industrins framtida konkurrensförmåga nödvändiggör följaktligen att produktionen av elkraft från biobränslen är kostnadseffektiv. Elkraften måste kunna produceras till samma kostnad som gäller för andra tänkbara alternativ med beaktande av den skillnad i energibeskattnings som kan motiveras av miljömässiga fördelar och som blir normgivande internationellt, särskilt inom EG.

Kraftiga kostnadssänkningar nödvändiga

Detta innebär att utvecklingsarbetet när det gäller biobränslebaserad elproduktion måste inriktas på kraftiga kostnadssänkningar. Kan sådana inte ställas i utsikt måste utvecklingsarbetet ifrågasättas både med hänsyn till deklarerade energipolitiska målsättningar och av samhälls-ekonomiska skäl. Kraven måste vara desamma för storskalig elproduktion och för produktion vid mindre anläggningar. Kostnaderna behöver klarläggas ytterligare, inte minst för små- och medelstora anläggningar, så att olika typer av utvecklingsprojekt säkrare kan prioriteras med hänsyn till möjligheterna att sänka elproduktionskostnaderna. Värmeunderlagets storlek och betydelse för ekonomisk elproduktion kräver särskild uppmärksamhet.

Bland skogsföretagen har man uppfattningen att det finns vissa möjligheter att sänka framtagningskostnaderna för skogsbränsle genom fortsatta metodförbättringar och rationaliseringar. Dessa möjligheter bör givetvis tas till vara. Behov finns av ytterligare insatser för att lösa problemen kring askhanteringen.

SÄRSKILT YTTRANDE

av sakkunnige Lars Tegner

I delbetänkandet beskrivs sammanfattande den forskning och utveckling inom bioenergiområdet som idag pågår inom Sverige med stöd från statliga program samt inom de engagerade företag som främst kan utnyttja skogsavfall för värme- och elproduktion. Beskrivningen ger en relativt heltäckande bild av dagsläget och de närmaste utvecklingsmöjligheterna.

NUTEK, liksom tidigare dess företrädare, är djupt involverat i att finna ekonomiska lösningar, som samtidigt ger minsta möjliga miljöpåverkan, för produktion och användning av biobränslen såväl för värmeproduktion som för elproduktion. För dessa insatser förfogar verket över resurser inom energiforskningsprogrammet och genom energiteknikfonden och har genom åren byggt upp en avsevärd kompetens att hantera den typ av utvecklingsinsatser som Biobränslekommissionen föreslår skall komma till stånd. De områden som skall omfattas kommer att ligga mycket nära de nu pågående insatserna för att dels exploatera nya vägar att producera elektricitet med biobränslen som råvara dels introducera och i större omfattning utnyttja biobränslen med i dag känd teknik. Det föreslagna stödets inriktning kommer därför att komplettera den nu pågående statliga stödverksamheten med insatser mot teknik som kan bedömas ligga något längre fram i tiden än den som idag normalt erhåller stöd via energiteknikfonden, dvs teknik med något större risk.

NUTEK har i en skrivelse 1991-09-16 visat på hur arbetet idag är organiserat och pekat ut en möjlig organisation inom verkets ordinarie organisations- och beslutsstruktur för handläggningen och verkställningen av ett uppdrag av den karaktär som Biobränslekommissionen har föreslagit i delbetänkandet.

Den analys som görs i Biobränslekommissionen sammanfaller i mycket stor utsträckning med den uppfattning som jag har och som omfattas av många som arbetat med att utveckla det svenska energisystemet mot en större användning av förnybara energibärare. Jag finner dock att de slutsatser som Biobränslekommissionen kommer fram till inte överensstämmer med mina slutsatser om hur stödet skall organiseras och den beslutsprocess som skall utnyttjas. Jag skall i det följande utveckla hur mina slutsatser relateras till kommissionens slutsatser.

Enligt kommissionens direktiv skall den lägga fram förslag om samordning och förstärkning av pågående utvecklingsinsatser i syfte att insatserna på ett effektivt sätt skall kunna kanaliseras till lämpliga kommersiella utvecklingsinsatser. Kommissionen kommer i detta avseende fram till att dess uppgift är att finna en form för att hantera den särskilda stödinsatsen på ett sätt som ger goda möjligheter till att syftet med stödet skall kunna nås. Vidare har kommissionen haft som utgångspunkt att egen utvecklingsverksamhet inte skall bedrivas av den organisation som skall hantera stödet. Dessutom har inriktningen varit att försöka undvika att förslaget skall leda fram till bildandet av ett nytt organ.

Kommissionen har här av naturliga skäl hamnat i ett dilemma eftersom man inte uttömmande har kunnat lägga fast vad stödet skall användas till innan organisationsfrågan togs upp. Kommissionen har dock lagt fast fyra huvuduppgifter

för arbetet inom den organisation som skall lämna stödet till utvecklingen:

- att följa den tekniska utvecklingen på biobränsleområdet särskilt när det gäller teknik för el- och kraftvärmeproduktion,
- att planera för genomförandet av den särskilda stödinsatsen,
- att besluta om finansiellt stöd till projekt som bedöms särskilt angelägna med hänsyn till syftet med insatsen samt
- att samordna sådant stöd med annat stöd som lämnas av staten eller andra finansiärer.

Mot denna bakgrund kommer kommissionen, efter att även ha tagit hänsyn till att energiforskningsprogrammet samordnas av NUTEK och att energiteknikfonden liksom det särskilda introduktionsstödet för biobränslebaserad kraftvärmeproduktion hanteras av NUTEK, fram till att det nya särskilda stödet för utveckling av biobränsleteknik bör knytas till NUTEK. Jag kan inte annat än instämma i detta, då en sådan anknytning till övrig forsknings- och utvecklingsverksamhet enbart kan leda fram till att de statliga insatserna blir mer kraftfulla och syftet med stödet därmed lättare kommer att uppnås.

Kommissionen finner dock att det finns motiv för att göra en klar boskillnad mellan hanteringen av de kommande nya stödinsatserna och NUTEKs övriga uppgifter i fråga om stöd till biobränsleutvecklingen. Enligt kommissionen har det särskilda stödet genom sin inriktning på ökad elproduktion från biobränslen ett avgränsat syfte i förhållande till

övriga stöd och att det också är begränsat i tiden. Kommissionen framhåller att det nya stödet därför bör redovisas och följas upp separat. Enligt min mening avviker inte detta föreslagna stöd på något sätt från det introduktionsstöd för biobränslebaserad kraftvärme som verket nu hanterar. De enda skillnaderna mellan de båda programmen är risknivåerna för de projekt som kan komma att få stöd. Kommissionen framhåller dessutom att det kan bli aktuellt med stöd från båda programmen till samma projekt. Vidare kan det finnas vissa möjligheter att i enstaka moment stödja sådana projekt med medel från energiteknikfonden beroende på hur stor del av projektet som finansieras med statliga medel.

Enligt min uppfattning finns det inga bärande motiv för att särskilja det nya stödet från NUTEKs övriga stödverksamhet på energiteknikområdet. Verket har inga problem med att särredovisa ett särskilt program. Detta görs för övrigt redan nu med de olika program som verket hanterar.

Kommissionen föreslår med de ovan angivna motiven att det nya stödet skall utgöra ett eget program och att det därför bör skapas en särskild funktion inom NUTEK. Beslut i stödärenden bör därför fattas av en styrelse/nämnd som är fristående från övriga beslutande instanser inom NUTEK. Enligt min mening har här kommissionen dragit felaktig slutsats av sina överväganden. Att inrätta en särskild funktion inom NUTEK med styrelse och ordförande utsedda av regeringen innebär de facto att en ny myndighet bildas. En samordning och förstärkning av pågående utvecklingsinsatser för biobränslen kommer då inte att uppnås med Biobränslekommissionens förslag. Enligt min mening är det för samordningsmöjligheterna nödvändigt att de energitekniska besluten tas i samma ordning oberoende av om programmen motiveras ur forsknings-, kraftvärme- eller

biobränslesynpunkt. Dessa program knyter an till varandra och stöd till projekt kan komma att ges från olika program för att effektivare utnyttja dessa för att driva utvecklingen framåt. Biobränslekommissionen har framhållit detta förhållande som ett motiv för att stödet bör hanteras av NUTEK. NUTEK bör därför ges möjlighet att till fullo utnyttja de givna samordningfördelarna.

Den kompetens som Biobränslekommissionen anser att den föreslagna programstyrelsen kan bidra med är enligt min mening inte kopplad till att stödet måste ges inom ett särskilt program med egen beslutsfunktion inom det energitekniska området, då det fn redan finns en sådan funktion vid verket med erforderlig kompetens, nämligen energiutvecklingnämnden. NUTEK kan hantera dessa nya frågor på samma sätt som verket hanterat t ex det riktade introduktionsstödet till biobränslebaserad kraftvärme. Verket har, och kommer i framtiden fortfara med, kontakter med det svenska energisamhällets olika aktörer för att få erforderlig sakkunskap tillförd de projekt som verket kan gå in i som delfinansiär och risktagare. Ett samarbete med SEU i dessa sammanhang, liksom i tidigare liknande projekt, förfaller vara naturligt.

Vad gäller Biobränslekommissionens synpunkter på de olika stödformer som bidrag, villkorliga bidrag, lån och garantier kan jag inte annat än stödja kommissionens uppfattning. Formerna ansluter sig helt till dem som används för energiteknikfondens stöd till t ex prototyp- och demonstrationsanläggningar. En överensstämmelse mellan de olika programmens stödformer är en fördel om och när en samordning av den statliga finansieringen kan vara aktuell.

De uppgifter som enligt Biobränslekommissionens delbetänkande kan läggas på den föreslagna programstyrelsen för att genomföras parallellt med slutförandet av

kommissionens arbete med slutbetänkandet kan enligt min
uppfattning på gängse sätt uppdras till NUTEK. Därigenom
kan överläggningar ge önskade signaler och kontinuitet till
det fortsatta arbetet.

SÄRSKILT YTTRANDE

av experten Jan Häckner

Den 5 juni 1991 antog SIS en ny utvidgad standard för biobränslen och torv (SS 18 71 06).

Enligt standarden definieras biobränslen som bränslen av biomassa som inte kemiskt omvandlats. Enligt denna definition bör torv hänföras till biobränslen då torv inte kemiskt utan endast biologiskt omvandlats och nedbrutits.

Då denna fastställda standard som självklart bör användas i alla sammanhang inte är känd och meningarna ännu synes vara delade om torv skall ingå i biobränslegruppen, bör då termen biobränslen används övergångsvis klargöras huruvida torv ingår eller inte. Jag anser därför att, om torv ej skall ingå, man använder uttrycket "biobränsle exkl torv", och om torv skall inkluderas "biobränsle inkl torv". På sikt bör detta inte vara erforderligt då allmän acceptans enligt standarden har nåtts om att torv ingår i biobränslen. Föreliggande delbetänkande är inte konsekvent då det gäller tillämpning av fastställd standard.

Under avsnitt tre i delbetänkandet anges att enbart data såsom verkningsgrader, elproduktionskostnader m m för anläggningar avsedda för en ren elproduktion berörs. Jag anser att denna begränsning är olycklig av följande skäl.

Det är miljömässigt och samhällsekonomiskt optimalt att bygga ut kraftvärmepotentialen som har hög

totalverkningsgrad innan kondenskraft utbyggs resp utnyttjas.

Som förutsättning för vårt framtida elproduktionssystem måste gälla att miljöbelastningen skall bedömas lika från bränslen oavsett om el eller värme produceras. Under sådana förutsättningar kommer kondenskraftverk endast att utnyttjas då behovet av elkraft är så stort att andra billigare och mindre miljöbelastande former av elkraftkapacitet tagits i anspråk.

Slutsatsen härav är att kostnaden för kondenskraftproduktion måste baseras på en relativt låg årlig utnyttjandetid. Denna sammanhänger med bl a omfattningen av kraftvärmeutbyggnaden samt resultatet av de energisparåtgärder som också måste sättas in för att klara en framtida kärnkraftavveckling. Det finns härmed ett klart samband mellan kraftvärmens utbyggnad och kondenskraftens elproduktionskostnader främst då det gäller dess kapitalkostnader per kWh el.

Jag anser därför att analysen borde tagit upp denna problematik och att kondenskraftsverkens kostnader skall beräknas med hänsyn til olika realistiska nivåer på deras årliga utnyttjandetid.

På motsvarande sätt bör, för jämförelsens skull, anges kostnaden för, samt totalverkningsgrader och elutbyten för kraftvärme- och mottrycksanläggningar med realistiska alternativ för årlig utnyttjandetid.

I detta delbetänkande tas inte upp frågan om de ologiska styrmedel som för närvarande föreligger mellan värme- och elsektorn resp mellan kraftvärme och kondensproduktion.

Korrekt prissättning av miljöbelastning från olika bränslen inom alla energiproduktionsområden är, enligt min mening, en absolut förutsättning för att kunna nå samhälls-ekonomiskt optimalt framtida energisystem med minsta möjliga miljöbelastning. Jag förutsätter att denna problematik tas upp i kommissionens slutbetänkande.

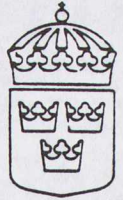
Med hänsyn till kraftvärmens fördelar att vara mindre miljöbelastande och mer resursbesparande än kondensproduktion anser jag det nödvändigt att Biobränslekommissionens 625 milj kr inte enbart används för att ta fram demonstrationsanläggningar för mycket storskalig kondensproduktion med trycksatt förgasning, utan också för tekniker som passar det värmeunderlag som finns i våra fjärrvärmenät samt inom industrins potential för mottrycksanläggningar. Jag menar därför att det är synnerligen viktigt att Biobränslekommissionens resurser och inflytande i erforderlig utsträckning används till att säkra fortsatt forskning om atmosfärisk förgasning. En eventuell nedläggning av denna forskning vid Studsvik måste därför förhindras eller forskningsresurser skapas på annat sätt som möjliggör att få fram demonstrationsanläggningar för tekniker som passar för små- och medelskalig kraftvärme och industriellt mottryck.

I delbetänkandet anges också vikten av att Studsviks forskning får fortgå, men att förutsättningen är att kommersiella aktörer deltar i finansieringen. Då omställningen av vårt elförsörjningssystem orsakas av ett politiskt beslut ifrågasätter jag om inte staten bör svara för forskningens upprätthållande. I varje fall synes det inte rimligt att utställa ultimatum att andra intressenter skall ställa upp inom en tremånadsperiod. Dessa tänkta intressenter torde i regel ej heller ha förespråkat en kärnkraftavveckling.

Som ett minimikrav anser jag därför att staten bör bekosta Studsviks forskning om atmosfärisk förgasning i varje fall under en femårsperiod.

