

**Priselastisk elforbrug  
hos de  
større elforbrugere**

*Bilagsrapport*

August 2005

Norenergi ApS  
og  
Dansk Energi Analyse A/S  
for  
Energinet.dk

## Indholdsfortegnelse

Bilag 1. Priselastisk elforbrug – økonomisk vurdering .....	3
1. Indledning .....	3
2. Spotmarkedet .....	3
3. Elbasmarkedet .....	9
4. Regulerkraftmarkedet .....	10
5. Balancemarkedet .....	11
6. Markeder for reserveeffekt .....	12
7. Sammenfatning (foreløbig) .....	14
8. Referencer .....	16
Bilag 2. Slutbrugernes muligheder og interesser .....	17
1. Interviewede virksomheder .....	17
2. Priselastisk elforbrug .....	18
3. Priselastisk substitution .....	25
4. Priselastisk produktion .....	25
5. Fleksible elbelastninger .....	26
6. Sammenligning af priselastisk elforbrug i danske og finske virksomheder .....	26
Bilag 3. Opskalering af potentialer for priselastisk elforbrug .....	28
1. Indledning .....	28
2. Landbrug og gartneri .....	29
3. Industri .....	29
4. Handel, service og offentlige foretagender .....	30
5. Sammenfatning .....	31
6. Sammenligning med tidligere undersøgelse .....	32
Bilag 4. Kontraktformer hos de større elforbrugere .....	33
Bilag 5. Nye produkter .....	34
1. Afgrænsning .....	34
2. Spotmarkedet .....	34
3. Regulerkraftmarkedet .....	35
4. Reservemarkedet .....	35
5. Økonomi .....	35
6. Aktørens rolle .....	36

# **Bilag 1. Priselastisk elforbrug – økonomisk vurdering**

## **1. Indledning**

Priselastisk elforbrug er elforbrug, der ændres som reaktion på et aktuelt prissignal. Ændringen kan bestå i, at forbruget flyttes i tid, at det reduceres eller at det øges. Dette notat vedrører udelukkende ændringer med henblik på at mindske elforbruget i en given periode gennem at reducere det eller flytte det i tid. Priselastisk elforbrug er nærmere beskrevet i ref. 1.

Priselastisk elforbrug kan bidrage til en realisering af det samfundsøkonomiske optimum i elforsyningen, hvor værdien af den marginale elforbrugsenhed modsvarer dennes produktionsomkostninger. Samtidig kan det priselastiske elforbrug skabe driftsøkonomiske gevinster for forbruger og elleverandør. Dette notat beskriver de mulige driftsøkonomiske gevinster for elforbrugerne ved en reduktion eller flytning af elforbruget.

En elforbruger med priselastisk elforbrug har mulighed for at agere og dermed opnå en potentiel gevinst på følgende områder:

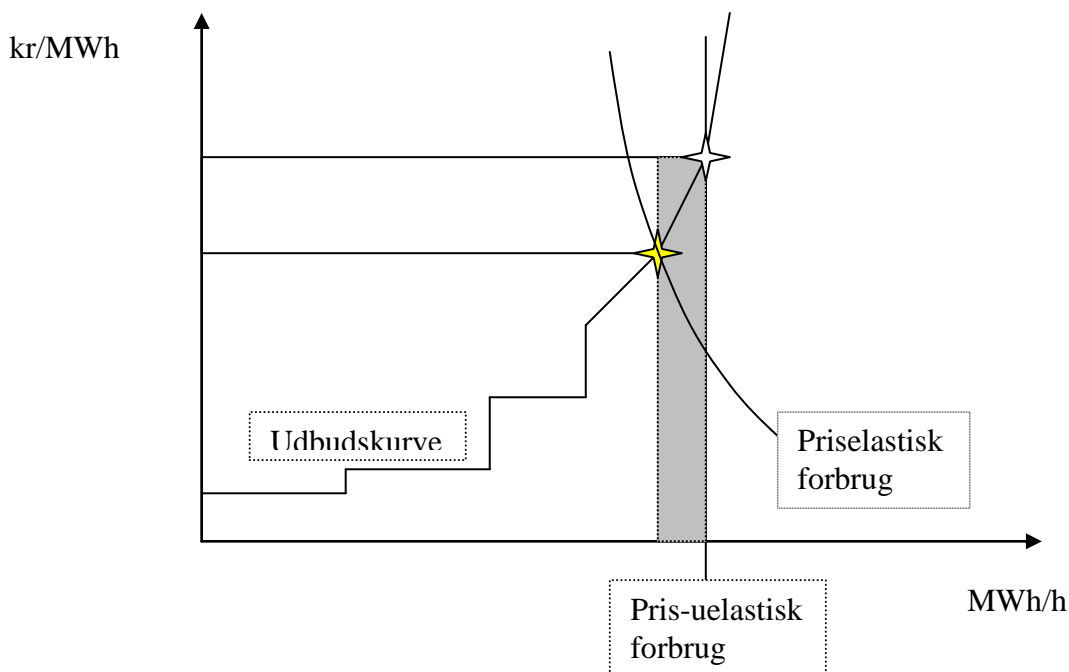
- Spotmarkedet
- Elbasmarkedet
- Regulerkraftmarkedet
- Balancemarkedet
- Markeder for reserveeffekt (eller alternativt reservekraft optioner)

Elforbrugeren kan naturligvis kun afbryde sit forbrug én gang på et givet tidspunkt. Da markederne ikke er tidsmæssigt sammenfaldende, kan forbrugeren dog byde ind i dem et efter et. En undtagelse er, hvis elforbrugeren har indgået aftale med de systemansvarlige virksomheder om levering af reserveeffekt. I disse aftaler forpligter forbrugeren sig til at være til rådighed for udkobling i regulerkraftmarkedet i en kontraktperiode, og forbrugeren kan derfor ikke agere priselastisk i de andre markeder.

Notatet vurderer de potentielle gevinster for virksomheder, som agerer priselastisk i de forskellige markeder. Vurderingen baseres på historiske data, som er tilgængelige på Eltras og Elkrafts hjemmesider m.v. Vurderingen tager ikke hensyn til, hvad virksomhederne kan opnå under deres nuværende kontraktformer med elleverandører, men opgør de potentielle gevinster ud fra, hvad det priselastiske elforbrug er værd for elsystemet.

## **2. Spotmarkedet**

I Nord Pools spotmarked fastsættes mængden af og prisen for den handlede el time for time dagen før driftsdøgnet, og priserne offentliggøres normalt inden kl. 14.00 denne dag. Har en virksomhed (via en balanceansvarlig) tilbudt priselastisk elforbrug, vil de således have 10 til 33 timer til at forberede udkoblingen af den pågældende belastning. Den mindste mængde el, der handles på spotmarkedet, er 0,1 MWh/h.



Figur 1. Udbudskurve og forbrugskurver

Figur 1 viser i skitseform Nord Pool udbuds- og efterspørgselskurverne for en given time. Hvor udbudskurven og den uelastiske efterspørgselskurve krydser hinanden, er ”priskrydset”, der angiver spotmarkedets elpris i den pågældende time. Hvis efterspørgselskurven gøres priselastisk og rykker lidt til venstre ved høje priser, vil priskrydset rykke skråt nedad. Den priselastiske forbruger vil dermed spare udgifterne ved den ikke-købte energi (prisen uden priselastisk elforbrug · aktiverede priselastiske elforbrug) og vil desuden – som alle andre forbrugere – opnå en besparelse i kraft af den lavere elpris (forskellen mellem de to priskryds multipliceret med det totale forbrug i timen). Selv om sidstnævnte besparelse formentlig ofte vil være den største af de to, hvis mange forbrugere reagerer samtidigt, inddrages den ikke eksplicit i de følgende betragtninger, idet virkningen af den enkelte forbrugers handling er ubetydelig. Der er i øvrigt tale om en simpel økonomisk omfordeling mellem producenten og forbrugeren uden umiddelbar samfundsøkonomisk betydning.

I det følgende vurderes besparelsen alene ud fra det øverste priskryds som arealet af den lodrette grå kasse. Ud fra de historiske data for elpriserne (Nord Pool Elspot) i Øst- og Vestdanmark er det økonomiske potentiale ved priselastisk elforbrug på spotmarkedet opgjort i tabel 1 for Eltra og tabel 2 for Elkraft.

Spotpris-interval kr/MWh		2000	2001	2002	2003	2004	Gennemsnit 2000-04
2000 -	Sum kr/MW Antal timer Gennemsnit kr/MWh	10.864 4 2716	2.002 1 2002	5269 2 2635	25.261 7 3609		8.680 2,8 3100
1000 – 1999	Sum kr/MW Antal timer Gennemsnit kr/MWh	12.129 9 1348	12.105 9 1345	12.581 7 1797	28.734 23 1249		13.110 9,6 1366
500 - 999	Sum kr/MW Antal timer Gennemsnit kr/MWh	16.139 25 646	32.063 47 682	135.921 223 610	189.651 264 718	2280 4 570	75.300 113 666
400-499	Sum kr/MW Antal timer Gennemsnit kr/MWh	5.329 12 444	15.248 35 434	74.577 167 447	55.824 128 436	11.880 27 440	32.570 74 441
Alt	Gennemsnit kr/MWh	122	177	189	250	214	190

Tabel 1. Eltra. Elspot-priser 2000-04, opgjort efter prisinterval

Spotpris-interval kr/MWh		4. kv. 2000	2001	2002	2003	2004	Gennemsnit 2000-04
2000 -	Sum kr/MW Antal timer Gennemsnit kr/MWh			2.340 1 2340			551 0,24 2340
1000 – 1999	Sum kr/MW Antal timer Gennemsnit kr/MWh		12.174 9 1353	8.197 6 1366	5.077 4 1267		6.000 4,5 1340
500 - 999	Sum kr/MW Antal timer Gennemsnit kr/MWh	549 1 549	33.406 51 655	302.240 511 591	264.941 359 738	5.729 10 573	142.700 219 652
400-499	Sum kr/MW Antal timer Gennemsnit kr/MWh	450 1 450	16.413 38 432	93.290 209 446	71.995 167 431	4.963 11 451	44.000 100 440
Alt	Gennemsnit kr/MWh	136	175	212	273	211	213

Tabel 2. Elkraft-System. Elspot-priser 2000-04 (4,25 år), opgjort efter prisinterval

Det ses af tabellerne, at den umiddelbare besparelse ved at reducere elforbruget med 1 MW, når elspotprisen ellers ville komme over 2000 kr/MWh, som gennemsnit for årene 2000-04 ville have været ca. 8.700 kr i Eltras område og 600 kr i Elkrafts område. Det gennemsnitlige omfang af afbrydelsen ville have været hhv. 3 timer årligt og 1 time hvert fjerde år. Aktiveredes det priselastiske elforbrug allerede ved en spotpris på 1000 kr/MWh, ville den umiddelbare besparelse i gennemsnit pr. år have været 22.000 kr/MW hos Eltra og 7.000 kr/MW i Elkrafts område, og den samlede udkoblingstid ville have været hhv. 12 timer og 5 timer som årligt gennemsnit. Hvis det udkoblede elforbrug skal dækkes på et senere tidspunkt, og hvis forbruget da aftages til markedets gennemsnitlige elpris, reduceres gevinsten ved udkobling med 10-20%.

Udkobledes belastningerne allerede ved en spotmarkeds-elpris på 500 kr/MWh, ville de umiddelbare besparelser i 2000-04 tilsvarende have været 97.000 kr årligt for 125 timers udkobling i Eltras område og 149.000 kr årligt for 224 timers udkobling i Elkrafts område. Dækkes dette forbrug på et andet tidspunkt til markedets gennemsnitspris, reduceres besparelserne med 28-32%. Den potentielle gevinst øges ikke væsentligt, selv om der udkobles allerede ved en elpris på 400 kr/MWh.

Tabel 3 og 4 belyser varigheden af de enkelte forbrugsudkoblinger, hvis der vælges at koble ud, hver gang prisen overstiger 1000 kr/MWh, og man da vælger at holde belastningen udkoblet i de timer, hvor timeprisen overstiger 500 kr/MWh (både timerne før og efter de timer med de meget høje elpriser!). I tabellen er også angivet, hvor mange timer før og hvor mange timer efter hver udkobling, at elprisen overstiger 300 kr/MWh. Ønsker virksomheden at dække det udkoblede elforbrug ved en elpris under 300 kr/MWh, kan det enten ske det anførte antal timer før udkoblingen eller det anførte antal timer efter udkoblingen.

