

# **Avreglerad elförsörjning. Ökad konkurrens och ökad effektivitet?**

## **Rapport 2**

Projektrapport 2 (2), Dnr 105/1999, Konkurrensverket  
Projektansvarig: Ann Veiderpass, Göteborgs universitet  
April 2004

## Innehåll

1. Inledning .....	3
2. Jämförelsekonkurrens och produktivitet utveckling .....	4
2.1 Malmquists produktivitetsindex .....	6
3. Produktivitet utveckling i svensk elnätverksamhet .....	12
3.1 Data och modellspecifikation .....	12
4. Empiriska resultat .....	17
4.1 Produktivitet utvecklingen 1970-2001 .....	17
4.1.1 Känslighetsanalys .....	20
4.2 Enhetsstorlek och abonnentkategorier .....	22
5. Avslutande kommentarer .....	24
Litteratur .....	26
APPENDIX .....	29

## 1. Inledning

Elmarknadsreformen trädde i kraft den 1 januari 1996, och innebar att produktion av och handel med el konkurrensutsattes och skildes från nätverksamheten (transmission och distribution). Nätföretagen har genom koncessioner tillförsäkrats ensamrätt till eldistributionen inom ett givet område, och utgör alltså monopol i en i övrigt konkurrensutsatt sektor. Utfallet av en väl avvägd och verkningsfull reglering skall likna utfallet på en fri marknad, och en tanke bakom marknadsreformen är att elnätföretagen själva skall leda utvecklingen mot ökad effektivitet och skäliga priser (nättariffer), medan tillsynsmyndigheten övervakar att så sker.

Åtta år efter marknadens omreglering, finns fortfarande inte någon djupgående utvärdering av om drivkrafterna varit tillräckliga för att påverka det icke-konkurrensutsatta marknadssegmentet i produktivitetsoökande riktning. Tidigare vetenskapliga studier av denna, för den svenska samhällsekonomin så centrala sektor, har endast inkluderat perioden fram till 1990.

Denna studie följer upp och analyserar de förändringar som inträffat inom elnätsverksamheten under 32 år, dvs under perioden 1970 till och med 2001. Focus läggs på verksamhetens flerdimensionella karaktär, flervaruproduktion (leveranser till olika kundkategorier, låg- respektive högspänningsleveranser) och användandet av flera produktionsfaktorer (arbetskraft, ledningar, transformatorer etc.). Metodmässigt används det så kallade Malmquists produktivitetsindex som gör det möjligt att dela upp den uppmätta produktivitetsförändringen i förändring i teknisk utveckling och förändring i effektivitet.

Som framgått av den tidigare analysen i projektets Rapport 1 råder betydande individuella effektivitetsskillnader mellan de studerade enheterna i sektorn, och under perioden efter 1996 framträder en klar tendens mot ökad sektordominans för allt större enheter. För perioden 1996-2001 indikerar analysen också att en effektivare resursanvändning, dvs lägre produktionskostnader, inte resulterar i lägre nätavgifter.

Huvudresultatet i föreliggande rapport, Rapport 2, är de uttalade skillnaderna i produktivitet före respektive efter elmarknadens avreglering. Från 1970 fram till avregleringen 1996 indikerar den årsvisa utvecklingen en tillbakagång motsvarande omkring – 0.8 procent, medan utvecklingen efter 1996/97 kännetecknas av en genomsnittlig årlig ökning med 4.6 procent. Större enheter har också genomgående haft en gynnsammare produktivitetsutveckling.

En annan viktig slutsats som kan dras från arbetet med dessa två rapporter är att strukturen i den svenska statistikproduktionen bör ses över. Under den tid detta projektarbete bedrivits, har tillgången på kvalitetssäkrade och relevanta data stundtals varit ett mycket stort problem.

## 2. Jämförelsekonkurrens och produktivitetsutveckling

Elnätsverksamhet är ett legalt monopol. Enligt ellagen (1997:857) har det företag som har tillstånd att distribuera el i ett område också ensamrätt över överföringen. Statens energimyndighet har i uppgift att övervaka att nätföretagen bedriver verksamheten på ett effektivt sätt. Den 1 januari 1996 introducerades konkurrens i produktion och försörjning av el. Detta innebar kraftigt förändrade förutsättningar för eldistributörerna då t ex de tidigare elverken delades i nätföretag och elhandelsföretag.

En avsikt bakom den svenska regleringen av elnätsverksamheten är att dessa företag själva skall leda utvecklingen mot ökad konkurrens och skäliga priser (nättariffer) genom jämförelsekonkurrens. Detta innebär alltså att företagen kontinuerligt följer upp verksamheten inom sektorn och jämför sig med varandra, så kallad benchmarking.

Jämförelsekonkurrens (eller benchmark competition) är ingen ny företeelse utan har länge varit av stor betydelse för den svenska elmarknadens sätt att fungera. Vid tiden före avregleringen gällde att ellagen, som grund för prisnivån, ställde krav på ”skälig avkastning” (med möjlighet till prövning i en prisregleringsnämnd) och för de kommunala företagen gällde dessutom den kommunala självkostnadsprincipen med

innebörden att verksamheter inte får gå med vinst. Självkostnadsbaserade elpriser i kommunerna skapade, genom jämförelse, ett tryck på övriga eldistributörer att inte avvika i prisnivå från omgivande distributörer.

Även om jämförelsekonkurrens (yardstick competition eller benchmark competition) länge har varit av stor betydelse för den svenska elmarknadens sätt att fungera, ökar betydelsen av väl fungerande indirekt konkurrens vid en avreglering (då risken finns att avregleringen kan leda till ökad monopolmakt, och resultera i direkt pris eller avkastningsreglering), och då särskilt för marknadssegment som inte kunnat konkurrensutsättas.

Detta innebär naturligtvis ett ökat intresse, såväl i Sverige som internationellt, för möjligheter att öka utnyttjandet av jämförelsekonkurrens, t ex genom regelbunden publicering av olika nyckeltal eller effektivitetsmått för enskilda producenter i syfte att bidra till ett ökat effektivitetstryck inom branschen<sup>1</sup>.

Då avreglering eller privatisering av hela elmarknader nu sedan en tid tillbaka genomförts i ett antal länder världen över, ökar naturligtvis också intresset för att möjliggöra analyser som speciellt tar hänsyn till utvecklingen över tiden. Under lång tid utgjorde eldistributionens flerdimensionella karaktär, flervaruproduktion (lågspännings- och högspänningsleveranser eller leveranser till andra olika kundkategorier inom olika serviceområden) och användandet av flera produktionsfaktorer (arbetskraft, ledningar, transformatorer o dyl) ett metodmässigt hinder för empiriska effektivitetsanalyser av sektorn.