Då det sannolikt är aktuellt med framtagning av betydligt större volymer biobränsle än i dagsläget bör kommissionen, enligt min mening, avsätta vissa resurser för erforderlig teknikutveckling för framtagning av biobränslen till större anläggningar inkl de logistiska problem som härvid föreligger. Härvidlag visar erfarenheten att det är väsentligt att alla typer av biobränslen inkl torv, medverkar för större anläggningars försörjning för att rimliga transportavstånd och bättre logistik skall kunna erhållas. Kommissionen har också angett att den inte vill utesluta att sådana resurser avsätts. Jag vill härmed endast fästa vikten på att så blir fallet.

Kommittédirektiv



Dir. 1991:11

Biobränslekommission

Dir. 1991:11

Beslut vid regeringssammanträde 1991-02-14

Chefen för industridepartementet, statsrådet Molin, anför.

Mitt förslag

Jag föreslår att en kommission tillkallas för att analysera de långsiktiga förutsättningarna för en ökad kommersiell användning av biobränslen samt lämna förslag till åtgärder för att stärka biobränslenas konkurrenskraft.

Kommissionen bör med förtur redovisa överväganden och förslag om samordning och förstärkning av pågående utvecklingsinsatser för biobränslen.

Bakgrund

De energipolitiska styrmedlen har under en följd av år utformats bl.a. med syfte att främja användningen av alternativa energikällor, exempelvis inhemska bränslen. Ett av motiven för detta har varit en önskan att minska Sveriges kraftiga oljeberoende. Användningen av inhemska bränslen har ökat stadigt under 1980-talet, delvis som en följd av en aktiv energiskattepolitik, statliga oljeersättningsprogram och stöd till forskning och utveckling.

Inhemska bränslen svarar i dag för omkring 65 TWh tillfört bränsle per år, vilket motsvarar närmare 15 % av Sveriges totala energitillförsel. Omkring två tredjedelar av dessa bränslen används inom massa- och trävaruindustrin. Resterande del används inom fjärrvärmesektorn och för direkt uppvärmning av småhus.

De inhemska bränslen som används i dag består till övervägande del av skogsbränslen, dvs. ved, flis, lutar, bark m.m. Energiskog och andra energigrödor är ännu inte kommersiellt tillgängliga. Torv och avfall svarar sam-



mantaget för en relativt liten andel av de inhemska bränslena, även om dessa bränslen har haft betydelse för det minskade oljeberoendet inom fjärrvärmesektorn.

Risken för klimatförändringar till följd av utsläpp av koldioxid från förbränning av fossila bränslen har uppmärksamrats alltmer under senare år. Det är därför angeläget att fossila bränslen i största möjliga utsträckning ersätts av förnybara energikällor som inte ger något nettotillskott av koldioxid till atmosfären. Biobränslena, främst skogsbränslen och olika slag av energigrödor, har därför en viktig roll i det framtida energisystemet.

En ökad användning av biobränslen kan innebära ett värdefullt sysselsättnings tillskott, bl.a. i de regionalpolitiskt prioriterade delarna av landet.

Omfattande forsknings- och utvecklingsinsatser i fråga om biobränslen har gjorts och pågår, bl.a. inom ramen för energiforskningsprogrammet och med stöd av energiteknikfonden. Flera samarbetsprojekt av utvecklingskaraktär drivs av kraftföretagen tillsammans med bl.a. kommuner, lantbruksnäringen och skogsindustrin.

Det finns skilda bedömningar av tillgången på biobränslen. Statens energiverk och statens naturvårdsverk redovisade hösten 1989 i rapporten "Ett miljöanpassat energisystem" en bedömning av den fysiska tillgången på biobränslen år 2015. Då hänsyn tas till miljömässiga och tekniska restriktioner, är den totala potentialen enligt verkens bedömning 90–140 TWh per år, dvs. 40–110 % större än dagens användning. Rapporten har remissbehandlats. Flera remissinstanser har kommenterat verkens bedömning av biobränslepotentialen. Några instanser anser att tillgången på biobränslen är betydligt större än vad som anges i rapporten, medan andra anser att tillgången har överskattats eller att tillräcklig hänsyn inte har tagits till det framtida behovet av träfiberråvara för industriändamål.

Det pågående omställningsprogrammet för jordbruket kan komma att få betydelse för tillgången på energiskog. Enligt 1990 års livsmedelspolitiska beslut (prop. 1989/90:146, JoU25, rskr. 327) kan anläggningsstöd erhållas bl.a. för plantering av energiskog.

En förutsättning för att biobränslen skall kunna spela en större roll i det framtida energisystemet är att de kan konkurrera främst med de fossila bränslena i såväl el- som värmeproduktionen. Tekniken för utnyttjande av biobränslen är i vissa fall ännu inte tillräckligt utvecklad för att dessa skall klara en sådan konkurrens.

Den tekniska utvecklingen stimuleras av internationella kontakter. Inom forskningen förekommer av tradition ett omfattande internationellt kunskapsutbyte. Inom industrin är det ofta utsikterna till lönsam internationell marknadsföring som motiverar företagen till omfattande utvecklingsinsatser. När det gäller modern teknik för storskalig användning av biobränslen kan den internationella marknaden för närvarande bedömas vara liten. För

att främja en ökad kommersiell användning av biobränslen finns det därför skäl att överväga att komplettera den pågående forskningen med förstärkta insatser för industriell teknikutveckling. Sådana överväganden bör göras av en särskilt tillkallad kommission.

Uppdraget

Jag föreslår att en kommission tillkallas för att analysera de långsiktiga förutsättningarna för en ökad kommersiell användning av biobränslen samt lämna förslag till åtgärder för att stärka biobränslenas konkurrenskraft.

Kommissionen bör som utgångspunkt för sitt arbete inventera de faktorer som i dag försvårar en ökad användning av biobränslen. Därvid bör beaktas såväl tekniska och ekonomiska som institutionella eller andra hinder. Hän- syn bör tas till den pågående internationaliseringen av energimarknaderna.

En grundläggande princip vid bedömningen av tillgången på biobränsle bör vara att produktionen och investeringarna inom skogsindustrin inte får äventyras av att användningen av träfiberråvara för energiändamål ökar. La- gen (1987:588) om träfiberråvara syftar till att motverka brister inom skogs- industrins råvaruförsörjning. En översyn av träfiberlagen har nyligen ge- nomförts (I 1990:01). Utredaren avlämnade sin rapport den 8 februari 1991. Utredarens förslag bereds för närvarande inom regeringskansliet. Kommis- sionen bör beakta resultatet av detta arbete.

Skogsbränslen i form av avverkningsrester från skogsbruket svarar för en stor del av de biobränslen som i dag används inom fjärrvärmesektorn. Så- dana bränsleråvaror anses inte vara industriellt förädlingsbara. Använd- ningen av avverkningsrester är därför inte provningspliktig enligt träfiberla- gen. Tillgången på skogsbränslen är således beroende av bl.a. den avverk- ning som sker för skogsindustrins råvaruförsörjning och av ekologiska be- gränsningar för uttag av skogsråvara. Kommissionen bör belysa hur utveck- lingen av skogsindustrins produktion och råvarubehov påverkar tillgången på skogsbränslen.

Inför kärnkraftsavvecklingen är möjligheten till elproduktion baserad på biobränslen av särskilt intresse. Kommissionen bör värdera möjligheten till elproduktion med biobränslen i större skala. Härvid bör särskilt bedömas behovet av fortsatt forskning och teknikutveckling för att uppnå en hög el- verkningsgrad i biobränslebaserade anläggningar.

Utvecklingsinsatser rörande bioenergi görs i dag bl.a. av statliga myndig- heter, forskningsinstitutioner, kraftföretag, bränsleproducenter och berörd tillverkningsindustri. Kommissionen bör med förtur redovisa ett förslag till samordning och förstärkning av detta arbete. Syftet bör vara att statliga och andra satsningar på ett effektivt sätt skall kunna kanaliseras till lämpliga kommersiella utvecklingsprojekt. Samordningen kan ske exempelvis genom

bildande av ett industriellt utvecklingsbolag med huvuduppgift att initiera och delta i industriella utvecklingsprojekt för biobränsle.

Kommissionen bör i övrigt vara oförhindrad att lägga fram förslag som främjar en ökad kommersiell användning av biobränslen.

Kommissionen bör redovisa en bedömning av biobränslenas roll för el- och värmeförsörjningen i första hand under perioden fram till år 2010. Hänsyn bör därvid tas till såväl den fysiska potentialen som möjligheterna till ekonomiskt bärkraftig etablering på en marknad. Såväl skogsbränslen och energigrödor som vissa sorterade avfallsfraktioner bör omfattas av kommissionens bedömning.

Kommissionen bör även bedöma storleken av det sysselsättningstillskott som en ökad användning av biobränslen kan innebära i olika delar av landet.

En väsentligt ökad användning av biobränslen kan komma att innebära miljöproblem bl. a. i form av utsläpp av luftföroreningar, svårigheter att hantera askan, påverkan på landskapsbilden och andra allmänna markanvändningsintressen, försämring av markens långsiktiga produktionsförmåga och läckage av växtnäring och bekämpningsmedel.

Kommissionen bör utgå från en helhetssyn på användningen av biobränslen som energiråvara. Därför bör så långt det är möjligt hänsyn tas till miljöpåverkan och ekonomi i samtliga led i kedjan från odling och skörd via bränsleframställning, transport, lagring och nyttiggörande av energiinnehållet till omhändertagande av restprodukterna.

Kommissionen bör bedöma risken för såväl direkta som indirekta miljöeffekter av ökad biobränsleanvändning och utforma sina förslag med utgångspunkt i att de samlade negativa effekterna för miljön skall bli så små som möjligt.

Tidplan, arbetsformer m.m.

Kommissionen bör senast den 1 juli 1992 redovisa resultatet av sitt arbete.

Överväganden och förslag som rör samordning och förstärkning av pågående utvecklingsinsatser för biobränslen bör redovisas senast den 30 oktober 1991.

Kommissionens samlade förslag skall rymmas inom en finansiell ram på 625 milj. kr.

Förslag till åtgärder skall tas fram med beaktande av regelreformeringsaspekter (jfr prop. 1990/91:100, bil. 2 s. 48-53).

Samråd bör ske med utredningen (Jo 1990:03) om utvärdering och översyn av skogspolitik.

För arbetet bör vidare gälla regeringens direktiv (dir. 1984:5) till samtliga

kommittéer och särskilda utredare angående utredningens inriktning.

Kommissionen bör vidare betakta innehållet i regeringens direktiv (dir. 1988:43) angående EG-aspekter i utredningsverksamheten.

Hemställan

Med hänvisning till vad jag nu har anfört hemställer jag att regeringen be-
myndigar chefen för industridepartementet.

att tillkalla en kommission – omfattad av kommittéförordningen (1976:119) – bestående av högst 5 ledamöter med uppdrag att analysera de långsiktiga förutsättningarna för en ökad kommersiell användning av bio-
bränslen samt lämna förslag till åtgärder för att stärka biobränslenas konkur-
renskraft,

att utse en av ledamöterna att vara ordförande,

att besluta om sakkunniga, experter, sekreterare och annat biträde åt
kommissionen.

Vidare hemställer jag att regeringen beslutar att kostnaderna skall belasta
tolfte huvudtitelns anslag Utredningar m.m.

Beslut

Regeringen ansluter sig till föredragandens överväganden och bifaller
hans hemställan.

(Industridepartementet)

an den Herrn

Stollm 191

an den Herrn

an den Herrn

an den Herrn

an den Herrn

an den Herrn

an den Herrn

an den Herrn

an den Herrn



KUNGL TEKNISKA HÖGSKOLAN ROYAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Institutionen för värmeteknik
Department of Heat Technology
Professor Gunnar Svedberg

TEKNIK FÖR ELPRODUKTION MED BIOBRÄNSLEN

Rapport till biobränslekommissionen.

Gunnar Svedberg

1991-10-08

Sammanfattning

Biobränslekommissionen har tillkallats för att analysera de långsiktiga förutsättningarna för en ökad kommersiell användning av biobränslen och lämna förslag till åtgärder för att stärka biobränslenas konkurrenskraft på lång sikt. Föreliggande beskrivning av teknik för elproduktion med biobränslen har utarbetats på uppdrag av kommissionen.

Beskrivningen är uppdelad på idag kommersiell teknik, teknik som kan förväntas bli kommersiellt tillgänglig under 1990-talet samt teknik som befinner sig i ett tidigt utvecklingsskede. I första hand beskrivs storskalig produktion av elenergi från trädbränslen. En anläggning anses normalt vara storskalig om den tillförda bränsleeffekten är större än storleksordningen 100 MW motsvarande en eleffekt större än storleksordningen 30 MW_e. En kortfattad beskrivning ges även av kraftvärme och industriell mottrycksproduktion.

Ångkrafttekniken, dvs förbränning i en panna med en ångturbinprocess för elproduktion, har sedan mycket lång tid varit etablerad inom industri och kommuner. Det är den enda idag kommersiellt tillgängliga tekniken för storskalig elproduktion från biobränsle. I oförädlad form är biobränsle ett från förbränningssynpunkt lågvärdigt bränsle med hög fukthalt, vilket gör det svårt att nå mycket hög förbränningsverkningsgrad. Nya pannkonstruktioner, t ex fluidiserade bäddar, finns dock, vilka ger möjligheter till god förbränning kombinerad med förhållandevis låga utsläpp av föroreningar. Nya stora ångkraftverk kommer att dimensioneras för höga ångtemperaturer och ångtryck, även om det inte torde vara ekonomiskt optimalt att gå upp till så avancerade ångdata som gäller i stora koleldade anläggningar. Nettoelverkningsgraden kan bli ca 35-40 procent.

Nybyggnad av ett komplett stort biobränsleeldat ångkraftverk för ren elproduktion anges kosta drygt 10 000 kr/kW_e. Elproduktionskostnaden uppskattas till ca 55-60 öre/kWh.

Under 1990-talet bedöms några nya tekniker kunna bli kommersiellt tillgängliga. En förutsättning är dock att påbörjat utvecklingsarbete bedrivs kraftfullt och med uthållighet. Intressanta tekniker är PFBC-teknik, förgasning vid atmosfärstryck och dieselmotor eller kombicycle samt förgasning vid högt tryck och kombicycle. Också hybridprocesser med biobränsle och t ex naturgas eller gasol är intressanta. För samtliga dessa tekniker bör utsläppen av föroreningar kunna bli ungefär samma som vid konventionell förbränning. Elverkningsgraderna bedöms komma att vara av samma storleksordning eller något över vad som nås med ångkrafttekniken. Nettoelverkningsgrader nämnvärt över ca 45 procent baserat på fuktigt biobränsle torde knappast uppnås för någon teknik.

