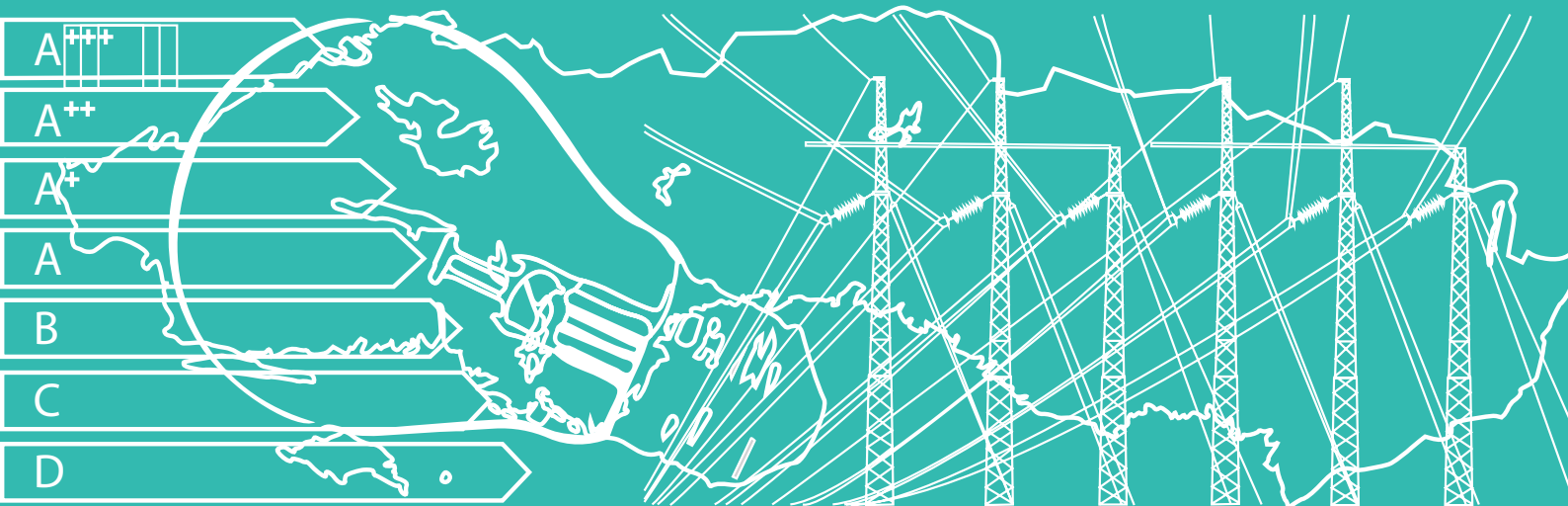


20 RESULTAT OCH SLUTSATSER OM

Elanvändningen i Sverige



NEPP (North European Power Perspectives) är ett sammanhållet multidisciplinärt forskningsprojekt om utvecklingen av elsystemen och elmarknaden i Sverige, Norden och Europa i tidsperspektiven 2020, 2030 och 2050. Verksamheten genomförs av ett tiotal välmeriterade forskare och analytiker. NEPP pågår i nuvarande etapp till mars 2016.

NEPP har som mål att fördjupa insikten om hur de nordiska länderna och aktörerna på de svenska och nordiska energimarknaderna kan agera för att på ett kostnadseffektivt sätt, och med tillväxtperspektivet i fokus, kunna möta de krav som ställs av energi- och klimatpolitiken i EU och medlemsländerna och den påverkan som övrig omvärldsutveckling ger.

Forskningens uppgift är att visa hur en balanserad och effektiv utveckling av Nordens och EU:s energisystem kan åstadkommas, och hur de politiska målen kan realiseras till gagn för samhälle och aktörer. Forskningen skall sträva efter att ange framgångsfaktorer som ger denna balanserade utveckling. Det kan gälla vägvalen vid utvecklingen och driften av el- och energisystemen, nya marknadsregler, valet och utformningen av politiska styrmedel, etc. Ökad förståelse skall också skapas för vilka krav som ställs på energiaktörer, politiker och samhället i stort för att realisera olika mål och utvecklingsvägar.

NEPP finansieras av elföretagen, Svenska kraftnät, Energimyndigheten och Svenskt Näringsliv. Nordisk Energiforskning, Samordningsrådet för Smarta elnät och IVA har bidragit till finansieringen av vissa delprojekt. Verksamheten leds av en styrgrupp med Energimyndighetens generaldirektör som ordförande. Energiforsk är projektvärd för NEPP.

Forsknings- och syntesarbetet i NEPP genomförs av fem forskargrupper vid Chalmers, KTH, Profu, Sweco och IVL. Profu är projektledare för NEPP och Sweco är biträdande projektledare.

Denna skrift presenterar resultat och slutsatser från NEPP:s analyser om elanvändningen i Sverige, vilka huvudsakligen genomförts av Bo Rydén, Håkan Sköldberg och Thomas Unger på Profu och Johan Bruce på Sweco. Stefan Montin på Energiforsk har också deltagit i forskningsarbetet. I detta delprojekt om elanvändningens utveckling har NEPP även haft ett nära samarbete med IVA-projektet Vägval el och dess Användargrupp.

För frågor om skriftens innehåll, kontakta gärna de ansvariga forskarna på Profu och Sweco.

Mer information om NEPP-projektet finns på www.nepp.se.

Tjugo resultat och slutsatser om elanvändningen i Sverige

*Utvidgad sammanfattning av NEPP-rapporten
"Elanvändning i Sverige 2030 och 2050"*

December, 2015

Denna skrift kan beställas från:
www.nepp.se

Där finner du också information om projektet
NEPP - North European Power Perspectives

Tjugo resultat och slutsatser om
elanvändningen i Sverige: utvidgad
sammanfattning av NEPP-rapporten
"Elanvändning i Sverige 2030 och 2050"
Layout: Profu
Tryckeri: PR-Offset, Mölndal, 2015

Resultat och slutsatser om elanvändningen i Sverige

Elanvändningen i Sverige har legat relativt konstant på 130-140 TWh/år i 25-30 år. Dessförinnan ökade elanvändningen med i genomsnitt 4-5 % per år. Två sektorer står för merparten (cirka 95 %) av elanvändningen: industrin och bostäder/service. Avgörande för den framtida utveckling är vad som händer inom dem. I detta arbete om den framtida elanvändningen har vi utgått såväl från den historiska utvecklingen som från prognoser om utvecklingen för de faktorer och omvärldsp parametrar som påverkar elanvändningens framtida utveckling. Analyserna omfattar både energi- och effektbehovet. Denna skrift ger en sammanfattning av de viktigaste slutsatserna.

- 1 Vi presenterar tre olika scenarier i denna rapport, inom ett relativt brett utfallsrum, med såväl ökning som minskning av elanvändningen.** Scenarierna baseras företrädesvis på officiella prognoser och antaganden om utvecklingen av ett *totala* faktorer som har påverkan på elanvändningens utveckling; faktorer som bidrar till såväl minskande som ökande elanvändning. Scenarierna är alltså *inte* formade utifrån enkla trendframskrivningar av den historiska elanvändningen, men vi har hämtat viktiga lärdomar från historien och de olika påverkansfaktorernas utveckling fram tills idag.
- 2 Elanvändningen har legat still på mellan 130-140 TWh/år sedan slutet av 1980-talet, och under de senaste åren har elanvändningen minskat till under 130 TWh/år. Trots det, innebär användningsökningen i våra referens- och högscenarier inga egentliga trendbrott (uppåt).** Det är snarare den historiska utvecklingen som visat på tillfälliga trendbrott särskilt under 1980- och 1990-talen. Hade vi inte haft dessa trendbrott, hade elanvändningen istället visat på en relativt jämn årlig ökning från 1980-talet ända fram till finanskrisen 2008.
- 3 Tidigare prognoser/scenarier för elanvändningens utveckling visar på god träffsäkerhet på 10-15 års sikt, men de har relativt begränsad träffsäkerhet på 30-35 års sikt. Det gäller säkert också våra scenarier. Osäkerheten i scenariernas utveckling bortom 2030 bör därför anses vara stor.**
- 4 Energieffektiviseringen är den enskilt viktigaste påverkansfaktorn på elanvändningen, och den antas, i samtliga scenarier, få en större omfattning jämfört med hittills.** Den antas bli i storleksordningen 3-4%/år under hela perioden från idag till 2050. Det är högre än vad den varit under de senaste decennierna, då den i genomsnitt legat på 2-3%/år.
- 5 Ytterligare tre-fyra påverkansfaktorer, utöver effektiviseringen, har stor betydelse för utvecklingen:** befolkningsökningen, den ekonomiska utvecklingen (BNP), strukturförändringar och teknikgenombrott. I allmänhet förväntas dessa faktorer påverka elanvändningen uppåt.

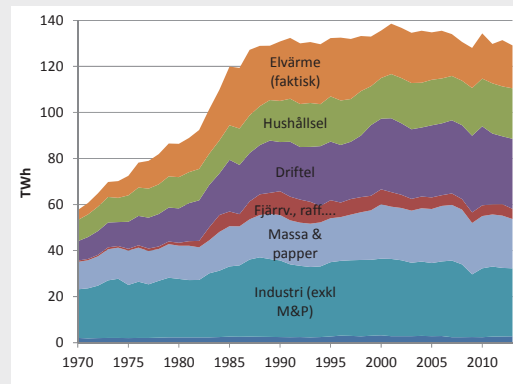
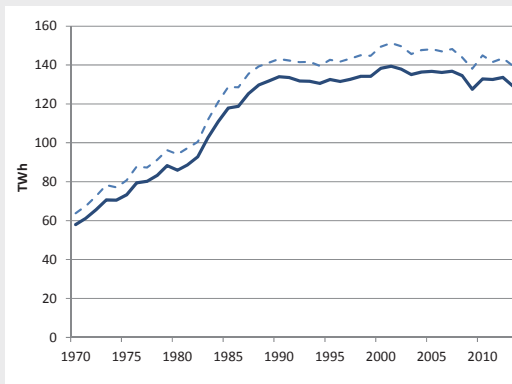
- 6** **Befolkningsutvecklingen har stor påverkan på elanvändningen. Skillnaden i elanvändning mellan SCB:s högsta och lägsta befolkningsprognoser är 30-40 TWh för år 2050.** Befolkningsprognoserna har under 2015 skrivits upp av SCB med mer än 0,5 miljoner invånare för 2030 och mer än 1 miljon för år 2050 sedan föregående prognos (lagd år 2012). *Bara denna uppskrivning* ger en påverkan på elanvändningen uppåt med upp till 5 TWh för 2030 och 5-10 TWh för 2050.
- 7** **Elanvändningens utveckling påverkas fortfarande starkt av den ekonomiska utvecklingen, men fortsatt "decoupling" innebär att påverkan långsamt blir mindre i framtiden.** Våra beräkningar visar dock att *skillnaden* mellan en låg tillväxt (på 1,0-1,5% BNP-ökning per år) och en hög tillväxt (upp emot 2,5%/år) fortfarande kommer att kunna bli så stor som 15-20 TWh år 2030 och 25-35 TWh år 2050.
- 8** **Strukturförändringar och tekniskiften har påverkat historiskt och kommer att påverka i framtiden, men är svåra att förutsäga.** Att vi kommer att få se strukturförändringar och tekniskiften även i framtiden är högst sannolikt, men vilka de blir, när de kommer och hur stor påverkan på elanvändningen de har är dock mycket svårt att förutsäga.
- 9** **Effektivisering sker i samtliga sektorer,** och är till allra största delen "autonom", dvs. inte driven av en uttalad effektiviseringspolitik (ej *direkt* policydriven). Drivkrafterna för effektiviseringen är istället ekonomiska, tekniska och strukturella (även om dessa tre drivkrafter till viss del indirekt påverkas av politiska beslut, såsom skatter, normer och stöd till teknikutveckling och forskning). Våra scenarier bygger alltså på att de ekonomiska, tekniska och strukturella drivkrafterna för effektivisering kommer att vara fortsatt starka, och t.o.m. öka över tid, både inom industrin och inom bostads-, service- och transportsektorerna.
- 10** **Energieffektiviseringen är (mycket) större i högkonjunkturer än i lågkonjunkturer.** Korrelationen är tydlig, och i ekonomiskt svaga tider är effektiviseringen mycket måttlig. Förklaringen ligger i att effektiviseringen av elanvändningen främst sker när äldre utrustning och apparater byts ut mot ny, och dessa byten sker företrädesvis när ekonomin är god, dvs. i högkonjunkturer.
- 11** **Möjligheterna finns att politiskt påverka elanvändningens utveckling, även om sådan påverkan är mer indirekt än direkt,** och det är förmodligen lättare att (genom politiska beslut) påverka elanvändningen uppåt än nedåt.
- 12** **EU:s effektiviseringsdirektiv kommer att ha en relativt liten påverkan på elanvändningens utveckling.** Mindre än en tiondel av effektiviseringen av elanvändningen i referensscenariot är en följd av direktivets åtgärder.
- 13** **Driftelen fortsätter att öka, dock inte lika snabbt som tidigare. Hushållselens ökning upphör helt.** Driftelen har ökat med 3-4%/år sedan 1970, som en följd av befolkningsökningen, BNP-utvecklingen och standardhöjningen. Samtidigt har det skett en "decoupling" i takt med en allt större effektivisering, och i samtliga våra scenarier antas en fortsatt stor effektivisering, som bromsar elanvändningsökningen.