Insikten om att DEA-metoden löste metodproblemen, i kombination med utvecklingen av programvara, undanröjde vid mitten av 1980-talet tidigare hinder. En naturlig möjlighet till utvidgad analys kom via utvecklingen av det sk Malmquists produktivitetsindex, som erbjöd möjligheten att studera verksamheter karakteriserade

---

<sup>1</sup> År 2002 publicerade t ex Statens energimyndighet en studie av nätföretagens kostnadseffektivitet (ER 11:2002). STEM har för avsikt att kontinuerligt fortsätta publiceringen av dessa effektivitetsmått, och också planer på att publicera produktivitetsmått.

av flervaruproduktion utan tvingande antaganden om produktionsenheternas ekonomiska beteende eller om bakomliggande produktionsfunktion också vid mätning av totalproduktivitet.

## 2.1 Malmquists produktivitetsindex

Produktivitet och teknisk utveckling kan mätas på många olika vis; se t ex Hjalmarsson (1991). Vid mätning av total faktorproduktivitet, TFP, baserat på icke-parametriska produktionsteknologier är Malmquists produktivitetsindex, eller Malmquistindex, en naturlig ansats. Liksom vid beräkning av icke-parametriska effektivitetsmått (DEA-mått)<sup>2</sup> kräver detta index varken antaganden om observerade produktionsenheters ekonomiska beteenden (såsom vinstmaximering eller kostnadsminimering), bakomliggande produktionsfunktion (funktionsform) eller uppgifter om priser på olika producerade tjänster och resursinsatser.

Beräkningen av Malmquists produktivitetsindex baseras på de effektivitetsmått av Farrelltyp (Farrell 1957) som erhålls från DEA-modellen (Charnes, Cooper och Rhodes 1978). Alternativt kan Malmquistindex beräknas med hjälp av distansfunktioner (Caves, Christensen och Diewert 1982; för relationen mellan Farrellmått och distansfunktioner se Färe et al 1985). I denna studie används Malmquists produktivitetsindex baserade på effektivitetsmått av Farrelltyp.

Den sk DEA- metoden för effektivitetsberäkningar har sin grund i ekonomisk produktionsteori. I litteraturen kan ansatsen föras tillbaka till en artikel av Farrell (1957). Metoden vidareutvecklades och fick benämningen DEA av Charnes et al (1978), och ytterligare metodutveckling skedde i Färe et al (1983) och Banker et al (1984). Eftersom metoden, som tidigare nämnts, inte kräver några antaganden om ekonomiskt beteende, och inte heller kräver uppgifter om priser på olika producerade tjänster och resursinsatser, har den vunnit stor framgång vid studier av bl a offentlig tjänsteproduktion men även inom reglerade sektorer som eldistributions- och transportsektorerna; se t ex Denny et al (1981) och Diewert (1981). DEA är dessutom

---

<sup>2</sup> Se Projektrapport 1 (Dnr 105/1999) för en detaljerad genomgång av effektivitetsmått och DEA-metoden.

en metod som möjliggör analys av flervaruproduktion, dvs analys av produktionsenheter som producerar flera tjänster/produkter med hjälp av flera insatsfaktorer.

Effektivitet för en produktionsenhet definieras som kvoten mellan enhetens produktionsresultat och resursinsats. För att effektivitetsmålet för en enhet skall ha någon mening måste det jämföras med motsvarande mått för produktionsenheter över tiden eller med andra enheter vid samma tidpunkt. I DEA-metoden mäts effektiviteten för en produktionsenhet (här: en eldistributör eller ett nätföretag) relativt effektiviteten hos alla övriga produktionsenheter. De enheter som är mest effektiva utgör jämförelsenormen, den sk effektivitets – eller produktionsfronten. Metoden särskiljer sk inputeffektivitetsmätt (mätt på resursbesparande effektivitetspotential) från sk outputeffektivitetsmätt (mätt på produktionsökande effektivitetspotential). Samtliga effektivitetsmätt har en klar ekonomisk tolkning, inputmått som kostnadsbesparingar och outputmått kan tolkas som intäktsökningar.

I denna studie baseras effektivitets- och därmed produktivitetsindexen på inputbesparande effektivitetsmätt. Orsaken till detta perspektiv är att företagen under den aktuella tidsperioden i huvudsak kan anpassa sina resursinsatser till en given outputnivå snarare än att öka produktionen (antal kunder) vid given resursinsats.

För att beräkna inputeffektivitetsmålet givet konstant skala (eftersom det är CRS-teknologier som gäller i Malmquistindexen) för produktionsenhet A löses följande linjärprogrammeringsproblem:

$$\max \sum_{r=1}^s u_r y_r^A$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_i^A = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_r^j - \sum_{i=1}^m v_i x_i^j \leq 0, \quad j = 1, \dots, N$$

$$v_i \geq 0, u_r \geq 0$$

$y_r(r=1,\dots,s)$  är producerade tjänster,  $x_i(i=1,\dots,m)$  är insatsfaktorer och  $u_r, v_i$  är de vikter som erhålles vid lösningen av LP(linjärprogrammerings)-problemet. Således beräknas ett LP problem för varje produktionsenhet,  $1,\dots,N$ . För enheten A erhålles lösningen genom att maximera den vägda summan av producerade tjänster för denna enhet, givet att den vägda summan av insatsfaktorer för enheten är lika med ett. Vidare krävs att den viktade summan av tjänster minus den viktade summan av insatsfaktorer för varje enhet som ingår i studien är mindre än eller lika med 0.

Inputeffektivitetsmättet (här betecknat  $E_1$  i analogi med Farrells beteckningar) för en enhet definieras som kvoten mellan den resursinsats som de mest effektiva enheterna tar i anspråk och den enskilda enhetens observerade mängd använda resurser för att producera enhetens observerade antal varor eller tjänster. I ekonomiska termer tolkas mättet som enhetens potentiellt möjliga minskning av resursåtgången vid bibehållen produktionsnivå.

DEA-analysen genererar relativa effektivitetsmått för varje eldistributör eller nätföretag. Effektivitetsbegreppet som beskrivits ovan mäter alltså skillnader i effektivitet mellan olika företag i en sektor. Ett naturligt nästa steg är att utvidga analysen till att också inkludera produktivitetens utveckling, dvs att studera effektivitetsförändringar och teknologiförändringar.