Ingen av de under 1990-talet aktuella nya teknikerna har ännu passerat demonstrationsstadiet, och det är inte möjligt att med någon större grad av säkerhet ange investeringsbehov och elproduktionskostnad. Samtliga alternativ skulle sannolikt kräva avsevärt större investeringar än konventionell ångkraft. Baserat på mycket grova uppskattningar av investeringsbehov och en beräkning av kostnader på motsvarande

sätt som för ångkrafttekniken, blir elproduktionskostnaden för de flesta av de nya teknikerna i storleksordningen 70-80 öre/kWh.

Samtliga beskrivna tekniker för ren elproduktion kan också användas för samtidig el- och värmeproduktion. Medan ångkrafttekniken här kan ge maximalt ca 30 procent elverkningsgrad, kan ny teknik ge upp till 35 och i något fall 40 procent. Skillnaderna mellan dagens teknik och ny teknik är alltså väsentligt större för kraftvärme- (mottrycks-)produktion än för ren elproduktion. Totalverkningsgraden torde ligga vid ca 85-90 procent för alla teknikerna.

Flera nya teknikalternativ på idéstadiet bedöms vara mycket intressanta för vidare utveckling, eftersom de skulle kunna ge effektivare och/eller billigare anläggningar än den teknik som idag anses ligga närmare kommersialisering. Några av teknikerna, som till exempel användning av hetluftturbין i stället för vanlig direkteldad gasturbין, bedöms också ha en möjlighet att kunna kommersialiseras under 1990-talet. Detta förutsätter dock ökat svenskt intresse från tillverkare och kraftindustri.

De nya teknikidéer bygger påfallande ofta på samma grundelement som man idag planerar att utveckla, som t ex förgasning, gasturbinteknik och kombicykelteknik. Det finns därför stor anledning att gå vidare med utveckling och demonstration av sådan teknik, även om de idag mest aktuella nya processerna blir något dyrare än ångkraft-processen.

Innehållsförteckning	Sida
Sammanfattning	
0. Innehållsförteckning	1
1. Inledning	2
2. Idag kommersiell teknik	3
2.1 Förbränningsteknik	3
2.2 Ångturbinprocessen	4
2.3 Utsläpp	5
2.4 Ekonomi	6
3. Teknik som kan väntas bli kommersiellt tillgänglig under 1990-talet	6
3.1 Förbättrad teknik med förbränning i panna och ångturbin	6
3.2 PFBC-teknik	7
3.3 Förgasning vid atmosfärstryck och dieselmotor	8
3.4 Förgasning vid högt tryck och kombicycle	9
3.5 Förgasning vid atmosfärstryck och kombicycle	11
3.6 Hybridprocesser med biobränsle och annat bränsle	11
4. Teknik som ännu befinner sig i ett tidigt utvecklingsskede	12
4.1 Hetluftturbin och ångturbinprocess	12
4.2 Förgasning och nya typer av turbinprocesser	13
4.3 Direkt förbränning vid högt tryck och kombicycle	14
4.4 Förgasning och bränsleceller	15
5. Något om teknik för kraftvärme- och mottrycksproduktion	15
5.1 Dagens teknik för kraftvärme och mottryck	16
5.2 Framtida kraftvärmeteknik	16
5.3 Framtida teknik för mottrycksproduktion	17
6. Något om teknik för elproduktion i mindre skala	18
7. Slutsatser	18
Figurbilaga	

1. Inledning

Biobränslekommissionen har enligt regeringens proposition 1990/91:18 tillkallats för att analysera de långsiktiga förutsättningarna för en ökad kommersiell användning av biobränslen och lämna förslag till åtgärder för att stärka biobränslenas konkurrenskraft på lång sikt. Som en del av underlaget för kommissionens ställningstagande har kommissionen uppdragit åt professor Gunnar Svedberg vid institutionen för värmeteknik, KTH att ge en beskrivning av teknik för elproduktion med biobränslen.

Beskrivningen skall enligt uppdraget vara uppdelad på

- idag kommersiell teknik
- teknik som kan förväntas bli kommersiellt tillgänglig under de närmaste åren
- teknik som ännu befinner sig i ett tidigt utvecklingsskede.

För varje teknik bör enligt uppdraget anges elverkningsgrad (teoretisk och empirisk), uppskattade utsläpp av föroreningar, drifterfarenheter samt för de två förstnämnda kategorierna ungefärliga investerings- och driftkostnader.

Inga omfattande teknikbeskrivningar ges i rapporten utan enbart korta presentationer av väsentligheterna i respektive teknik.

Arbetet med uppdraget har bedrivits under sommaren 1991. Det har baserats på tillgängligt material från utrustningsleverantörer, kraftföretag, forskningsinstitutioner mm. Vissa kontakter har även tagits under arbetets gång med representanter för dessa olika kategorier.

Uppdraget har uppfattats så att det i första hand gäller storskalig ren elproduktion med trädbränslen i ursprunglig form (t ex ved, avverkningsrester, energiskog, bark, spån) eller förädlad form (t ex träpulver, pelletter). Andra former av biobränslen (t ex halm, energigrödor, biogas) har hittills visat sig vara mer lämpade för småskalig elproduktion och behandlas därför i en kortfattad översikt av teknik för sådan elproduktion.

Med beteckningen storskalig elproduktion avses normalt anläggningar med en tillförd bränsleeffekt motsvarande mer än storleksordningen 100 MW. Med de olika tekniker som redovisas i föreliggande rapport motsvarar detta en producerad eleffekt på mer än storleksordningen 30 MW_e. Bränsleeffekten 100 MW motsvarar med en årlig utnyttjningstid på 5600 timmar energimängden 560 GWh.

Skalan är mycket väsentlig för vilket val av teknik som är tekniskt/ekonomiskt mest intressant och vilka verkningsgrader och miljöprestanda som kan uppnås. Generellt sett blir tekniskt komplicerad och investeringskrävande teknik intressantare ju större skalan är. För en tillförd bränsleeffekt över storleksordningen 100 MW börjar samma typ av teknik bli ekonomiskt intressant, som skulle kunna tänkas användas även vid de största kolbaserade anläggningarna. En mindre skala innebär vanligen att teknik med något lägre verkningsgrad kan förväntas bli ekonomiskt fördelaktigt teknikval. De bedömningar och de värden som presenteras i föreliggande rapport avseende storskalig elproduktion kan därför inte direkt överföras till elproduktion i mindre skala.

Enligt uppdraget skall i en grupp redovisas teknik som kan förväntas bli kommersiellt tillgänglig under de närmaste åren. Beteckningen "kommersiellt tillgänglig" har uppfattats som att det gäller teknik som har passerat demonstrationsstadiet. För samtliga tänkbara tekniker i denna grupp återstår ett flertal år innan någon av teknikerna kan vara kommersiellt tillgänglig. Med anledning av detta har tidsangivelsen "de närmaste åren" tolkats som "1990-talet".

Med nuvarande prisförhållanden på el- och värmeenergi är bibränslebaserad kraftvärme(mottrycks)produktion ekonomiskt intressantare än ren elproduktion. Fuktiga bränslen som bibränslen kan vidare utnyttjas effektivare när värmeenergi produceras samtidigt med elenergi. Trots att denna rapport huvudsakligen avser ren elproduktion, behandlas därför tekniker för kraftvärmeproduktion och industriellt mottryck kortfattat i ett separat avsnitt.

2. Idag kommersiell teknik

Den enda idag kommersiellt tillgängliga tekniken för storskalig elproduktion från bibränslen är förbränning i en panna och utnyttjning av frigjord värmeenergi i en ångturbinprocess för elproduktion via en elgenerator. Nedan beskrivs kort tillgänglig teknik för detta. Möjliga verkningsgrader och utsläppsmängder för vissa föroreningar anges.

2.1 Förbränningsteknik

Förbränning av bibränsle i en panna för ånggenerering och elproduktion via en ångturbin har sedan mycket lång tid varit etablerad teknik. En viktig tillämpning är skogsindustrins barkpannor för mottrycksproduktion, d v s samtidig el- och värmeproduktion i form av processånga. Dessa pannor är vanligen konventionella ångpannor med förbränning på en rost (galler). På grund av barkens höga fukttinnehåll, måste stötdning med till exempel olja ske om barken inte torkas före pannan. Rostpannor är allmänt kända som robusta och har hög tillgänglighet. Driftstörningar i anläggningar med rostpannor beror mycket sällan på pannan utan oftast på systemet för bränslehanteringen. En nackdel med rosteldning är att det är svårt att uppnå lika höga pannverkningsgrader som i modernare pannkonstruktioner.

Förädlad bibränsle i pulverform kan liksom kolpulver och torvpulver eldas i pannor med brännare. Även om erfarenheterna av pulvereldning av bibränsle i stora pannor är begränsad, talar allt för att en bättre förbränning kan erhållas än i rostpannor.

Såväl inom industrin som i kommunala anläggningar har en ny teknik med förbränning i fluidiserad bädd blivit mycket vanlig för nya pannor. Bränslet och icke-brännbara partiklar hålls svävande (fluidiserande) i eldstaden med hjälp av inblåst förbränningsluft. Den bästa tekniken har visat sig vara s k cirkulerande fluidiserad bädd, CFB. Bland de största fördelarna relativt äldre förbränningsteknik är att flera olika bränslen, t ex flis, torv och kol, kan eldas i samma panna samt att utsläppen av svavel- och kväveoxider kan hållas låga.

Biobränslen innehåller alltid en större eller mindre mängd fukt. För icke torkat träbränsle brukar fukthalten före förbränning vara ca 50 procent (högre för bark), medan förädlade biobränslen som t ex träpulver och briketter innehåller ca 5-10 procent fukt. Fuktinnehållet påverkar förbränningen på flera sätt. Det viktigaste är att bränslets värmevärde per massenhet är mindre ju fuktigare bränslet är; för fuktig bark och flis är det undre värmevärdet lägre än 10 MJ/kg bränsle, medan det för torrare briketter och träpulver är strax under 20 MJ/kg bränsle.¹⁾ Detta kan jämföras med kol med värmevärde i intervallet 20-30 MJ/kg, olja med ca 40 MJ/kg och naturgas med ca 50 MJ/kg.

En ökande fukthalt hos biobränslet ger vidare ökade värmeförluster med rökgaserna. En större mängd förångat vatten lämnar nämligen anläggningen via skorstenen och en större luftmängd måste tas in till pannan.

Pannverkningsgraden anger hur stor andel av den med bränslet tillförda energin vid förbränning som överförs till pannans vatten/ångsystem. För flis med fukthalten ca 50 procent blir pannverkningsgraden i en anläggning med dagens bästa teknik ca 75-80 procent räknat på det undre värmevärdet hos bränslet. En väl fungerande panna för briketter eller träpulver har pannverkningsgraden ca 85-90 procent. Man skall dock därvid ha i minnet, att förädlingen av bränslet också krävt viss energiinsats främst för torkning av det ursprungligen fuktiga biobränslet.

En viktig förutsättning som ligger till grund för angivna värden på pannverkningsgrader är att värme bundet till vattenånga i rökgasen från pannan inte kan tas tillvara. Detta är visserligen möjligt vid värmeproduktion via s k rökgaskondensering. Hittills har dock inte denna teknik kunnat tillämpas på anläggningar för ren elproduktion, beroende på att återvunnet värme från rökgaserna föreligger vid för låg temperatur.

Under de senaste åren har några helt eller delvis biobränsleeldade kraftvärmeverk byggts med ångpanna, ångturbin och fjärrvärmekondensor (t ex Växjö, 18 MW_e / 47 MW fjärrvärme; Nässjö 9 MW_e / 20 MW fjärrvärme; Örebro 60 MW_e / 105 MW fjärrvärme).

2.2 Ångturbinprocessen

Ångturbinprocessen baserad på den s k Rankine-cykeln med vatten/vattenånga som arbetsmedium i ett slutet kretslopp är den idag i världen helt dominerande tekniken för elproduktion. Vatten förångas under tryck i en panna som värms med rökgaser från eldning av ett bränsle (kol, olja, naturgas, torv, biobränsle etc.) eller med värme från en kärnreaktor. Den heta högtrycksången får rusa genom en ångturbin och avge energi via turbinskovlar och turbinaxel till en elgenerator. Efter turbinen kondenseras lågtrycksången och det kondenserade vattnet går till s k matarvattenpumpar för höjning av trycket före återföring av vattnet till ångpannan. Se figur 1.

¹⁾ Det undre värmevärdet kallas också effektivt värmevärde och står för den mängd värmeenergi som erhålls vid fullständig förbränning av 1 kg bränsle utan att energin bunden till förångat vatten i den bildade rökgasen tillvaratas. I denna rapport är alla angivna verkningsgrader baserade på detta undre värmevärde.

För maximal elproduktion skall ångan ha så hög temperatur och högt tryck som möjligt efter ångpannan. De största ångpannorna i världen är kolpulvereldade med en tillförd bränsleeffekt på storleksordningen 1000 MW. De har s k superkritiska ångdata med ett ångtryck på ca 24 MPa och en ångtemperatur på ca 550 °C. Gränsen är satt av vad dagens tillgängliga material tål. Utveckling av ännu bättre material torde göra att man inom det närmaste decenniet når upp till ca 600 °C. (Det finns pannor byggda för så hög temperatur, men de stålqualiteter som därvid används har vissa nackdelar.)

Valet av maximalt tryck och temperatur i en ångpanna baseras på en teknisk/ekonomisk optimering med hänsyn till anläggningens storlek, drifttid, typ av bränsle mm. Nya stora biobränsleldade ångkraftverk på upp till några hundra MW tillförd bränsleeffekt torde inte komma att byggas för superkritiska ångdata. Tekniskt och ekonomiskt optimala ångdata ligger sannolikt vid ångtemperaturer på 480-540°C och ångtryck på 14-19 MPa. Som ett exempel kan nämnas den nya pannan med s k cirkulerande fluidiserad bädd på 165 MW vid kraftvärmeverket i Örebro för bland annat biobränsle som arbetar med 14.9 MPa/540°C. Ett annat exempel är den nya, världens största torvpulvereldade pannan vid ett verk för ren elproduktion i finländska Haapavesi, som arbetar vid 18 MPa/530 °C.

Elverkningsgraden, dvs kvoten mellan producerad nettoeffekt och tillförd bränsle-effekt, torde för stora nybyggda biobränsleldade ångturbinkraftverk komma att ligga på ca 35-40 procent beroende på typ av bränsle och anläggningsutformning. Detta kan jämföras med dagens största kolpulvereldade anläggningar, där motsvarande verkningsgrad ligger något över 40 procent. Skillnaden beror främst på att kol är ett högvärdigare bränsle och att större investeringar i utrustning som höjer verkningsgraden är mer befogade i större anläggningar.