- 14** **Industrins elanvändning antas vända uppåt igen i takt med den ekonomiska återhämtningen, men antas öka i långsam takt. Elanvändningen i massa- och pappersindustrin ökar däremot inte i vårt referensscenario.** Utvecklingsläget för industrin är dock fortfarande högst osäkert. Vi har, tillsammans med branschexperter gått igenom de faktorer som påverkar elanvändningen inom respektive bransch och funnet ett relativt brett utfallsrum för den framtida elanvändningen inom industrin.
- 15** **Elanvändningen för uppvärmning minskar påtagligt i alla scenarier.** I projektet Värmemarknad Sverige, har värmemarknadens utveckling analyserats i olika värmemarknadsscenarier. Utmärkande för dessa är en minskad elanvändning, trots att marknadsandelen för elbaserad uppvärmning ökar i flera av dem. Orsaken är ett fortsatt byte från elvärme till värmepumpar, att nya och effektivare värmepumpar ersätter de gamla samt att fortsatta effektiviseringar i befintlig bebyggelse tillsammans med en nybyggnation med låga värmebehov leder till ett stagnerande eller minskande uppvärmningsbehov i bebyggelsen som helhet.
- 16** **Några framtida "jokrar": transportsektorn, fjärrvärmes, IT.** Introduceras elfordon i stor skala, ökar elanvändningen inom transportsektorn påtagligt. Idag diskuteras också möjligheterna att utnyttja el under lågprisperioder för fjärrvärmeproduktion, men de höga elkattesatserna begränsar lönsamheten påtagligt. Inom IT-området planeras och byggs nu serverhallar på flera håll. Dessa serverhallar är elkrävande.
- 17** **Elasten blir allt mindre "spetsig": Elvärmes och elfordonen avgör spetsigheten. I huvudsak kommer dock elanvändningens effektbehov att förändras proportionellt mot elenergiutvecklingen.** I samtliga scenarier kommer dock eleffektbehovet under vintern att minska något relativt sett (dvs. relativt utvecklingen av *elenergin*) genom att elanvändningen för uppvärmning minskar. Det gör att lasten jämnas ut och effekttoppen under vintern inte blir lika stor som idag. I de scenarier som innefattar en stor introduktion av elfordon kan vi istället få en ökad variation av effektuttaget *över dygnet*, om inte "smarta laddstrategier" förmår att jämna ut elfordonens effektbehov över dygnet.
- 18** **Effektutmaningen handlar om matchningen mellan elanvändning och elproduktion. Det är produktionsutvecklingen, inte användningen, som ger en ökad utmaning!** När balansen mellan användning och produktion är ansträngd får vi höga elpriser. Hittills har höga priser sammanfallit med att elanvändningen varit stor. I framtiden, med alltmer variabel kraft, kopplas de höga priserna både till tidpunkter med en stor elanvändning och till tidpunkter med en liten produktion.
- 19** **Matchningen av elproduktion och elanvändning försvåras av vissa styrmedel.** Ett exempel är elskatten som även vid nollpris på el kan förhindra att el används. Omvänt är det ologiskt att elcertifikatsystemet kraftigt stimulerar elproduktion även under perioder då efterfrågan saknas. Utformningen av elskatten och nättariffer ger dessutom incitament till "prosumenter" att anpassa sin förbrukning så att den minimerar utmatning på nätet, vilket inte nödvändigtvis är det agerande som gynnar systemet som helhet.
- 20** **Efterfrågeflexibilitet blir viktigare och får också "nya funktioner".** Efterfrågeanpassningar drivs fram av höga priser, såväl idag som i framtiden, men efterfrågeflexibilitetens funktion blir i framtiden delvis anorlunda eftersom de höga priserna kan förutses uppträda vid fler tidpunkter och ha fler orsaker än idag. Det ger efterfrågeflexibiliteten nya funktioner.

Elanvändningen i Sverige 1970-2013

Elanvändningen i Sverige har legat relativt konstant på 130-140 TWh/år i 25 år. Dessförinnan ökade elanvändningen med i genomsnitt 4-5 % per år (dock med variationer från år till år). Två sektorer står för merparten (cirka 95%) av elanvändningen: industrin och bostäder/service. Avgörande för den framtida utveckling är vad som händer inom dessa sektorer.

I detta arbete om den framtida utvecklingen har vi utgått såväl från den historiska utvecklingen, som från prognoser om utvecklingen för de faktorer och omvärldsp parametrar som kommer att påverka elanvändningens utveckling (bl.a. ekonomi, befolkningsutveckling, teknik-/standardutveckling och effektivisering).



Utvecklingen av elanvändningen i Sverige 1970-2013 (källa: Energiläget 2015). Figuren till vänster anger elanvändningen exklusive distributionsförluster (heldragen linje) och inklusive distributionsförluster (streckad linje). Figuren till höger anger den sektorvisa elanvändningens utveckling i Sverige under samma period.

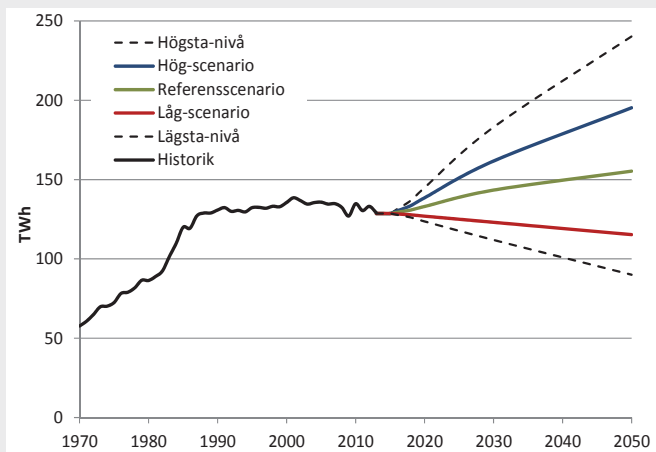
1 Vi presenterar tre olika scenarier inom ett relativt brett utfallsrum, med såväl ökning som minskning av elanvändningen.

Scenarierna baseras företrädesvis på officiella prognoser och antaganden om utvecklingen av ett *tiotal faktorer som har påverkan på elanvändningens utveckling*; faktorer som bidrar till såväl minskande som ökande elanvändning. Scenarierna är alltså *inte* formade utifrån enkla trendframskrivningar av den historiska elanvändningen, men vi har hämtat viktiga lärdomar från historien och de olika påverkansfaktorernas utveckling fram tills idag.

Följande tre scenarier har definierats:

- Högscenario
- Referensscenario
- Lågscenario

Vårt referensscenario baseras på de officiella referensprognoser och grundantaganden som finns tillgängliga för de olika påverkansfaktorerna, och den resulterande utvecklingen i vårt referensscena-



Elanvändningen i Sverige (exkl. distributionsförluster), dels den historiska utvecklingen sedan 1970, dels tre scenarier för den framtida utvecklingen till 2030 och 2050. Scenarierna baseras på officiella prognoser och antaganden om utvecklingen av ett tiotal faktorer som har påverkan på elanvändningens utveckling.

rio visar – i enlighet med dessa påverkansfaktors utveckling – på en ökande elanvändning till 2030 och 2050. Lågscenariot visar däremot på en minskning och högscenariot på en större ökning.

Dessutom anger vi två ”ytterligheter”, som vi benämnt ”lägsta- och högstanivåer”. De visar utvecklingen om vi låter min- respektive maxvärdet för alla de faktorer och omvärldsparametrar som kan påverka elanvändningens utveckling (t.ex. befolkningsutveckling, BNP- och elprisutveckling, styrmedel, teknikutveckling, effektivisering, men

även bl.a. elkundernas preferenser och ”decouplingen” mellan BNP-utveckling och elanvändning) samvariera så att de tillsammans ger en lägsta respektive en högsta nivå för elanvändningen. Det är dock högst osannolikt att alla dessa faktorer/parametrar kommer att samvariera på detta sätt, varför våra låg- respektive högscenarier hamnat en bra bit från dessa ytterlighetsnivåer, vilket figuren på föregående sida tydligt illustrerar.

Elanvändningens utveckling i scenarierna anges också i tabellen nedan.

Tabell: Den resulterande elanvändningsutvecklingen i våra tre huvudscenarier, samt för en ”högsta- och lägstಾನivå”. Tabellen anger elanvändningen exklusive distributionsförluster.

[TWh]	Lägsta-nivå	Låg-scenario	Referens-scenario	Hög-scenario	Högsta-nivå
Idag	129	129	129	129	129
2030	112	123	143	162	183
2050	90	115	155	195	240

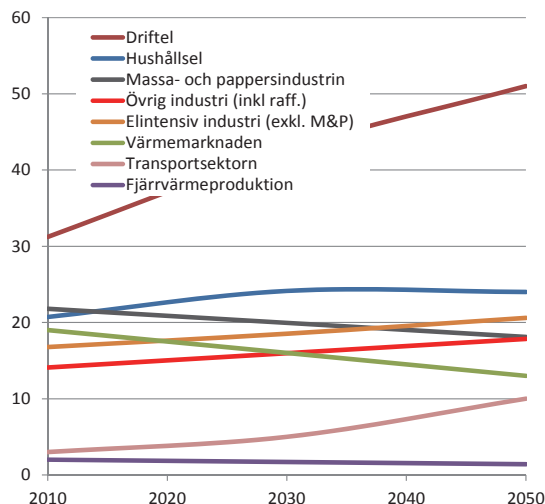
OBS: ”Idag” anger värden för år 2013.

Uppdelat på olika sektorer ser utvecklingen i referensscenariot ut som i tabellen och figuren nedan.

Tabell och figur: Den resulterande elanvändningsutvecklingen uppdelad på olika sektorer i referensscenariot (i TWh). Både tabellen och figuren anger elanvändningen exklusive distributionsförluster.

Referensscenariot [TWh]	Idag	2030	2050
Hushållsel	20,7	24,1	24,0
Driftel i servicesektorn	31,2	42,7	51,0
Värmemarknaden	19,0	16,0	13,0
Fjärrvärmeproduktion	2,0	1,7	1,4
Massa- och pappersindustrin	21,8	19,9	18,1
Elintensiv industri (exkl. M&P)	16,8	18,5	20,6
Övrig industri (inkl raff.)	14,1	16,0	17,8
Transportsektorn	3,0	5,0	10,0
Summa	129	143	155

OBS: "Idag" anger värden för år 2013, eller för ett medelvärde över 3-4 år med tyngdpunkt på 2013



Eleffektbehovet – preliminära resultat

Ovan har vi redovisat elenergianvändningens utveckling i våra scenarier. Här redovisar vi också (utifrån preliminära beräkningar) *effektbehovets* utveckling i scenarierna.

I samtliga scenarier kommer eleffektbehovet under vintern att minska relativt sett (dvs. relativt utvecklingen av *elenergin*) genom att elanvändningen för uppvärmning minskar. I de scenarier som innefattar en stor introduktion av elfordon, kan vi istället få en ökad variation av effektuttaget över dygnet, om inte "smarta laddstrategier" förmår att jämna ut lasten över dygnet. I huvudsak kommer dock

elanvändningens effektbehov att förändras proportionellt mot elenergiutvecklingen.