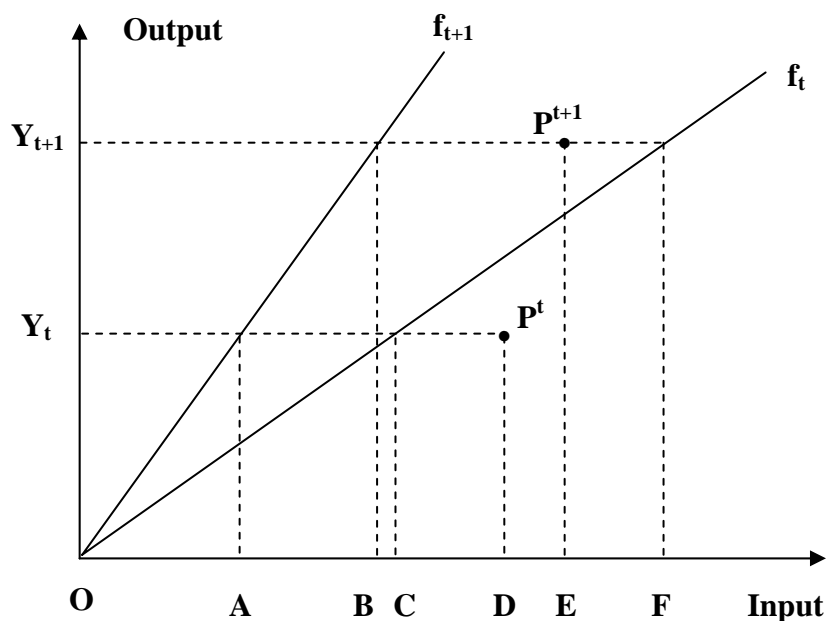
För att studera enheternas produktivitetstillväxt krävs någon typ av index. Vad som avses med begreppet produktivitet kan i sin enklaste form illustreras med hjälp av följande index för förändring i total faktorproduktivitet (Total Factor Productivity Growth):

$$\text{TFPG} = \frac{y_{t+1} / x_{t+1}}{y_t / x_t}$$

En enda produkt (output,  $y$ ) produceras med en enda produktionsfaktor (input,  $x$ ) under två tidsperioder ( $t$  och  $t+1$ ). Under den första perioden, basperioden  $t$ ,

observeras  $x_t$  och  $y_t$  och under därpå följande period observeras  $x_{t+1}$  och  $y_{t+1}$ . Total faktorproduktivitet, TFP, är ett index över hur mycket output som produceras från den aktuella produktionsfaktorn.

För att bli praktiskt användbar, krävs nu att man kan generalisera och applicera ovanstående princip på produktionsprocesser med såväl multipla inputs som multipla outputs. Ett index som ofta används i samband med icke-parametriska effektivitetsstudier är det sk Malmquist-indexet eller Malmquists produktivitetsindex (se Malmquist 1953 och Caves et al 1982) som, förutom förändringar i effektivitet, också kan mäta den tekniska utvecklingen mellan två tidsperioder. Med hjälp av ett Malmquist-index kan man alltså, förutom förändringarna hos enskilda produktionsenheter, ta hänsyn till att även referensteknologin förändras över tiden.



Figur 1 Malmquists produktivitetsindex

Figur 1 illustrerar Malmquistindexet för teknologier som kännetecknas av konstant

skalavkastning<sup>3</sup> (Constant Returns to Scale, CRS).

P är en produktionsenhet som observerats vid två tidpunkter (år), t och t+1. Mellan dessa tidpunkter har produktionsfronten förskjutits från  $f_t$  till  $f_{t+1}$ .

Vid tidpunkten t mäts den tekniska effektiviteten hos enhet P mot  $f_t$  som

$$E_{t,t} = OC/OD$$

där första indexet betecknar frontens år medan det andra betecknar observationens år.

Vid motsvarande mätning mot  $f_{t+1}$  erhålles

$$E_{t+1,t} = OA/OD$$

På motsvarande vis gäller att den tekniska effektiviteten hos enhet P vid tidpunkten t+1 mätt i relation till fronten  $f_{t+1}$  blir

$$E_{t+1,t+1} = OB/OE$$

och vid mätning mot  $f_t$  erhålles

$$E_{t,t+1} = OF/OE$$

Malmquists inputbaserade produktivitetsindex,  $M_t$ , där index t anger frontteknologi för år t,  $f_t$ , definieras som

$$M_t = \frac{E_{t,t+1}}{E_{t,t}}$$

och med frontteknologi  $f_{t+1}$  gäller

---

<sup>3</sup> Observera att i detta fall sammanfaller resursbesparande teknisk effektivitet (inputeffektivitet) med produktionsökande teknisk effektivitet (outputeffektivitet); se Førsund och Hjalmarsson (1974 och 1979).

$$M_{t+1} = \frac{E_{t+1,t+1}}{E_{t+1,t}}$$

$M > 1$  innebär att produktivitetsförändringen varit positiv.

Malmquists produktivitetsindex kan delas upp i två komponenter:

$$M_t = \frac{E_{t+1,t+1}}{E_{t,t}} \frac{E_{t,t+1}}{E_{t+1,t+1}} = MC \times MF_i$$

MC (catching up productivity index), som mäter förändring i effektivitet relativt fronten, och

$MF_i$  (frontier productivity index), som mäter frontförändring, teknisk utveckling;  $i = t, t+1$ .

Malmquists produktivitetsindex kan också definieras som det geometriska medelvärdet av  $M_t$  och  $M_{t+1}$ ; se t ex Färe et al (1994):

$$MG = \sqrt{M_t M_{t+1}} = \frac{E_{t+1,t+1}}{E_{t,t}} \left( \frac{E_{t,t+1}}{E_{t+1,t+1}} \frac{E_{t,t}}{E_{t+1,t}} \right)^{1/2} = MC \sqrt{MF_t MF_{t+1}}$$

I denna rapport används genomgående det geometriska medelvärdet, MG, av produktivitetsindexet tillsammans med MC- och  $MF_i$  – måtten och en CRS-teknologi.

Utnyttjandet av det geometriska medelvärdet av produktivitetsmått beräknade för de ingående referensteknologierna har en lång tradition vid produktivitetsstudier (se Fisher (1922)) och förklaras av att det inte finns entydiga argument för vilken teknologi som skall utgöra referensteknologi. Likaså kan sägas att det utvecklats en tradition att studera produktivitetsutvecklingen under antagande om konstant skala. I båda dessa avseenden pågår en diskussion mellan företrädare för alternativa synsätt,

(se t ex Førsund (1993), Grifell-Tatjé och Lovell (1995) och Bjurek (1996)) men då ovanstående tillvägagångssätt dominerar följs det även i denna studie.