2.3 Utsläpp

Utsläppen av svaveldioxid från biobränsleförbränning är mycket låga beroende på det låga svavelinnehållet i bränslet. Dessutom har den alkaliska askan en förmåga att binda svavel vid förbränningen. De specifika utsläppen är 20 mg svavel per MJ tillförd bränsleenergi eller avsevärt lägre beroende på vilket bränsle som används. Utsläppen av kväveoxider, NO_x, varierar inom intervallen 90-250 mg (räknat som NO₂) per MJ tillförd bränsleenergi för rostpannor och 60-150 mg/MJ för fluidiserade bäddar. Det exakta värdet beror på bland annat processutformning och bränslekaraktistika. De lägsta angivna värdena, dvs 90 mg/MJ för rostpannor resp. 60 mg/MJ för fluidiserade bäddar, kan nås för stora biobränslepannor.

Utsläppen av kolmonoxid och kolväten beror främst på hur fullständig förbränningen kan göras. Det är generellt sett lättare att uppnå en mer fullständig förbränningen i stora pannor än i små. För kolmonoxid bör utsläppen klart kunna understiga 100 ppm.

Utsläppen av oförbrända kolväten är ofta kopplade till utsläppen av kolmonoxid. I stora pannor med normalt mycket goda förbränningsförhållanden bedöms utsläppen av kolväten bli obetydliga.

Utsläpp av koldioxid, CO_2 , förekommer vid all förbränning eftersom i stort sett alla bränslen innehåller kol. Vid förbränning av biobränslen är koldioxidproduktionen ca 100 g CO_2 per MJ tillförd bränsleenergi. Koldioxiden från förbränning av biomassa bidrar dock inte på lång sikt till ökningen av atmosfärens halt av koldioxid.

2.4 Ekonomi

Nybyggnad av en komplett biobränsleeldad anläggning för ren elproduktion med storleksordningen 100-200 MW tillförd bränsleeffekt, vilket motsvarar ca 35-80 MW_e eleffekt, skulle kräva en investering på ca 10 000-11000 kr per kW_e eleffekt i dagens kostnadsläge. Med följande antagna förutsättningar

- realränta 6 procent och en avskrivningstid på 25 år
- årliga drift- och underhållskostnader motsvarande ca 8 procent av investeringen
- årlig utnyttjningstid 5600 timmar
- nettoelverkningsgrad 36 procent
- bränslepris 10 öre/ kWh bränsleenergi

skulle detta ge en elproduktionskostnad på ca 55-60 öre/ kW_e .

Denna kostnad består av ca 14-16 öre/ kW_e som kapitalkostnad, ca 14-16 öre/ kW_e som drift- och underhållskostnad samt ca 28 öre/ kW_e som bränslekostnad.

3. Teknik som kan väntas bli kommersiellt tillgänglig under 1990-talet.

Utveckling av ny teknik för storskalig elproduktion från biobränslen sker internationellt sett i förhållandevis begränsad utsträckning. Resultat från internationell forskning och utveckling av främst ny kolteknik kan dock ge värdefulla kunskaper och erfarenheter i det forsknings-, utvecklings- och demonstrationsarbete som bedrivs i Sverige och övriga länder med intresse för biobränsle.

Nedan behandlas några olika tekniker som bedöms bli kommersiellt tillgängliga under 1990-talet. Vissa förbättringar kan göras av den enda idag kommersiella tekniken med förbränning i panna och en ångturbinprocess. En avsevärt högre elverkningsgrad kan dock erhållas med en gasturbin som primär enhet för elproduktion. Teknik med direkt förbränning av bränslet i en process med gasturbin beskrivs också, nämligen den s k PFBC-tekniken. I ett senare avsnitt, som behandlar teknik på ett tidigt utvecklingsstadium, diskuteras även andra liknande tekniker med direkt förbränning av bränslet i en gasturbinprocess.

Betydelsefulla utvecklingslinjerna är de som baseras på förgasning av biobränslet före förbränning i en gasturbin eller förbränningsmotor. För gasturbindrift är det en fördel om bränslet förgasas vid högt tryck innan den producerade bränngasen efter rening förbränns i gasturbinens brännkammare. Vidare är avgaserna från gasturbinen heta, och för att få en hög verkningsgrad kombineras gasturbinprocessen med en ångturbinprocess till en s k kombicyclel.

3.1 Förbättrad teknik med förbränning i panna och ångturbin

Ovan diskuteras verkningsgrader för förbränning av bibränslen i stora ångpannor. En höjning av pannverkningsgraderna med någon procentenhet kan förväntas i samband med att nya pannkonstruktioner kommersialiseras. Några drastiska förbättringar kan dock inte påräknas. De största förbättringarna torde komma att gälla nya och energieffektiva kombinationer mellan bibränsletorkning och den övriga processen.

För själva ångturbinprocessen torde inte mer än marginellt förbättrad teknik bli aktuell inom det aktuella tillämpningsområdet under de närmaste åren. Ångdata kan förväntas komma att ligga i de övre delarna av de ångtemperatur- och ångtrycksintervall som nämndes i avsnittet 2.2.

Sammantaget innebär detta att elverkningsgraden för konventionella bibränsleeldade ångkraftverk inte kommer att ökas mer än marginellt (högst någon procentenhet) under de närmaste åren.

Inte heller på utsläppssidan kan några väsentliga förändringar förväntas. Utsläppen kan redan idag ligga klart lägre än tillåtna nivåer.

Den förbättrade tekniken kan förväntas ge ökat specifikt investeringsbehov för ångkraftprocessen. Det är dock rimligt att detta kommer att uppvägas av en ökad verkningsgrad, så att elproduktionskostnaden blir tämligen oförändrad.

3.2 PFBC-teknik

Ett av huvudalternativen internationellt sett för renare och effektivare elproduktion från kol är den så kallade PFBC-tekniken (Pressurized Fluidized Bed Combustion). Förbränningen sker under tryck i en fluidiserad bädd och elenergi genereras via både en gasturbin och en ångturbin, dvs en typ av kombicycle, se figur 2. Företaget ABB håller nu på med att kommersialisera PFBC-tekniken för koleldning. Bland annat har en kraft-värmeanläggning byggts vid Värtaverket i Stockholm med två PFBC-moduler som producerar totalt 130 MW_e eleffekt och 210 MW värmeeffekt.

PFBC-tekniken är tänkbar att använda också för bibränsle. Ett utvecklingsprogram måste dock genomföras för att bland annat visa hur inmatningen av bränslet skall kunna ske och hur bibränslet beter sig vid förbränning i den fluidiserade bädden med hänsyn till bränslets densitet, flyktighet och fukttinnehåll, som är annorlunda än för kol. En stor fördel relativt kol är att ingen kalktillsats behövs för att binda svavel. Utsläppen av föroreningar bör kunna bli ungefär som för den konventionella tekniken med förbränning i panna, som beskrivits ovan.

Verkningsgraden för en bibränsleeldad PFBC-anläggning för ren elproduktion med storleksordningen 100-200 MW tillförd bränsleeffekt uppges komma att ligga på ca 40 procent med en fukthalt på ca 50 procent hos bränslet.

Nybyggnad av en komplett PFBC-anläggning i den aktuella storleken skulle kräva en väsentligt större investering per kW_e eleffekt än vad som ovan redovisats för den

konventionella ångturbinprocessen. Eftersom ingen anläggning har byggts och visst utvecklingsarbete för processen kvarstår, är det inte möjligt att med någon större grad av säkerhet ange kostnaden för elproduktion. Om det specifika investeringsbehovet skulle vara ca 50 procent större än för ångturbinprocessen och övriga kostnader beräknas på motsvarande sätt som för ångturbinprocessen, skulle den totala elproduktionskostnaden bli i storleksordningen 70 öre/kWh_e.

3.3 Förgasning vid atmosfärstryck och dieselmotor

Förgasning innebär att ett bränsles innehåll av brännbar substans omvandlas vid hög temperatur från olika former av fasta kolväten (cellulosa, lignin mm) till olika gaser (kolmonoxid (CO), koldioxid (CO₂), vätgas (H₂), vattenånga (H₂O) mm). Gasblandningen kallas ofta brännngas, om avsikten är att senare förbränna gasen, och ibland syntesgas, om gasen skall användas som råvara i någon kemisk processindustri. Själva förgasningen innebär att en mindre del av det ursprungliga bränslets värmevärde går förlorat. Hur stor denna förlust blir beror på hur förgasningen genomförs och hur den bildade gasblandningen eventuellt kyls och renas efter förgasningen.

Den från termodynamisk synpunkt stora fördelen med förgasning relativt förbränning är, att större delen av biobränslets ursprungliga energi finns kvar i form av högvärdig kemisk energi i bildade energirika gaser (främst CO och H₂). Vid förbränning omvandlas den högvärdiga kemiska energin till termodynamiskt mindre värdefull värmeenergi. Från teknisk/praktisk synpunkt innebär förgasningen att en gasturbin eller en förbränningsmotor kan användas som primär enhet för elproduktion. Gasturbindrift kräver brännngas vid högt tryck, medan motordrift kan ske med brännngas nära atmosfärstryck.

Förgasning av biobränsle vid atmosfärstryck kan redan idag anses vara kommersiell teknik. Vid tre svenska massafabriker finns förgasare av typen CFB (cirkulerande fluidiserad bädd) för bark med användning av den producerade brännngasen som bränsle i mesaugnar. I Studsvik har man i en försöksanläggning på 2 MW termisk effekt visat att biobränsle kan förgasas och brännngasen renas tillräckligt för att en dieselmotor skall kunna drivas med hjälp av denna gas, se figur 3. En tillsats av dieselolja motsvarande minst 5 procent av den totalt tillförda bränsleeffekten behövs för motorns tändning. Även om visst utvecklingsarbete återstår, bedöms tekniken inom några år vara redo för kommersialisering för elproduktion från biobränslen.

Man kan diskutera om tekniken med atmosfärisk förgasning och dieselmotor skall räknas som storskalig elproduktionsteknik. Ingen enstaka motor torde idag byggas för högre axeffekt än ca 10 MW. Önskar man en större elproduktion vid en sådan anläggning, måste flera dieselmotorer kopplas parallellt till en gemensam förgasare.

Verkningsgraden för förgasningsprocessen beror givetvis på dess utformning. Man torde för en anläggning för ren elproduktion kunna räkna med ca 90 procent verkningsgrad räknad på het gas och ca 75 procent räknad på kyld och renad brännngas. De största dieselmotorerna eldade med olja eller naturgas kan nå verkningsgrader på 45-50 procent. Med brännngas från en atmosfärisk biobränsleförgasare torde dock motorverkningsgraden knappast komma att nämnvärt överstiga 40 procent. Detta medför att den totala elverkningsgraden kan förväntas bli ca 30 procent eller strax

däröver. Om dieselmotorns avgaser utnyttjas för torkning av till förgasaren ingående bränsle, skulle den totala nettoelverkningsgraden kunna bli maximalt ca 35 procent räknat på tillfört bränsle. Till skillnad från den konventionella ångturbinprocessen, torde dessa verkningsgrader nås redan vid en skala ner mot ca 10 MW tillförd bränsleeffekt.

Utsläppen av svaveldioxid är låga, eftersom svavelinnehållet i biobränsle är lågt. Utsläppen av kväveoxider är normalt höga från dieselmotorer. Med förgasat biobränsle har dock utsläppen i Studsviks försöksanläggning visat sig vara låga. I en fullstor anläggning uppges kväveoxidutsläppen bli sannolikt mindre än 100 mg/MJ.

De emissionsproblem som främst identifierats i Studsviksförsöken är oförbrända kolväten. Detta tros i framtiden kunna lösas med vissa motormodifieringar och s k oxidationskatalysator för avgasrening.

Nybyggnad av en komplett anläggning med atmosfärisk biobränsleförgasare och dieselmotor för ren elproduktion i den skala som är aktuell i föreliggande studie skulle kräva en väsentligt större investering per kW_e eleffekt än vad som ovan redovisats för den konventionella ångturbinprocessen. Eftersom ingen anläggning har byggts och visst utvecklingsarbete för processen kvarstår, är det inte möjligt att med någon större grad av säkerhet ange kostnaden för elproduktion. Om det specifika investeringsbehovet skulle vara ca 50 procent större än för ångturbinprocessen och övriga kostnader beräknas på motsvarande sätt som för ångturbinprocessen, skulle den totala elproduktionskostnaden bli i storleksordningen 70 öre/kWh_e.

3.4 Förgasning vid högt tryck och kombicykel

Vid ångturbinprocessen upptar arbetsmediet vatten/vattenånga värmeenergi i pannan vid en från termodynamisk synpunkt förhållandevis låg temperatur. I en gasturbin uppnås däremot en väsentligt högre temperatur, i intervallet 800-1300 °C, hos arbetsmediet, som i detta fall utgörs av luft och avgaser från förbränning av det bränsle som tillförs i gasturbinens brännkammare. Därmed är en förutsättning uppfylld för att avsevärt högre verkningsgrad skall kunna uppnås. Detta kräver dock att avgaserna lämnar anläggningen vid en temperatur på högst storleksordningen 100 °C. Normalt ligger temperaturen på avgaserna direkt efter utloppet från själva gasturbinen på 350- 550 °C.

I en kombicykel kyls gasturbinens avgaser till storleksordningen 100 °C och den utvunna värmeenergin utnyttjas i en ångturbinprocess. Pannan är i detta fall en s k avgaspanna, i vilken värmeenergin överförs från de heta avgaserna till vattnet i ångturbinbinkretsen. I en kombicykelanläggning genereras därmed elenergi både via en gasturbin och via en ångturbin, se figur 4.

Kombicykeltekniken är idag en viktig teknik för ny elproduktion i världen. Bränslet är dock till helt övervägande del naturgas eller olja. Nettoelverkningsgraden för de största anläggningarna som byggs idag ligger strax över 50 procent, dvs ett tiotal procentenheter högre än för de bästa kraftverken med enbart ångturbin.

För att kunna använda biobränsle som bränsle i en gasturbinbrännkammare måste bränslet först förgasas. Om förgasningen sker vid högt tryck, kan den bildade bränn-gasen tillföras en gasturbins brännkammare utan mellanliggande kompression. Den producerade brännngasen måste först renas. Tekniken för detta är internationellt redan på väg att kommersialiseras för kol som bränsle (beteckning på engelska "Integrated Gasification with Combined Cycles", IGCC). Biobränsle är generellt sett lättare att förgasa än kol. Vidare blir reningen av brännngasen enklare för biobränsle än för kol beroende på det låga svavelinnehållet.

Tekniken för förgasning av biobränsle vid högt tryck har utvecklats så att den under 1990-talet kan förväntas vara kommersiell. Sydkraft kommer enligt uppgift att bygga en liten demonstrationsanläggning med kombicykelteknik i Värnamo. Vattenfall planerar också att demonstrera liknande teknik i en anläggning som beräknas kunna tas i drift 1997.