Idag finns inte statistik om eleffektbehovet per sektor tillgänglig på samma sätt som det finns för *elenergianvändningen*. Vi har därför utnyttjat två approximativa ansatser, för att hyggligt kunna "ringa in" effektbehovets utveckling i våra scenarier. Dels har vi gjort en ansats baserad på det historiska sambandet mellan energi och topp effekt, dels har vi "brutit ut" tre av sektorerna – uppvärmning, processindustri och elfordon – och gjort en analys av dessa (och låtit effektbehovet för övrig elanvändning utvecklas proportionellt med elenergiutvecklingen).

Båda dessa ansatser ger ett liknande resultat. Det anges i tabellen nedan. Effekttoppen hamnar då mellan cirka 21 000 och 33 000 MW (21-33 GW)

exklusive distributionsförluster, i våra tre huvudscenarier år 2050, jämfört med en nivå på cirka 23 500 MW (23,5 GW) idag.

Tabell: Eleffektbehovets utveckling (effekttopparna) i våra tre huvudscenarier, samt för en "högsta- och lägsta-nivå". Tabellen anger eleffektbehovet i MW ett normalår, *exklusive* distributionsförluster.

[MW]	Lägsta-nivå	Låg-scenario	Referens-scenario	Hög-scenario	Högsta-nivå
Idag	23 500	23 500	23 500	23 500	23 500
2030	21 000	22 600	25 600	28 300	31 200
2050	17 500	21 400	27 300	32 900	38 900

Vanligtvis anges effektbehovet och effekttopparna för *elproduktionen* och inte för elanvändningen, och då måste vi inkludera distributionsförlusterna.

I tabellen nedan ger vi därför också effektbehovets utveckling inklusive distributionsförluster.

Tabell: Eleffektbehovets utveckling (effekttopparna) i våra tre huvudscenarier, samt för en "högsta- och lägsta-nivå". Tabellen anger eleffektbehovet i MW ett normalår, *inklusive* distributionsförluster.

[MW]	Lägsta-nivå	Låg-scenario	Referens-scenario	Hög-scenario	Högsta-nivå
Idag	25 100	25 100	25 100	25 100	25 100
2030	22 400	24 100	27 300	30 200	33 300
2050	18 700	22 800	29 100	35 100	41 500

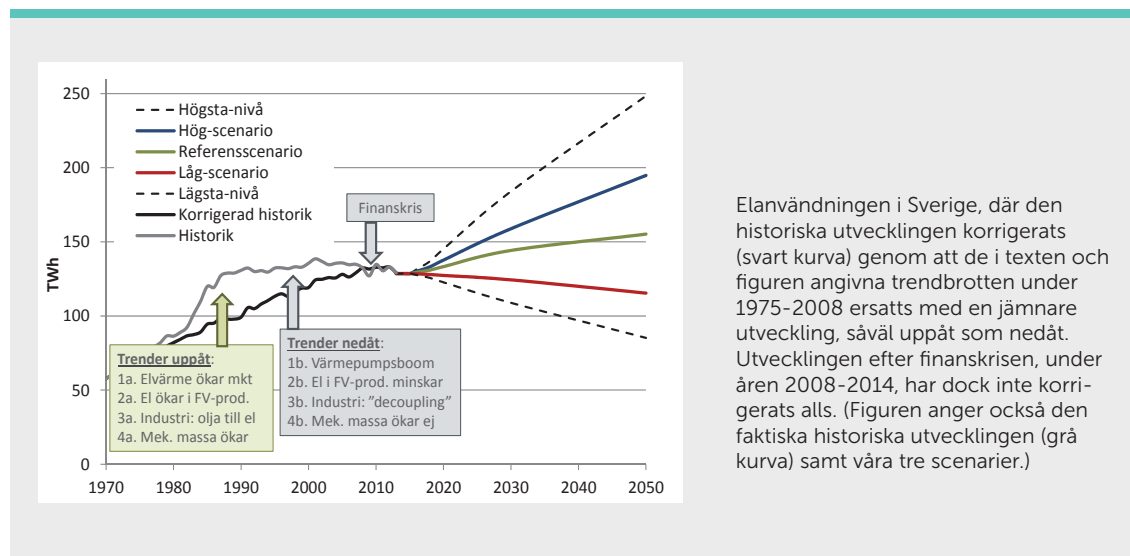
2

Elanvändningen har legat still på 130-140 TWh/år sedan slutet av 1980-talet. Trots det innebär elanvändningsökningen i våra referens- och högscenarier inga egentliga trendbrott (uppåt).

Det är snarare den historiska utvecklingen som visat på tydliga trendbrott. Hade vi inte haft dessa trendbrott, hade elanvändningen istället visat på en relativt jämn årlig ökning från 1980-talet ända fram till finanskrisen (vilket illustreras av den svarta kurvan i figuren). Följande trendbrott har bidragit starkt till att elanvändningen legat still i 25-30 år:

1a) Under 1980-talet ökade eluppvärmningen i bebyggelsen (direktel och elpannor) kraftigt, mycket

snabbare än den gjort under tidigare år. Vi fick ett trendbrott *uppåt* i elanvändningen. 1b) Sedan sekelskiftet har värmepumpar installerats i stor skala, och mycket snabbt bidragit till att vända trenden nedåt istället (för el till uppvärmning i bebyggelsen). 2a) Under 1980-talet ökade man också snabbt elanvändningen i fjärrvärmeproduktionen, men 2b) under 1990-talets senare del minskade denna elanvändning igen. 3a) Industrin ökade sin elan-



vändning, både i totala siffror och specifikt (elanvändning per produktionsvärde/förädlingsvärde), som en följd av den stora konverteringen från olja till el under 1980-talet och fram till mitten av 1990-talet. 3b) Därefter har industrin genomfört en ”decoupling” mellan elanvändningen och produktionen, som bromsat ökningen högst påtagligt. 4a) Vi hade dessutom en snabb ökning av den elintensiva mekaniska massaproduktionen i skogsindustrin under 1980-talet, 4b) en ökning som sedan avtog under 1990-talet och efter sekelskiftet har den mekaniska massan inte ökat alls. (Under de senaste åren har den mekaniska massan istället minskat.)

Sedan finanskrisen under 2008 har den globala ekonomin stagnerat, och påverkan på elanvändningen är tydlig: vi har haft en minskande elanvändning, främst inom industrin. I vårt referensscenario inkluderas – åtminstone till viss del - en (global) återhämtning i ekonomin under det kommande decenniet, och därmed också en drivkraft för en (viss) ”återhämtning” av de senaste 5-7 årens nedgång i elanvändningen.

3 Tidigare prognoser/scenarier för elanvändningens utveckling visar på god träffsäkerhet på 10-15 års sikt, medan de har relativt begränsad träffsäkerhet på 30-35 års sikt.

I stort sett samtliga officiella prognoser och scenarier för elanvändningens utveckling som gjorts i Sverige under de senaste 50 åren, har haft en relativt god träffsäkerhet på 10-15 års sikt. Det gäller även de (i efterhand starkt kritiserade) prognoser som gjordes kring 1970. Träffsäkerheten på längre

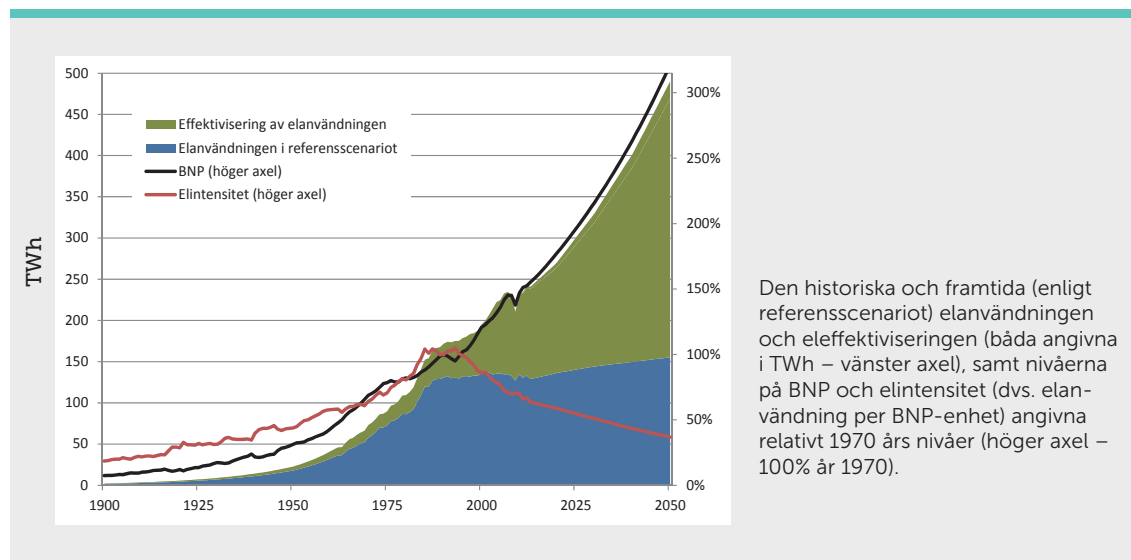
sikt, dvs. på två till fyra decenniers sikt, har dock varit mycket sämre. Det gäller säkerligen också våra scenarier.

Osäkerheten i scenariernas utveckling bortom 2030, och särskilt ända till 2050, bör därför anses vara stor.

4 Energieffektiviseringen är den enskilt viktigaste påverkansfaktorn på elanvändningen, och den antas, i samtliga scenarier, successivt öka i omfattning jämfört med idag.

Energieffektiviseringen antas bli i storleksordningen 3-4%/år under hela perioden från idag till 2050. Det är högre än vad den varit under de senaste decennierna, då den i genomsnitt legat på 2-3%/år. Figuren illustrerar hur summan av elanvändning och effektivisering korrelerar väl med BNP-

utvecklingen. Elintensiteten visar på en fortsatt ”decoupling”, dvs. en frikoppling mellan BNP och elanvändning som en följd av den ökande effektiviseringen. Det går alltså åt allt mindre el för varje BNP-krona.



5 Ytterligare tre-fyra påverkansfaktorer, utöver effektiviseringen, har stor betydelse för utvecklingen.

Vi identifierar sammanlagt minst ett tiotal faktorer och omvärldsp parametrar som påverkar elanvändningens utveckling. Tabellen nedan ger en sammanställning av de viktigaste påverkansfaktorerna för respektive sektor, och anger på ett kvalitativt sätt hur stor påverkan från respektive faktor är.

Tabell: En sammanställning av de viktigaste faktorerna och omvärldsp parametrarna som påverkar elanvändningens utveckling. Ett stort "kryss" anger en relativt stor påverkan, ett litet "kryss" anger en mer måttlig påverkan och saknas "kryss" är påverkan från den påverkansfaktorn relativt ringa.

	Hushållsel	Driftel	Värme- marknaden	Fjärrvärme	Industri	Transport
Befolkningsutveckling	X	X	X	x	x	x
Ekonomisk utveckling (BNP, förädlingsvärde, etc.)	X	X			X	x
Strukturförändringar (hos elanvändare eller i elproduktionen)	x	x	x	x	X	X
Teknikutveckling	x	x	x	x	x	X
Energieffektivisering	X	X	X	x	X	
Volymfaktorer (antal, area, produktionsvolym, etc.)	X	X	x	x	X	X
Politiska mål/styrmedel	x	x	x	X	x	X
Elprisutveckling (även relativpriset gentemot alternativ)			x	X	X	
Kunders preferenser (inkl. krav på standardökning)	x	x	X			X

De påverkansfaktorer som har störst generell påverkan på utvecklingen av elanvändningen är – förutom energieffektiviseringen – befolkningsökningen, den ekonomiska utvecklingen (BNP), strukturförändringar och teknikgenombrott. I allmänhet påverkar dessa faktorer elanvändningen uppåt.

Befolkningsökningens utveckling anges av SCB:s senaste prognos, och vi har använt deras huvudalternativ som grund för de antaganden vi gjort i vårt referensscenario. År 2014 var vi cirka 9,8 miljoner invånare i vårt land. De senaste åren har befolkningsökningen varit snabb och enligt SCB-prognosen kommer 10-miljonersstrecket passeras under 2016. Nästa miljongräns, 11 miljoner, uppnås bara 9 år senare, år 2025. Sedan dröjer det ytterligare 17 år innan folkmängden år 2042 passerar 12 miljoner. År 2050 är befolkningen, enligt SCB:s huvudalternativ, cirka 12,5 miljoner. SCB anger en lång rad alternativa scenarier, och vi utnyttjar flera av dem för våra scenarier. I deras ”lägstascenario”, med bl.a. en mycket låg invandring, når befolkningen bara strax över 10 miljoner år 2030 och 2050. I SCB:s (och vårt) ”högstascenario”, ökar befolkningen snabbt och vi når cirka 12 miljoner år 2030 och nästan 14 miljoner år 2050.