### 3. Produktivitetsutveckling i svensk elnätsverksamhet

I en tidigare studie<sup>4</sup> av den svenska elnätsverksamheten studerades sektoreffektivitetens utveckling under perioden närmast före och närmast efter elmarknadsreformens genomförande. Analysen pekade på betydande individuella effektivitetsskillnader mellan elnätsföretagen, medan sektorns genomsnittliga effektivitetsutveckling endast uppvisade marginella skillnader under perioden 1991-2001. I föreliggande rapport utvidgas analysen och förutom förändringar i effektivitet studeras nu ett längre tidsperspektiv, där även teknologiförändringar ingår.

#### 3.1 Data och modellspecifikation

I denna studie studeras elnätsverksamheten för perioden 1970-2001. Dataunderlaget utgörs för tidsperioden 1970 till och med 1995 av Svenska Elverksföreningens (SEF) statistik för de enskilda distributionsföretagen kompletterad med uppgifter från enskilda eldistributörer. Data för perioden 1996 till och med 2001 bygger på statistik från Statens energimyndighet (främst årliga sk tekniska tal).

Analysen bygger på en modell med både flera insatsfaktorer (inputs) och flera produkter eller tjänster (outputs). Modellen inkluderar här tre insatsfaktorer och fyra produkter enligt följande specifikation:

Insatsfaktorer (inputs):

$K_1$  som betecknar km lågspänningsledning

$K_2$  som betecknar km högspänningsledning

$K_3$  som betecknar total transformatoreffekt (kVA)

---

<sup>4</sup> Se projektets Rapport 1 (Dnr 105/1999).

Produkter (outputs):

$Y_1$  som betecknar elleveranser (MWh) till lågspänningsabonnenter<sup>5</sup>

$Y_2$  som betecknar elleveranser (MWh) till högspänningsabonnenter

$Y_3$  som betecknar antalet lågspänningsabonnenter

$Y_4$  som betecknar antalet högspänningsabonnenter

Det bör påpekas att arbetskraftsinsatsen ej inkluderas i ovanstående modellspecifikation. I SEF:s årliga statistik ingår uppgifter om antalet anställda vid respektive produktionsenhet, en uppgift som inte publiceras av Energimyndigheten. Det har dock funnits möjligheter att, i viss utsträckning, erhålla information om produktionsfaktorn arbetskraft även för åren efter avregleringen<sup>6</sup>. Främsta anledningen till att arbetsinsatsen ej inkluderas i analysen här är dock inte denna brist i nuvarande statistikproduktion, utan det faktum att statistiken över eldistributörernas personal under perioden innan avregleringen även inkluderar personal som utför uppgifter som efter avregleringen återfinns i elhandelsverksamheten och inte i nätföretagen. Det har inte varit möjligt att urskilja den personal hos eldistributörerna som innan elmarknadsreformen arbetade inom områden som efter 1995 kom att tillhöra elhandelsföretagens verksamhetsområde, och arbetskraftsvariabeln måste således uteslutas ur modellen.

De i studien ingående variablerna utgör i övrigt en ofta förekommande approximation av produktionsprocessen inom eldistributionsektorn; se t ex redogörelse i Edvardsen och Førsumd (2003). Modellspecifikationen får också stöd vid förslag till statistiska test av olika icke-parametriska modellspecifikationer i Veiderpass (1993a och b); se också Hjalmarsson och Veiderpass (1992)<sup>7</sup>.

---

<sup>5</sup> Lågspänningsabonnenter är de abonnenter som är anslutna till en spänningsnivå på högst 1000 V.

<sup>6</sup> Se t ex projektets Rapport 1 (Dnr 105/1999), där uppgift om nätföretagens arbetsinsats inhämtats från Patent- och registreringsverket (PRV).

<sup>7</sup> Samma data användes i Bjurek et al (1998) och Kumbhakar and Hjalmarsson (1998).

En viktig faktor vid mätning av totalproduktivitet, såväl som vid effektivitetsjämförelser, är beaktandet av potentiella kvalitetsskillnader hos den aktuella sektorns producerade produkter. Se Rapport 1, avsnitt 3.1 Kvalitet, för en detaljerad redogörelse av problemställningen.

Som framgår av ovanstående avsnitt, innebär variabelvalet i föreliggande studie att kvalitetsskillnader implicit inkluderas i produktivitetsmått via två av den använda modellens outputvariabler; elleveranser till lågspänningsabbonenter och elleveranser till högspänningsabbonenter. Dessa variabler speglar leveransernas kvalitet då de mäter den mängd el som faktiskt mottagits av abonnenterna, dvs elleveranserna har ränsats för olika överföringsförluster och leveransavbrott.

Datamaterialet för denna studie presenteras i tabell 1a som ger en sammanfattande översikt över de producerade tjänsterna och tabell 1b som ger motsvarande översikt över produktionsfaktorer.

Då hänsyn tagits till datatillgänglighet och informationsbortfall, och rensningar gjorts av tveksamma eller felaktiga uppgifter, återstår en panel totalt bestående av 4554 observerade eldistributörer och nätföretag under perioden mellan 1970 och 2001. För samtliga år och samtliga variabler visar tabellerna på betydande spridning i storlek mellan dessa produktionsenheter.

Tabell 1a Sammanfattande översikt: produkter (outputs) 1970-2001

	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>
1970-1974 (N=503)				
Median	54760	22598	9182	16
Max	1242350	8174260	224512	557
Min	4731	121	1533	1
1975-1979 (N=655)				
Median	82234	31537	10746	18
Max	2689907	43386000	554479	1100
Min	11680	685	120	1
1980-1984 (N=764)				
Median	107090	33046	10509	16
Max	3745744	62968458	416595	1097
Min	8022	26	649	1
1985-1989 (N=738)				
Median	136546	43231	10386	17
Max	5117279	75854296	428711	921
Min	9016	53	690	1
1990-1995 (N=790)				
Median	147161	45466	10766	16
Max	5490840	80989631	444260	890
Min	890	140	120	1
1996-2001 (N=1104)				
Median	163221	53004	11625	16
Max	5330729	4237604	554479	478
Min	10	6	26	1

N = antal observationer

Tabell 1b Sammanfattande översikt: produktionsfaktorer (inputs) 1970-2001

	<b>K<sub>1</sub></b>	<b>K<sub>2</sub></b>	<b>K<sub>3</sub></b>
1970-1974 (N=503)			
Median	339	138	34400
Max	19715	19896	4841360
Min	3	15	3800
1975-1979 (N=655)			
Median	455	202	49900
Max	24589	54485	2460350
Min	7	19	6030
1980-1984 (N=764)			
Median	503	252	66350
Max	27366	56741	2417500
Min	7	19	4000
1985-1989 (N=738)			
Median	532	267	76550
Max	31224	58517	2830583
Min	21	12	3700
1990-1995 (N=790)			
Median	520	271	87550
Max	32030	58926	7753000
Min	12	22	1000
1996-2001 (N=1104)			
Median	606	297	102000
Max	343763	281244	4387000
Min	20	13	1600

N = antal observationer

## 4. Empiriska resultat

Den aktuella modellen för elnätverksamheten omfattar tre produktionsresurser (inputs): kilometer lågspänningsledning ( $K_1$ ), kilometer högspänningsledning ( $K_2$ ) samt total transformatoreffekt ( $K_3$ ), medan produktionen (outputs) återges av: elleveranser till lågspänningsabonnenter ( $Y_1$ ), elleveranser till högspänningsabonnenter ( $Y_2$ ), antalet lågspänningsabonnenter ( $Y_3$ ) samt antalet högspänningsabonnenter ( $Y_4$ ).