Dato	Time nr. (fra-til)	Antal timer	Sum af timernes spotpriser kr/MWh	Spotpris i timen før kr/MWh	Spotpris i timen efter kr/MWh	Antal timer før med elpris over 300 kr/MWh	Antal timer efter med elpris over 300 kr/MWh
M 24-1-00	8-19	12	20.174	139	499	0	1
Ti 20-6-00	14	1	2294	253	334	0	1
Ti 8-2-00	18-19	2	2259	172	157	0	0
To 30-8-01	11-13	3	3589	363	468	2	3
F 2-2-01	8-11	4	4226	175	390	0	2
L 13-10-01	20	1	1548	205	33	0	0
M 5-2-01	17-20	4	4143	402	299	2	0
Ti 6-2-01	8-11	4	3741	226	287	0	0
M 5-2-01	8-9	2	2365	181	257	0	0
F 24-8-01	11-12	2	1822	244	410	0	1
To 13-12-01	17-20	4	3292	476	177	9	0
F 2-3-01	9-11	3	2818	368	356	1	1
M 2-9-02	11-14	4	9119	297	318	0	1
M 17-6-02	9-15	7	8245	243	241	0	0
O 3-7-02	18-19	2	1988	213	167	0	0
O 2-1-02	18-19	2	1934	470	372	2	1
Ti 2-9-03	9-15	7	25.261	257	341	0	1
M 11-8-03	11-15	5	5308	482	474	2	5
Ti 12-8-03	9-15	7	7850	312	347	1	8
O 23-7-03	10-15	6	7229	237	240	0	0
To 24-7-03	11-15	5	4468	237	239	0	0
M 21-7-03	11-15	5	3960	386	447	1	3
To 7-8-03	10-18	9	6631	298	298	0	0
O 19-2-03	19-20	2	1844	399	329	93	53
Ti 22-7-03	11-15	5	4445	235	235	0	0
Ti 15-7-03	10-20	11	9375	223	212	0	0
To 17-7-03	11-16	6	4647	229	408	0	4
F 8-8-03	10-16	7	5543	411	472	2	2
Ti 5-8-03	9-15	7	5095	272	434	0	5

*Tabel 3. Eltra. Sammenhængende perioder med spot-elpriser over 500 kr/MWh i 2000-04. Opgjort pr. år. Rækkefølge inden for hvert år: efter højeste timepris (som ikke er anført!). Opgjort for perioder, hvor prisen i mindst én time lå på eller over 1000 kr/MWh*

Dato	Time nr. (fra-til)	Antal timer	Sum af timernes spotpriser kr/MW	Spotpris i timen før kr/MWh	Spotpris i timen efter kr/MWh	Antal timer før med elpris over 300 kr/MWh	Antal timer efter med elpris over 300 kr/MWh
M 5-2-01	8-12	5	5891	317	455	1	8
F 2-2-01	8-11	4	4226	175	390	0	2
M 5-2-01	17-20	4	4143	402	299	10	0
Ti 6-2-01	8-11	4	3741	226	287	0	0
F 2-3-01	9-11	3	2818	395	356	1	1
To 20-12-01	17-19	3	2998	464	220	1	0
O 9-1-02	17-19	3	4785	201	188	0	0
O 9-1-02	11-12	2	2188	201	190	0	0
O 2-1-02	17-19	3	3741	499	372	1	1
M 15-4-02	8	1	1268	174	272	0	0
To 24-7-03	12-15	4	3609	240	239	0	0
F 8-8-03	10-14	5	5125	317	312	2	4
To 7-8-03	10-16	7	5483	298	471	0	2
M 27-10-03	19-20	2	1648	286	279	0	0

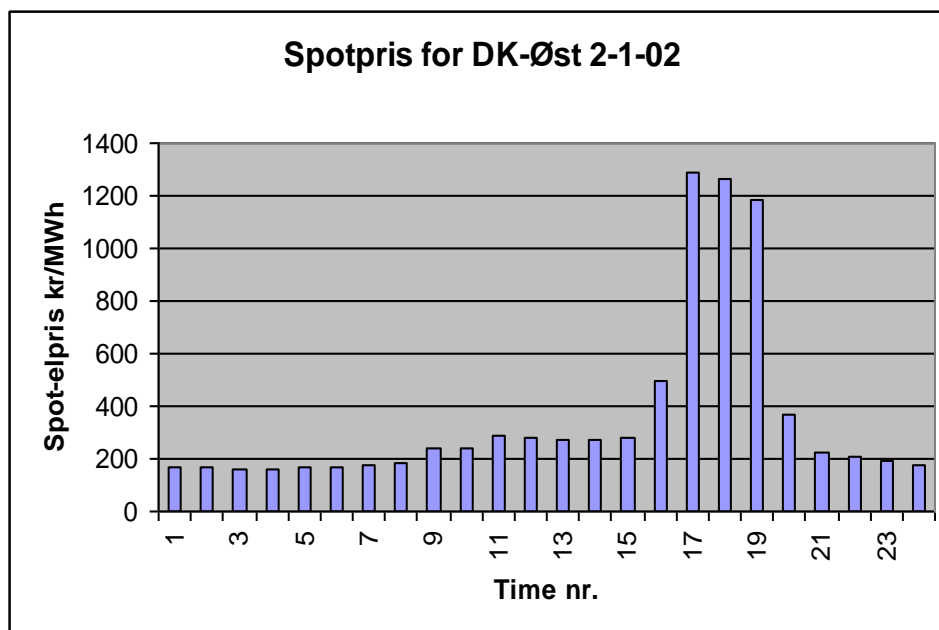
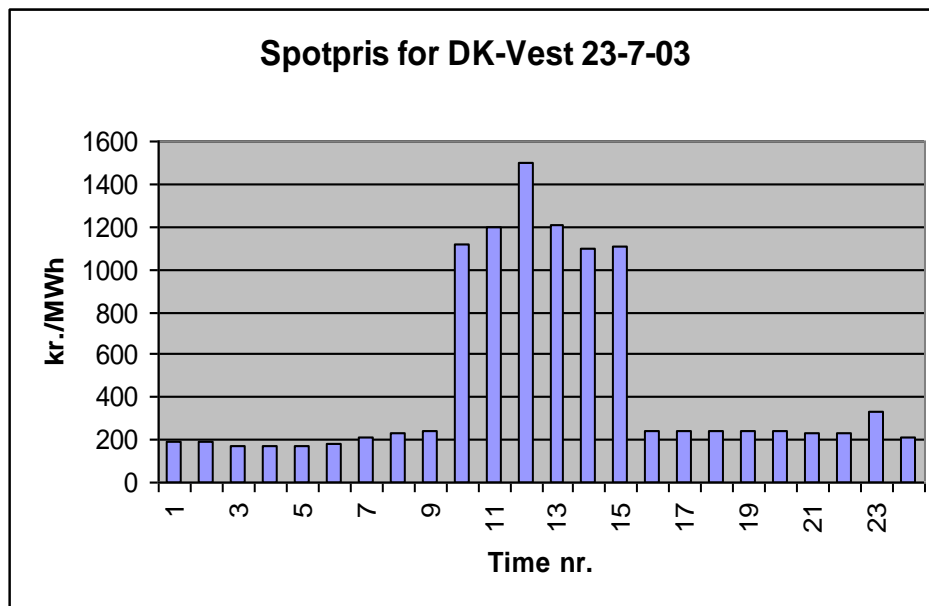
*Tabel 4. Ekraft-System. Sammenhængende perioder med spot-elpriser over 500 kr/MWh i 2000-04. Opgjort pr. år og efter højeste timepris. Opgjort for perioder, hvor prisen i mindst én time lå på eller over 1000 kr/MWh*

Med de forudsætninger, som tabellerne er opstillet under, ville der i 2000-04 have været 29 udkoblinger i Eltras område, hver af en varighed på 1-11 timer. Det mest typiske ville være 2-7 timers udkobling, som eksemplificeret i figur 2. I Elkrafts område ville der i 2000-04 have været 14 udkoblinger af 1-7 timers varighed, typisk 2-4 timer, som eksemplet i figur 3 viser. Tabellerne viser også, at elprisen både før og efter sådanne udkoblinger i langt de fleste tilfælde er under 300 kr/MWh, selv i timerne lige før og efter. Produktionstabene som følge af afbrydelsen ville således kunne dækkes lige før afbrydelsen eller indhentes lige efter til en elpris under 300 kr/MWh (forudsat at priserne før og efter ikke påvirkes væsentligt af det priselastiske elforbrug).

Af tabel 3 og 4 ses også, at alle perioder (på nær én: lørdag d. 13-10-01 kl. 19-20) er på hverdage i tidsrummet kl. 7-20 (time nr. 8 til 20). Det betyder, at en virksomhed, der producerer i to eller flere skift, ville have haft mulighed for at reagere på alle disse prissignaler på nær ét. Det skal dog også nævnes, at nogle af perioderne ligger inden for industriferien.

Sammenfattende ville priselastisk elforbrug, vurderet ud fra historiske spotmarkedspriser, være blevet aktiveret ret få gange årligt og kun i få timer (typisk 2 – 7) hver gang. Derfor ville den samlede besparelse ved at agere priselastisk i spotmarkedet som foran beskrevet blive relativt lille. De systemansvarlige frygter imidlertid, at det danske elmarked om nogle få år vil opleve spotmarkedspriser på op til 5000 - 10.000 kr/MWh i måske 10-30 timer årligt, hvis ikke det lykkes at aktivere forbrugerne med et latent priselastisk elforbrug. Maksimumprisen i Nord Pools spotmarked er 10.000 kr/MWh.





Figur 2 og 3. Typiske eksempler på perioder med høje elpriser i Vest- og Østdanmark

### 3. Elbasmarkedet

Elbas er en markedsplads, der har været i drift i Elkrafts område siden 17. august 2004. Elbas drives af Nord Pool Spot. På Elbas kan der købes og sælges el indtil en time før driftstimen. Gennemsnitspriserne på Elbas har i perioden 17. august til 31. oktober 2004 været 45 kr/MWh lavere end Nord Pool spotmarkedsprisen. I ca. 40% af tiden har Elbas spotmarkedsprisen dog ligget over spotmarkedsprisen, i snit 8 kr/MWh over, og største forskel har været 71 kr/MWh. Perioden omfatter ingen timer med meget høje spotmarkedspriser, og der kan derfor ikke ud fra det hidtidige forløb siges noget om, hvorvidt de i afsnit 2 opgjorte potentielle gevinster på

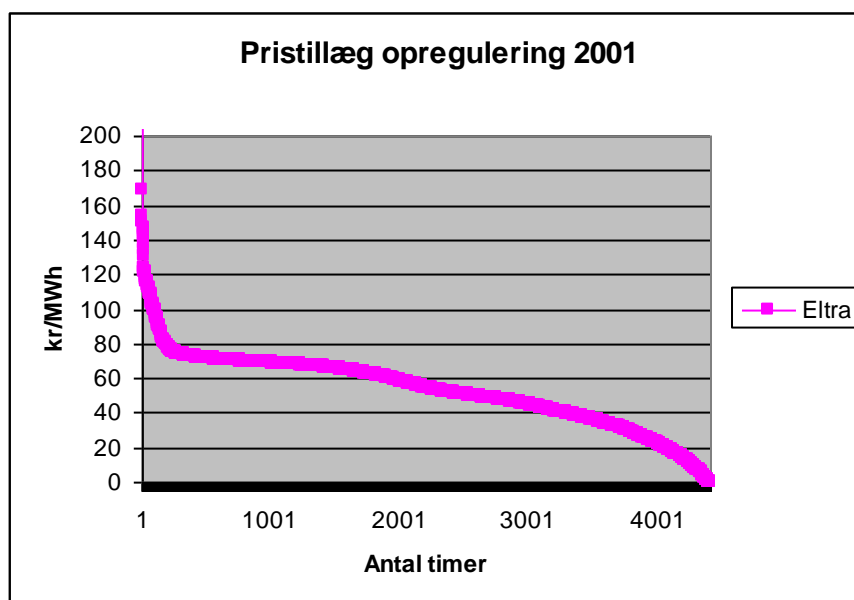
spotmarkedet vil kunne øges væsentligt på Elbasmarkedet. Det ser dog ikke ud, som om det er sandsynligt.