Prognoser och scenarier för den ekonomiska utvecklingen i Sverige och internationellt finns tillgängliga från en lång rad officiella organ, såväl på global, europeisk och svensk nivå. Vi har baserat våra antaganden för referensscenario på en viss återhämtning av den globala ekonomin, och efter det en fortsatt utveckling i enlighet med en historisk medelutveckling för BNP, eller något svagare. Som ett genomsnitt under perioden 2015-2050 hamnar vi då på drygt 2%/år för BNP-utvecklingen i Sverige i vårt referensscenario. För vårt ”lågscenario”, hamnar vi på 1,2-1,5%/år och för ”högscenario” på över 2,5%/år.

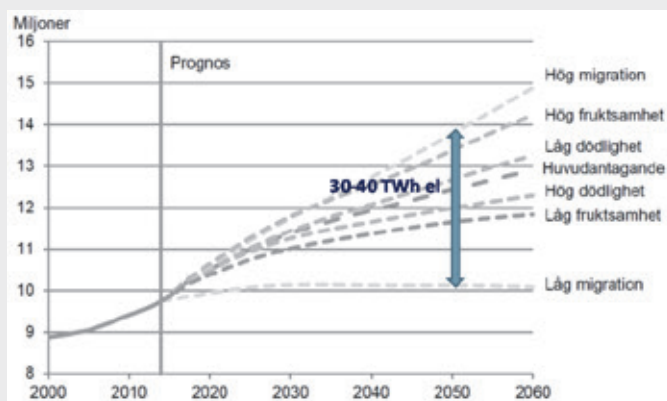
För de påverkansfaktorer där vi behövt komplettera de officiella källorna med egna avvägningar, har vi av olika skäl valt att lägga oss något under den historiska utvecklingstakten för faktorer som påverkar elanvändningen uppåt (t.ex. antal hushåll) och lägga oss över den historiska utvecklingstakten för faktorer som påverkar elanvändningen nedåt (t.ex. effektivisering). De resulterar i en något försiktigare utvecklingstakt, än om vi oreflekterat valt de historiska värdena.

6 Befolkningsutvecklingen har stor påverkan på elanvändningen. Skillnaden i elanvändning mellan SCB:s högsta och lägsta befolkningsprognoser är 30-40 TWh för år 2050.

Befolkningsprognoserna har under 2015 skrivits upp av SCB med mer än 0,5 miljoner invånare för 2030 och 1 miljon för år 2050 sedan föregående prognos (lagd år 2012). Bara denna uppskrivning ger en påverkan på elanvändningen uppåt med upp till 5 TWh för 2030 och 5-10 TWh 2050.

SCB anger nu i 2015 års huvudprognos en befolkning i Sverige på 11,5 miljoner invånare år 2030 och 12,5 miljoner år 2050, jämfört med dagens be-

folkning på 9,8 miljoner. Figuren visar alla SCB:s prognosalternativ, där det högsta visar på nästan 14 miljoner år 2050. Ser vi till befolkningsutvecklingens betydelse för elanvändningens ökning jämfört med idag, svarar den för 10-15 TWh till 2030 och 20-25 TWh till 2050 (i SCB:s huvudalternativ och även i vårt referensscenario). Jämför vi sedan SCB:s högsta och lägsta alternativ, är skillnaden i elanvändning mellan dessa hela 30-40 TWh för år 2050.¹



SCB:s senaste befolkningsprognoser (publicerade i maj 2015) för utvecklingen till 2060, angivna för ett "huvudscenario" (huvudantaganden) och för sex alternativa scenarier/antaganden. Skillnaden i elanvändning mellan högsta och lägsta alternativet är hela 30-40 TWh för år 2050.

¹) Förutom den direkta påverkan på elanvändningen av "antalet invånare i Sverige", har vi här också inkluderat den påverkan invånarantalet har på "antalet hushåll" och "lokalyta i servicesektorn". Invånarantalets påverkan på elanvändningen för uppvärmning, inom industrin och i transportsektorn har bedömts vara relativt måttlig.

7 Elanvändningens utveckling påverkas av den ekonomiska utvecklingen, men fortsatt "decoupling" innebär att påverkan långsamt blir mindre i framtiden.

Våra beräkningar visar dock att skillnaden mellan en låg tillväxt (på 1,3% BNP-ökning per år, se tabellen nedan) och en hög tillväxt (drygt 2,5%/år) fortfarande kommer att kunna bli så stor som 15-20 TWh år 2030 och 25-35 TWh år 2050.

EU spår nu en lägre BNP-utveckling än man gjorde i de prognoser som är daterade före finanskrisen. En svag ekonomisk utveckling ger en lägre elförbrukning (såväl i Sverige som i EU som helhet),

även om påverkan inte är direkt proportionell p.g.a. den "decoupling" vi haft/har. En snabbare ekonomisk utveckling, t.ex. sådan att ekonomin återhämtar hela BNP-tappet efter finanskrisen, skulle ge en klart större elanvändning än den som EU nu anger i sina scenarier.

Vi har gjort följande antaganden i *våra* scenarier om BNP-utvecklingen per capita respektive den totala BNP-utvecklingen:

Tabell: Antaganden i våra scenarier om BNP-utvecklingen per capita respektive den totala BNP-utvecklingen, båda angivna i fast penningvärde (dvs. exklusive inflation).

	BNP per capita	BNP
Högscenariot	1,8%/år	drygt 2,5%/år
Referensscenariot	1,5%/år	drygt 2,0%/år
Lågscenariot	1,1%/år	drygt 1,3%/år

Kopplingen mellan BNP och energi-respektive elanvändning

Energianvändningen har ökat i takt med BNP-utvecklingen i såväl Sverige och Norden som i EU, sedan mycket lång tid tillbaka. Det var inte förrän under 1970-talets oljekriser som vi fick en "decoupling". Utvecklingen efter att decouplingen inleddes²

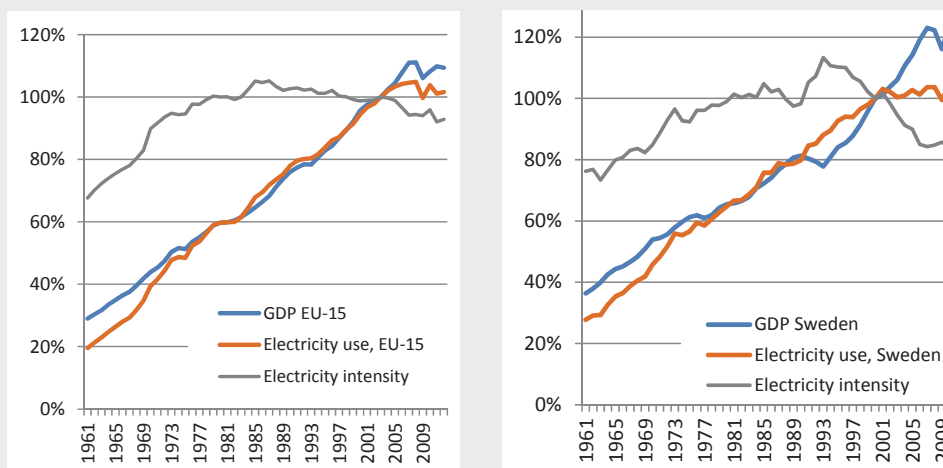
har varit likartad i Sverige och EU, med en fortsatt BNP-ökning i samma takt som tidigare men endast med en svagt ökande energiförbrukningsnivå. Energiintensiteten har därigenom successivt sjunkit till en nivå idag på runt 60% av nivån på 1970-talet. Ekonomin har alltså blivit betydligt energieffektivare.

² Vi definierar startpunkten för decouplingen som det år när energi-/elintensiteten fortvarigt lämnar nivån 100% och därifrån fortsätter att sjunka.

Elens andel av den totala energianvändningen har dock ökat stadigt från år till år, med få undantag, såväl i hög- som i lågkonjunktur. I Sverige och Norden har elandelen ökat från drygt 30 % år 1990 till 33-34 % år 2013. I EU har ökningen av elandelen varit ännu större, från cirka 17 % år 1990 till cirka 22 % år 2013. Elanvändningen har också ökat i takt med BNP-utvecklingen under lång tid. Det är inte förrän under slutet av 1990-talet som vi fick en "decoupling" i Sverige och under 2000-talets

början i EU. Utvecklingen efter decouplingen är likartad i Sverige och EU, med en relativt konstant elförbrukningsnivå. Elintensiteten har dock sjunkit mer i Sverige än i EU, procentuellt sett, sedan decouplingen startade.

Det är rimligt att anta att decouplingen mellan elanvändningen och BNP fortsätter, men vi kommer ändå att ha ett relativt starkt BNP-beroende i utvecklingen av elanvändningen även i framtiden.



Figur: Utvecklingen av BNP i fast penningvärde och elanvändning, samt elintensiteten i EU 15 (vänstra figuren) och Sverige (högra figuren) under perioden 1961-2012. Under slutet av 1990-talet fick vi en "decoupling" mellan utvecklingen av BNP och utvecklingen av elanvändningen i Sverige och under 2000-talets början även i EU.

8

Strukturförändringar och tekniksiften har påverkat historiskt och kommer att göra det i framtiden, men de är svåra att förutsäga.

Vi har ovan (på sidan 12-13) redogjort för de viktigaste historiska trendbrotten inom bostads- och servicesektorn, industrin och fjärrvärmeproduktionen. Flera av dessa är orsakade av strukturförändringar (exempelvis ökad andel mekanisk massa inom skogsindustrin) och tekniksiften (exempelvis "värmepumpsboomen" för uppvärmning av småhus), som tillsammans haft en stor påverkan på elanvändningens utveckling.

Att vi kommer att få se strukturförändringar och tekniksiften även i framtiden är också högst

sannolikt, men vilka de blir, när de kommer och hur stor påverkan på elanvändningen de får är dock mycket svårt att förutsäga. I vårt referensscenario har vi därför varit restriktiva med antaganden om nya strukturförändringar och tekniksiften, men har naturligtvis tagit hänsyn till den fortsatta utvecklingen av de historiska. Under punkten om "några framtida jokrar" nedan, diskuteras några möjliga framtida strukturförändringar och tekniksiften.

9

Energifektivisering sker i samtliga sektorer, och är till allra största delen "autonom", dvs. inte driven av en uttalad effektiviseringspolitik (är ej direkt policydriven).

Drivkrafterna för effektiviseringen är istället ekonomiska, tekniska och strukturella (även om dessa tre drivkrafter till viss del indirekt påverkas av politiska beslut, såsom skatter, normer och stöd till teknikutveckling och forskning). Våra scenarier

bygger alltså på att de ekonomiska, tekniska och strukturella drivkrafterna för effektivisering kommer att vara fortsatt starka, och t.o.m. öka över tid, både inom industrin och inom bostads-, service- och transportsektorerna.

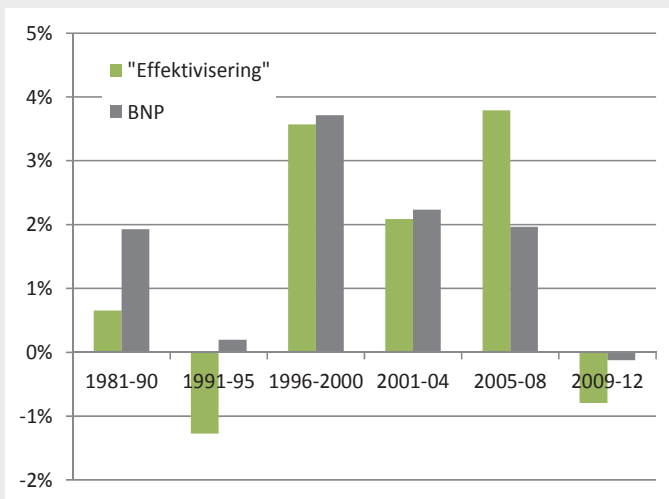
10

Energieffektiviseringen är (mycket) större i högkonjunkturer än i lågkonjunkturer. Korrelationen är tydlig, och i ekonomiskt svaga tider är effektiviseringen mycket måttlig.