Baserat på denna modellspecifikation mäts total faktorproduktivitet, och vi erhåller tre olika produktivetsmått för varje eldistributör och nätföretag under tidsperioden 1970 till och med 2001. MG, det sk Malmquists produktivetsindex som är måttet på den årliga produktivetsförändringen, är studiens huvudsakliga produktivetsmått. För att förklara utvecklingen av produktiviteten studeras också MG-måttets två komponenter, MC och MF. MC mäter förändring i effektivitet relativt teknologifronten medan MF mäter förändring (förskjutning) av fronten.

### 4.1 Produktivetsutvecklingen 1970-2001

Som utgångspunkt för analysen av produktivetsutvecklingen mellan 1970 och 2001 visas årliga siffror för indexen MG, MC och MF i tabell 2 nedan. Förändringar mäts hela tiden med det tidigaste året ( $t$ ) som bas.

Totalproduktiviteten (MG) mätt över hela tidsperioden (1970 – 2001) var mer eller mindre konstant och uppgick till 0.999787, dvs en svag minskning motsvarande ungefär 0.02 procent. Den årliga förändringen uppgick under motsvarande period i genomsnitt till 0.993627, dvs en minskning motsvarande ca 0.63 procent per år.

Tabell 2 Årlig produktivitet utveckling, 1970-2001

År	MG	MC	MF
1970/71	0.88124 (- 11.88 %)	0.954248 (- 4.58 %)	0.923496 (- 7.65 %)
1971/72	0.992991 (- 0.70 %)	1.016663 (+ 1.67 %)	0.977337 (- 2.27 %)
1972/73	1.117256	1.10571	1.010481
1973/74	0.937862	0.980095	0.95694
1974/75	0.995563	1.018874	0.976448
1975/76	1.007224	0.990908	1.016857
1976/77	0.990755	1.024035	0.967001
1977/78	0.962629	1.025529	0.938299
1978/79	1.02103	0.976054	1.045992
1979/80	0.977542	0.832628	1.173544
1980/81	0.969786	1.128983	0.859102
1981/82	1.01589	1.014828	1.001716
1982/83	1.004557	1.049584	0.95643
1983/84	0.993966	0.956173	1.039984
1984/85	1.083762	0.70567	1.535587
1985/86	0.992353	1.268785	0.781875
1986/87	0.969875	0.930332	1.0424423
1987/88	0.981187	0.596268	1.645222
1988/89	0.969699	1.564403	0.620506
1989/90	1.017031	1.022338	0.994911
1990/91	0.98010	1.2080	0.81110
1991/92	1.00100	0.82132	1.21912
1992/93	0.98422	1.11502	0.88331
1993/94	1.05110	0.71032	1.48110
1994/95	0.95613	0.97221	0.98310
1995/96	0.9861	1.003	0.984
<b>1996/97</b>	1.154126	1.682118	0.687127
1997/98	0.989708	0.889992	1.112158
1998/99	0.978893	1.309898	0.747528
1999/00	1.110763	1.026049	1.082854
2000/01	0.962581	0.95211	1.011854

En uppdelning på perioden innan respektive efter elmarknadsreformen, dvs perioden 1970-1995 respektive 1996-2001, visar att totalproduktiviteten under perioden innan avregleringen i genomsnitt minskade med 16.9 procent, medan tiden efter marknadsreformen uppvisar en produktivitetökning motsvarande drygt 19 procent. Sett som genomsnittlig förändring per år är siffrorna för de två perioderna – 0.8 procent under perioden före och + 4.6 procent under perioden efter avregleringen.

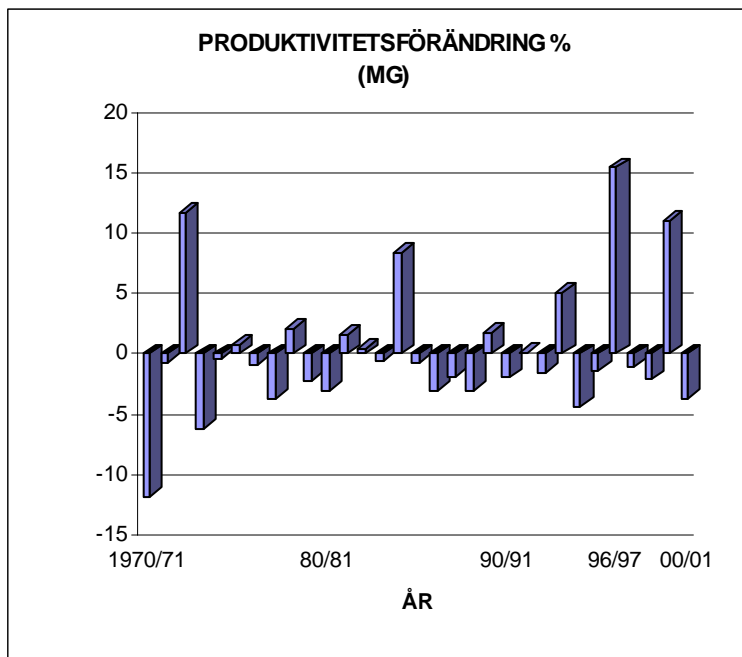
Att produktivitetens utvecklingen till stor del kännetecknas av tillbakagång under tiden före elmarknadsreformen bekräftas också om vi gör en indelning i kortare tidsperioder; se tabell 3.

Tabell 3 Periodvis utveckling av total produktivitet 1970 – 2001, procent

	Total produktivitet (%)	Förändring per år (%)
1970/71 – 1974/75	- 8.71	- 2.25
1975/76 – 1979/80	- 4.12	- 1.05
1980/81 – 1984/85	6.61	1.61
1985/86 – 1989/90	- 6.87	- 1.76
1990/91 – 1994/95	- 3.00	- 0.76
1996/97 – 2000/01	19.6	4.57

Produktivitetens utvecklingen under den studerade perioden efter elmarknadsreformen är kraftigt positiv, med en genomsnittlig årlig förändring på 4.57 procent.