#### 4. Regulerkraftmarkedet

Systemansvaret kontrollerer, at aktørernes planer for forbrug og produktion i elmarkedet er i balance dagen før driftsdøgnet. Der foretages i Østdanmark løbende justeringer i driftsdøgnet af denne afstemning, hvis der handles i Elbas.

Systemansvaret har ansvaret for at der er balance mellem forbrug og produktion i driftsøjeblikket. Især vindkraftproduktionen vil ofte afvige fra prognosen fra dagen før, da produktion fra vindmøller er svær at forudsige mellem 12 og 36 timer før driftstimen, men også anden produktion og forbruget kan være årsag til ubalancer. Balanceringen foretages via regulerkraftmarkedet, hvor producenter mod betaling tilbyder at ændre produktionen i forhold til planen. Forbrugere kan også deltage i dette marked ved at tilbyde ændringer i deres forbrug. Det er af lige stor værdi for at holde balancen i systemet, at en forbruger afbryder forbrug eller en producent øger produktionen, hvis der er behov for opregulering.

Bud i regulerkraftmarkedet kan ændres i både pris og mængde indtil en time før driftstimen. Reguleringen skal være fuldt aktiveret senest 15 minutter fra bestilling. Det er aktørerne selv, der melder aktiveringspriserne i regulerkraftmarkedet. Alle regulerkraftbud i hele Norden samles på en fælles budliste, hvorfra de billigste ressourcer aktiveres først under hensyntagen til eventuelle begrænsninger i overføringskapaciteten. På grund af den kortere reaktionstid er prisen i regulerkraftmarkedet typisk højere for opregulering end energiprisen i Elspot og Elbasmarkedet. Størrelsen af tillægget for opregulering i år 2001 (der svarer til et år med effektmangel i det nordiske område) er for Eltras vedkommende vist i figur 4 som en varighedskurve.



Figur 4. Varighedskurve for pristillægget til Eltras leverandører af opregulering i 2001. (De fem dyreste timer er ikke vist, da det ville "trykke" kurven. Dyreste time var på 1043 kr./MWh)

Eltra betalte i 2001 pristillæg for opregulering i 4411 af årets timer eller halvdelen af året. Tillægget var på 54 kr/MWh i gennemsnit og maksimalt 1043 kr/MWh. De største pristillæg forekommer typisk på tider, hvor spotmarkedets priser er normale. En undtagelse var dog d. 5. februar 2001, hvor der i timerne kl. 8 – 12 både var høje spotmarkedspriser og et stort pristillæg. I alt var spotmarkedsprisen for 1 MWh i de fire timer på 2186 kr, og pristillægget var 2614 kr (dvs. i alt 4800 kr).

Fra 7. januar 2004 er Elkraft blevet fuldt integreret i det nordiske regulerkraftmarked, hvorefter opreguleringsprisen fastsættes ud fra den samlede ubalance i hele Norden. I år 2004 har der følgelig været mange timer med pristillæg for opregulering, nemlig 4544 timer. Det gennemsnitlige tillæg i forhold til spotprisen var 22 kr pr. MWh opregulering.

Det ses, at priserne i regulerkraftmarkedet for opregulering generelt ikke indeholder et markant større indtjeningspotentiale for det priselastiske forbrug i forhold til spotmarkedet. Der er dog enkelte timer, hvor der kan hentes en ganske høj pris pr. MWh afbrudt forbrug. Maksimumprisen i regulerkraftmarkedet er 40.000 - 50.000 kr/MWh og indtræder i krisesituationer i forbindelse med begyndende "brownouts", der er afbrydelser af bestemte geografiske områder. Det er derudover vigtigt at huske, at elforbrugeren selv i markedet sætter minimumsprisen for afbrydelse, hvis han skal aktiveres.

## 5. Balancemarkedet

Efter driftsdøgnet opgøres det, hvilke balanceansvarlige aktører, der har haft ansvar for de ubalancer, der er udreguleret i regulerkraftmarkedet. De balanceansvarlige betaler gennem balancemarkedet for den regulering, som systemansvaret har foretaget på grund af deres prognosefejl. De beskrevne afvigelser hos de enkelte balanceansvarlige kan til dels udligne hinanden. De systemansvarliges køb og salg af regulerkraft – som er en fysisk leverance af elektricitet – bliver derfor normalt mindre end summen af alle balanceansvarliges køb og salg af balancekraft.

Priselastisk elforbrug kan udnyttes af de balanceansvarlige for at reducere udgifterne til balancekraft. Dette har en værdi svarende til det sparede indkøb af balancekraft fra den systemansvarlige, og kan som beskrevet ovenfor under regulerkraftmarkedet kun forventes at have en begrænset gennemsnitlig værdi, da regulerkraft- og dermed balanceprisen som oftest ligger ganske tæt op ad spotmarkedsprisen.

I ekstreme situationer kan værdien dog være ganske betydelig. Man vil i fremtiden kunne komme til at opleve, at der ikke kan dannes et priskryds i spotmarkedet, hvis efterspørgslen - som vi kender den i dag - har en bestemt størrelse uanset prisen. Efterspørgslen beskrives i dag ved en lodret, "uelastisk" streg i diagrammet: Pris vs. mængde, hvor udbud balanceres mod efterspørgslen. Udbudskurven i spotmarkedet bliver også lodret, når mængden, der efterspørges, strækker sig ud over det punkt, hvor der ikke findes yderligere produktionskapacitet tilgængelig for markedet.

I en sådan situation bliver de forbrugs-balanceansvarliges købsbud, efter gældende markedsregler for Nord Pool Spot, "afkortet" forholdsmæssigt svarende til summen af salgsbuddene. Man risikerer yderligere, at udbud og efterspørgsel heller ikke mødes i regulerkraftmarkedet, og hvad værre er, mødes de måske ikke i det fysiske driftsøjeblik. Med andre ord kan efterspørgslen ikke dækkes, hvis denne situation opstår, og systemansvaret vil

være nødsaget til at foretage tvungne udkoblinger for at redde systemet fra totalt sammenbrud. Priserne på balancekraft vil i sådanne situationer blive ubetalelige for nogle (50.000 kr/MWh), og betalingsstandsninger i branchen vil høre til dagens "orden". Et alternativ er, at de balanceansvarlige indgår aftaler med kunder om frivillige afbrydelser mod kompensation. På denne måde kan den balanceansvarlige holde egen balance og dermed sikre sig mod ubetalelige regninger for balancekraft, selv i situationer, hvor buddene i Spotmarkedet afkortes.

Denne ekstreme situation har endnu ikke vist sig, men er et ikke urealistisk fremtidsbillede, hvis efterspørgslen ikke kommer til at reagere allerede i spotmarkedet, så der altid kan skabes balance her. Balanceansvarlige og elhandlere har derfor god grund til at interessere sig for priselastisk elforbrug.

## 6. Markeder for reserveeffekt

Priselastisk elforbrug i form af afbrydelige elbelastninger kan være alternativ til de opreguleringsreserver som de systemansvarlige i dag køber på kraftværkerne. Tabel 5 viser hvilke reserver der i dag købes i henholdsvis det øst- og vstdanske område..

		Eltra	Elkraft
Normaldriftsreserver	Frekvensstyret normaldriftsreserve	32,1 MW	25 MW
	Automatisk aktiverbar regulerreserve	100 MW	
	Regulerkraft (manuelt aktiverbar regulerreserve)	520 MW *	150 MW
Driftsforstyrrelsesreserver	Frekvensstyret driftsforstyrrelsesreserve (Nordel)	75 MW **	100
	Hurtig, aktiv driftsforstyrrelsesreserve (manuel reserve)	520 MW *	300 MW (15 min)
	Langsom, aktiv driftsforstyrrelsesreserve	0	300 MW (60/90 min)

\* Da man i Vestdanmark ikke skelner mellem normaldrifts- og driftsforstyrrelsesreserver er der tale om "de samme" 520 MW. Dvs. der købes i alt 520 MW manuel reserve i Vestdanmark.

\*\* Leveres som de såkaldte "nødeffektindgreb" på Skagerak og Kontiskan forbindelserne. Den fysiske regulering i det Vstdanske område foretages af den automatiske reserve og via Tyskland.

Tabel 5. Opreguleringsreserver (juli 2004). Kun reserver, hvor afbrydelige elbelastninger kan udgøre et alternativ, er medtaget

I det følgende beskrives kort, hvilke krav der stilles til de i tabel 5 anførte reserver. Desuden beskrives den potentielle økonomiske gevinst for forbrugeren ved at stille priselastisk elforbrug til rådighed som "opreguleringsreserve".

### 6.1 Frekvensstyret normaldriftsreserve

Den frekvensstyrede normaldriftsreserve er en automatisk reserve, der er aktiv i alle driftstimer for at holde frekvensen på 50 Hz. Reserven aktiveres via udsving i frekvensen ud over 50,0 Hz i båndet 49,9 – 50,1 Hz. Da aktiveringen sker meget hyppigt, og da afbrydelige elbelastninger

kun kan bidrage til reguleringen i den nedre halvdel af båndet, vurderes priselastisk elforbrug ikke som relevant i relation til denne reserve.

### **6.2 Automatisk altiverbar regulerreserve (kun hos Eltra)**

Den automatiske reguleringsreserve aktiveres og styres af en netregulator, som sender signalet direkte til de elforbrug, der skal udkobles. Udkoblingen skal igangsættes inden for 30 sekunder efter at udkoblingsordren er modtaget, og skal være fuldt aktiveret inden for 15 minutter.

Den automatiske reguleringsreserve skal medvirke til, at planlagt udveksling overholdes på grænsen mellem Jylland og Tyskland. Reserven skal holde en hårfin balance på udvekslingen og den skal i praksis opfange de utallige mindre planafvigelser, der opstår i driftsdøgnet, og være aktiveret indtil ubalancen udreguleres med manuelle reserver. Dette giver en meget høj benyttelsestid - i praksis er man hele tiden mere eller mindre i enten op- eller nedregulering - hvilket gør, at det ikke må forventes, at det er attraktivt for forbruget at deltage i denne regulering.

I andet halvår 2004 (hvor Eltra oplyser separate priser for op- og nedregulering for den automatiske reserve) har Eltra betalt 280.000 kr/MW for automatisk opreguleringsreserve. Betalingen på årsplan kan forventes at være omkring 500.000 kr/MW for den tilbudte effekt. Hertil kommer en energibetaling på spotprisen plus et tillæg. Tillægget er pt. lig tillægget for manuel regulering, dog mindst de 100 kr/MWh.

### **6.3 Regulerkraftreserver/manuelle reguleringsreserver**

De systemansvarlige sikrer den fysiske balance mellem produktion og forbrug i de enkelte driftstimer ved at købe regulering i regulerkraftmarkedet som beskrevet i afsnit 4. For at sikre adgang til tilstrækkelige ressourcer i dette marked køber de systemansvarlige virksomheder manuelle reguleringsreserver, som producenter og forbrugere forpligter sig til at byde ind i regulerkraftmarkedet. Reserverne bydes sammen med andre regulerkrafttilbud fra producenter og leverandører ind på et fælles nordisk regulerkraftmarked. På dette marked gælder den generelle betingelse, at en beordret ændring (udkobling af forbrug) skal kunne ske inden for 15 minutter.

Varslet på 15 minutter giver ikke forbrugerne mulighed for at opbygge en buffer af energitjenester (eksempelvis ekstra nedkøling i fryserum, et lager af formalede produkter), men der er nogle få minutter til at foretage en kontrolleret udkobling i.

De systemansvarlige yder en kapacitetsbetaling for reserver, der stilles til rådighed for manuel aktivering, og ved aktivering af reserverne (udkobling af forbrug) betales desuden regulerkraftprisen. Reserver på forbrugssiden med en høj aktiveringspris vil kun blive aktiveret nogle få timer årligt. For sådanne reserver vil kapacitetsbetalingen være helt dominerende i forhold til aktiveringsbetalingen.