Vid stora kolförgasningsanläggningar på flera hundra MW tillförd bränsleeffekt används ren syrgas för förgasningen för att få ett högt värmevärde hos brännngasen från förgasaren. Detta kräver dock investering i en syrgasfabrik i anslutning till förgasningsanläggningen. Kostnaderna för syrgasen, framställd via den tillgängliga tekniken med destillation av luft, torde sannolikt inte kunna bäras av en biobränsle-eldad anläggning på upp till något hundratal MW tillförd bränsleeffekt. Biobränsle-förgasning kan därför förväntas ske med hjälp av luft och inte ren syrgas. Detta ger ett lägre värmevärde hos den producerade brännngasen.

Ju fuktigare tillfört bränsle är, desto lägre är som nämnts dess värmevärde och desto lägre värmevärde erhålls hos den vid förgasning producerade brännngasen. Brännngas med alltför lågt värmevärde kan vara svår att bränna i en gasturbins brännkammare. Biobränsleförgasare kan bland annat därför kräva att fuktigt biobränsle först torkas i en separat torkanläggning. Normalt är biobränsletorkning en mycket energikrävande operation. Om torkningen görs i anslutning till en förgasare, finns dock möjligheter att göra torkningen energimässigt effektivare.

Nettoelverkningsgraden för en anläggning på i storleksordningen 100-200 MW tillförd bränsleeffekt med biobränsleförgasare och kombicykel torde komma att bli ca 40-45 procent om bränslets fukthalt är ca 50 procent. Var verkningsgraden hamnar inom detta intervall beror på hur anläggningen utformas. Vattenfall anger till och med en något högre nettoelverkningsgrad. En väsentlig faktor är om reningen av bränn-gasen mellan förgasare och gasturbin kan ske utan kylning av gasen eller om gasen måste kylas vid reningen, vilket minskar verkningsgraden. En gasturbin kräver att det bränsle som tillförs brännkammaren är mycket rent för att inte turbinbladen skall skadas. Speciellt höga krav ställs på att innehållet av alkalimetaller som till exempel natrium skall vara mycket litet. Stora forsknings- och utvecklingsinsatser görs idag nationellt och internationellt för att ta fram teknik och material för s k hetgasrening av gas för att slippa kylningen av gasen. Det torde vara avsevärt lättare att genomföra hetgasrening vid förgasning av biobränsle än vid kolförgasning.

Förgasning och kombicykel torde inte komma ge utsläppsnivåer som är väsentligt annorlunda de som angavs ovan för konventionell förbränning i panna vad avser svaveldioxid, kolmonoxid och kolväten. Utsläppen av kväveoxider är mycket osäkra, beroende på att ingen brännngas av aktuellt slag ännu eldats i en gasturbinbrännkam-

mare. Det är dock fullt möjligt att komma ner till de lägsta nivåerna som angavs ovan för konventionell pannförbränning. Eventuellt behövs dock katalytisk avgasrening eller utveckling av speciella brännkammare för att nå dithän.

Nybyggnad av en komplett anläggning med trycksatt biobränsleför gasare och kombi-cykel för ren elproduktion i den skala som är aktuell i föreliggande studie skulle kräva en väsentligt större investering per kW_e eleffekt än vad som ovan redovisats för den konventionella ångturbinprocessen. Eftersom ingen anläggning har byggts och visst utvecklingsarbete för processen kvarstår, är det inte möjligt att med någon större grad av säkerhet ange kostnaden för elproduktion. Om det specifika investeringsbehovet skulle vara ca 100 procent större än för ångturbinprocessen och övriga kostnader beräknas på motsvarande sätt som för ångturbinprocessen, skulle den totala elproduktionskostnaden bli i storleksordningen 80 öre/ kWh_e .

3.5 Förgasning vid atmosfärstryck och kombicykel

Förgasning av biobränsle vid atmosfärstryck är som nämnts redan kommersiell teknik. Det är möjligt att kyla, rena och därefter komprimera bränn gasen från en atmosfärisk för gasare så att den kan användas i en gasturbin ingående i en kombi-cykelanläggning med ångturbin enligt föregående avsnitt, se figur 5. Såväl värme-energin från kylningen av bränn gasen som värmeenergin i avgaserna från gasturbinen kan utnyttjas i ångcykeln.

Prestanda och kostnader för en process av detta slag har helt nyligen uppskattats vid Studsvik. Resultaten tyder på att nettoelverkningsgraden kan bli nära vad som erhålls för motsvarande process med trycksatt förgasning. Utsläppsnivåerna torde också kunna bli ungefär som för denna process. En stor fördel är enligt Studsviks preliminära kalkyler, att investeringsbehovet kan bli avsevärt lägre.

3.6 Hybridprocesser med biobränsle och annat bränsle

Biobränsle är som framgått ovan ett energimässigt lågvärdigt bränsle. Det är svårt att uppnå höga elverkningsgrader i processer med enbart sådant bränsle. Det är dock fullt tänkbart att kombinera biobränsle med något högvärdigt bränsle som naturgas eller gasol för att få högre elverkningsgrad i någon typ av hybridprocess.

En föreslagen hybridprocess är att elda naturgas eller gasol i en gasturbin och använda de heta avgaserna som förvärmad förbränningsluft i en biobränsleeldad panna. Pannan görs därvid som en ångpanna, i vilken ånga produceras för att driva en ångturbin. Det är således fråga om en typ av kombiprocess som kan betecknas som en kombicykel med gasturbin och tillsatseldning med biobränsle i avgaspannan, se figur 6.

Väsentliga fördelar med denna process är att det högvärdiga bränslet används för förbränning vid högt tryck och på en hög temperaturnivå. Biobränsleeldningen sker däremot vid atmosfärstryck, vilket väsentligt förenklar processen. En annan fördel är att kväveoxidinnehållet i gasturbinavgasen med största sannolikhet minskas vid passagen genom den biobränsleeldade pannan. Nettoelverkningsgraden torde kunna bli nära den för processen med trycksatt förgasning och kombicykel. Investeringsbehovet

och elproduktionskostnaden torde också bli något lägre än för denna process. Det bör dock påpekas att det är fråga om en process som kräver naturgas eller gasol som del av bränsletillförseln.

Vattenfall planerar att demonstrera en hybridprocess som skulle kunna tas i drift under 1996.

4. Teknik som ännu befinner sig i ett tidigt utvecklingsskede.

Det finns många olika möjliga tekniker för storskalig elproduktion från biobränslen, vilka ännu enbart finns på idéstadiet eller i laboratorieskala. För samtliga teknik-exempel som redovisas nedan är ett väsentligt mål för utvecklingssträvandena att öka elverkningsgraden med bibehållna eller förbättrade miljöprestanda. Ett annat viktigt mål är att minska investeringsbehovet.

De nedan diskuterade teknikerna med hetluftturbin och de nya gasturbinprocesserna skulle kunna räknas in bland gruppen av tekniker som kan kommersialiseras under 1990-talet. Orsaken till att de ändå här har hänförs till gruppen av tekniker med tänkbar senare kommersialisering är, att förhållandevis begränsat intresse hittills har visats i Sverige från tillverkare och kraftindustri för denna typ av processer.

4.1 Hetluftturbin och ångturbinprocess

Ovan har nämnts att gasturbiner kräver ett rent bränsle, eftersom bränslet förbränns direkt i brännkammaren. Genom förbränningen förorenas luften av förbränningsprodukter och bildar den avgas som passerar genom turbinens expansionsdelar.

I en hetluftturbin (ibland kallad indirekt eldad gasturbin) tillförs värmeenergi indirekt via en värmeväxlare eller en panna till den komprimerade luften, dvs utan att den heta luften förorenas. Fördelen med ett sådant arrangemang är att mindre rena bränslen, som till exempel biobränslen, kan användas. Bränslet eldas därvid i en panna och den frigjorda värmeenergin överförs via värmeväxlarytor i pannan till luften. Luften får sedan expandera och avge energi som i en sedvanlig gasturbin. Avgasen från turbinen kan med fördel utgöra förvärmad förbränningsluft i pannan, se figur 7.

En begränsning, som gjort att hetluftturbiner hittills inte varit föremål för speciellt stort intresse, har varit att luften inte kan upphetas till mer än ca 750 °C med idag kommersiellt tillgängliga material. I de mest avancerade direkteldade gasturbinerna kan, som ovan nämnts, den högsta gastemperaturen vara i storleksordningen 1300 °C, vilket ger avsevärt högre verkningsgrad hos gasturbinprocessen. En kraftig utveckling pågår av keramiska material, som skulle kunna användas i samband med hetluftturbiner. Det torde bli fullt möjligt att komma upp avsevärt över 1000 °C. Med en så hög turbininloppstemperatur och med en avgaspanna och ångturbinprocess, dvs en kombi-cykel, skulle nettoelverkningsgraden kunna bli av samma storleksordningen som för processen med trycksatt förgasning och kombicykel. En stor fördel skulle dock sannolikt vara ett avsevärt lägre investeringsbehov än för den processen. Med rejäla

utvecklingsinsatser, skulle tekniken sannolikt kunna kommersialiseras redan under 1990-talet.

4.2 Förgasning och nya typer av turbinprocesser.

Om biobränslet förgasas och den bildade bränngasen renas, finns ett stort antal tänkbara alternativa tekniker för att generera elenergi utöver den som beskrevs i tidigare avsnitt. Nedan presenteras några sådana varianter.

4.2.1 Gasturbin med ånginjektion

En gasturbin kan eldas med renad bränngas från en förgasare. I anslutning till gasturbinens brännkammare kan vattenånga tillföras. Denna ånga kan erhållas via en avgaspanna, där värmeenergi tas från gasturbinens avgaser, se figur 8. Genom ångtillförseln till gasturbinen ökas massflödet genom gasturbinens expansionsdel och en större effekt kan tas ut för drivning av elgeneratoren. Gasturbinen kan på detta sätt sägas göra tjänst som en integrerad gas- och ångturbin. En stor fördel med en sådan ånginjektionsteknik relativt den sedvanliga kombicykeltekniken är, att investeringsbehovet minskas när ingen separat ångturbin och kondensor behövs. En nackdel är att vatten förbrukas och förloras från anläggningen i form av vattenånga i avgasen. Vattenkostnaden är dock inte någon dominerande kostnadspost.

Det finns idag ett flertal gasturbinmodeller av olika storlek som kan levereras avsedda för ånginjektion. Tekniken är dock ännu bara kommersiell för naturgas som bränsle. Något tiotal gasturbiner med ånginjektion (på engelska betecknade STIG (=STeam Injected Gas turbine)-cykel eller Cheng-cykel) finns i drift, främst i Californien. De flesta används inom processindustrier som till exempel pappersbruk. Normalt körs gasturbinen med en låg grad av ånginjektion, vilket är en relativt vanlig teknik för att minska kväveoxidutsläppen. Den ånga som genereras i avgaspannan efter turbinen levereras då till en ångkrävande process, till exempel torkpartiet i en pappersmaskin. Vid de tillfällen när ånga ej behövs i processen, injiceras mer ånga i gasturbinen för att öka elproduktionen. En förutsättning för detta är givetvis att företaget får tillräckligt betalt för producerad elenergi.

Med biobränsle med 50 procent fukthalt skulle en storskalig elproduktionsanläggning med förgasare och gasturbin med ånginjektion och s k mellankylning mellan två kompressorsteg kunna ge en nettoelverkningsgrad på maximalt drygt 40 procent. Man skulle således med denna teknik nå verkningsgrader nära de som erhålls för en kombicykelanläggning men utan att behöva investera i en separat ångturbin.

4.2.2 Gasturbin med evaporativ kylning av kompressorluften.

I den tidigare beskrivna gasturbintekniken sker avgasvärmeåtervinning via en sedvanlig avgaspanna för ångproduktion, och den producerade ångan antas injiceras i gasturbinen. En alternativ teknik, som också innebär avgasvärmeåtervinning och tillförsel av vattenånga till gasturbinen, utgörs av följande teknik. Den heta komprimerade luften (temperatur 250-350 °C) efter gasturbinens kompressordel får passera en vattenskrubber, till exempel i form av ett tomt torn med spraydysor genom vilka vatten sprutas in. Luften kyls då till strax över 100 °C genom att vatten förångas.

Detta sker idealt sett adiabatiskt, dvs så att luftens totala energiinnehåll ej förändras. Luftströmmen får via en avgasvärmeväxlare återvinna värme från de heta avgaserna från gasturbinen. Luften upphettas härigenom och en mindre mängd bränsle måste tillföras i den efterföljande gasturbinbrännkammaren. Se figur 9.

Den beskrivna processen har ungefär samma principiella fördelar som en gasturbinanläggning med ånginjektion. Tekniken kan dock vara enklare och billigare att realisera och en högre elverkningsgrad torde kunna uppnås. Teoretiska beräkningar visar att nettoelverkningsgrader av samma storleksordning eller något högre än vid förgasning med kombicykel skulle kunna uppnås, dvs över 45 procent. Inga problem med kväveoxidutsläpp förutses bland annat beroende på det stora vatteninnehållet i luften till brännkammaren.

Stora utvecklingsinsatser planeras för närvarande av en grupp stora industriföretag i Förenta staterna. Tekniken kallas där HAT-cykeln (efter Humid Air Turbine). Man avser att tillämpa tekniken i samband med kolförgasning som ett alternativ till den tidigare nämnda IGCC-processen. Investeringsbehovet hävdas bli av samma storleksordning som för konventionell ångkraftteknik trots den avsevärt högre verkningsgrad som beräknas kunna uppnås. En demonstrationsanläggning beräknas vara i drift under 1997.

HAT-cykeln kan, liksom även ånginjektionstekniken, också kombineras med en hetluftturbin i stället för en direkteldad gasturbin.

4.2.3 Nya typer av ångturbinprocesser

I ett tidigare avsnitt har nämnts att dagens ångturbinprocesser baseras på den s k Rankine-cykeln med vatten/vattenånga som arbetsmedium. Utveckling pågår av nya ångturbinprocesser med andra arbetsmedier än rent vatten. En intressant teknik utgörs av den s k Kalina-processen. I denna används en blandning av ammoniak och vatten som arbetsmedium i stället för rent vatten. Vidare är kondensorn i den vanliga Rankine-cykeln utbytt mot ett absorptions/desorptionssystem.

Teoretiska beräkningar visar att en anläggning med förgasare, gasturbin och en Kalina-cykel i stället för den sedvanliga Rankinecykeln skulle ge några procentenheter högre elverkningsgrad än för motsvarande anläggning med Rankine-cykel.

Världens första Kalina-process provas för närvarande i en försöksanläggning (3 MW eleffekt) i Californien.

4.3 Direkt förbränning vid högt tryck och kombicykel

I ett tidigare avsnitt beskrevs den s k PFBC-tekniken, där bränslet förbränns i en trycksatt fluidiserad bädd med efterföljande gasturbin och ångturbin. Den tekniken utvecklas vidare genom att en del av bränslet förgasas och den bildade bränngasen används för att höja temperaturen före gasturbinen från nuvarande ca 830°C till över 1000°C. En sådan delförgasning eller pyrolys av biobränsle för s k toppeldning före en gasturbin kan vara intressant också i samband med andra tekniker än PFBC.