Som framgår av figur 2 (se även tabell 2), inträffade en kraftig produktivitetssuppgång snabbt efter avregleringen. Efter ett par år med smärre förändringar, ses ytterligare en betydande produktivitetökning mellan åren 1999 och 2000, varpå en nedgång inträffar mellan 2000 och 2001.



Figur 2 Årlig produktivetsförändring under perioden 1970 – 2001

Produktionsenheterna har årligen i genomsnittligt kommit ungefär 0.7 procent närmare produktionsfronten ( $MC = 1.006506$ ). Under den studerade perioden uppvisar produktionsfronten en svagt nedåtgående trend motsvarande ca 0.7 procent per år ( $MF=0.993492$ ). Mönstret kvarstår också om utvecklingen studeras separat för perioden efter elmarknadens avreglering,  $MF = 0.889465$  mellan 1996 – 2001. Motsvarande siffror för  $MC$  (0.981075 respektive 1.176478), visar att produktionsenheternas genomsnittliga effektivitet årligen minskade med ca 1.9 procent under perioden före marknadsreformen, för att sedan öka med 17.6 procent.

#### 4.1.1 Känslighetsanalys

Under den observerade tidsperioden har sektorn genomgått en betydande strukturomvandling med ökad koncentration som följd. Antalet lokala nätföretag har fortlöpande minskat genom förvärv och samgående; se t ex Statens energimyndighet (2003). Denna typ av naturliga förändringar av observerade produktionsenheter måste

förutsättas i analyser som omfattar observationer för mer än en tidsperiod, och orsakar normalt ingen snedvridning av analysresultatet.

Risken för resultatpåverkan kan emellertid finnas om dominanta enheter endast ingår i datapanelen under vissa tidsperioder. Detta potentiella problem uppstår när man studerar elnätsföretagen. Av olika skäl saknas här jämförbar statistik över vissa av de största aktörerna. I januari 1992 ombildades t ex huvuddelen av Statens vattenfallsverk till ett aktiebolag, Vattenfall AB, och tillgänglig statistik är därefter inte jämförbar med tidigare statistikproduktion. Stockholm (Stockholms energiverk) och Sydkraft är andra exempel på produktionsenheter som inte kan följas efter början av 1990-talet.

För att undersöka hur robusta resultaten är med avseende på förekomsten av stora dominanta enheter, har ovan nämnda observationer uteslutits ur datamängden och produktivitetsindexen skattats under tio år med respektive utan dessa enheter. Resultatet av detta förfarande återfinns i tabell 4.

Tabell 4 Skattningarnas känslighet m a p dominanta enheter

	MG inkl enheter	MG exkl enheter	Skillnad
1980/81	0.969786	0.968653	0.001133
1981/82	1.01589	1.016499	- 0.000609
1982/83	1.004557	1.003823	0.000735
1983/84	0.993966	0.993658	0.000308
1984/85	1.083762	1.084501	-0.00074
1985/86	0.992353	0.992914	- 0.000561
1986/87	0.969875	0.969341	0.000534
1987/88	0.981187	0.975483	0.005704
1988/89	0.969699	0.972964	0.003265
1989/90	1.017031	1.022338	- 0.000313

Som framgår av tabell 4, kan närvaro respektive frånvaro av dessa enheter i datapanelen inte förklara rådande produktivitetsskillnader inom sektorn. Påverkan sker först på tredje eller fjärde decimal.

#### 4.2 Enhetsstorlek och abonnentkategorier

En betydande produktivitetsspridning kan konstateras mellan elnätsföretagen; se tabell 5. För varje tidsperiod visar tabellen procentuell andel av företagen inom olika produktivitetsintervall.

Tabell 5 Spridningsmått

Intervall	1970/74	1975/79	1980/84	1985/89	1990/95	1997/2001
0	4.97	8.08	7.97	8.19	1.25	29.62
0 till 5 %	17.68	21.82	24.82	17.14	29.36	12.52
5 till 10 %	3.87	10.71	13.41	3.62	9.43	5.19
> 10 %	14.36	8.48	9.96	6.86	10.68	15.27
0 till -5 %	24.86	29.90	26.45	40.38	30.43	20.92
-5 till -10 %	15.47	12.73	9.78	13.71	9.43	9.43
< -10 %	18.78	8.28	7.61	10.10	9.43	10.23

Med undantag för perioden efter elmarknadsreformens genomförande, återfinns största andelen av företagen inom intervallet med en produktivitetstillbakagång på upp till 5 procent.

För att närmare studera produktivitetsspridningen görs i tabell 6 en uppdelning av produktivitetsutvecklingen dels beroende på typ av ledningsnät (låg-respektive högspänningsnät,  $K_1$  respektive  $K_2$ ) och dels beroende på nätets längd. Storlek mäts här i km ledningsnät, och stora produktionsenheter definieras på lågspänningssidan som enheter med mer än 1000 km ledning medan små definieras som enheter med mindre än 200 km ledning. Övriga enheter betecknas som medelstora. På

högspänningssidan gäller att enheter med mer än 800 km ledning definieras som stora enheter, och enheter med mindre än 100 km som små.

Stora lågspänningssenheter förefaller ha haft den gynnsammaste utvecklingen. Sett som årligt genomsnitt under hela perioden före elmarknadsreformen (1970/1995) har de stora lågspänningsdistributörerna en svagt positiv produktivitetsutveckling motsvarande 0.32 procent. På högspänningssidan är utvecklingen för perioden 1970-1995 genomgående negativ, oavsett enhetsstorlek.

Med undantag för perioden 1990-1995, uppvisar små lågspänningssenheter genomsnittligt en negativ utveckling, och marknadsreformen medför inga produktivitetsfördelar för dessa enheter. För små högspänningssenheter ser situationen mer positiv ut, och högspänningssenheterna uppvisar nu produktivitetsfördelar i samtliga storlekskategorier. Stora enheter, på låg- såväl som på högspänningssidan, har den gynnsammaste utvecklingen med produktivitetstillväxt på 11.4 respektive 15.3 procent.