Effektiviseringen av elanvändningen, såväl hushållselen och driftelen som en stor del av industrins elanvändning, sker nämligen främst i samband med apparat- och utrustningsbyten. De nya apparaterna, t.ex. vitvaror, är effektivare än de gamla. Företrädesvis sker dessa apparatbyten när ekonomin är god, dvs. i högkonjunkturer. I perioder av lågkonjunktur

sker mycket färre apparat- och utrustningsbyten, varför också effektiviseringstakten blir låg.

Härigenom skiljer sig effektiviseringen av elanvändningen gentemot effektiviseringen av exempelvis uppvärmningen. Den är inte alls lika konjunkturberoende.



Årlig förändring av BNP och årlig effektivisering av hushållselen. Källa: NEPP:s analyser. (Jämförs effektiviseringen istället med det ekonomiska måttet "hushållens utgifter" blir utfallet fortfarande snarlikt det i figuren.)

11

Möjligheter finns att politiskt påverka elanvändningens utveckling, även om sådan påverkan oftast är mer indirekta än direkta, och det är lättare att (politiskt) påverka elanvändningen uppåt än nedåt.

En kraftig introduktion av elfordon skulle öka elanvändningen. Med politiska stödåtgärder kan användningen av elfordon stimuleras. En ökad användning av elpannor i fjärrvärmeproduktionen under tider med mycket låga elpriser (även negativa priser) skulle bli attraktiv först om skattesatserna för denna elanvändning reduceras eller helt tas bort. En sådan skattereduktion är en enkel politisk åtgärd, som vi har erfarenheter av från lågprisperioden under 1980- och 1990-talen. Det här är två exempel på politiska åtgärder som skulle medverka till en ökad elanvändning, kanske så stor som i

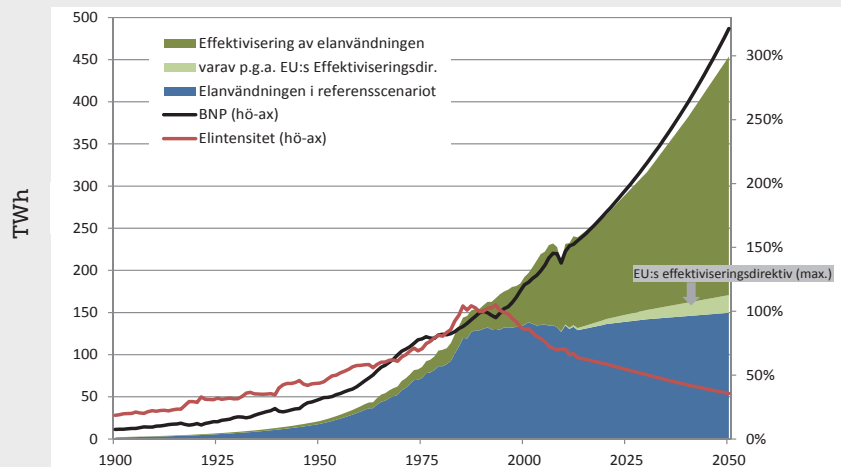
storleksordningen 10 TWh. En generell politisk stimulans av ekonomin och konkurrenskraften ger också en resulterande påverkan uppåt för elanvändningen, även om den samtidigt ger ökad stimulans till effektivisering. Däremot är det mer osäkert om riktade policyinitierade åtgärder, program och direktiv för eleffektivisering kommer att ge en särskilt stor påverkan på elanvändningens utveckling, utöver den mycket stora "autonoma" effektivisering vi ändå har i elanvändningen.

12

EU:s effektiviseringsdirektiv har en relativt liten påverkan på elanvändningens utveckling. Mindre än en tiondel av effektiviseringen är en följd av direktivets åtgärder.

NEPP:s analyser visar att EU:s effektiviseringsdirektiv kommer att ha en relativt liten påverkan på elanvändningens utveckling, både i Sverige och EU, jämfört med den påverkan som övrig energieffektivisering har. Mindre än en tiondel av effektiviseringen av elanvändningen i referensscenariot beräknas vara en följd av direktivets åtgärder. Effektiviseringsdirektivet syftar till att minska

primärenergianvändningen i EU, relativt en referensutveckling (i vilken primärenergianvändningen ökar). Såväl våra analyser som EU-kommissionens visar dock att det mest kostnadseffektiva, när direktivet genomförs, är att effektivisera/reducera de olika energislagen olika mycket. Elanvändningen bör då inte effektiviseras/reduceras alls lika mycket som exempelvis bränsleanvändningen.



Mindre än en tiondel av effektiviseringen av elanvändningen i Sverige i referensscenariot är en följd av effektiviseringsdirektivets åtgärder. Figuren anger den historiska och framtida (enligt referensscenariot) elanvändningen och eleffektiviseringen (i TWh – vänster axel), samt nivån på BNP och elintensitet (dvs. elanvändning per BNP-enhet) angiven relativt 1970 års nivåer (höger axel – 100% år 1970).

EU-kommissionens analyser visar t.o.m. på en fortsatt svag ökning av elanvändningen i EU, vid en implementering av effektiviseringsdirektivet, men alltså en minskning av elanvändningen jämfört med referensutvecklingen. Dessutom visar

EU-kommissionens analyser att elanvändningen i Sverige inte minskar lika mycket, jämfört med referensutvecklingen, som i EU som helhet (se vidare härom i rutan på nästa sida).

Kort om beräkningen av effektiviseringsdirektivets betydelse

Effektiviseringsdirektivet syftar alltså till att minska primärenergianvändningen i EU, relativt en referensutveckling (i vilken såväl primärenergianvändningen som elanvändningen ökar). Denna referensutveckling utgörs av primärenergiutvecklingen i det referensscenario som beräknades med PRIMES-modellen under 2007.

Under arbetet med att fastställa målen för 2030, gjorde EU-kommissionen särskilda PRIMES-beräkningar med olika nivåer på effektiviseringsmålet, bl.a. en beräkning med en primärenergianvändning som är cirka 27 % lägre än referensnivån år 2030. Detta blev också sedan fastlagd som EU:s mål för år 2030. I resultatet för denna PRIMES-beräkning kan man också utläsa hur stor elanvändningen blir, och hur mycket lägre den blir jämfört med elanvändningen i referensberäkningen från 2007. Man kan då konstatera att elanvändningen (bara) ligger 20 % lägre för EU som helhet, och cirka 14 % lägre för

Sverige. Minskningen av elanvändningen är alltså inte lika stor som den för primärenergianvändningen som helhet.

Samtidigt visar analyser i NEPP att en andel av den minskade elanvändningen beror på andra orsaker än effektiviseringsdirektivet. Endast cirka hälften av minskningen för 2030 kan hänföras till direktivets åtgärder. Omräknat till energitermer, betyder det – för Sverige – att cirka 10 TWh år 2030 och cirka 20 TWh år 2050 kan förklaras av de policyinitierade åtgärder som effektiviseringsdirektivet driver fram (fr.o.m. 2005). Det skall jämföras med den totala effektiviseringen – inklusive de autonoma åtgärderna - som ligger på 100-120 TWh för perioden 2005-2030 och cirka 250 TWh för perioden 2005-2050. Det innebär att effektiviseringsdirektivets åtgärder utgör mindre än en tiondel av den samlade effektiviseringen.

13

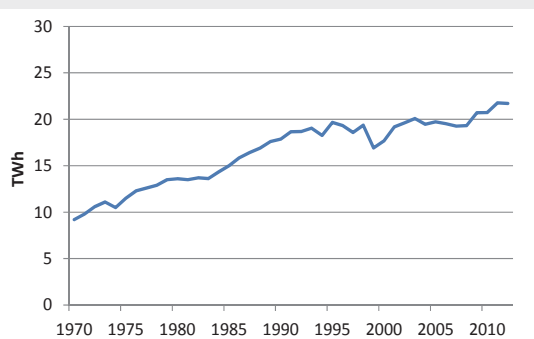
Hushållselen har ökat historiskt, men ökningen antas avta helt i vårt referensscenario. Driftelen antas fortsätta att öka, dock inte lika kraftigt som tidigare.

Hushållselen utveckling drivs av en rad påverkansfaktorer, men primärt av utvecklingen av hushållens disponibla inkomster, antal hushåll, areastandarden, befolkningsförändringarna, nybyggnationen samt energieffektiviseringarna. Nya apparater tenderar att bli mer eleffektiva vilket samtidigt kan motverkas av inkomsteffekten, d v s en ökad inkomst tenderar att skapa större behov exempelvis genom att man väljer att köpa flera apparater till hemmet. Sedan 1970 har hushållselen mer än fördubblats. Ökningstakten var i genomsnitt 3 %/år under perioden 1970-1995, för att sedan mattas av och har legat på i genomsnitt 1 %/år mellan 1995 och 2012. Under de senaste åren, efter 2008, har ökningen dock varit 2,5 %/år, trots finanskrisen. Orsaken är

den stärkta ekonomiska utveckling som de svenska hushållen haft under denna period.

Utvecklingen av hushållselen påverkas alltså av en rad faktorer och/eller omvärldsp parametrar, där (minst) en handfull har betydande påverkan på utvecklingen. I en historisk analys har vi särskilt studerat inverkan av följande faktorer:

- Antalet hushåll
- Areastandard
- Hushållens ekonomi (eg. hushållens utgifter per capita)
- Befolkningsutvecklingen (antalet invånare)
- Energieffektiviseringen

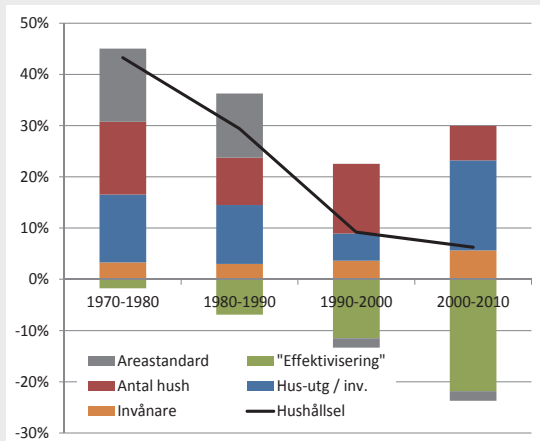


Sedan 1970 har hushållselen mer än fördubblats. Ökningstakten var i genomsnitt 3 %/år under perioden 1970-1995, för att sedan mattas av och har legat på i genomsnitt 1 %/år mellan 1995 och 2012. Under de senaste åren, efter 2008, har ökningen dock varit 2,5 %/år.

Resultatet, som ges i figuren nedan, ges också i tabellen på nästa sida. Vi kan konstatera att dessa faktorer haft olika stor betydelse under de fyra studerade årtiondena.

Våra scenarier för den framtida utvecklingen baseras alla på antaganden om hur dessa påverkansfak-

torer utvecklas under perioden till 2030 och 2050. I tabellen ges utvecklingen för dessa faktorer. I möjligaste mån har vi baserat antagandena på officiella källor, såsom SCB:s befolkningsprognoser, eller dokumenterade forskningsresultat, såsom utvecklingen för areastandard.



Identifiering av de faktorer som påverkat utvecklingen av hushållselen historiskt.
(Enhet på y-axeln: "Procent per 10 år")

Kort om "dekompositionsanalysen" – den metod som använts för hushålls- och driftel

I en dekompositionsanalys bryter man ner ett komplext samband till en serie enklare samband. Analysformen har många tillämpningar, och den som använts här är densamma som används, exempelvis av EU-kommissionen och IEA, för att bland annat förklara hur utvecklingen av primärenergianvändningen eller koldioxidutsläppen beror av olika påverkansfaktorer.

I tabellen nedan (och figuren på sidan 26) visas resultatet för vår dekompositionsanalys för hushållselen för perioden 1970-2013. I våra scenarier har vi sedan utnyttjat detta resultat för att beräkna utvecklingen till 2050.

Tabell: Utvecklingen av faktorer som påverkar hushållselanvändningen, dels historiskt (uppdelat på perioden före resp. efter finanskrisen) dels för våra fem scenarier (genomsnittsutvecklingen till 2050).