Ett annat alternativ är att förbränna torkat och pulveriserat biobränsle direkt i en gasturbinbrännkammare, se figur 10. Detta har provats för många år sedan i gasturbiner med låg brännkammartemperatur. När man nu siktar på högre temperaturer, krävs en effektiv hetgasrening före gasturbinens expansionsdel. Detta är ett stort tekniskt problem i samband med alla former av direkteldade gasturbiner för fast bränsle. Problemet torde dock vara mindre i samband med biobränsle än med kol.

Problemet har kunnat lösas i samband med den ovan beskrivna PFBC-tekniken. Förbränningstemperaturen är dock därvid endast ca 850-870 °C. I mer avancerade gasturbiner krävs dock temperaturer på 1100-1200 °C eller mer. Högeffektiv gasreningsteknik anpassad för så höga temperaturer med avskiljning av smält aska och alkalimetaller är ännu ej utvecklad.

Andra stora tekniska problem gäller inmatningen av bränslet till den trycksatta brännkammaren och hur förbränning vid så hög temperatur skall kunna ske samtidigt som kväveoxidutsläppen hålls låga.

De heta avgaserna från en direkteldad gasturbin kan på vanligt sätt för en kombi-anläggning ledas via en avgaspanna, där värmeenergi avges till en ångturbinprocess. Teoretiska beräkningar visar att en sådan anläggnings totala elverkningsgrad skulle kunna bli 45 procent eller mer.

4.4 Förgasning och bränsleceller

Tidigare har nämnts att en förgasning innebär att större delen av bränslets ursprungliga kemiska energiinnehåll omsätts till energirika gaser som kolmonoxid och vätgas. Energin i dessa gaser kan via bränsleceller omvandlas till elenergi. Verkningsgraden för en sådan process kan bli avsevärt högre än för varje process som innehåller ett vanligt förbränningssteg.

Utvecklingen av bränslecelltekniken har tagit fart under de senaste åren. Det beror huvudsakligen på att man vill nå mycket höga elverkningsgrader med naturgas som bränsle. Minst två typer av bränsleceller är dock lämpade även för förgasat biobränsle. Speciellt intressant är den så kallade fastoxidbränslecellen. Den kan kombineras med en kombi-cykel med gasturbin och ångturbin. Nettoelverkningsgraden för en sådan process baserad på fuktigt biobränsle skulle kunna ligga någonstans i intervallet 50-60 procent. Det återstår att se hur stor investering detta skulle kräva.

5 Något om teknik för kraftvärme- och mottrycksproduktion

I princip samtliga ovan beskrivna tekniker för ren elproduktion kan också användas för samtidig el- och värmeproduktion, dvs det som i kommunala sammanhang kallas kraftvärmeproduktion och i industriella sammanhang mottrycksproduktion. En förutsättning för sådan produktion är givetvis att avsättning finns för värmeenergin i form av fjärrvärme eller processånga.

När el och värme produceras samtidigt minskar processens elverkningsgrad medan totalverkningsgraden²⁾ ökar väsentligt. Detta är kommersiellt fördelaktigt när pris-skillnaden mellan el- och värmeenergi är liten, vilket är fallet i Sverige för närvarande. Från termodynamisk synpunkt är dock elenergi avsevärt mer värd än värmeenergi, vilket bland annat visar sig i elenergens mycket större praktiska användbarhet.

Förhållandet mellan producerad eleffekt och värmeeffekt för en viss process brukar kallas processens alfavärde. När målet är att få stor andel elproduktion, är därmed en process fördelaktigare ju större dess alfavärde är. Detta är till exempel fallet när storleken av värmeunderlaget är givet och så stor elproduktion som möjligt eftersträvas.

5.1 Dagens teknik för kraftvärme och mottryck

På motsvarande sätt som för ren elproduktion, är ångturbinprocessen den enda hittills kommersiellt tillgängliga processen för biobränslebaserad kraftvärmeproduktion. Den har under hela detta århundrade tillämpats inom framförallt cellulosaindustrin och under det senaste decenniet även i biobränsleeldade kommunala kraftvärmeverk.

Dagens kommunala kraftvärmeprocesser, med en producerad eleffekt större än ca 20 MW_e och goda ångdata, har normalt en elverkningsgrad på strax under 30 procent. Mindre anläggningar har lägre elverkningsgrader främst beroende på billigare utformning av ångturbinprocessen. Alfavärdet för motsvarande kraftvärmeprocesser är ca 0.50-0.55. Totalverkningsgraden är ca 85-90 procent.

Ca 90 procent av den totala industriella mottrycksproduktionen finns inom massa- och pappersindustrin. För industriella mottrycksprocesser är alfavärdet mindre än för kommunala kraftvärme och ligger vanligen inom intervallet 0.15-0.30. Elverkningsgraderna är normalt ca 15-20 procent. Skillnaden relativt kommunalt kraftvärme beror främst på att värmeenergin tas ut som processånga vid högre temperatur.

5.2 Framtida kraftvärmeteknik

Framtida kraftvärmeanläggningar baserade på den konventionella ångturbinprocessen kan förväntas ha något högre elverkningsgrad än dagens, om de byggs för mer avancerade ångdata än de som idag är ekonomiskt optimala. Samtliga tekniker, som beskrevs i ett tidigare avsnitt bland teknik som kan förväntas bli kommersiellt tillgänglig för ren elproduktion under de närmaste åren, kan också användas för kraftvärmeproduktion. Följande verkningsgrader kan uppskattas för de olika teknikerna i kraftvärmetillämpningar för biobränsle med fukthalten 50 procent och med en producerad eleffekt på mer än ca 20 MW_e :

²⁾ Med totalverkningsgraden för samtidig el- och värmeproduktion avses kvoten mellan summan av producerad el- och värmeeffekt och den tillförda bränsleeffekten.

	<u>elverkningsgrad</u>	<u>totalverkningsgrad</u>
Förbättrad ångturbinprocess	ca 30 %	85-90 %
PFBC-teknik	30-35 %	85-90 %
Förgasning och dieselmotor	30-35 %	85-90 %
Förgasning och kombicycle	ca 40 %	85-90 %
Hybridprocess med biobränsle och annat bränsle	35-40 %	85-90 %

Totalverkningsgraden kan göras större än 90 procent via den speciella form av värmeåtervinning som kallas rökgaskondensering. En nackdel med detta från elproduktionssynpunkt är dock, att rökgaskondenseringen ger en minskad möjlig elproduktion vid given storlek på värmebehovet.

När det gäller utsläppsnivåer är det ingen principiell teknisk skillnad mellan anläggningar för produktion av enbart elenergi och kraftvärmeverk.

5.3 Framtida teknik för mottrycksproduktion

I de industriella mottrycksprocesserna är förhållandevis måttliga ångdata vanliga beroende på att till exempel cellulosaindustrin i första hand är producent av massa och papper och inte energiproducent. Biobränslepannorna används huvudsakligen för att klara försörjningen av processånga, återvinning av kemikalier (i sodapannor) samt för att kunna utnyttja värmevärdet hos den bark som måste tas om hand.

Det är åtminstone teoretiskt tänkbart att öka elverkningsgraderna för mottrycksprocesser inom främst cellulosaindustrin väsentligt genom att bygga anläggningar för högre ångtemperatur och högre ångtryck än idag. Även de övriga framtidsteknikerna som nämnts tidigare är tänkbara att tillämpa för industriell mottrycksproduktion. Det är dock viktigt att komma ihåg de annorlunda krav på driftsäkerhet, tillgänglighet och ekonomisk avkastning som gäller för industriella tillämpningar.

Som nämndes i ett tidigare avsnitt, har Sveriges första kommersiella atmosfäriska förgasare för biobränsle byggts vid tre massafabriker. Vid ett svenskt massabruk finns också en försöksanläggning för en helt ny teknik för förgasning av svartlut. Det lignin som kokkemikalierna löst ut från veden förbränns normalt genom att den s k svartluten (kokresten) sprutas in i den s k sodapannan. Den frigjorda värmeenergin används i processen och eventuellt för mottrycksproduktion. De icke-brännbara kokkemikalierna återvinns till processen.

Svartlutsförgasning vid högt tryck och en kombiprocess med gasturbin och ångturbin skulle kunna ge en elverkningsgrad på 25-30 procent jämfört med 15-20 procent för nuvarande sodapannor. Det finns dock stora tekniska problem som måste lösas innan denna teknik kan realiseras. Bland annat måste bränngasen från förgasaren renas före gasturbinen från ett förhållandevis högt innehåll av alkalimetaller till mycket låga alkalihalter.

6 Något om teknik för elproduktion i mindre skala

Motsvarande teknik som beskrivits för storskalig elproduktion kan också i princip användas i mindre skala. Ett problem är att kostnaderna per producerad energienhet blir höga beroende på att investeringsbehoven per kW blir stora och verkningsgraderna låga.

En teknik med kolvångmaskin i stället för ångturbin kan tillämpas för att få ett lägre investeringsbehov för en anläggning med förbränning av bibränsle i en liten ångpanna. Ångmaskiner måste arbeta med lägre överhettningstemperaturer och högre tryck för avloppsånga än ångturbiner. Detta och det faktum att maskinens inre förluster är större ger en förhållandevis låg elverkningsgrad. Det lägre investeringsbehovet gör att ångmaskiner är ett intressant alternativ till ångturbiner i ett ungefärligt storleksintervall från något eller några hundra kW till någon MW.

Förgasning av bibränsle vid atmosfärstryck och dieselmotor har diskuterats i avsnitt 3.3. Tekniken torde vara intressant för anläggningsstorlekar från någon MW tillförd bränsleeffekt. Ny teknik för rening av bränslegasen måste dock utvecklas innan tekniken kan bli kommersiell.

Ytterligare tekniker som är av intresse i liten skala är direkteldade dieselmotorer (se figur 11) och gasturbiner. Det återstår dock omfattande forsknings- och utvecklingsinsatser innan någon av dessa tekniker kan bli kommersiellt tillgängliga.

7 Slutsatser

Ångkrafttekniken, som sedan mycket lång tid varit etablerad inom industri och kommuner, är den enda idag kommersiellt tillgängliga tekniken för storskalig elproduktion från bibränsle. Nya pannkonstruktioner, t ex fluidiserade bäddar, ger möjligheter till god förbränning kombinerad med förhållandevis låga utsläpp av föroreningar. Nya stora ångkraftverk kommer att dimensioneras för höga ångtemperaturer och ångtryck, även om det inte torde vara ekonomiskt optimalt att gå upp till så avancerade ångdata som gäller i stora koleldade anläggningar. Nettoelverkningsgraden kan bli ca 35-40 procent.

Nybyggnad av ett komplett stort bibränsleeldat ångkraftverk för ren elproduktion uppskattas kosta drygt 10 000 kr/kW_e. Elproduktionskostnaden uppskattas till ca 55-60 öre/kWh.

Under 1990-talet bedöms några nya tekniker bli kunna bli kommersiellt tillgängliga. En förutsättning är dock att påbörjat utvecklingsarbete bedrivs kraftfullt och med uthållighet. Intressanta tekniker är PFBC-teknik, förgasning vid atmosfärstryck och dieselmotor eller kombicycle samt förgasning vid högt tryck och kombicycle. Också hybridprocesser med bibränsle och t ex naturgas eller gasol är intressanta. För samtliga dessa tekniker bör utsläppsnivåer kunna bli ungefär samma som vid konventionell förbränning. Elverkningsgraderna bedöms komma att vara av samma storleksordning eller något över vad som nås med ångkrafttekniken. Nettoelverkningsgrader

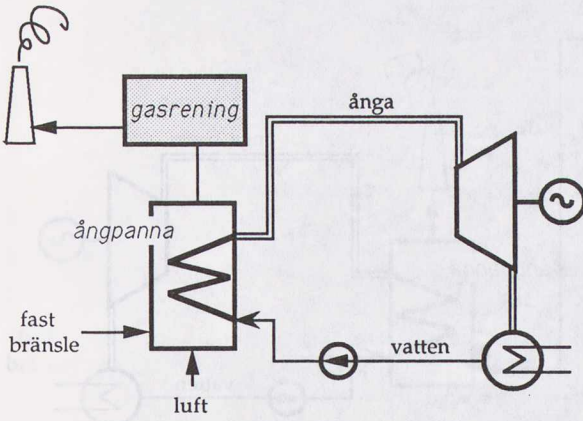
nämnvärt över ca 45 procent baserat på fuktigt biobränsle torde knappast kunna uppnås för någon teknik.

Ingen av de under 1990-talet aktuella nya teknikerna har ännu passerat demonstrationsstadiet, och det är inte möjligt att med någon större grad av säkerhet ange investeringsbehov och elproduktionskostnad. Samtliga alternativ skulle sannolikt kräva avsevärt större investeringar än konventionell ångkraft. Baserat på mycket grova uppskattningar av investeringsbehov och en beräkning av kostnader på motsvarande sätt som för ångkrafttekniken, torde elproduktionskostnaden för de flesta av de nya teknikerna bli i storleksordningen 70-80 öre/kWh. För tekniken med atmosfärisk förgasning och kombicycle har något lägre elproduktionskostnader angivits, men dessa kostnader får anses vara mycket osäkra.

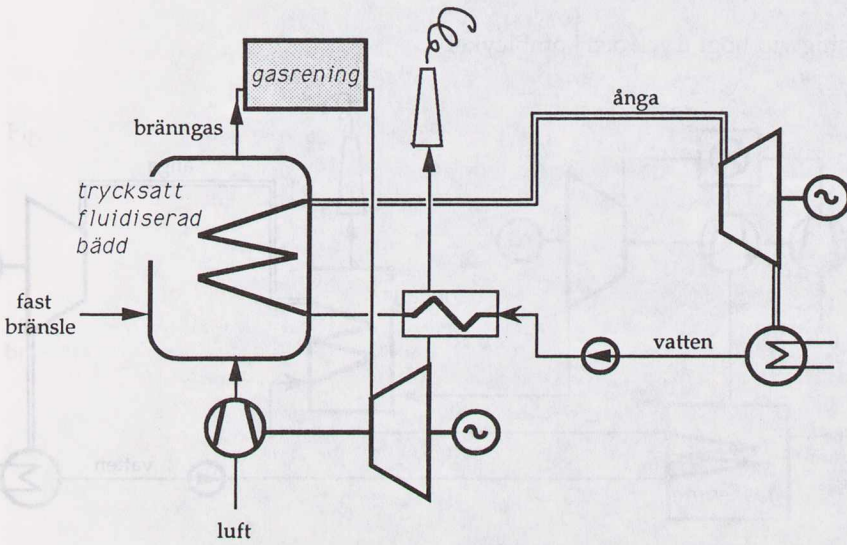
Samtliga beskrivna tekniker för ren elproduktion kan i princip också användas för samtidig el- och värmeproduktion. Medan ångkrafttekniken här kan ge maximalt ca 30 procent elverkningsgrad, kan ny teknik ge upp till 35 och i något fall 40 procent. Skillnaderna mellan dagens teknik och ny teknik är alltså väsentligt större för kraftvärme(mottrycks-)produktion än för ren elproduktion. Totalverkningsgraderna torde ligga vid ca 85-90 procent för alla teknikerna.