Tabell 6 Produktivitetsfördelning enligt abonnentkategori och storlek, 1970-2001

Period	Stora		Medel		Små	
	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>
1970/75	1.053346	0.937944	0.989717	0.993673	0.944458	0.974702
1975/80	0.985193	1.001834	0.992365	0.979201	0.98737	0.99383
1980/85	1.034843	1.023371	1.02173	1.017613	0.9905	1.017282
1985/90	0.967344	1.005236	0.984618	0.981501	0.983093	0.970339
1990/95	0.98123	0.982899	0.988059	0.996699	1.005102	0.978424
1970/1995	1.003198	0.99151	0.996005	0.9947	0.984888	0.988961
1996/2001	1.114403	1.153328	1.050108	1.03444	0.945373	1.012616

Motsvarande årsvisa jämförelser mellan 1970 och 2001 återfinns i Appendix.

Att små distributionsenheter är överrepresenterade bland enheter med låg eller negativ produktivitetstillväxt är också resultatet i en norsk studie av Førsund och Kittelsen (1998) som jämför norska eldistributörers produktivitet för åren 1983 och 1989, i deras studie återfinns små enheter även bland enheterna med mycket snabb produktivitetstillväxt.

## 5. Avslutande kommentarer

När en för samhällsekonomin central marknad genomgår en betydande strukturomvandling är det naturligtvis viktigt att utvärdera effekterna av detta. Sedan början av 1980-talet har t ex antalet lokala nätföretag minskat till drygt 200 genom förvärv och samgående. Sedan elmarknadsreformens genomförande har antalet nätföretag minskat med ca 60 företag. Föreliggande projekt initierades mot bakgrund av elmarknadsreformen som genomfördes 1996.

Som framgått av den tidigare analysen i projektets Rapport 1 råder betydande individuella effektivitetsskillnader mellan de studerade enheterna i sektorn, och under perioden efter 1996 manifesterades strukturomvandlingen i en klar tendens mot ökad sektordominans för allt större enheter.

I föreliggande rapport, Rapport 2, ser vi också hur större enheter genomgående haft en gynnsammare produktivitetstillväxt. Denna tendens är särskilt uttalad under perioden efter marknadsreformens genomförande. Den genomsnittliga årliga produktivitetstillväxten uppgår mellan åren 1996 och 2001 till 11.4 procent för stora lågspänningsdistributörer, medan små enheter under samma period upplevt en produktivitetstillväxtminskning på ca 5.5 procent. Mönstret är det samma under perioden 1970 till 1995: en genomsnittlig årlig ökning (om än mindre uttalad) motsvarande 0.32 procent respektive en minskning motsvarande 1.5 procent.

Rapportens huvudresultat är dock de tydliga skillnader i produktivitet som observeras före respektive efter elmarknadens avreglering. Från 1970 till avregleringen 1996, indikerar den årsvisa utvecklingen en tillbakagång (omkring – 0.8 procent), medan uppgången efter 1996/97 är markant (en genomsnittlig årlig ökning med 4.6 procent).

En viktig slutsats från arbetet med dessa två rapporter är också att strukturen i den svenska statistikproduktionen bör ses över. Under den tid detta projektarbete bedrivits, har tillgången på kvalitetssäkrade och relevanta data stundtals varit ett mycket stort problem. I detta avseende kvarstår ett viktigt problemområde: för att korrekt kunna utvärdera olika aspekter rörande produktionen inom en viss sektor eller bransch krävs tillgång till uppgifter om enheternas samtliga produktionsfaktorer, alltså även arbetsinsatsen. Vidare saknas möjlighet att heltäckande och i detalj följa den snabba och omfattande strukturomvandlingen i form av ändrade organisationsformer såväl som ändrade ägarförhållanden inom den aktuella sektorn.

I sammanhanget bör också påpekas att ett ökande antal företag (inom elnätsverksamheten såväl som inom andra branscher och sektorer) inte heller längre redovisar faktisk arbetsinsats. I de fall då denna produktionsfaktor köps eller hyrs in redovisas omfattningen inte explicit, utan företagen uppger endast att antalet anställda är noll.

Detta informationsbortfall leder naturligtvis till att allt färre (nät-)företag kommer att kunna studeras inom ramen för en produktionsmodell som speglar produktionsprocessens faktiska användande av insatsfaktorerna arbetskraft och realkapital.

## Litteratur

Banker, R.D., A. Charnes och W.W. Cooper (1984): "Some Methods for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis." *Management Science* 30, 1078-1092.

Bjurek, H. (1996): "The Malmquist total factor productivity index", *Scandinavian Journal of Economics*, 98(2), 303-313.

Bjurek, H., F.R. Førsund och L. Hjalmarsson (1998): "Malmquist Productivity Indices: An Empirical Comparison" i Färe, R., S Grosskopf och R.R. Russell (redaktörer), *Index Numbers: Essays in Honour of Sten Malmquist*, Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London.

Caves, D. W., L. R. Christensen, och W.E. Diewert (1982): "The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output and Productivity", *Econometrica*, 50,1393-1414.

Charnes, A., W.W. Cooper och E. Rhodes (1978): "Measuring the Efficiency of Decision Making Units." *European Journal of Operational Research* 2, 429-444.

Denny, M., M. Fuss and L. Waverman (1981): "The Measurement and Interpretation of Total Factor Productivity in Regulated Industries, with an Application to Canadian Telecommunications", i Cowing, T.G., och R.E. Stevenson (red.), *Productivity Measurement in Regulated Industries*, New York: Academic Press, 17-44.

Diewert, W. E. (1981): "The Theory of Total Factor Productivity Measurement in Regulated Industries", i Cowing, T.G., och R.E. Stevenson (red.), *Productivity Measurement in Regulated Industries*, New York: Academic Press, 17-44.

Edvardsen, D.F. och F.R Førsund (2003): "International benchmarking of electricity distribution utilities.", *Resource and Energy Economics* 25, 353-371.

Farrell, M.J. (1957): "The measurement of productive efficiency." *Journal of the Royal Statistical Society, Series A, Vol. 120*, 253-290.

Fisher, I. (1922): "The Making of Index Numbers", Houghton-Mifflin Co. Boston.

Färe, R., S. Grosskopf, B. Lindgren och P. Roos (1994): "Productivity developments in Swedish hospitals: a Malmquist output index approach", i Charnes, A., Cooper, W.W., Lewin, A.Y. och Seiford, L.M. (redaktörer), *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*. Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London.

Färe, R., S. Grosskopf och C.A.K. Lovell (1983): "The Structure of Technical Efficiency", *Scandinavian Journal of Economics*, Vol 85, 181-90.

Färe, R., S. Grosskopf och C.A.K. Lovell (1985): "The Measurement of Efficiency of Production." Kluwer-Nijhoff Publishing, Boston, Dordrecht, Lancaster.

Førsund, F.R (1993): "Productivity growth in Norwegian ferries" i H.O.Fried, C.A.K. Lovell and S.S. Schmidt (redaktörer), *The Measurement of Productive Efficiency*, Oxford University Press, New York.