	1970-2007	2008-2013	Lägsta	Låg	Referens	Hög	Högsta
Invånare	0,3%/år	0,8%/år	0,1%/år (SCB-lägsta)	0,4%/år (SCB-låg)	0,7%/år (SCB-huvudalt)	0,9%/år (SCB-hög)	1,0%/år (SCB-högsta)
BNP	1,9%/år(*)	+/-0%/år	1,2%/år	1,7%/år	2,2%/år	2,6%/år	2,8%/år
BNP/cap	1,6%/år(*)	-0,8%/år	1,1%/år	1,3%/år	1,5%/år	1,7%/år	1,8%/år
Hush-utg/cap	1,2%/år	+0,8%/år	0,6%/år	0,8%/år	1,1%/år	1,4%/år	1,5%/år
Areastandard	-0,2%/år (**)		-0,5%/år	-0,4%/år	-0,2%/år	+/-0%/år	+0,2%/år
Antal hushåll	1,1%/år	1,1%/år	0,5%/år	0,8%/år	1,0%/år	1,0%/år	1,2%/år
Effektivisering	1,5%/år (**)		1,9%/år	2,0%/år	2,0%/år	2,0%/år	1,8%/år

(*) Om man exkluderar "devalveringsåren" i början av 1990-talet, blir genomsnittsökningen av BNP 2,3%/år och av BNP/cap 2,0%/år.
 (**) Här har vi angivit medelvärdet under perioden 1990-2010. Medelvärdet för 1970-2010 är drygt +0,5%/år för areastandard och cirka 1%/år för effektivisering.

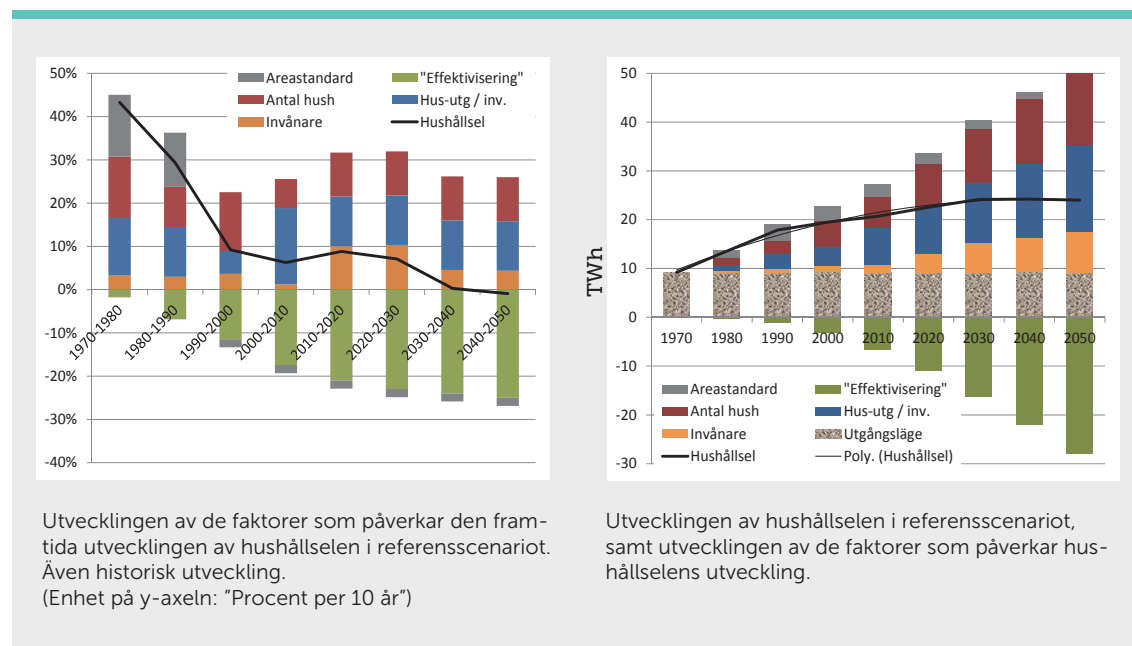
Referensscenariot

För att även illustrera tabellens värden i diagramform, anges i figuren nedan till vänster, utvecklingen i referensscenariot.

Den procentuella förändringen (under varje tioårsperiod) för faktorerna anges alltså i staplarna och

den resulterande förändringen av hushållselen i den svarta linjen.

I detta referensscenariot ser vi att den resulterande ökningen av hushållselen successivt minskar och ligger nära noll de sista två årtiondena.



Om vi istället anger utvecklingen för referensscenariot i TWh (figuren till höger), ser vi ännu tydligare hur ökningen minskar och till sist stannar av kring

2040. Därefter vänds ökningen till en svag minskning av hushållselsanvändningen.

Låg- och högscenarierna

Med de antaganden, enligt tabellen på föregående sida, som vi gör om de olika påverkansfaktorernas utvecklingstakt i låg- och högscenarierna, kommer den resulterande utvecklingen för hushållselen att variera inom ett intervall. I tabellen nedan anger vi utvecklingen för hushållselen i samtliga scenarier. I högscenarierna antas en befolkningsökning enligt SCB:s hög-/högstaprognoiser (se också slutsats 6 ovan), samt en snabbare ökning av både hushållens

ekonomi och areastandarden jämfört med referensscenariot. I låg-scenariot har vi gjort motsvarande antaganden, men då som antaganden om långsammare utveckling än i referensscenariot. Antagandena om utvecklingen för energieffektivisering skiljer dock relativt lite mellan scenarierna, och effektiviseringen antas genomgående vara högre än den varit historiskt.

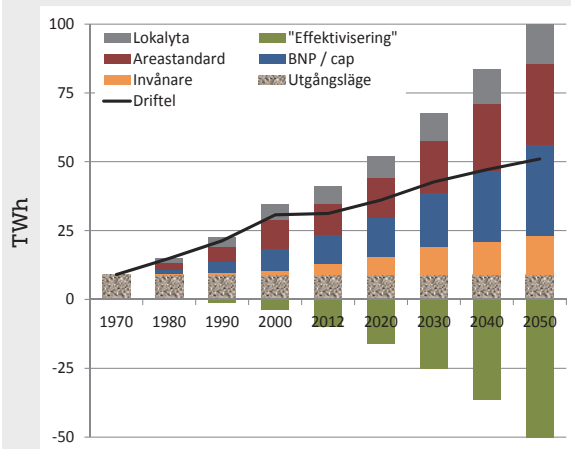
Tabell: Hushållselanvändning

[TWh]	Lägsta-nivå	Låg-scenario	Referens-scenario	Hög-scenario	Högsta-nivå
Idag	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7
2030	17,5	18,5	24,1	27,6	31,5
2050	12,1	14,5	24,0	32,9	46,8

Driftelens utveckling

Driftelen har ökat med 3-4%/år sedan 1970, som en följd av befolkningsökningen, BNP-utvecklingen och standardhöjningen. Samtidigt har det skett en "decoupling" i takt med en allt större effektivisering, och i samtliga våra scenarier antas en fortsatt stor effektivisering. Utvecklingen i vårt referens-

scenario för driftelen (dvs. verksamhetsel i lokaler plus fastighetsel i lokaler och bostäder) visar därför bara på en genomsnittlig ökning på 1-2%/år under perioden 2015-2030 och mindre än 1%/år under perioden 2030-2050.



Utvecklingen av driftelen i referensscenariot, samt utvecklingen av de faktorer som påverkar driftelens utveckling. Även historisk utveckling.

Med de antaganden som vi gör om de olika påverkansfaktorernas utvecklingstakt i låg- och högsce-
narierna, kommer den resulterande utvecklingen
för driftelen att variera inom ett intervall. Inte i nå-

got scenario får vi dock en lägre driftelanvändning
år 2050, än vi har idag. I tabellen nedan anger vi
utvecklingen för driftelen i samtliga scenarier.

Tabell: Driftelanvändning inom bostäder och service

[TWh]	Lägsta-nivå	Låg-scenario	Referens- scenario	Hög-scenario	Högsta- nivå
Idag	31,2	31,2	31,2	31,2	31,2
2030	36,2	39,5	42,7	48,6	54,6
2050	33,8	42,4	51,0	64,1	77,1

14

Industrins elanvändning antas vända uppåt igen i takt med den ekonomiska återhämtningen internationellt och nationellt, men antas öka i långsam takt.

Utvecklingsläget för industrin är dock fortfarande högst osäkert. Vi har, tillsammans med branschexperter/företrädare gått igenom de faktorer som påverkar elanvändningen inom respektive bransch, och funnet ett relativt brett utfallsrum för den framtida elanvändningen inom industrin. Vår gemensamma bild av utvecklingen i ett referensscenario grundas på en successiv återhämtning av ekonomin under de närmaste åren, och därefter en något långsammare utvecklingstakt. Samtidigt fortsätter effektiviseringen inom industrin att vara stark, varför den resulterande ökningstakten för elanvändningen blir relativt måttlig. (En fortsatt ”decoupling” mellan elanvändningen och produktionen håller alltså tillbaka ökningen av elanvändningen, trots en påtaglig ökning av produktions-/förädlingsvärdet.) När det gäller den elintensiva industrin visar referensscenariot på en ökad användning i branscher som järn och stål, kemi och gruvor, medan skogsindustrins elanvändning minskar (främst som en följd av minskad efterfrågan på tidningspapper, och därmed minskad produktion av den elintensiva mekaniska pappersmassan). Inom verkstadsindustrin och andra mindre elintensiva branscher sker en ökning av elanvändningen i referensscenariot.

Industrins elanvändning bedöms alltså, genom en återhämtning av ekonomin, öka till 2020 i referensfallet, och därefter fortsätta att öka men i en något

långsammare takt. Finanskrisens inverkan på ekonomin innebär att det finns ledig kapacitet inom industrin. Därför ska den ökande elanvändningen fram till 2020 ses som en konsekvens av att kapacitetsutnyttjandet successivt höjs inom industrin.

Nedan följer en kort beskrivning av utvecklingen av de viktigaste branscherna vad gäller industrins elanvändning.

Massa- och pappersindustrin är den enskilt största elanvändaren inom industrin. Branschen har under de senaste åren genomgått en strukturomvandling med minskad elanvändning som följd. Bakgrunden är att efterfrågan på tidningspapper minskar i Europa vilket har inneburit en försämrad lönsamhet. Detta har inneburit att flera pappersmaskiner har lagts ned med en minskad elanvändning som följd. Förändringen innebär totalt sett ca 2 TWh/år lägre elförbrukning för den svenska skogsindustrin som helhet jämfört med för fem år sedan. Förpackningsmaterial och hygienprodukter uppvisar däremot globalt sett en tillväxt. Sägverken ligger på en hög men inte maximal produktionstakt. I vårt referensscenario har vi antagit att elanvändningen inom branschen fortsätter att minska, om än i långsam takt. Detta bygger på antagandet att vissa produktsortiment som kartong expanderar och delvis kompenserar den minskande elanvändningen av en fortsatt strukturell nedgång av tidningspappers-

produktionen. I dialog med branschorganisationen Skogsindustrierna har vi analyserat alternativa utvecklingslinjer. De anger en utveckling för hög-/högstascenarier på upp till 24-25 TWh/år, eller högre, och en utveckling för låg-/lägsta-scenarier på ner emot 12-13 TWh/år, eller lägre.

Elanvändningen inom gruvindustrin har under senare år uppgått till 3-4 TWh/år. Det är dock en bransch som kännetecknas av stora investeringar för att öka produktionskapaciteten. Man kan förvänta sig att branschen kommer att öka sin elanvändning något över tid.

På medellång sikt bedöms järn- och stålindustrin öka elanvändningen i takt med att konjunkturen förbättras och till följd av att branschen fortsatt har ledig kapacitet. Elanvändningen har minskat under senare år men den minskningen väntas återhämtas till 2020. Därefter väntas endast en mindre ökning ske i referensfallet. Svensk stålindustri kännetecknas av en stark specialisering på specialstål med relativt högt förädlingsvärde. Flera av de svenska stålföretagen är världsledande i sina respektive stålsortiment. I bedömningen antas branschens fokus på specialstål fortsätta på bekostnad av bulkstål. Efterfrågan på specialstål bedöms öka i framtiden. Elanvändningen i järn- och stålindustrin kan även öka som en följd av fortsatt konvertering från bränslen till el. Här är potentialen i storleksordningen 3 TWh/år. (Om man också skall ersätta kolet i processen med el via elektrolys – en teknik som ännu inte är kommersiell – skulle elbehovet kunna öka med ytterligare upp till 15 TWh/år. Inget av våra scenarier inkluderar dock ett sådant processkifte.)

Elanvändningen inom branschen metallverk domineras främst av smältverkens elanvändning (primäraluminium samt koppar). Låga aluminiumpriser har drabbat produktionen av primäraluminium. I takt med att världsekonomin förbättras väntas dock branschens elanvändning öka när kapacitetsutnyttjandet förbättras. År 2014 hade branschens elanvändning sjunkit ner emot 3 TWh. År 2020 bedöms elanvändningen ha ökat med cirka 20% för att därefter öka i en långsammare takt.