Flera nya teknikalternativ på idéstadiet bedöms vara mycket intressanta för vidare utveckling, eftersom de skulle kunna ge effektivare och/eller billigare anläggningar än den teknik som idag anses ligga närmare kommersialisering. Någon av dessa tekniker skulle med kraftfulla utvecklingsinsatser kunna kommersialiseras redan under 1990-talet.

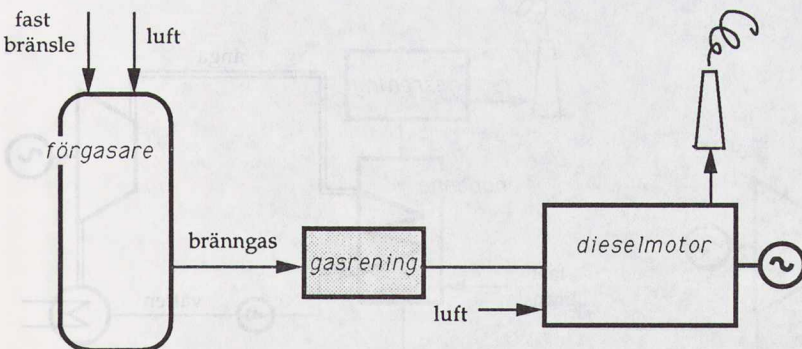
De diskuterade teknikidéer bygger påfallande ofta på samma grundelement som man idag planerar att utveckla, som t ex förgasning, gasturbinteknik och kombicycle-teknik. Det finns därför stor anledning att gå vidare med utveckling av dessa tekniker i demonstrationsskala, även om de idag mest aktuella nya processerna blir något dyrare än ångkraftprocessen.



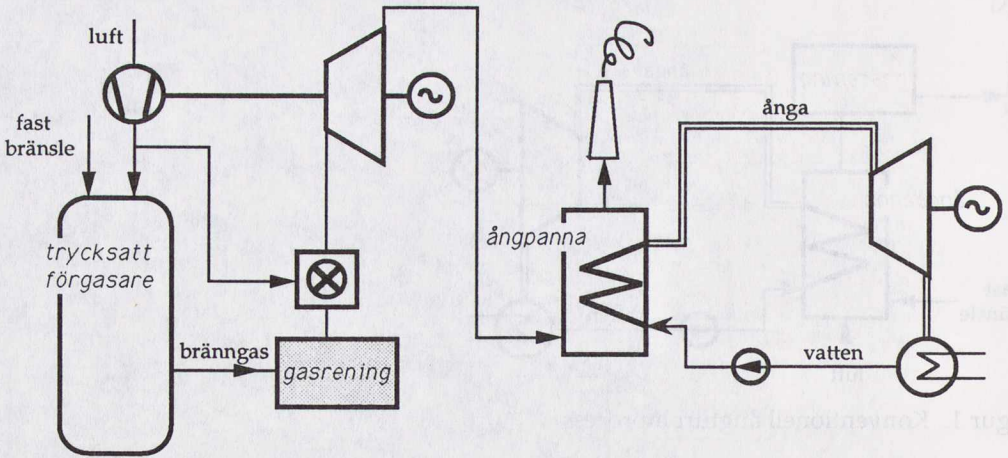
Figur 1. Konventionell ångturbinprocess



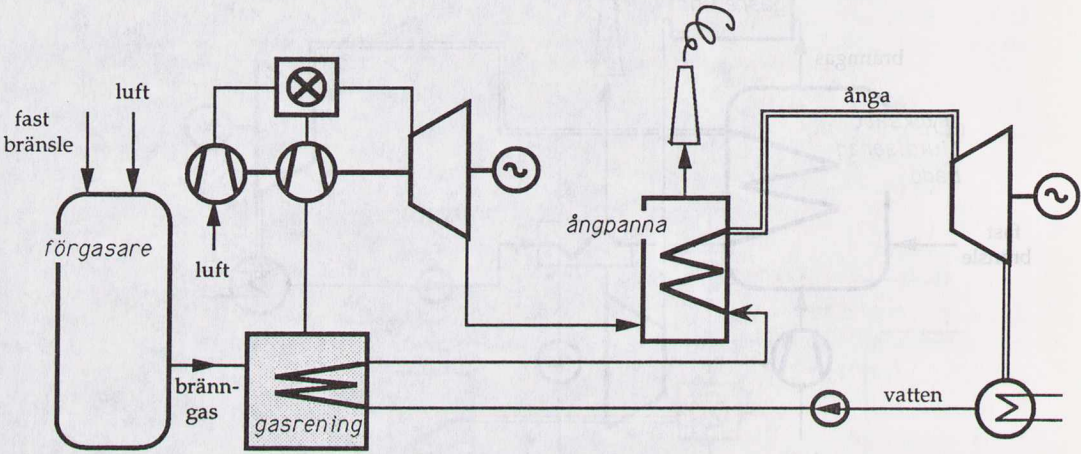
Figur 2. PFBC-teknik



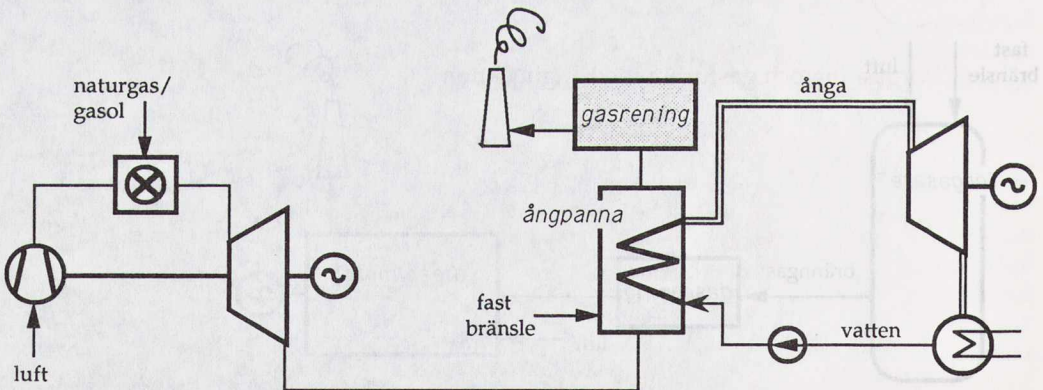
Figur 3. Förgasning vid atmosfärstryck och dieselmotor



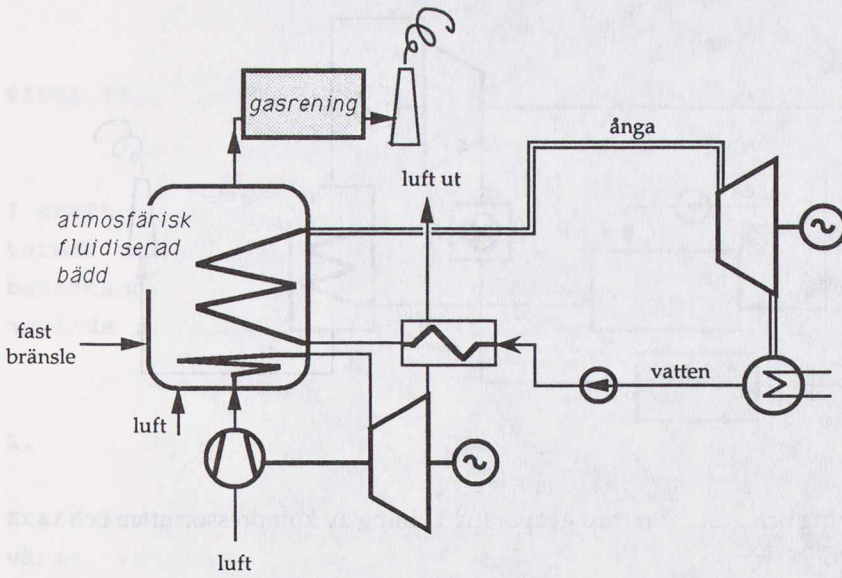
Figur 4. Förgasning vid högt tryck och kombicyclel



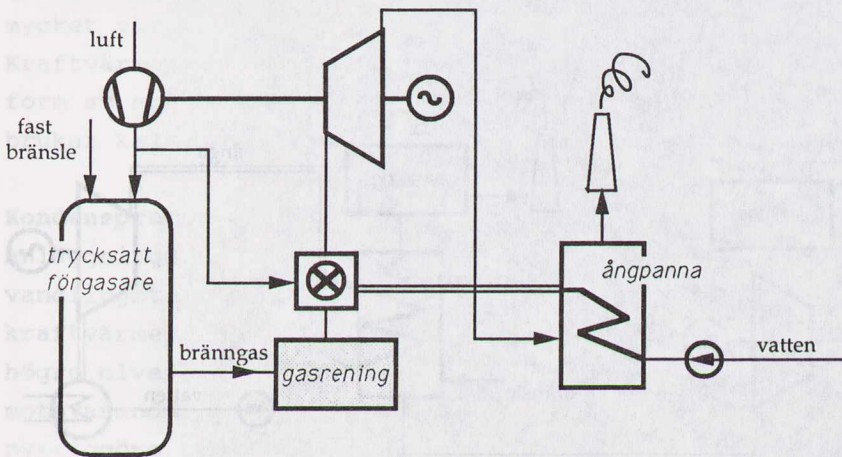
Figur 5. Förgasning vid atmosfärstryck och kombicyclel



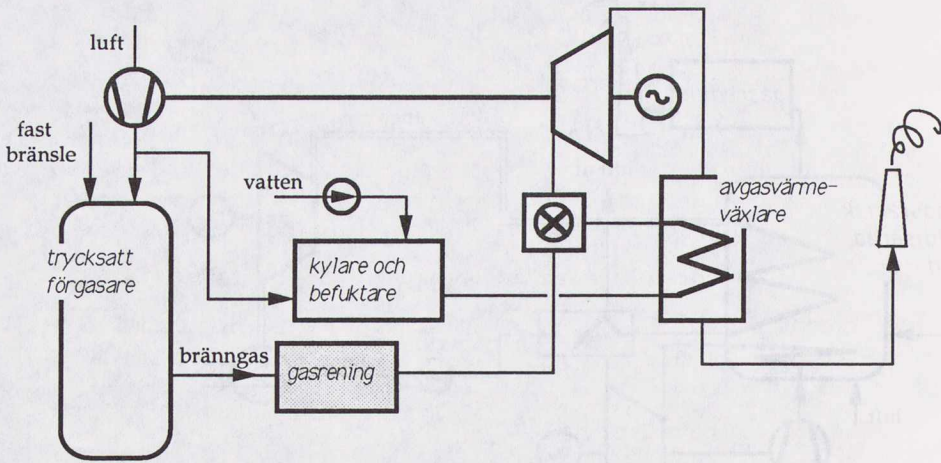
Figur 6. Hybridprocess med bibränsle och annat bränsle



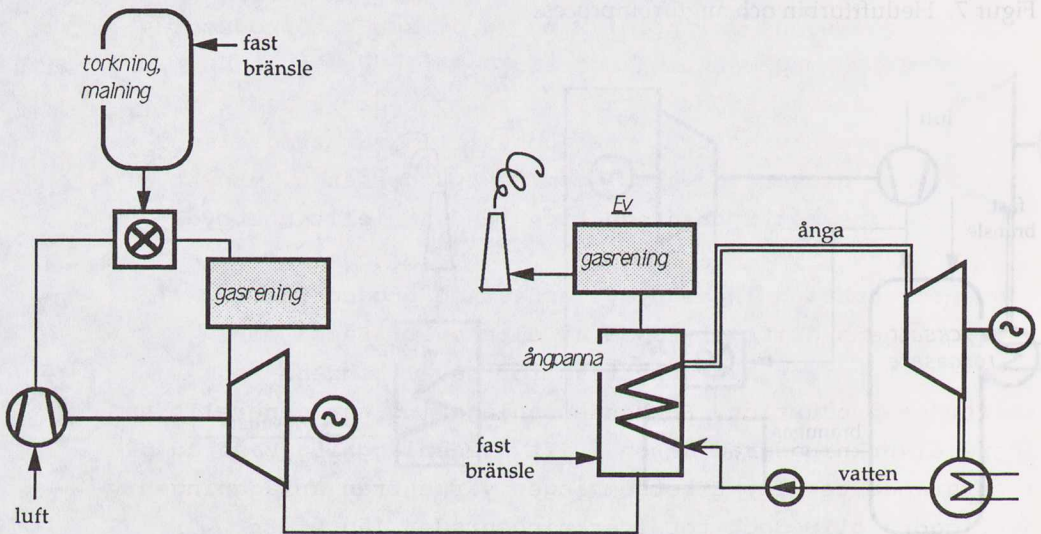
Figur 7. Hetluftturbín och ångturbínprocess



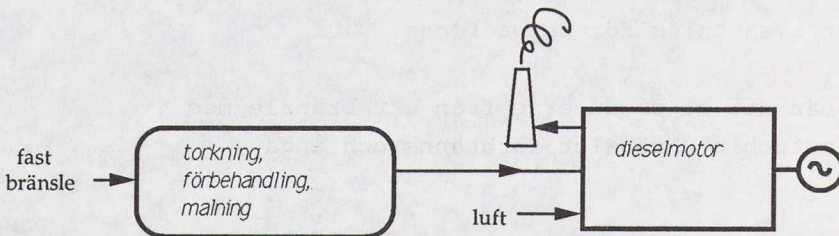
Figur 8. Förgasning och gasturbín med ånginjektion



Figur 9. Förgasning och gasturbin med evaporativ kylning av kompressorluften och avgasvärmewäxling



Figur 10. Direkt förbränning vid högt tryck och kombicykel



Figur 11. Direkt förbränning i dieselmotor

VISSA TEKNISKA TERMER OCH BEGREPP

I kraft- och kraftvärmesammanhang används en rad tekniska termer och begrepp. För att underlätta läsandet av betänkandet ges här förklaringar av vissa av de begrepp som används i betänkandetexten.

1. Produktionstekniker

Kraftvärmeproduktion innebär samtidig produktion av el och värme. Värmen från en kraftvärmeanläggning utnyttjas vanligen i ett kommunalt fjärrvärmenät och värmebehovet styr anläggningens drifttid. Mängden el som kan produceras genom kraftvärmeproduktion begränsas därför bl a av hur mycket värme som kan avsättas i form av fjärrvärme. Kraftvärmeproduktion där ett industriellt värmeunderlag i form av mer högvärdig värme, som tex processånga, utnyttjas brukar kallas **mottrycksproduktion** (industriellt mottryck).