Eltra køber reserverne gennem åbne månedlige EU-udbud. De købte mængder og de aftalte priser offentliggøres løbende på Eltras hjemmeside. I 2004 betalte Eltra i alt 423.900 kr/MW for manuelle reguleringsreserver til opregulering (svarende til afbrydelige elforbrug). Elkraft har i 2003 gennemført et pilotprojekt, hvor der er indgået aftaler med virksomheder om at stille deres nødstrømsanlæg til rådighed som regulerkraftreserve, og her er i gennemsnit betalt 200.000 kr/MW/år.

I pilotprojektet opererer Elkraft ikke med en nedre effektstørrelse, hvor Eltra kun indgår aftale om reguleringsreserver på 10 MW eller mere, svarende til de mindste budstørrelser på det fællesnordiske regulerkraftmarked. Der er derfor behov for at forbrugerne går sammen i puljer og tilbyder fælles forbrugsudkobling som reserve, hvis de vil deltage i dette marked.

#### **6.4 Frekvensstyret driftsforstyrrelsesreserve**

Dette er en automatisk reserve, der aktiveres i unormale driftssituationer med udsving i frekvensen ud over 49,9 Hz. Kravene til reserven er, at 50% af effekten er aktiveret inden for 5 sekunder og resten inden for 30 sekunder. Reserven aktiveres hyppigt, men udkoblingstiden er kort. En analyse af 10-sekunders frekvensværdier i Elkrafts område i september 2004 (ref. 2) viser, at der var relativt mange værdier (0,6%) lige under 49,9 Hz, men få (0,016%) under 49,85 Hz. Sidstnævnte svarer til 44 værdier. De var fordelt på 12 perioder, hvoraf den længste var på 5 minutter.

Forbrugerne kan indgå i denne reserve med afbrydelige elbelastninger. Da den udkoblede effekt skal afhænge lineært af frekvensen (inden for intervallet 49,9 til 49,5 Hz), skal udkoblingen være forudindstillet til en bestemt frekvens, eller udkoblingsfrekvensen skal fastlægges af en tilfældigtsgenerator.

#### **6.5 Hurtig, aktiv driftsforstyrrelsesreserve**

Det er en driftsforstyrrelsesreserve, der i unormale driftssituationer bestilles manuelt fra den systemansvarliges kontrolrum. Reserven skal være aktiveret inden for 15 minutter. (For Eltras område skelnes der ikke mellem hurtig, aktiv driftsforstyrrelsesreserve og regulerkraft – derfor samme som under 6.3).

#### **6.6 Langsom, aktiv driftsforstyrrelsesreserve**

Svarer til den hurtige reserve og kaldes også hurtig reserve, blot skal aktiveringen ske inden for enten 60 eller 90 minutter.

### **7. Sammenfatning (foreløbig)**

Ud fra gennemgangen foran kan økonomien i priselastisk elforbrug opgøres som vist i tabel 6.

Det vil være muligt for forbrugeren at være aktiv på de tre førstnævnte markeder på samme tid, om end en belastning naturligvis kun kan udkobles én gang. Markedet for reserveeffekt forudsætter derimod, at forbruget er indkoblet, så det kan udkobles. Derfor kan forbrugeren ikke tilbyde udkoblelige forbrug som reserveeffekt og samtidig være aktiv på andre markeder med dette forbrug.

Gevinstpotentialerne i tabel 6 kan sammenlignes med eludgiften til 1 MW i 8760 timer årligt (idet tabel 6 gælder for et forbrug, der er til rådighed for udkobling hele året igennem). Eludgiften for tung proces er omkring 35 øre/kWh, og for let proces er den omkring 45 øre/kWh. Det svarer for den konstante belastning til 3.100.000 kr/MW/år, hhv. 3.900.000 kr/MW/år. Potentiallet udgør således 1 – 18% af de årlige eludgifter til den afbrydelige elbelastning.

"Marked"	Potentiel gevinst	Gevinst ydes forbrugeren af	Varsel for udkobling	Udkoblingstid pr. gang	Antal udkoblinger pr. år	Mindste effekt MW
Spotmarkedet 2003	500-4000 kr/MWh, 50-200.000 kr/MW/år	Nord Pool	10 – 33 timer	Fra del af time op til flere timer	Typisk 5 - 100	0,1
Spotmarkedet 2015	Op til 10.000 kr/MWh, 50-500.000 kr/MW/år	Nord Pool	10 – 33 timer	Fra del af time op til flere timer		0,1
Elbas	Stort set som spotmarkedet	Nord Pool	Mindst 1 time	Fra del af time op til flere timer	Lidt flere end i spotmarkedet	
Regulerkraft	Stadie 2001: som spotmarkedet plus 0-1000 kr/MWh Stadie 2015: op til 50.000 kr/MWh	Den systemansvarlige	15 min.	1 eller få timer	0-20 gange typisk	10
Balancekraft	Stadie 2001: 0-1000 kr/MWh plus typiske spotelpris	Den balanceansvarlige	Typisk 1 time	Del af time til flere timer	Ønskelig i over 1000 timer	
Automatisk aktiverbar regulerreserve (Eltra)	Over 500.000 kr/MW,år	Den systemansvarlige	30 sek.	Minutter	Mange	1
Regulerkraftreserver/manuelle reguleringsreserver	200-500.000 kr/MW,år	Den systemansvarlige	15 min.	1 eller få timer	0-20 gange typisk	10
Frekvensstyret driftsforstyrrelsesreserve		Den systemansvarlige	5 sek. (50%) 30 sek. (resten)	Sekunder eller få minutter	Mange (størrelsesorden 1000/år)	
Hurtig, aktiv driftsforstyrrelsesreserve		Den systemansvarlige	15 minutter			
Langsom, aktiv driftsforstyrrelsesreserve		Den systemansvarlige	60 eller 90 minutter			

Tabel 7. Økonomisk potentiale ved priselastisk elforbrug.

## **8. Referencer**

1. Priselastisk elforbrug. Elkraft og Eltra. 13. oktober 2004.
2. Frekvensstyrede driftsforstyrrelsesreserver fra forbrug og UPS-anlæg. Elkraft. mit, 13. januar 2005.



## **Bilag 2. Slutbrugernes muligheder og interesser**

### **1. Interviewede virksomheder**

Analysen af slutbrugernes muligheder og interesser er baseret på interviews af 25 erhvervs-virksomheder. Der er primært udvalgt virksomheder med et stort elforbrug, idet disse – alt andet lige – også har størst potentiale for priselastisk elforbrug. Sekundært er der valgt virksomheder, hvor eludgifterne udgør en væsentlig del af omsætningen, idet sådanne virksomheder forventes at være særligt motiverede for at handle priselastisk. Tertiært er virksomhederne valgt, så der er en rimelig fordeling på brancher og landsdele.

Tabel 1 viser en oversigt over virksomhederne (hvoraf enkelte er koncerner), opdelt efter elforbrug og branche. Af tabellen ses, at de interviewede virksomheder repræsenterer et elforbrug på 2394 GWh/år (inklusive det forventede elforbrug i to virksomheder, der ikke var startet endnu i 2003). Det svarer til 11% af det samlede elforbrug inden for erhverv og offentlige foretagender. I de enkelte brancher er andelen 19% for gartnerier, 19% i industrien og 5% inden for service, handel og offentlige foretagender.

De 25 interviewede virksomheder er først blevet kontaktet telefonisk og har fået tilsendt et spørgeskema (bilag 3) samt en kort orientering i pjeceform. De er derefter blevet besøgt, og spørgeskemaet er blevet gennemgået og udfyldt under besøget, der typisk har varet 1-2 timer. I interviewene har deltaget økonomimedarbejdere og tekniske medarbejdere, ofte på lederniveau. I de fleste tilfælde har der deltaget to eller flere fra virksomheden i interviewet. Der er udarbejdet et kort referat af hver interview, og referatet er sendt til de interviewede, så eventuelle misforståelser har kunnet rettes.

Spørgeskemaet har primært været rettet mod virksomhedernes muligheder og betingelser for at agere priselastisk. I skemaet er ud over priselastisk elforbrug medtaget mulighederne i en substitution af el med andre energikilder samt i priselastisk produktion på kraftvarmeværker eller nødstrømsanlæg. Endelig har det – som en biting – også omfattet fleksible elforbrug, dvs. elforbrug, der kan aktiveres i perioder med f. eks. meget lave elpriser.

Alle kontaktede virksomheder har været meget positive over for ideen og har gerne villet drøfte deres egne muligheder for at bidrage med priselastisk elforbrug. Enkelte virksomheder er dog allerede ved den første henvendelse kommet til den konklusion, at de ikke kunne tilbyde noget væsentligt forbrug eller produktion, hvorfor de ikke er blevet interviewet. Det drejer sig om fem virksomheder med kontinuert produktion. Flere af dem benytter også ”just in time” og/eller har lave eludgifter, set i forhold til produktionsværdien.

Branche	Interviewede virksomheder				Branchen i alt 2003	
	Med elforbrug på mindst 100 GWh/år		Med elforbrug under 100 GWh/år		Antal forbrugere	Elforbrug GWh
	Antal	GWh/år ialt	Antal	GWh/år ialt		
Landbrug					133100	2159
Gartnerier			2	54	3500	279
Landbrug og gartneri ialt			2	54	136600	2438
Nærings- og nydelsesmiddelindustri	1	375	3	127	4900	2421
Træindustri			1	46	2700	305
Papir- og grafisk industri	1	100			3400	662
Kemisk industri m.m.	1	130	4	229	2400	2331
Sten-, ler- og glasindustrien	1	360	1	55	2300	874
Jern- og metalværker samt støberier	2	292	3	101	1600	436
Øvrige industri					14.000	2324
Industri ialt	6	1257	12	558	31300	9352
Detailhandel	1	275			49200	2018
Engroshandel og køle-/frysehuse			2	109	16100	1134
Rensningsanlæg, kloak og renovationsvæsen			1	41	11600	594
Postvæsen og telekommunikation	1	100			14100	367
Øvrige handel, service og off. foretagender					160100	6200
Handel, service og off. foretagender ialt	2	375	3	150	251100	10313
Erhverv og off. foretagender ialt	8	1632	17	762	419000	22103

Tabel 1. De interviewede virksomheder, opdelt efter elforbrugets størrelse og efter branche. Til sammenligning angives branchernes elforbrug og antal forbrugere ifølge Dansk Elforsyning 2003. (En virksomhed kan omfatte flere forbrugere)

## 2. Priselastisk elforbrug

I relation til de behov, som det skal dække, kan det priselastisk elforbrug karakteriseres ved:

- størrelsen af den afbrydelige eleffekt
- rådighedstiden (er effekten afbrydelig altid eller kun på visse tidspunkter)
- det nødvendige varsel (fra 5 sekunder op til 10 timer)
- udkoblingstiden (fra minutter til døgn)
- hviletiden (nødvendig tid mellem to udkoblinger)
- tidspunkt for og belastning ved indhentning af det afbrudte forbrug

- nødvendige betaling for aktivering af forbruget

Tabel 2 viser en oversigt over effekterne og rådighedstiderne, og tabel 3 viser en sammenfatning af effekterne efter rådighedstid.

Årlig rådighedstid	Priselastisk elforbrug kWh/h	Priselastisk elproduktion kW
Altid	5.100	22.118
90-99% af tiden	32.830	5.000
80-89% af tiden	6.650	1.500
Mindst 22 h/hverdag og mindst 44 uger/år (mindst 55% af året)	59.700	-
Øvrige	47.880	6.000
Ialt	152.160	34.618

*Tabel 3. Priselasitisk elforbrug og elproduktion, opgjort efter den årlige rådighedstid*

Det priselasitiske elforbrug er i tabel 2 opgjort til i alt 152.160 kWh/h eller ca. 39% af maksimalbelastningen i de 25 virksomheder. (Sættes benyttelsestiden til 6000 timer er maksimalbelastningen i alt 390 MW). Det er dog kun en lille del af denne effekt, nemlig 5100 kW, der er til rådighed altid, og heraf er de 4000 kW (anslået minimumslast i køleanlæggene) ikke interessante som regulerkraftreserve, idet de kun kan afbrydes i 10 minutter ad gangen. Yderligere 39.480 kW er til rådighed i mindst 80% af årets timer, hvilket typisk vil sige altid, bortset fra ferier. Ved planlægning af vedligeholdsarbejder og lignende ville man formentlig ud af de 39.480 kW kunne opnå en rådighed tæt på 100% for en effekt på 20-25.000 kW. 59.700 kW er opgjort at være til rådighed i mindst 22 timer på hverdage i alle uger bortset fra ferieuger. De resterende 47.880 kW er til rådighed i mindre omfang, enten fordi virksomheden eller det pågældende fabriksafsnit kun arbejder en del af året, fordi anlæggene hyppigt er ude til vedligehold eller fordi belastningerne på anlæggene varierer med f. eks. udetemperaturen.