Kemisk industri är en mycket heterogen bransch som inkluderar både elintensiv industri i form av baskemi och mindre elintensiv såsom läkemedel. I vår prognos för referensscenariot bedöms elanvändningen öka något i takt med att världsekonomin förbättras.

Utvecklingen för europeisk industri, medräknat den svenska industrin, är i stor utsträckning beroende på i vilken mån Europa som region kan uppvisa ramvillkor för industriell verksamhet som ger förutsättning för konkurrenskraftiga aktiviteter i Europa jämfört med andra regioner i världen. I fallet då Europa går sin egen väg, t.ex. på klimat och miljösidan, utan hänsyn till effekten på konkurrenskraften kan inte annat än blygsam tillväxt förväntas som bäst. Om Europa är attraktivt för investeringar och utveckling av produktion här, finns mycket stora möjligheter till tillväxt. Det kan då förväntas att även svenska anläggningar får sin del av en sådan tillväxt.

I tabellen nedan redovisas den framtida utvecklingen av elanvändningen i industrin. I referensfallet, som diskuterats ovan, bedöms elanvändningen

alltså öka i långsam takt, efter en viss återhämtning till 2020. Sett över hela perioden bedöms såväl den elintensiva som den icke-elintensiva industrin öka sin elanvändning, bl.a. drivet av en positiv ekonomisk tillväxt i branscherna. Undantaget är massa- och pappersindustrin, som antas minska

sin elanvändning i referens- och låg-scenarierna (men öka i hög-scenarierna). Låg- och högscenarierna representerar utvecklingsvägar där flera av de påverkansfaktorer som angivits ovan utvecklas kraftigare än i referensfallet, och åt samma håll (dvs. högre respektive lägre utvecklingstakt).

Tabell: Industrins elanvändning

[TWh]	Lägsta-nivå	Låg-scenario	Referens-scenario	Hög-scenario	Högsta-nivå
Idag	52,7	52,7	52,7	52,7	52,7
2030	44,3	50,0	54,5	59,5	63,3
2050	35,0	47,3	56,6	66,3	73,5

15

Elanvändningen för uppvärmning minskar i alla scenarier.

Bostads- och servicesektorernas energianvändning för uppvärmning domineras av fjärrvärme, värmepumpar, elvärme samt biobränslen. Skatter och andra styrmedel har en stor betydelse för valet av uppvärmningsform liksom den relativa investeringskostnaden för nya uppvärmningssystem. Även teknikutvecklingen har en stor betydelse för valet av uppvärmningssystem och därmed energibärare. Vidare har energieffektiviserande åtgärder i befintlig bebyggelse och i nybyggnationer en återhållande effekt på värmebehovet vilket dock kan motverkas av exempelvis ökad efterfrågan på komfortvärme (t.ex. handduksvärmare och värmegolv). Energianvändningen för uppvärmning påverkas även av rå-

dande normer och av storleken på nybyggnation samt befolkningsutvecklingen.

I det pågående projektet Värmemarknad Sverige, har den svenska värmemarknadens framtida utveckling analyserats i fyra olika scenarier. Från dagens elanvändning för byggnadsuppvärmning och tappvarmvattenberedning på cirka 19 TWh minskar elanvändningen i samtliga scenarier. År 2030 pekar låg- respektive hög-scenarierna på en användning på 12-17 TWh, medan elanvändningen år 2050 sannolikt hamnar ännu lägre, 9-14 TWh. "Lägsta"- och "högsta"-nivåerna ligger ytterligare 2-4 TWh/år lägre respektive högre.

Tabell: Elanvändning för uppvärmning

[TWh]	Lägsta-nivå	Låg-scenario	Referens-scenario	Hög-scenario	Högsta-nivå
Idag	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0
2030	10,2	12,0	16,0	17,0	19,6
2050	6,3	9,0	13,0	14,0	18,2

Trots att den elbaserade uppvärmningen antas ta marknadsandelar i flera av scenarierna, kommer mängden använd el för uppvärmning alltså att minska i samtliga scenarier. Orsaken är en fortsatt konvertering från elvärme till värmepumpar, att nya och effektivare värmepumpar ersätter de gamla samt att fortsatta effektiviseringar i befintlig bebyggelse tillsammans med en nybyggnation med låga värmebehov leder till ett stagnerande eller minskande uppvärmningsbehov i bebyggelsen som helhet. Därutöver påverkas värmemarknaden, och

därmed även elanvändningen för uppvärmning, av befolkningsutvecklingen, nybyggnationens omfattning, de politiska målen och styrmedlen samt fastighetsägarnas preferenser. Referensscenariot bygger på en relativt långsam utveckling för samtliga dessa påverkansfaktorer. I högscenariot- och ”högsta-nivån” antas de elbaserade uppvärmningsteknikerna ta större marknadsandelar än i referensscenariot, samtidigt som såväl befolkningen som nybyggandet ökar snabbare. I lågscenariot- och ”lägsta-nivån” får vi motsatt utveckling för dessa faktorer.

16

Några framtida ”jokrar”: transportsektorn, fjärrvärmens, IT-sektorn.

Introduceras elfordon i stor skala, ökar elanvändningen inom transportsektorn högst påtagligt. Vårt referensscenario inkluderar en ökad elanvändning på cirka 2 TWh till år 2030 (vilket motsvarar 0,5-1 miljon fordon med möjlighet till eldrift år 2030) och 7 TWh till 2050. Idag diskuteras möjligheterna att utnyttja el för fjärrvärmeproduktion under lågprisperioder, men de höga elskattesatserna begränsar lönsamheten påtagligt. Skulle dessa skatter reduceras, eller helt tas bort, kan det finnas

utrymme för en ökad elanvändning i fjärrvärmeproduktionen på flera TWh. I referensscenariot har vi dock inte inkluderat en ökad elanvändning i fjärrvärmeproduktionen. Inom IT-området planeras och byggs nu serverhallar på flera håll. Dessa serverhallar är elkrävande, och en stor utbyggnad av dessa skulle ge en ökad elanvändning på många TWh. I vårt referensscenario antar vi dock endast en måttlig utbyggnad i Sverige.

Transportsektorns elanvändning

I nära anslutning till NEPP gjordes ett omfattande arbete om utvecklingen mot en fossilbränsleoberoende fordonsflotta och elens betydelse i några olika scenarier för att uppnå den visionen. Motsvarande arbeten gjordes något år senare i FFF-utredningen. Resultaten från båda dessa arbeten är snarlika. El kommer att vara en viktig faktor för omställningen av transportsektorn. Beroende på de antaganden som görs ökar elanvändningen olika mycket inom transportsektorn. Dock är ökningen relativt måttligt även vid en mycket kraftfull introduktion av elfordon. Det finns flera skäl till det, främst att elfordonen har en mycket hög energieffektivitet. I vilken takt elfordon kommer att introduceras på den svenska marknaden beror av många faktorer, t.ex. politiska beslut om mål nationellt och på EU-nivå, val av styrmedel och inte minst utvecklingen på batterisidan.

Elanvändningen inom transportsektorn uppgår idag (år 2013) till ca 3 TWh/år. Användningen domineras helt av järnvägstransporter.

Energimyndighetens referensscenario från Långsiktsprognos 2012 pekar på en elanvändning på 3,4 TWh år 2030, och med en trendframskrivning med samma procentuella ökningstakt så ger det 3,9 TWh år 2050. Detta kan betraktas som ett lågscenario. I Elforskrap-

porten 12:68, "Roadmap för ett fossilbränsleoberoende transportsystem år 2030", identifierades en utveckling där användningen av fossila drivmedel minskar med 80% till år 2030. Detta arbete kan ses som ett högscenario för transportsektorns elanvändning. Omställningen åstadkoms genom ett stort antal åtgärder, varav en omfattande elektrifiering är en del. I det scenariot ökar elanvändningen i den svenska transportsektorn till 8,8 TWh år 2030. För år 2050 anges en nivå som innefattar en ytterligare elektrifiering och en fullständig fossilbränslefri transportsektor där elanvändningen uppgår till 16 TWh.

Man kan alltså konstatera att även vid en mycket stor elektrifiering av transportsektorn så kommer sektorns elanvändning fortfarande vara relativt måttlig i förhållande till andra användarsektorer.

De påverkansfaktorer som har stor (störst) betydelse för utvecklingen inom transportsektorn är a) de politiska målen inom EU och nationellt, och övriga politiska beslut, normer och andra styrmedel (upp till 50 olika styrmedel påverkar sektorns utveckling), b) teknikutveckling och effektivisering, samt c) preferenserna bland dem som köper fordonen och transportjästerna.

Tabell: Elanvändning inom transportsektorn

[TWh]	Lägsta-nivå	Låg-scenario	Referens-scenario	Hög-scenario	Högsta-nivå
Idag	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
2030	2,8	3,4	5,0	8,8	10,1
2050	2,6	3,9	10,0	16,0	20,8

17

Eleffektbehovet kommer i huvudsak att förändras proportionellt mot elenergiutvecklingen. Elvärmen och elfordonen avgör spetsigheten under vintern och över dygnet.

För att elsystemet ska fungera krävs att det i varje ögonblick tillförs lika mycket el som man tar ut ur systemet. Det är således väsentligt att även beräkna och ange det framtida effektbehovet. Nedan ges såväl kvalitativa som kvantitativa resultat och slutsatser rörande effektbehovet. De kvalitativa är väl förankrade i NEPP:s analyser och resultat, men de kvantitativa bygger ännu bara på de nyligen påbörjade och ännu ofullständiga analyser vi hittills har

gjort i NEPP. De kvantitativa resultaten nedan bör därför **betraktas och hanteras som preliminära**.

I alla våra scenarier kommer dock eleffektbehovet under vintern att minska något relativt sett (dvs. relativt utvecklingen av *elenergin*) genom att elanvändningen för uppvärmning minskar. Det gör att lasten jämnas ut något, sett över året.

Tabell: Utvecklingen av elanvändningens effektbehov (i förhållande till energibehovets utveckling).

[TWh]	Hushållsel	Driftel	Värme- marknaden	Fjärrvärme- prod.	Industrin	Transporter
Utvecklingen av elanvändningens effektbehov	Som energin	Som energin	Minskad maxeffekt under vintern	Som energin	Som energin	Ökade dygnsvariationer

I de scenarier som innefattar en stor introduktion av elfordon, kan vi istället få en ökad variation av effektuttaget över *dygnet*, om inte ”smarta laddstrategier” förmår att jämna ut lasten över dygnet för elfordonens effektbehov.

Även om dessa laddstrategier inte skulle förmå jämna ut lasten särskilt mycket, blir påverkan på det totala effektbehovet ändå relativt begränsad och vår

slutsats om att det totala effektbehovet i huvudsak förändras proportionellt mot elenergiutvecklingen kvarstår. Våra preliminära resultat ger då nedanstående topplatusutveckling under ett normalår i de olika scenarierna. Effekttoppen hamnar då mellan cirka 21 000 och 33 000 MW (21-33 GW) exklusive distributionsförluster, i våra tre huvudscenarier år 2050, jämfört med en nivå på cirka 23 500 MW (23,5 GW) idag.

Tabell: Eleffektbehovets utveckling (effekttopparna) i våra tre huvudscenarier, samt för en "högsta- och lägsta-nivå". Tabellen anger eleffektbehovet i MW ett normalår, exklusive distributionsförluster.