Kondensproduktion innebär att endast el produceras. Anläggningens drift styrs då av elbehovet. Samma omvandlingstekniker kan utnyttjas för såväl kondens- som kraftvärmeproduktion. En kondensanläggning ger generellt en högre elverkningsgrad än en kraftvärmeanläggning baserad på motsvarande teknik. Eftersom ingen värme från anläggningen nyttiggörs blir dock totalverkningsgraden lägre. En anläggning kan även förses med **kondenssvans** eller **värme-avtappning** vilket innebär att anläggningens drift styrs av elbehovet men att en viss del av den producerade värmen nyttiggörs när avsättning för denna finns.

Ångcykel innebär att el produceras från ett bränsle med hjälp av en ångturbin. Bränslet förbränns och ånga

genereras i en ångpanna. Ångan driver sedan en ångturbin. Idag befintlig teknik för elproduktion från biobränslen i större anläggningar baseras på denna teknik. Genom förbättrade ångdata, dvs högre tryck och temperaturer, kan elverkningsgraden för ångcykeln höjas.

Kombicykel är en systemprincip för elproduktion från gasformiga bränslen baserad på en kombination av en gasturbin och en ångturbin. Bränslet kan vara naturgas eller gasol men också förgasat fastbränsle (biobränsle eller kol) eller olja. Bränslegasen driver en gasturbin. De heta avgaserna från gasturbinen går därefter till en avgaspanna där ånga genereras. Ångan i sin tur driver en ångturbin. Kombicykeltekniken finns idag utvecklad för naturgas, olja och kol. Elgenerering med kombicykel ger hög elverkningsgrad jämfört med konventionell ångcykel.

2. Verkningsgrader

Totalverkningsgraden (η_{tot}) för en energianläggning är den andel av den tillförda energin, i form av bränsle och processenergi, som utvinns i nyttig form, dvs som el eller värme. Totalverkningsgraden för konventionell teknik för kraftvärmeproduktion från biobränslen ligger i intervallet 0,85-0,90. För framtida teknik kan verkningsgraden förbättras något, upp till 0,92. Totalverkningsgraden för kondensproduktion är identisk med elverkningsgraden eftersom endast el produceras.

Elverkningsgrad (η_{el}) är den andel av tillförd energi som utvinns i form av elenergi. Elverkningsgraden för konventionella processer baserade på biobränslen är 0,25-0,30 för kraftvärmeproduktion och 0,30-0,40 för kondensproduktion. Nya utvecklade tekniker uppskattas få avsevärt förbättrade elverkningsgrader; 0,30-0,45 för

kraftvärme och 0,40-0,50 i kondensutförande.

Pannverkningsgrad är den andel av energin som tillförs en förbränningsanläggning i form av bränsle som efter pannan återfinns som värme i hetvatten eller ånga.

3. Energi och effekt

I kraft- och kraftvärmesammanhang används i huvudsak tre mått på **energimängder**. Dessa är energimängden i bränslet (W_{br}), mängden värmeenergi (W_v) och mängden elenergi (W_{el}). I betänkandet används enheten terawattimmar (TWh) för att ange energimängder. För att särskilja de olika energimåtten skrivs TWh bränsle, TWh värme och TWh el.

Analogt med energimängdsbegreppen används begreppen bränsleeffekt, värmeeffekt och eleffekt för att beskriva olika **effektvärden**. Enheten som normalt används för effekt i kraft- och kraftvärmesammanhang är megawatt (MW). De olika effektmåtten anges därför som MW bränsle, MW värme och MW el.

Passivvärmeväxling är den värme som överförs mellan kroppar genom strålning, konduktion eller konvektion utan att det sker någon fysikalisk kontakt mellan dem.

3.1.1. Konduktion

I fasta kroppar sker värmeöverföringen genom konduktion. Detta innebär att värmen överförs från en partikel till en annan genom vibrationer och kollisioner. Detta sker i alla material, men hastigheten varierar beroende på materialets egenskaper. Värmeledning kallas också för värmetransport i fasta kroppar.

Analys av värmeöverföring i fasta kroppar kan göras med hjälp av värmeledningsekvationen. Denna ekvation beskriver hur värmen sprids i ett material beroende på dess fysikaliska egenskaper. I fasta kroppar sker värmeöverföringen genom konduktion, vilket innebär att värmen överförs från en partikel till en annan genom vibrationer och kollisioner.

Värmeledning är en viktig del av värmetransporten i fasta kroppar. Den sker genom konduktion, vilket innebär att värmen överförs från en partikel till en annan genom vibrationer och kollisioner. Detta sker i alla material, men hastigheten varierar beroende på materialets egenskaper. Värmeledning kallas också för värmetransport i fasta kroppar. Analys av värmeöverföring i fasta kroppar kan göras med hjälp av värmeledningsekvationen. Denna ekvation beskriver hur värmen sprids i ett material beroende på dess fysikaliska egenskaper. I fasta kroppar sker värmeöverföringen genom konduktion, vilket innebär att värmen överförs från en partikel till en annan genom vibrationer och kollisioner.

Statens offentliga utredningar 1991

Kronologisk förteckning

1. Flykting- och immigrationspolitiken. A.
 2. Finansiell tillsyn. Fi.
 3. Statens roll vid främjande av export. UD.
 4. Miljölagstiftningen i framtiden. M.
 5. Miljölagstiftningen i framtiden. Bilagedel. Sekretariatets kartläggning och analys. M.
 6. Utvärdering av SBU. Statens Beredning för Utvärdering av medicinsk metodik. S.
 7. Sportslig och ekonomisk utveckling inom trav- och galoppsporten. Fi.
 8. Beskattnings av kraftföretag. Fi.
 9. Lokala sjukförsäkringsregister. S.
 10. Affärstiderna. C.
 11. Affärstiderna. Bilagedel. C.
 12. Ungdom och makt. C.
 13. Spelreglerna på arbetsmarknaden. A.
 14. Den regionala bil- och körkortsadministrationen. K.
 15. Informationens roll som handlingsunderlag - styrning och ekonomi. S.
 16. Gemensamma regler - lagstiftning, klassifikationer och informationsteknologi. S.
 17. Forskning och utveckling - epidemiologi, kvalitets-säkring och Spris utvecklingsprojekt. S.
 18. Informationsstruktur för hälso- och sjukvården - en utvecklingsprocess. S.
 19. Storstadens trafiksystem. Överenskommelser om trafik och miljö i Stockholms- Göteborgs- och Malmöregionerna. K.
 20. Kapitalkostnader inom försvaret. Nya former för finansiell styrning. Fö.
 21. Personregistrering inom arbetslivs-, forsknings- och massmedieområdena, m.m. Ju.
 22. Översyn av lagstiftningen om träfiberråvara. I.
 23. Ett nytt BFR - Byggeforskningen på 90-talet. Bo.
 24. Visst går det an! Del 1, 2 och 3. C.
 25. Frikommunförsöket. Erfarenheter av försöken med en friare nämndorganisation. C.
 26. Kommunala entreprenader. Vad är möjligt? En analys av rättsläget och det statliga regelverkets roll. C.
 27. Kapitalavkastningen i bytesbalansen. Tre expertrapporter. Fi.
 28. Konkurrensen i Sverige - en kartläggning av konkurrensförhållandena i 61 branscher. Del 1 och 2. C.
 29. Periodiska hälsoundersökningar i vissa statliga, kommunala och landstingskommunala anställningar. C.
 30. Särskolan - en primärkommunal skola. U.
 31. Statens arkivdepåer. En utvecklingsplan till år 2000. U.
 32. Naturvårdsverkets uppgifter och organisation. M.
 33. Branden på Sally Albatross. Den 9-12 januari 1990. Fö.
 34. HIV-smittade - ersättning för ideell skada. Ju.
 35. Några frågor i anslutning till en arbetsgivarperiod inom sjukpenningförsäkringen. S.
 36. Ny kunskap och förnyelse. C.
 37. Räkna med miljön! Förslag till natur- och miljöräkenskaper. Fi.
 38. Räkna med miljön! Förslag till natur- och miljöräkenskaper. Bilagedel. Fi.
 39. Säkrare förare. K.
 40. Marknadsanpassade service- och stabsfunktioner - ny organisation av stödet till myndigheter och rege-ringskansli. C.
 41. Marknadsanpassade service- och stabsfunktioner - ny organisation av stödet till myndigheter och rege-ringskansli. Bilagedel. C.
 42. Aborterade foster, m.m. S.
 43. Den framtida länsbostadsnämnden. Bo.
 44. Examination som kvalitetskontroll i högskolan. U.
 45. Påföljdsfrågor. Frigivning från anstalt, m.m. Ju.
 46. Handikapp, Valfärd, Rättvisa. S.
 47. På väg - exempel på förändringsarbeten inom verksamheter för psykiskt störda. S.
 48. Bistånd genom internationella organisationer. UD.
 49. Bistånd genom internationella organisationer. Annex 1. Det multilaterala biståndets organisationer. UD.
 50. Bistånd genom internationella organisationer. Annex 2. Sverige och u-länderna i FN - en återblick. UD.
 51. Bistånd genom internationella organisationer. Annex 3. Särstudier. UD.
 52. Alkoholbeskattningen. Fi.
 53. Forskning och teknik för flyget. Fö.
 54. Skola - skolbarnsomsorg - en helhet. U.
 55. Sveriges nationalrapport till FNs konferens om miljö och utveckling - UNCED 1992. M.
 56. Kompetensutveckling - en utmaning. A.
 57. Arbetslöshetsförsäkringen - finansierings-systemet. A.
 58. Ett nytt turistråd. I.
 59. Konkurrens för ökad välfärd. Del 1. Konkurrens för ökad välfärd. Del 2. Konkurrens för ökad välfärd. Bilagor. C.
 60. Olika men ändå lika. Om invandrargrupper i det mångkulturella Sverige. C.
 61. Statens bostadskreditnämnd - organisation och dimensionering. Bo.
 62. Vissa särskilda frågor beträffande integritets-skyddet på ADB-området. Ju.
-

Statens offentliga utredningar 1991

Systematisk förteckning

Justitiedepartementet

Personregistrering inom arbetslivs-, forsknings- och massmedieområdena, m.m. [21]
HIV-smittade - ersättning för ideell skada. [34]
Påföljdsfrågor. Frigivning från anstalt, m.m. [45]
Vissa särskilda frågor beträffande integritetsskyddet på ADB-området. [62]
Fastighetsleasing. [81]
Historiska arrenden - förslag till friköpslag. [85]

Utrikesdepartementet

Statens roll vid främjande av export. [3]
Bistånd genom internationella organisationer. [48]
Bistånd genom internationella organisationer. Annex 1. Det multilaterala biståndets organisationer. [49]
Bistånd genom internationella organisationer. Annex 2. Sverige och u-länderna i FN - en återblick. [50]
Bistånd genom internationella organisationer. Annex 3. Särstudier. [51]
Krediter för utveckling. [74]

Försvarsdepartementet

Kapitalkostnader inom försvaret. Nya former för finansiell styrning. [20]
Branden på Sally Albatross. Den 9-12 januari 1990. [33]
Forskning och teknik för flyget. [53]
Yrkesofficerarnas pensionsålder och åldersstruktur. [87]
Forskning och utveckling för totalförsvaret.
Kartläggning och probleminventering. [91]

Socialdepartementet

Utvärdering av SBU. Statens Beredning för Utvärdering av medicinsk metodik. [6]
Lokala sjukförsäkringsregister [9]
Informationens roll som handlingsunderlag - styrning och ekonomi. [15].
Gemensamma regler - lagstiftning, klassifikationer och informationsteknologi. [16].
Forskning och utveckling - epidemiologi, kvalitetssäkring och Spris utvecklingsprojekt. [17].
Informationsstruktur för hälso- och sjukvården - en utvecklingsprocess. [18].
Några frågor i anslutning till en arbetsgivarperiod inom sjukpenningförsäkringen. [35]
Aborterade foster, m.m. [42]
Handikapp, Valfärd, Rättvisa. [46]

På väg - exempel på förändringsarbeten inom verksamheter för psykiskt störda. [47]
Tillsynen över hälso- och sjukvården. [63]
Ombudsman för barn och ungdom. [70]
Krav på förändring - synpunkter från psykiskt störda och anhöriga. [78]
Stöd och samordning kring psykiskt störda - ett kunskapsunderlag. [88]
Rätt till bostad - om psykiskt stördas boende. [92]

Kommunikationsdepartementet

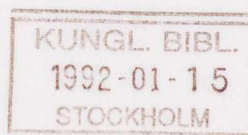
Den regionala bil- och körkortsadministrationen. [14]
Storstadens trafiksystem. Överenskommelser om trafik och miljö i Stockholms- Göteborgs- och Malmö-regionerna. [19]
Säkrare förare [39]
Vänersjöfarten [73]
Det framtida trafiksäkerhetsarbetet. [79]

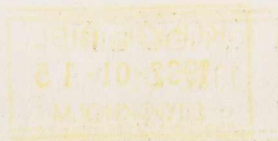
Finansdepartementet

Finansiell tillsyn. [2]
Sportslig och ekonomisk utveckling inom trav- och galoppporten. [7]
Beskattning av kraftföretag. [8]
Kapitalavkastningen i bytesbalansen.
Tre expertrapporter. [27]
Räkna med miljön! Förslag till natur- och miljö-räkenskaper. [37]
Räkna med miljön! Förslag till natur- och miljö-räkenskaper. Bilagedel. [38]
Alkoholbeskattningen. [52]
Smuggling och tullbedrägeri. [84]
Försäkringsrörelse i förändring 1. [89]
Konkurrensneutral energibeskattnig. [90]

Utbildningsdepartementet

Särskolan - en primärkommunal skola. [30]
Statens arkivdepåer. En utvecklingsplan till år 2000. [31]
Examination som kvalitetskontroll i högskolan. [44]
Skola - skolbarnsomsorg - en helhet. [54]
Att förvalta kulturmiljöer. [64]
Ett samordnat vuxenstudiestöd. [65]
Teaterns kostnadsutveckling 1975-1990 med särskilda studier av Operan, Dramaten och Riksteatern. [71]
En kreativ studiemiljö - högskolebiblioteket som pedagogisk resurs. [72]





ALLMÄNNA FÖRLAGET

BESTÄLLNINGAR: ALLMÄNNA FÖRLAGET, KUNDJÄNSI, 106 47 STOCKHOLM.
TEL: 08-739 96 30. FAX: 08-739 95 48.
INFORMATIONSBOKHANDELN, MALMÖRGSGATAN 5 (VID BRUNKLBERGSTORG), STOCKHOLM.

ISBN 91-38-10910-7
ISSN 0375-250X