I tabel 4 er det priselasitiske elforbrug opgjort ud fra den mulige udkoblingstid og det nødvendige varsel. Et priselasitisk forbrug medtages kun én gang pr. varslingstid (selv om et forbrug, der kan udkobles i 2 timer, selvfølgelig også kan udkobles i 10 minutter), men er for en given udkoblingstid medtaget ved alle acceptable varslingstider. Af tabellen ses, at der er en effekt på i alt 125 MW, der kan udkobles i mindst 1 time, hvis udkoblingen varsles 10 timer i forvejen. Denne effekt kunne således bydes ind på spotmarkedet (med de begrænsninger, som følger af nødvendig hviletid og det maksimalt acceptable antal udkoblinger pr. år, se tabel 5). Tilsvarende er der 95 MW, der kan udkobles i mindst 1 time ved en varslingstid på 1 time. Denne effekt kunne bydes ind på Elbasmarkedet (hvis dette marked ellers dækkede hele landet). 46 MW ville kunne bydes ind i regulerkraftmarkedet, hvor varslingstiden er 15 minutter og udkoblingstiden mindst 1 time. I alt 100 MW kan afbrydes inden for 5-30 sekunder og i mindst 10 minutter pr. gang og kunne således indgå som frekvensstyret driftsforstyrrelsesreserve. Det forudsætter dog, at de systemansvarlige er villige til at anlægge en sandsynlighedsvurdering af den udkoblede effekt, der ville være omkring 70 MW.

Virksomhed	Elforbrug GWh/år	Eludgift i % af omsæt- ningen	Priselastisk forbrug		Priselastisk produktion		Fleksibelt elforbrug MWh/h
			KWh/h	Rådighedstid	kW	Rådighedstid	
Gartneri I	40	14	6000	21 h/dag vinter 7 h/dag sommer	500	Altid	-
Gartneri II	14	12	-	-	2005	505 kW: altid 1500 kW: 10 md/år	18,2
Næringsmiddelindustri I	375	2	2000	22 h/dag	-	-	50
Næringsmiddelindustri II	72	1	14.480	15 uger/år	6000	15 uger/år	300
Næringsmiddelindustri III	35	1	-	-	-	-	-
Næringsmiddelindustri IV	20	5	2500	5 dage/uge	-	-	40
Træindustri I	46	4	4000	500 kW: dagtid Ellers altid - 3 uger	-	-	2,8
Papirindustri I	100	5	1330	Få ferieuger Ellers 97% af tiden	3000	98% af året	3,5
Kemisk industri I	130	1	-	-	2000	Næsten altid	7,0
Kemisk industri II	82	1	1850	200 kW: halve år 1650 kW: altid - ferier	540	Altid	5
Kemisk industri III	60	4	9200	5 dage/uge	-	-	-
Kemisk industri IV	50	2	1000	Næsten altid – 5 ferieuger	473	Altid	-
Kemisk industri V	37	5	2500	40% af året	-	-	2,5
Sten-, ler- og glasindustri I	360	8	25.000	92% af året	1900	Altid	-
Sten-, ler- og glasindustri II	55	6	4000	1 MW altid 3 MW uden for ferier	650	Altid	-
Stålværker og støberier I	190	6	35.000	24 h/dag P.t. 5 dage/uge - ferier	1300	Altid	

Stålværker og støberier II	102	10	3000	5 dage/uge - ferier	-	-	-
Stålværker og støberier III	48	2	3500	5 dage/uge - ferier	-	-	-
Stålværker og støberier IV	34	6	4000	5 dage/uge - ferier	-	-	-
Stålværker og støberier V	19	10	2500	22 h/dag 7 dage/uge - ferier		-	
Detailhandel I	275	0,3	22.000	2 MW altid + 20 MW i knapt halvdelen af året	-	-	-
Køle-/frysehuse I	69		-	-	-	-	-
Køle-/frysehuse II	40	8	8000	2 MW altid + 2 MW 80% af året + 4 MW 40% af året	-	-	-
Kloakvæsen I	41	10	300	100 kW altid 200 kW 8 h/hverdag	1250	Altid	0,5
Telekommunikation I	100	0,3	-	-	15.000	Altid	-
Sum	2394		152.160		34.618		429,5

*Tabel 2. Oversigt over priselastisk elforbrug og produktion samt fleksibelt elforbrug i de interviewede virksomheder. Eludgiften er beregnet ud fra en elpris på 350 kr/MWh for tung proces og 450 kr/MWh for let proces. Produktion, for hvilken der allerede er indgået en reservekraft-aftale, er ikke medtaget.*

Virksomhed	Udkob- lingstid	Nødvendigt varsel				
		10+ timer	1 time	15 minutter	30 sekunder	5 sekunder
Gartneri I	2+ timer	6000	6000	2000	2000	
	Produktion	500	500	500		
	I alt	6500	6500	2500	2000	0
Gartneri II	Produktion	2.005	2.005			
	I alt	2005	2005	0	0	0
Næringsmiddel- industri I	2+ timer	2000	2000			
	I alt	2000	2000	0	0	0
Næringsmiddel- industri II	1 time	5222				
	2+ timer	9258				
	Produktion	6000	6000	6000		
Næringsmiddel- industri IV	I alt	20480	6000	6000	0	0
	2+ timer	2500	500	500		
Træindustri I	I alt	2500	500	500	0	0
	10 minutter	1000	1000	1000	1000	1000
Papirindustri I	1 time	1500	1500	1500		
	2+ timer	1500	1500	1500	500	
	I alt	4000	4000	4000	1500	1000
	1 time	1135	1135	1000		
	2+ timer	195	195	145	60	60
Kemisk industri I	Produktion	3000	1500	1500		
	I alt	4330	2830	2645	60	60
Kemisk industri II	Produktion	2000	2000	2000		
	I alt	2000	2000	2000	0	0
Kemisk industri III	1 time	200	200			
	2+ timer	1650	1650	700		
	Produktion	540	540	540		
Kemisk industri IV	I alt	2390	2390	1240	0	0
	2+ timer	9200	9200	9200		
Kemisk industri V	I alt	9200	9200	9200	0	0
	10 minutter			1000	1000	1000
Kemisk industri VI	2+ timer	1000	1000			
	Produktion	473	473	473		
	I alt	1473	1473	1473	1000	1000
Sten-, ler- og glasindustri I	2+ timer	2500	2500	0	0	0
	I alt	2500	2500	0	0	0
	1 time	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
Sten-, ler- og glasindustri II	Produktion	1900	1900	1900		
	I alt	26900	26900	26900	25000	25000
	1 time	4000				
Sten-, ler- og glasindustri III	2+ timer		1000	1000	1000	
	Produktion	650	650	650	650	
	I alt	4650	1650	1650	1650	0

Stålværker og Støberier I	10 minutter			35.000	35.000	35.000
	2+ timer	35.000	35.000			
	Produktion	1300	1300	1300		
	I alt	36.300	36.300	36.300	35.000	35.000
Stålværker og støberier II	1 time	3000	3000	3000		
	I alt	3000	3000	3000	0	0
Stålværker og støberier III	2+ timer	3500				
	I alt	3500	0	0	0	0
Stålværker og støberier IV	10 minutter	4000	4000	4000	4000	4000
	I alt	4000	4000	4000	4000	4000
Stålværker og støberier V	2+ timer	2500	2500			
	I alt	2500	2500	0	0	0
Detailhandel I	10 minutter	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000
	I alt	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000
Køle-/frysehuse II	10 minutter		8000	8000	8000	8000
	1 time	8000				
	I alt	8000	8000	8000	8000	8000
Kloakvæsen I	1 time	200	200			
	2+ timer	100	100			
	Produktion	1250	1250	1250		
	I alt	1550	1550	1250	0	0
Telekommunikation I	Produktion	15.000	15.000	15.000		
	I alt	15.000	15.000	15.000	0	0
Sum af alle virksomheder	10 minutter	27.000	35.000	71.000	71.000	71.000
	1 time	48.257	31.035	30.500	25.000	25.000
	2+ timer	76.903	64.145	15.045	3.560	60
	Produktion	34.618	33.118	31.113	650	0
	I alt	186.778	163.298	147.658	100.210	96.060

Tabel 4. Priselastisk elforbrug (kWh/h) og elproduktion (kW), opgjort efter det nødvendige varsel og – for forbrugets vedkommende – efter den mulige udkoblingstid. (2+ timer angiver, at belastningen kan afbrydes i mindst 2 timer pr. gang )

Hyppighed, udkoblinger/år	Hviletid			
	mindst 7 døgn	1-6 døgn	under 1 døgn	ialt
1-2	100			100
3-10	8.600			8.600
11-25	5.200			5.200
Over 25	48.500	40.250	49.510	138.260
				152.160

*Tabel 5. Priselastiske elforbrug (kWh/h) opgjort efter det acceptable antal udkoblinger pr. år samt efter ønsket hviletid mellem to udkoblinger*

Den mulige udkoblingshyppighed og den nødvendige hviletid er opgjort i tabel 5. Af det priselastiske elforbrug kan en effekt på 138 MW af i alt 152 MW udkobles over 25 gange årligt. 50 MW kan udkobles mindst 1 gang i døgnet, mens 40 MW kan udkobles igen efter 1 til 6 døgn og 62 MW først kan udkobles igen efter mindst en uges "hvile".

I de fleste tilfælde vil en afbrydelse blive indhentet ved, at der produceres på tidspunkter, hvor udstyret ellers ikke bliver benyttet (hvilket indimellem forekommer, jævnfør tabel 3, der viser, at hovedparten af forbruget ikke altid er til rådighed for udkobling). Derfor påvirker en afbrydelse ikke belastningen lige før eller lige efter afbrydelsen. De væsentligste undtagelser herfra er kølekompressorer, der skal køre mere enten inden afbrydelsen for at "for-køle" eller efter for at bringe køletemperaturen ned igen på det ønskede niveau.

De nødvendige betalinger for at aktivere de priselastiske elforbrug er opgjort i tabel 6. Tabellen er til dels baseret på skøn, idet en del af de interviewede ikke ønskede af udtale sig konkret vedrørende de økonomiske incitamenter, men hellere ville tage stilling til et udspil fra de systemansvarlige.