Førsund, F.R. och L. Hjalmarsson (1974): "On the Measurement of Productive Efficiency", *The Swedish Journal of Economics* 76, 141-154.

Førsund, F.R. och L. Hjalmarsson (1979): "Generalized Farrell Measures of Efficiency: An Application to Milk Processing in Swedish Dairy Plants", *Economic Journal* 89, 294-315.

Førsund, F.R. and S.A.C. Kittelsen (1998): "Productivity development of Norwegian electricity distribution utilities.", *Resource and Energy Economics* 20, 207-224.

Grifell-Tatjé, E. and C.A.K. Lovell (1995): "A note on Malmquist productivity index", *Economics Letters* 47, 169-175.

Hjalmarsson L. (1991): "Metoder i forskning om produktivitet och effektivitet med tillämpningar på offentlig sektor", Rapport till ESO, Ds 1991:20.

Hjalmarsson, L. och A. Veiderpass (1992): "Productivity in Swedish Electricity Retail Distribution", *Scandinavian Journal of Economics*, Vol. 94 S, 193-205.

Kumbhakar, S.C. och Hjalmarsson. L (1998): "Relativ performance of public and private ownership under yardstick competition: electricity retail distribution", *European Economic Review* 42, 97 – 122.

Malmquist, S., (1953): "Index Numbers and Indifference Surfaces.", *Trabajos de Estadística*, 4, 209-242.

Statens energimyndighet (2003): "Utveckling av nätavgifter 1 januari, 1997-2002" ER 4:2003.

Statens energimyndighet (2002): "Ekonomisk nätbesiktning 2000. De lokala elnätsföretagens effektivitet." ER 11:2002.

Veiderpass, A (1993a): "Swedish Retail Electricity Distribution, A Non-Parametric Approach to Efficiency and Productivity Change", doktorsavhandling, Nationalekonomiska institutionen, Göteborgs universitet.

Veiderpass, A (1993b): "Relevant Model Specifications in the Measurement of Technical Efficiency in Swedish Electricity Retail Distribution." Rapport till Nordiska ekonomiska forskningsrådet.

## APPENDIX

Tabell A1:

## Produktivitetsfördelning enligt abonnentkategori och storlek, 1970-2001

	STORA		MEDEL		SMÅ	
	K1	K2	K1	K2	K1	K2
1970/71	0,84678	0,78616	0,91168	0,84770	0,88973	0,89474
71/72	0,96786	0,93687	1,00608	1,02672	0,99036	0,99189
72/73	1,55656	1,18373	1,09989	1,15996	1,00482	1,09679
73/74	0,94979	0,90610	0,94569	0,94321	0,92114	0,93948
74/75	1,01602	0,97969	1,00569	1,02382	0,97559	0,98700
75/76	1,01571	1,00604	1,00974	0,99829	0,98360	1,01231
76/77	0,98047	0,94998	0,99471	0,99109	0,99259	1,00171
77/78	0,95842	0,96032	0,97494	0,97340	0,95034	0,95493
78/79	1,03198	1,08920	0,99149	0,99503	1,06390	1,02328
79/80	0,95644	1,00770	0,99888	0,95939	0,96284	0,98452
80/81	0,99660	0,98527	0,95798	0,99005	0,95568	0,94080
81/82	1,01336	0,98864	1,02471	1,04137	1,00809	1,01233
82/83	1,01806	1,03917	1,00078	0,99354	1,00010	1,00754
83/84	0,97605	0,95673	1,02973	0,97356	0,94744	1,03189
84/85	1,14280	1,13257	1,07726	1,07527	1,05441	1,08155
85/86	0,93452	0,99847	0,98226	1,01815	1,04574	0,96054
86/87	0,94380	0,99432	0,97619	0,97195	0,97589	0,95328
87/88	1,04112	1,03209	0,98439	0,98697	0,92923	0,95803
88/89	0,90641	0,96352	0,96817	0,94733	1,02159	0,98199
89/90	1,05203	1,03427	1,02846	1,00301	0,96417	1,02913
90/91	1,02296	0,95620	0,99079	1,00480	0,87410	0,89034
91/92	0,99409	1,04312	0,98926	0,99147	1,07474	1,01546
92/93	0,97185	0,90750	0,97709	0,99020	1,04203	1,03400
93/94	1,05225	1,12312	1,04057	1,04100	1,10805	1,03389
94/95	0,89142	0,91807	0,95639	0,96100	0,94088	0,94818
<b>MAX</b>	<b>1,55656</b>	<b>1,18373</b>	<b>1,09989</b>	<b>1,15996</b>	<b>1,10805</b>	<b>1,09679</b>
<b>MIN</b>	<b>0,84678</b>	<b>0,78616</b>	<b>0,91168</b>	<b>0,84770</b>	<b>0,87410</b>	<b>0,89034</b>
AVERAGE	1,00949*	0,99515*	0,99691*	0,99633*	0,98708*	0,99063*
<b>MEDIAN</b>	<b>0,99409</b>	<b>0,98864</b>	<b>0,99149</b>	<b>0,99147</b>	<b>0,98360</b>	<b>0,99189</b>
<b>MAX-MIN</b>	<b>0,70978</b>	<b>0,39757</b>	<b>0,18821</b>	<b>0,31226</b>	<b>0,23395</b>	<b>0,20645</b>
96/97	1,10450	1,27457	1,17609	1,16836	1,19127	1,07961
97/98	0,96152	0,96428	1,00934	1,00932	0,98058	0,98694
98/99	0,98890	0,97749	0,99015	0,97309	0,93823	0,98837
99/00	1,41065	1,29622	1,02564	1,05811	0,97516	1,10103
00/01	1,04106	1,13620	1,00871	0,94304	0,74737	0,90678
<b>MAX</b>	<b>1,41065</b>	<b>1,29622</b>	<b>1,17609</b>	<b>1,16836</b>	<b>1,19127</b>	<b>1,10103</b>
<b>MIN</b>	<b>0,96152</b>	<b>0,96428</b>	<b>0,99015</b>	<b>0,94304</b>	<b>0,74737</b>	<b>0,90678</b>
AVERAGE	1,10132*	1,12975*	1,04198*	1,03038*	0,96652*	1,01255*
<b>MEDIAN</b>	<b>1,04106</b>	<b>1,13620</b>	<b>1,00934</b>	<b>1,00932</b>	<b>0,97516</b>	<b>0,98837</b>
<b>MAX-MIN</b>	<b>0,44912</b>	<b>0,33194</b>	<b>0,18594</b>	<b>0,22532</b>	<b>0,44390</b>	<b>0,19425</b>

\*aritmetiskt  
medelv.