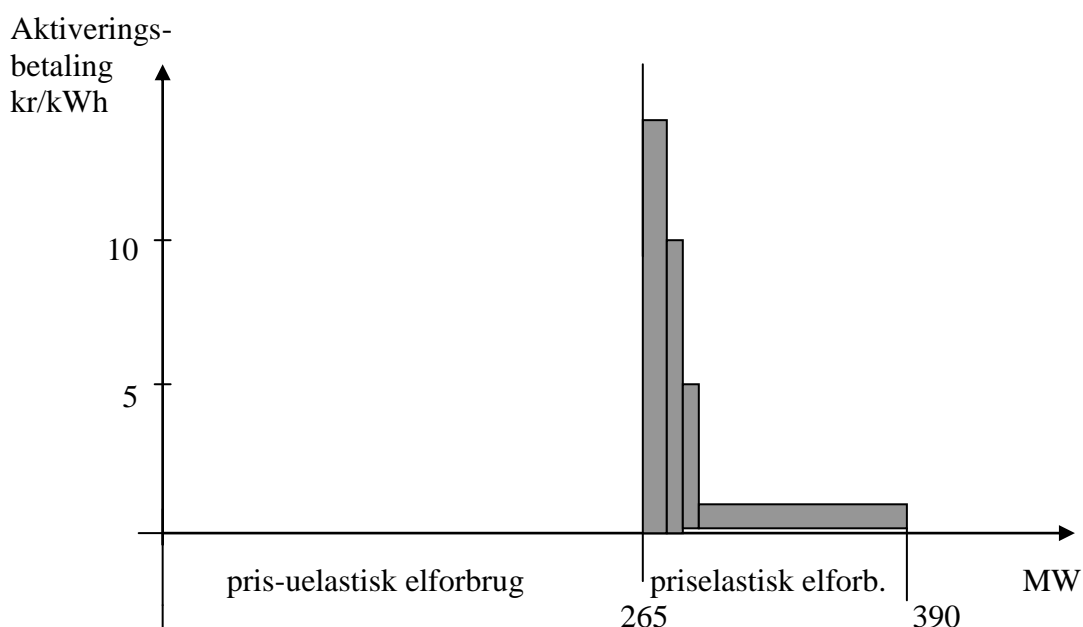
De nødvendige engangsinvesteringer for at kunne afbryde forbrugene er som regel forholdsvis små, og er derfor omregnet til kr. pr. kWh, der afbrydes (ud fra et anslået antal afbrydelser årligt). Kun i et enkelt tilfælde har en virksomhed vurderet engangsinvesteringen som så høj, at det har været nødvendigt at forudsætte en fast betaling på 200.000 kr/MW,år. Omkostningerne ved genstart efter en afbrydelse er i nogle tilfælde ret store og kan kun dækkes ind, hvis afbrydelsen varer i flere timer, hvilket der så er forudsat i opgørelsen af den nødvendige aktivitetsbetaling.

Tabel 6 omfatter kun forbrug, der kan aktiveres i mindst 1 time. Effekten er i alt 125 MW, hvoraf langt hovedparten, 79 MW, kan aktiveres uden fast betaling og ved en aktivitetsbetaling på 1 kr/kWh, mens yderligere 18 MW kan aktiveres, hvis betalingen er 5 kr/kWh og 14 MW kommer til ved 10 kr/kWh. Der er således i alt 111 MW, som kunne aktiveres på spotmarkedet. Det skal tilføjes, at forbrugernes engangsudgifter ved at gøre elbelastningerne afbrydelige skal dækkes, enten ved at belastningerne aktiveres et antal gange årligt, eller via en fast betaling. Figur 1 er en illustration af tabel 6, hvor det priselastiske elforbrug ses i forhold til summen af maksimal-belastningerne i de 25 virksomheder på 390 MW (forudsat 6000 benyttelsestimer). Det priselastiske forbrug på 125 MWh/h er næsten fuldt til rådighed, når de enkelte virksomheder har maks.



Aktiveringsbetaling kr/kWh	Fast betaling kr/MW,år	
	0	200.000
1	79.260	8.000
5	17.920	
10	14.480	
Over 10	5.500	
Ialt	117.160	8.000

Tabel 6. Priselastisk elforbrug (kWh/h), opgjort efter størrelsen af den nødvendige aktiveringsbetaling og den faste betaling



Figur 1. Priselastisk elforbrug som funktion af aktiveringsbetalingen

### 3. Priselastisk substitution

Kun to af de interviewede virksomheder har mulighed for priselastisk substitution. En kan substituere el til elmotorer med damp i små dampturbiner, som allerede findes som reserver for elmotorer, og en anden kan substituere elheatre med damp fra et kedelanlæg. Effekten er i alt 3 MW. Udkoblingstiden kan være lang, og det økonomiske incitament behøver ikke være stort.

### 4. Priselastisk produktion

Den priselastiske produktion er anført i tabel 2. Tabellen omfatter kun produktion, der ikke allerede er stillet til rådighed for de systemansvarlige. Muligheden er i alt opgjort til 34.618 kW, hvoraf hovedparten er nødstrømsanlæg, mens 12.500 kW er i form af produktionsforøgelse på kraftvarmeanlæg hos de interviewede virksomheder.

De nødvendige varselstider er vist i tabel 4. I alt 31.113 kW kan aktiveres med et varsel på 15 minutter og kan således indgå som regulerkraft eller som regulerkraftreserve (gælder 25.113 kW, der stort set altid er til rådighed – bortset fra under vedligehold og afprøvning, hvor de allerede kører).

Indkoblingstiden vil kunne være flere døgn, idet der ikke er restriktioner af miljømæssig art eller lignende på de pågældende anlæg. Efter et par døgn drift skal nødstrømsanlæggenes olietanke normalt fyldes op.

Omkostningerne til drift af anlæggene er væsentligst brændslet, der typisk koster 1 kr pr. produceret kWh el for nødstrømsanlæg (de 22.118 kW) og noget mindre for kraftvarmeanlæggene. Nogle anlæg kan allerede i dag producere ind på elnettet, således at der ikke er nogen væsentlige investeringer forbundet med produktion til nettet. Andre skal have installeret synkroniseringsudstyr og fjernstyring m.m., som typisk koster 20-100.000 kr/MW, år (ved afskrivning over 3 år).

### 5. Fleksible elbelastninger

Virksomhedernes muligheder for at aftage el i perioder med meget lave elpriser er også opgjort, se tabel 2. I alt er de fleksible elbelastninger opgjort til 430 MWh/h, hvoraf hovedparten (300 MWh/h) dog kun kan aktiveres i 3-4 måneder årligt. Der er i alle tilfælde tale om, at brændsel i kedler erstattes af el i en elpatron. Det vil være nødvendigt at udbygge elnettet til de fleste af forbrugerne, hvis de skal aftage så store effekter som anført i tabel 2.

### 6. Sammenligning af priselastisk elforbrug i danske og finske virksomheder

VTT Processes i Finland har analyseret de finske virksomheders muligheder for priselastisk elforbrug. Hovedtallene fra analysen er præsenteret d. 25. april 2005 i et indlæg ”Demand Response Activities in Finland” af Erkki Stam, Fingrid Oyj. I det følgende sammenlignes disse hovedtal med de i afsnit 2 beskrevne oplysninger om danske virksomheder.

	Finland	Danmark
Elforbrug i de aktuelle sektorer, TWh/år	33	22
Elforbrug i de analyserede virksomheder, TWh/år	16	2,4
Maks. priselastisk effekt, MW	1216	152

*Tabel 7. Hovedtal fra den finske og danske undersøgelse*

Tabel 7 viser omfanget af de to undersøgelser og de fundne priselastiske elforbrug. Elforbruget i Finland er ca. dobbelt så stort som i Danmark, men der er analyseret virksomheder med et elforbrug, der er syv gange så stort som i den danske undersøgelse. Det fundne priselastiske elforbrug er otte gange så stort i Finland som i Danmark. Pr. analyseret TWh/år er effekten dog næsten ens, nemlig 76 MW i Finland mod 63 MW i Danmark.

Det finske potentiale er især fundet inden for celluloseindustri, elektrolyse, lysbueovne, valseværker, møllerier, ekstrudere og gaskompressorer. Danmark har ingen celluloseindustri og ingen elektrolysører og har kun få virksomheder med lysbueovne (Danscan Steel, Vald. Birn) og få valseværker (DanSteel og DanScan Metal). Vi har nogle møllerier, bl. a. hos Aalborg

Portland, og en ekstruderingsvirksomhed (Hydro Aluminium), som dog ikke er interviewet. Ekstrudering af plast er energimæssigt ikke væsentligt. Gaskompressor er heller ikke medtaget i den danske analyse, da kompressorerne ved de to gaslagre allerede vurderes af Elkraft. Det danske potentiale er især fundet i de mest energitunge virksomheder og består ellers af kølekompressor, lys m.m.

Finland				Danmark			
Udkoblingstid	Nødvendigt varsel			Udkoblingstid	Nødvendigt varsel		
	24 timer	2 timer	0 timer		10+ timer	1 time	30 sek.
1 time	38	149	0	1 time	17	6	25
Over 1 time	136	100	625	Mindst 2 timer	13	60	4

Tabel 8. Priselastisk elforbrug i MWh/h i de to lande

Tabel 8 viser en sammenligning af de afbrydelige effekter i de to analyser, opgjort efter udkoblingstid og nødvendigt varsel. De finske virksomheder accepterer normalt meget kortere varsel og lader sig udkoble i længere tid end de danske.

Finland		Danmark	
Aktiveringsbetaling kr/kWh	MWh/h	Aktiveringsbetaling kr/kWh	MWh/h
1,5	335	1	79
7,5	1006	5	97
		10	112

Tabel 9. Priselastisk elforbrug som funktion af aktiveringsbetalingen

Tabel 9 viser den afbrydelige effekt i Finland og i Danmark som funktion af aktiveringsbetalingen. Det ses, at finsk industri forudsætter en væsentlig større betaling for at lade sig udkoble end dansk industri gør. Forklaringen kan være, at der i finsk industri er tale om at afbryde produktionsprocesser, mens der i dansk industri mere er tale om afbrydelse af hjælpeudstyr som møller, køleanlæg m.m.

## Bilag 3. Opskalering af potentialer for priselastisk elforbrug

### 1. Indledning

Analysen af slutbrugernes muligheder og interesser for at stille priselastisk elforbrug til rådighed for elsystemet omfatter 25 erhvervsvirksomheder, som er udvalgt ud fra, at de forventedes at have et betydeligt potentiale for priselastisk elforbrug. I dette notat vurderes potentialet i de øvrige virksomheder inden for erhverv og offentlige foretagender. Vurderingen omfatter størrelsen af de afbrydelige effekter samt rådigheden af disse (er de altid til rådighed for afbrydelse?), men ikke de nødvendige økonomiske incitament og andre forhold. Vurderingen gennemføres for de enkelte sektorer inden for erhverv og offentlige foretagender, se tabel 1.

Branche	Branchen i alt 2003		Elforbrug i ikke-interviewede virksomheder GWh
	Antal forbrugere	Elforbrug GWh	
Landbrug	133100	2159	2159
Gartnerier	3500	279	225
Landbrug og gartneri ialt	136600	2438	2384
Nærings- og nydelsesmiddelindustri	4900	2421	1919
Træindustri	2700	305	259
Papir- og grafisk industri	3400	662	562
Kemisk industri m.m.	2400	2331	1972
Sten-, ler- og glasindustrien	2300	874	459
Jern- og metalværker samt støberier	1600	436	252 <sup>1)</sup>
Øvrige industri	14.000	2324	2324
Industri ialt	31300	9352	7749
Detailhandel	49200	2018	1743
Engroshandel og køle-/frysehuse	16100	1134	1025
Rensningsanlæg, kloak og renovationsvæsen	11600	594	553
Postvæsen og telekommunikation	14100	367	167
Øvrige handel, service og off. foretagender	160100	6200	6200
Handel, service og off. foretagender ialt	251100	10313	9788
Erhverv og off. foretagender ialt	419000	22103	19921

Tabel 1. Antal virksomheder og elforbrug i de brancher, der omfattes af undersøgelsen. Elforbruget i de ikke-interviewede virksomheder er også angivet.

1): to af de interviewede virksomheder producerede ikke i 2003 og indgår derfor på dette sted med 0 forbrug

## 2. Landbrug og gartneri

*Landbrug.* Der er ikke blevet interviewet nogen landbrug. Interessante anvendelsesområder er korn tørning, markvanding og køling. Elforbrugene er 1% (28 GWh/år), hhv. 16% (340 GWh/år, omfatter al pumpning) og 7% (150 GWh/år). De afbrydelige elbelastninger anslås pr. anvendelsesområde til 10 MW i efteråret, hhv. 10 MW om sommeren og i gennemsnit 16 MW året rundt (med et minimum om vinteren omkring de 3 MW). Elbelastningerne er fordelt på af størrelsesordenen 5.000 forbrugere.

*Gartneri.* To gartnerier er interviewet, og yderligere to har været kontaktet. Ca. 66% af elforbruget eller 184 GWh/år går til lys. Det svarer til ca. 40 MW. Ud over potentialet i interviewvirksomhederne anslås et potentiale på 30 MW, fordelt på af størrelsesordenen 200 virksomheder. Lysforbruget er til rådighed i omkring 50-60% af årets timer.

## 3. Industri

*Nærings- og nydelsesmiddelindustri.* Det er en arbejdstung industri med – for de fleste virksomheders vedkommende – et lille elforbrug pr. medarbejder. Tre virksomheder og en koncern er blevet interviewet.

Generelt er de bedste muligheder på området køl/frys, der udgør omkring 450 GWh/år i denne sektor. Det er i middel 50 MW. Indfrysning i slagterier og fiskeindustri m.m. skal principielt foregå hurtigst muligt, så der er meget begrænsede muligheder her. Belastningen fra køleudstyr, der betjener køle/fryselagre og køletanke m.m. anslås til i middel 30 MW. Af disse 30 MW vil måske 10 MW være til rådighed hele året, mens resten vil være til rådighed en god del af året. Potentialet for afbrydelige belastninger vurderes til en tredjedel (dvs. 3 MW året rundt og 15 MW i knapt halvdelen af året), idet ikke alt kan afbrydes af hensyn til kvaliteten af de lagrede produkter og af hensyn til en eventuel kontinuert produktionsproces. Isvand bruges meget lidt i dag, og isbanken holdes på et minimum, så denne belastning er ikke egnet til afbrydelse. Effekten er fordelt på 100-200 virksomheder som slagterier, bryggerier, mejerier m.m.

I nogle ikke-besøgte bemølsfabrikker er der ca. 7 MW afbrydelige belastninger i form af mølleri og vådpressere, som er til rådighed i hverdagsdøgn. I malterier kan beluftningen stoppes midlertidigt. Potentialer anslås til 1 MW, der er til rådighed det meste af året.

Foderstoffabrikker anvender omkring halvdelen af deres elforbrug på ca. 60 GWh/år i møller, expandere, pillepressere m.m. De burde kunne afbrydes midlertidigt. Der køres typisk i døgndrift 5-7 dage om ugen. Der regnes med en afbrydelig effekt på 5 MW i 40-79% af tiden.

*Træindustri.* Én virksomhed er interviewet. Der er kun få virksomheder, der ligner denne. Potentialet vurderes at være ekstra 2 MW, som er til rådighed over 80 % af årets timer, og 5 MW til rådighed i almindelig arbejdstid (bl. a. på savværker).

*Papir og grafisk virksomhed.* Vores interview omfatter ca. 40% af elforbruget i papirfabrikker. Potentialet i resten af branchen vurderes til 1 MW, som er til rådighed over 80% af året. I grafisk industri er de relative eludgifter små, og der er intet potentiale.

*Kemisk industri m.m.* Fem virksomheder er blevet interviewet. Et raffinaderi vurderer potentialet til 0, hvorfor det andet raffinaderi også sættes til 0. De to iltfabrikker har et potentiale i kraft af,

at deres produktionsanlæg ikke udnyttes fuldt ud. Det anslås, at landets tredje iltfabrik også har et potentiale for priselastisk elforbrug, som sættes til 3 MW i en del af året. De to andre interviewede virksomheder er unikke. Sektoren omfatter i øvrigt bl. a. medicinalindustri, hvor eludgifterne er små i forhold til værditilvæksten, og plastindustri, hvor det samme til dels gælder, og hvor der kun er en beskedne buffer i kølevandssystemerne.

*Sten-, ler- og glasindustri.* To virksomheder med halvdelen af sektorens elforbrug er interviewet. Bedste anden mulighed er teglværkerne med elforbrug på 40-50 GWh/år. Ca. 15 GWh/år går til æltning m.m., der måske kan gøres afbrydeligt. Det svarer til 5 MW med en rådighed under halvdelen af årets timer.

*Jern- og metalværker samt støberier.* Fem virksomheder er interviewet. To er nye, og de tre øvrige stod for ca. 40% af sektorens elforbrug i 2003. Branchen omfatter kun nogle få yderligere virksomheder af en vis størrelse. Derfor anslås det ekstra potentiale til 5 MW med rådighedstid under 80% af året.

*Øvrige industri* omfatter især jern- og metalindustri, hvor eludgifterne er små i forhold til værditilvæksten, og hvor der mange steder arbejdes efter "just in time" eller tilsvarende principper, så fleksibiliteten er begrænset. De store elforbrugsområder er "øvrige elmotorer", ventilation, trykluft og belysning. Af muligheder for afbrydelighed kan der være lidt smeltning og også ovne (ikke maletørring, som næppe er egnet til afbrydelse), galvanisering samt langtidsafprøvning af de producerede maskiner. Anslås til 10 MW i under 80% af årets timer.

#### **4. Handel, service og offentlige foretagender**

*Detailhandel.* Ca. en tredjedel af supermarkedsbranchen er interviewet. Potentialet vurderes at være forholdsvis lige så stort i resten af branchen, dvs. ekstra 22 MW i middel. Af denne køleeffekt er ca. 4 MW til rådighed altid og vil formentlig kunne afbrydes i flere timer. Resten af køleeffekten er til rådighed i måske halvdelen af året med 36 MW i middel. Denne belastning vil kunne afbrydes meget kortvarigt. Øvrige detailhandel har også et køleforbrug, men så lille pr. butik, at det ikke medtages i denne sammenhæng.

*Engroshandel og køle-/frysehuse.* Ca. 200 GWh/år bruges til køle- og frysehuse m.m. Der er interviewet to virksomheder. Der regnes med et ekstra potentiale for priselastisk elforbrug, der forholdsmæssigt svarer til potentialet i de interviewede virksomheder. Det er i middel 25 MW med minimum (som er til rådighed året rundt) på måske 6 MW og 40 MW i yderligere 40-79% af året.

*Rensningsanlæg, kloak- og renovationsvæsen.* Det interviewede rensningsanlæg har næsten ingen buffer, bortset fra i tørre perioder. Det kan se bedre ud andre steder. Beluftning er den mest oplagte afbrydelsesmulighed. Elforbruget hertil svarer til en middeffekt på 20 MW, hvoraf 5 MW anslås at kunne afbrydes. I kloakvæsenet kan pumper måske afbrydes kortvarigt. Renovationsvæsen er i denne sammenhæng affaldsforbrændingsanlæg, hvor de større anlæg har elproduktion og således ikke bør afbrydes, da der tabes en større produktion, end der vindes i afbrudt forbrug. Alt i alt sættes potentialet til 5 MW, men det er usikkert.

*Postvæsen og teleteknik.* Den interviewede virksomhed, der står for 27% af sektorens elforbrug, har ikke potentiale for afbrydelige elbelastninger. Det samme antages at gælde resten af sektoren.

*Øvrige handel og service samt offentlige foretagender.* Omfatter banker, offentlig administration, hoteller og restauranter, kulturelle aktiviteter, varme- og vandforsyning osv. Generelt er elforbruget lille i forhold til værditilvæksten og til medarbejderantallet, hvorfor potentialet er beskedent. Bedste muligheder er nok varmekærter og vandforsyning. Varmekærternes distributionspumper kan afbrydes i kortere tid (15 minutter?), mens vandværkernes pumper til højdebeholdere kan afbrydes i ofte flere timer. Da en del vandværker ikke har højdebeholdere, men hydroforer, anslås mulighederne til 5 MW for vandværker og 5 MW for varmekærter (begge året rundt).

## 5. Sammenfatning

Potentialet i de ikke-interviewede virksomheder er sammenstillet i tabel 2.

Sektor	altid	90-99%	80-89%	40-79%	under 40%
Landbrug	3			25	10
Gartneri				30	
Nærings- og nydelsesmiddelind.	5		1	27	
Træindustri			2		5
Papir og grafisk industri			1		
Kemisk industri				3	
Sten-, ler- og glasind.					5
Jern- og metalværker samt støberier				5	
Øvrige industri				10	
Detailhandel	4			36	
Engroshandel og køle- /frysehuse	6			40	
Rensningsanlæg, kloak- og renovationsvæsen	5				
Øvrige handel og service samt off. foretagender	10				
Sum	33	0	4	176	20

*Tabel 2 Anslået potentiale for priselastisk elforbrug (MWh/h) i erhvervslivet og offentlige foretagender (ekskl. de 25 interviewede virksomheder). Potentialet er opgjort efter, hvor stor en del af året, effekten er til rådighed for afbrydelse.*

Ud over de belastningstyper, der er beskrevet foran, er der i mange virksomheder nogle mindre forbrug i form af elvarme, køl/frys og ventilation, som formentlig godt kan udkobles kortvarigt, dvs. fra 10 minutter op til et par timer af gangen. I ”Kortlægning af erhvervslivets energiforbrug” (Dansk Energi Analyse, september 2000) opgøres elvarme til at være 1% af industriens elforbrug og 7% af elforbruget i handel og service, mens det er 0% i landbrug og gartneri. Regnes de 7% også at gælde offentlige foretagender er elforbruget til elvarme 94 GWh/år i industrien og 722 GWh/år i handel, service og offentlige foretagender eller i alt 816 GWh/år. Benyttelsestiden er ca. 3000 h/år, så elvarmen belaster mellem 0 og 270 MW, hvoraf ca. 100 MW i 40-79% af tiden og ca. 170 MW i mindre end 40% af året. Denne effekt vil kunne afbrydes på samme måde som elvarme i boliger eventuelt afbrydes.

## 6. Sammenligning med tidligere undersøgelse

Elkraft gennemførte i 2001 en undersøgelse af mulighederne for at gøre elforbruget i Østdanmark mere fleksibelt. Undersøgelsen er publiceret i rapporten "Fleksibilitet i elforbruget" fra juni 2001. Baseret på en gennemgang af 10 virksomheder kommer undersøgelsen frem til et skønnet potentiale for fleksibelt elforbrug som vist i tabel 3. Potentialet er opgjort pr. branche og udtrykt som kW pr. GWh elforbrug.

Anvendes Elkraft-potentialet på elforbruget i hele Danmark, fås et potentiale som vist i tabel 3. Inden for flere brancher stemmer det rimeligt godt overens med det potentiale, der er fundet i den nye undersøgelse fra 2005. Forskellen i vurderingerne inden for sten-, ler- og glasindustrien samt jern- og metalværker og støberier kan hovedsageligt forklares med, at 2005-undersøgelsen har interviewet de største virksomheder og dermed har et bedre grundlag for at vurdere potentialet. Inden for brancherne papir og grafisk industri samt jern- og metalindustri vurderes potentialet til langt større i 2001-undersøgelsen end i 2005-undersøgelsen, idet sidstnævnte ikke har kunnet finde noget stort incitament eller større tekniske muligheder for virksomhederne i disse brancher for at agere priselastisk. Alt i alt er potentialet i 2001-undersøgelsen, opskaleret til hele Danmark, på 378 MWh/h mod 296 MWh/h i indeværende undersøgelse. Elvarme er ikke inddraget i nogle af disse potentialer.

Branche	2001-undersøgelse			2005-undersøgelse		
	Skønnet potentiale kW/GWh	Elforbrug 2003 GWh	Potentiale hele Danmark MWh/h	Potentiale hos interviewede MWh/h	Potentiale hos øvrige MWh/h	Potentiale hele Danmark MWh/h
310 Nærings- og nydelsesmiddelind.	25	2.421	61	19	38	57
320 Tekstil m.m.	20	201	4	-	0	0
330 Træindustri	20	305	6	4	7	11
340 Papir og grafisk	21	662	14	1	1	2
350 Kemisk m.m.	15	2.331	35	15	3	18
360 Sten-, ler- og glasindustri	21	874	18	29	5	34
370-381 Jern- og metalværker og støberier	50	436	22	48	5	53
382 Jern- og metali.	45	1.664	75	-	10	10
390 Øvrige industri	-	459	-	-	0	0
421-431 Detail- og engroshandel, rest. og hoteller	36	3.952	143	30	64	94
Ialt		13.304	378	146	150	296

Tabel 3. Opgørelse af potentialet for afbrydelige elbelastninger i 2001 og i indeværende undersøgelse. Industri og dele af Handel og Service indgår



## Bilag 4. Kontraktformer hos de større elforbrugere

Elforbrug GWh/år	Kontraktform				Volumenflexibilitet	
	Spot plus	Spot m. loft	Portefølje	Fast pris	Indsende forbrugsplaner	Energiinterval
14				X	Nej	100%
19	X				Nej	100%
20				X	Nej	100%
34				X	Nej	100%
35	X				Nej	100%
37	X			X		
40				X	Nej	100%
40	X			X	Nej	100%
41				X	Nej	"visse grænser"
46	X	X			Nej	100%
48	X				Ja. Ved ændringer i driften	100%
50				X	Nej	100%
55			X		Nej	100%
60				X	Nej	10%
69	X			X	Nej	100%
72			X		Nej	100%
82			X		Nej	100%
100	X				Nej	100%
100				X	Nej	
102	X		X		Nej	10% + fast aftale om reduktion v. høj elpris
130	X				Ja. Månedligt	
190. DS Steel	X				Ja. Dagligt	15%
275 <sup>1)</sup>		X			Nej	100%
360				X	Ja. Dagligt	100%
375 <sup>1)</sup>			X		Nej	100%
I alt 2394	28%	12%	27%	33%	Nej: 70%	

1): Koncerner med mange forbrugere

Procentfordelingen er opgjort under antagelse af, at virksomheder med flere kontraktformer afregner halvdelen af forbruget efter hver af de to kontraktformer.

Energiintervallet skal vurderes ud fra dagens situation, hvor volumenflexibiliteten ikke benyttes ret meget. Ændres forbruget ofte og meget i forhold til virksomhedens sædvanlige mønster, vil der sikkert ske begrænsninger i energintervallet.

## **Bilag 5. Nye produkter**

### **1. Afgrænsning**

Det er formålet at få kunderne med i effektmarkedet. Men det er ret uoverskueligt, hvis man på en gang skal have alle elementer fra systemoperatøren og alle kunder med fra starten. For at komme i gang med noget, der kan overskues af alle parter, er der fokuseret på et enkelt produkt med et relativt stort volumen. Ligeledes må der udvælges en overskuelig kundegruppe med et forbrug der gør, at man ikke drukner i transaktionsomkostninger. Der er derfor taget udgangspunkt i, at målgruppen er de 25 største virksomheder.

### **2. Spotmarkedet**

#### Kunder med fastprisaftaler

For en række kunder vil en praktisk løsning kunne bestå i, at der dels anmeldes profil for et forbrug, der er prisafhængigt op til en angivet pris, dels nogle pristærskler, over hvilke der sker reduktion af det anmeldte forbrug. Der kan f.eks. være tale om 30, 40, 50, 60 øre/kWh osv. For reduktionen, dvs. forskellen mellem den oprindelige profil og den prisafhængige, modtager kunden en godtgørelse svarende til forskellen mellem spotprisen og den aftalte faste pris.

I denne model er kunden dækket mod profilrisikoen.

#### Kunder med spotbaserede købsaftaler

En enklere mulighed er, at kunden indgår en aftale om køb til spotpris, men hvor der dels anmeldes et prisafhængigt forbrug i henhold til profil, dels nogle pristærskler, over hvilke der sker reduktion af det anmeldte forbrug, f.eks. 30, 40, 50, 60 øre/kWh osv. Kunden opnår herved en besparelse på grund af mindre aftag i de dyre perioder. Prissikring kan kunden foretage på terminsmarkedet. I så fald vil kunden modtage prissikring for de MWh, som er fjernet.

En prissikringsaftale virker på den måde, at forskellen mellem spotprisen og den aftalte pris udlignes. Dvs., at køberen i de timer, hvor spotprisen er højere end den aftalte pris, modtager en godtgørelse svarende til forskellen, og omvendt skal køberen i de timer, hvor spotprisen er lavere end den aftalte pris, betale forskellen.

#### **Afregning af afvigelser fra profilprognosen til balancekraftpris**

En enkel måde at afregne afvigelser fra profilen på kunne være, at afvigelser over en vis størrelse, f.eks. 10 %, afregnes til prisen for balancekraft.

Problemet er her to-prissystemet. Hvis kunden (og leverandøren) hjælper systemet ved at reducere forbruget, når der er behov for opregulering af kraftproduktionen, bør han også have samme pris, som producenten får for opregulering. To-prissystemet giver også problemer med hensyn til udligningen af op- og nedreguleringerne mellem den enkelte leverandørs kunder.

Den profil, der reguleres i henhold til, ved de delvist prisbetingede efterspørgsel, er selvfølgelig profilen efter reduktion over pristærskler.

#### **Fastlæggelse af forbrug på grundlag af publicerede Elspotpriser**

En række kunder har i dag spotpris aftaler med fuld volumenfleksibilitet og udnytter dette til at fastlægge deres forbrug ud fra publicerede Elspotpriser. Umiddelbart fører dette til, at handels-selskabet bliver udsat for usikkerhed, fordi disse kunder ændrer deres profil uden varsel.

Imidlertid må det formodes, at handelsselskaberne, hvis det bliver almindeligt, at kunderne på denne måde reagerer på spotpriserne, vil kunne analysere, hvorledes reaktionerne vil være på spotpriserens størrelse og herudfra fastlægge deres efterspørgselskurver. Sidstnævnte efterspørgselskurve er ikke garanteret af kunderne, men denne situation adskiller sig ikke fra, hvad der er gældende i andre sektorer (tag f.eks. frugt & grønt, hvor den enkelte grønthandler, når han står på grønttorvet, må fastlægge hvor mange jordbær, han tror, der kan sælges til de aktuelle priser).

Hvis man vil fremme ovennævnte princip, kunne det overvejes, om det ikke var en ide, at de forsyningspligtige el-selskaber blev pålagt at give alle kunder med timeaflysning (evt. op til en vis størrelse) mulighed for spotafregning med fuld volumenfleksibilitet.

### **3. Regulerkraftmarkedet**

1. Det, som handelsselskabet her kan tilbyde, er en sammenlagring og evt. udligning af de belastninger, som kan udkobles i forbindelse med opregulering (og evt. omvendt ved nedregulering).
2. De kunder, der har reduceret deres aftag som reaktion på spotprisen, må formodes i de fleste tilfælde nemt at kunne deltage i reguleringen med en forøgelse af deres aftag (nedregulering).
3. Tilsvarende må de kunder, der har øget deres aftag som reaktion på spotprisen have relativt nemt ved at deltage med en reduktion af deres aftag (opregulering).

### **4. Reservemarkedet**

1. Reservemarkedet forekommer attraktivt for kunden, idet der gennem den faste betaling er sikret en god honorering for at stå til rådighed. Aktiveringstiden er den samme, men i reservemarkedet er der en betydelig honorering, uanset om der har været aktivering.
2. Ved at poole de afbrydelige belastninger kan handelsselskabet skabe reserver af den størrelse og stabilitet, som skal til.
3. Prisen skal afhænge af længden af det aftalte varsel, dens varighed, den nødvendige periode før evt. ny afbrydelse samt evt. sandsynligheden for at reguleringen ikke er mulig.
4. Er der ikke 100% sandsynligheden for, at reguleringen er mulig, må der kunne dannes en slags samtidighedskurve for de tilgængelige reguleringsmuligheder.

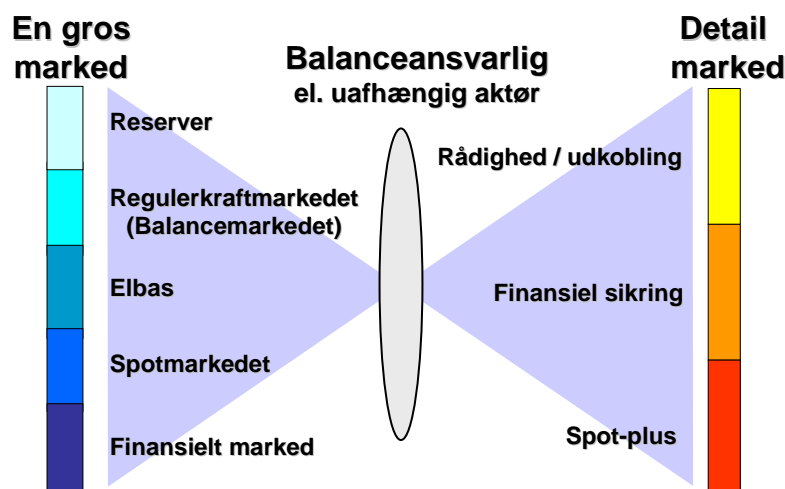
### **5. Økonomi**

Der er stor forskel på vilkårene hos Vestdanmark og Østdanmark, idet de to dele af landet er koblet op på to forskellige samarbejdssystemer. Det vil derfor ikke være muligt at harmonisere vilkårene fuldt ud.

1. Volumen for den hurtige driftsreserve er ca. 500 MW i hvert område, og den samlede økonomiske ramme for effektbetalingen er i størrelsesordenen 250 – 400 mio. kr. Aktiveringsprisen kan være op til 30 kr./kWh. Systemoperatøren skal kunne aktivere mindst 10 MW af gangen.

2. Frekvensreserven skal kunne aktiveres ved 49,5 Hz. Stiller man med 1 MW, skal man reducere sit forbrug 1 MW indenfor den ovennævnte tid. Der betales en meget højere pris end for den manuelle reserve.

## Markedsstruktur



### 6. Aktørens rolle

Aktøren står mellem Systemoperatøren og kunderne. Kunderne skal ikke belemres med de forskellige elementer i en gros markedet, men skal præsenteres for en vifte af forskellige tilbud. For at den enkelte kunde kan få fuld udnyttelse af markedet, må der indgås et sæt af aftaler:

1. **Spot plus**, den fysiske handel, der kan indeholde et balancebånd, eller balancen kan afregnes til kostprisen. Der er mulighed for at, kunden kan lægge prisafhængige bud ind, så man dermed har mulighed for at undgå kraftige prisstigninger i korte perioder.
2. **Prissikring**, et sæt af finansielle kontrakter, der virker som en forsikring mod store prisudsving.
3. **Afbrydelighedsaftale**, der tillader markedsaktøren at afbryde forud bestemte belastninger i henhold til aftalen.

Hvert element prissættes for sig, og summen udgør kundens omkostninger for elektrisk energi. For at samle mindst 10 MW sammen til hurtig driftsreserve må aktøren vurdere sandsynligheden for, at den aktuelle belastning er til rådighed for afbrydelse, når behovet opstår. Den betaling, kunden får for stå til rådighed, skal reduceres i forhold til sandsynligheden for at være til rådighed. Det betyder, at aktøren i praksis skal samle 15-25 MW for at kunne garantere, at der er 10 MW til rådighed.

- En kunde med en sandsynlighed på 30% vil kunne opnå en rådighedsbetaling i størrelsesordenen 330 kr. pr. kW pr. dag.
- Dertil kommer en aktiveringspris, som er mindst aktørens indmelding til regulerkraftmarkedet.

I Vestdanmark kan aktøren løbende ændre aktiveringsprisen med risiko for at miste forretningen, hvis man sætter prisen for højt. I Østdanmark ligger prisen fast. Man må være opmærksom på den mulighed, der her er for at spekulere mod systemet ved at sætte aktiveringsprisen så højt, at man ikke bliver aktiveret. Der kan derfor opstå tilfælde, hvor man må fastsætte en maksimalpris.

Aktøren kan også samle aftaler om stort set uvarslet afbrydelighed sammen, reduceret i forhold til sandsynligheden for at være til rådighed. Mange belastninger, der kan afbrydes uden varsel, kan også afbrydes med kort varsel.

Når en belastning ikke er til rådighed for afbrydelse, kan det enten skyldes, at belastningen ikke er i brug, eller fordi kunden har blokeret for afbrydelsen, fordi man er på et tidspunkt i produktionsprocessen hvor godtgørelsen for afbrydelsen ikke kan dække produktionstabet.

### **Kombinationsmuligheder**

Nedenstående tabel er til inspiration for elleverandører, der vil sammensætte aftaler til en kunde eller grupper af kunder.

	<b>Fast pris</b>		<b>Spot plus</b>	
	<b>Fuld vol.flex</b>	<b>Prognose</b>	<b>Fuld vol.flex</b>	<b>Prognose</b>
Prisafhængig bud				
Kunden fastlægger sin profil efter spotprisen				
Afbrydelighed				
Prisreduktion afhængig af årsforbrug – energi				
Prisreduktion afhængig af ændring af profil				
Prisreduktion efter reduktionsstørrelse - %				
Betaling for potentiel og faktisk afbrydelse				