[MW]	Lägsta-nivå	Låg-scenario	Referens-scenario	Hög-scenario	Högsta-nivå
Idag	23 500	23 500	23 500	23 500	23 500
2030	21 000	22 600	25 600	28 300	31 200
2050	17 500	21 400	27 300	32 900	38 900

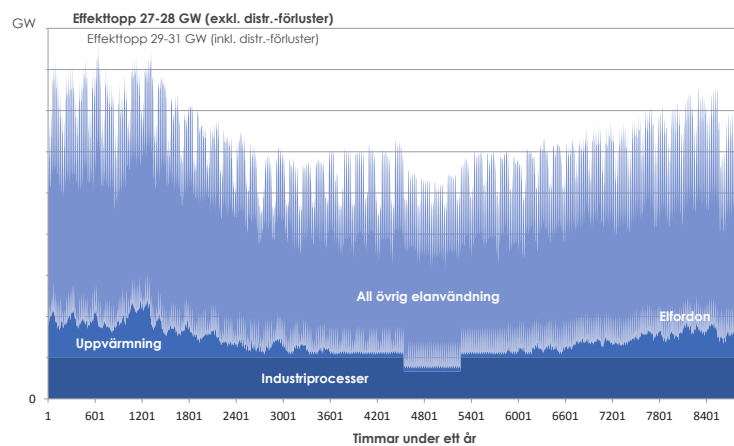
Olika förbrukningskategorier/sektorer har alltså olika effektbehovsprofil över året (olika "spetsig" förbrukningsprofil), där processindustrins behov är relativt jämt fördelat över året och elbehovet för uppvärmning är utetemperaturberoende. Den framtida effektprofilen kommer att bero på dels hur "spetsigheten" utvecklas hos de olika förbrukningsgrupperna, dels på deras inbördes storlek framöver. I våra analyser i NEPP har vi ännu inte underlag nog för att kunna precisera effektbehovet för alla sektorer, men vi kan göra två viktiga konstateranden om dagens och morgondagens effektbehovsprofil:

- Elanvändningens effektbehov för uppvärmning har en stor säsongsvariation, med ett mycket större effektbehov under vintern än under sommaren.

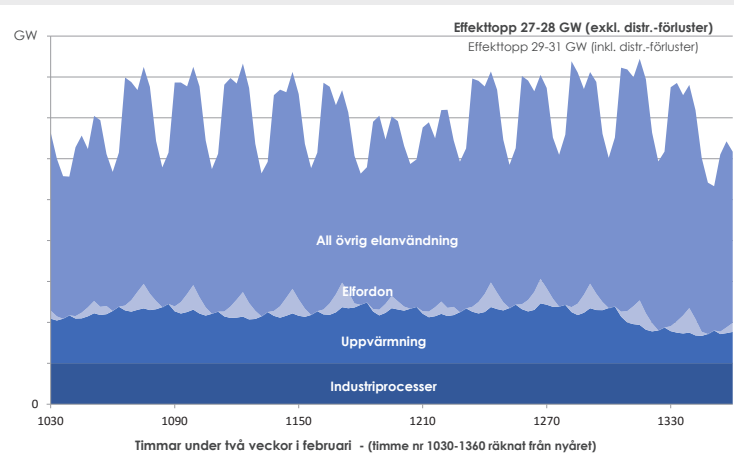
- Effektbehovet för den övriga elanvändningen (exkl. processindustri och elfordon) varierar lika mycket som elvärmens effektbehov, men det är istället en variation över dygnet.

I figuren överst på nästa sida illustreras detta. Figuren visar effektbehovet under år 2050 i referensfallet. Figuren ger effektbehovet från 1 januari (timme nummer 1) till 31 december (timme nummer 8760).

Effektbehovet under de två veckor av året då vi har effekttoppen visas (schematiskt) i den efterföljande figuren. Vi har valt att anta att effekttoppen år 2050 inträffar under februari (det är rimligt att anta att den inträffar under den kallaste vinterperioden även år 2050).



Eleffektbehovet i Sverige 2050, från 1 januari till 31 december i vårt referensfall. Observera att sektoruppdelningen av effektbehovet är preliminär.



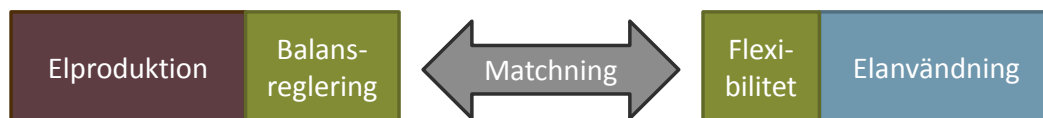
Eleffektbehovet i Sverige under två veckor i februari 2050, då årets effekttopp antas infalla. Observera att sektoruppdelningen av effektbehovet är preliminär och att "smart laddning" för elfordon är exkluderad.

19

Effektutmaningen handlar om matchningen mellan elanvändning och elproduktion. Det är produktionsutvecklingen, inte användningen, som ger en ökad utmaning!

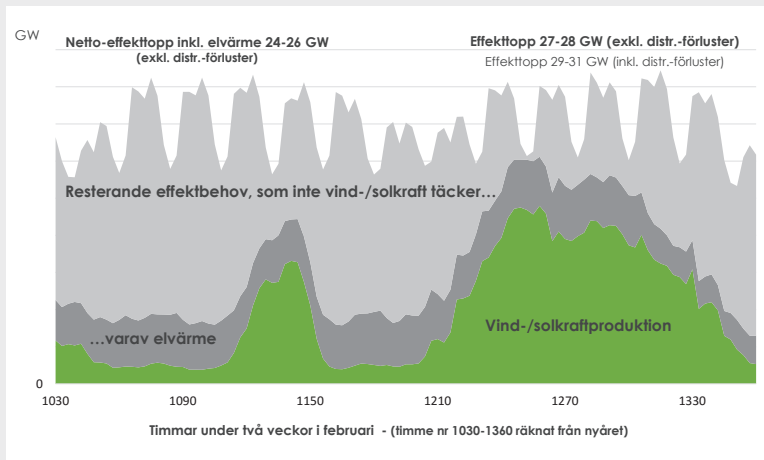
När balansen mellan användning och produktion är ansträngd får vi höga elpriser. Hittills har höga priser sammanfallit med att elanvändningen varit stor. I framtiden, med alltmer variabel kraft, kopplas de höga priserna *både* till en stor elanvändning och till en liten produktion. (Om exempelvis produktionen är stor i en situation med stor användning

kan elpriset ändå vara lågt. Omvänt kan elpriset bli högt i en situation med liten användning och liten produktion.) I framtiden blir det därför främst produktionen som skapar en ökad utmaning för elbalansen. Vad gäller utvecklingen av elanvändningens effektbehov förutses inga dramatiska förändringar jämfört med idag (se punkt 17 ovan).



Om vi utnyttjar de preliminära värden och diagram för effektbehovet som vi redovisat ovan, så kan vi få en uppfattning om vilken påverkan produktionsutvecklingen respektive utvecklingen av elanvändningen kan få till 2050 (referensfallet). Figuren nedan visar effektbehovet 2050 för den tvåveckorsperiod där effekttoppen infaller. I figuren visas

också vind- och solkraftsproduktionen under denna period, och – som illustration – har vi antagit en stor vind-/solkraftsproduktion på cirka 50 TWh år 2050. För att också tydliggöra elvärmens betydelse för effekttoppen, har vi i figuren redovisat denna separat.



Eleffektbehovet i Sverige under två veckor i februari 2050 (grått plus grönt), samt den del av effektbehovet som vind/solkraftsproduktionen täcker under dessa veckor (grönt). I figuren är det resterande effektbehovet som inte vind/solkraft täcker uppdelat i en elvärmedel (mörkgrått) och en övrigdel (ljusgrått).

Vi kan dra flera slutsatser, exempelvis att behovet av reglerbar produktionskapacitet/effekt, det som i figuren anges som "nettoeffekttoppen", uppgår till 24-26 GW år 2050. Det innebär - om dessa preliminära resultat är korrekta - att vårt behov av *tillgänglig reglerbar produktionskapacitet/effekt* (utöver vind- och solkraft) blir minst lika stort i framtiden som idag.

Samtidigt kommer ett framtida elsystem med mycket vind- och solkraft att behöva kunna hantera snabba och stora variationer i produktionen, som tydligt framgår av figuren, vilket kräver mycket stor flexibilitet i styrbar produktion och förbrukning.

Denna nya utmaning för kraftsystemet, dvs. "ett större behov av flexibilitet i styrbar produktion och förbrukning", är en av åtta stora utmaningar för det framtida kraftsystemet som NEPP identifierat (se faktaruta på nästa sida). Vi måste ägna dessa utmaningar alltmer uppmärksamhet i framtiden, och även om vi ännu kan hantera situationen utan större svårigheter, måste vi redan nu förbereda oss för de av utmaningarna som kommer redan inom 10-20 år. NEPP-projektet konstaterar samtidigt att det, för de åtta utmaningar, finns ett stort antal potentiella lösningar och att det går att få ett kraftsystem även med mycket stora inslag av variabel elproduktion att fungera väl, men det kräver alltså god insikt om utmaningarna och en förmåga att få lösningarna på plats.

Endast en av utmaningarna (nr 8) har direkt att göra med effekttoppens storlek. Lösningen är här att tillse att kraftsystemet har tillräckligt med reglerbar kapacitet för att möta effekttoppen. En del av denna effekt kan finnas på användningssidan, och elvärmen nämns som en del av lösningen. Men ofta rör det sig om effekttoppar som varar (minst) tioalet timmar – vilket figuren på föregående sida illustrerar väl – och hela eleffektbehovet

för elvärmen är inte möjligt att reglera ner under så långa tider.

Inte heller skulle det minska de åtta utmaningarna särskilt mycket om man (politiskt) verkade för att reducera den elbaserade uppvärmningen ännu mer än vad våra scenarier visar, eller rent av förbjöd den. Det framgår också tydligt av figuren på föregående sida.

Åtta utmaningar för att hantera den framtida effektsituationen (utdrag ur NEPP-rapport)

Generella utmaningar för att upprätthålla balans

1. Större behov av flexibilitet i styrbar produktion och förbrukning:

- Vindkraftsproduktionen kan förväntas ha lika stora variationer som efterfrågan har idag. Efterfrågan varierar regelbundet och på ett förutsägbart sätt medan vindkraften varierar med ett stokastiskt mönster. Detta innebär en utmaning vid planering av vattenkraftproduktion med ett mönster och volym som avviker från vad dagens älvsträckor har designats för.
- Fysisk reglerförmåga och regelverk för vattenkraften har utformats för att hantera dagens regelbundna förbrukningsvariationer, men inte med säkerhet morgondagens.
- Hydrologiska samband och vattenekologiska hänsyn i älvsträckorna begränsar möjligheterna till snabb omplanering av vattenregleringen.
- En ökad mängd svårprognostiserad vind- och solkraft försvårar vattenkraftplaneringen längs en älvsträcka och för användningen av transmissionsnätet. Den ökade osäkerheten kan leda till att både produktion och transmission måste planeras mer konservativt, det vill säga med större marginaler.

2. Anpassning av ansvarsfördelning och marknadsmekanismer: Ansvars- och arbetsfördelningen mellan elsystemets aktörer för att upprätthålla den fysiska balansen samt de marknadsmekanismer som står till buds för detta är utformade för att klara de hittillsvarande behoven. De ökade och förändrade reglerbehoven kan innebära att den nuvarande samverkans- och marknadsmodellen inte kommer att vara ändamålsenlig utan innebära en ineffektiv reglerprocess. Om ansvaret för att hantera de ökade prognososäkerheterna ska hanteras av marknadsaktörerna kan det krävas en utveckling så att en stor del av elhandeln kan ske närmare drifttimmen. Alternativet är att en större del av balansregleringen sköts genom den systemansvarige och att upphandlingen av reglertjänster utvidgas.

3. Årsreglering: Om solenergi blir en betydande del av kraftsystemet kommer den skapa ytterligare behov till säsongslagring, eftersom större delen av produktionen sker vid lågsäsong för konsumtion.

Utmaningar vid mycket vind- och solkraft och låg konsumtion

4. Mekanisk svängmassa: Under perioder då konventionell produktion ersätts av stora mängder sol-, eller vindkraft kommer mängden mekanisk svängmassa i

Åtta utmaningar för att hantera den framtida effektsituationen (forts.)

systemet att minska eftersom sol- och vindkraftverk vanligtvis inte använder synkronmaskiner direktkopplade till elsystemet. Mekanisk svängmassa behövs för att parera störningar som uppkommer i elsystemet.

5. Balansreglering: Med en större mängd vind- och solkraft ökar variationerna i det korta tidsperspektivet (sekunder-timmar) vilket ökar behovet av reglerförmåga. Med en större mängd vind- och solkraft blir det oftare färre konventionella kraftverk i systemet, vilket kan innebära att dessa färre kraftverk måste ta på sig en större del av balansregleringen och hålla tillräckliga marginaler för detta.

6. Överskottssituationer: Soliga och blåsiga dagar med liten förbrukning kan en överskottssituation uppstå som måste hanteras, särskilt om de närliggande marknaderna har samma situation och inte kan ta emot överskottet.

7. Överföringsförmåga: Om stora mängder vindkraft ska överföras från norra Sverige, vidare söderut och ut på utlandsförbindelserna samtidigt som övrig synkronproduktion står i det närmaste stilla måste det finnas tillräcklig med annan reaktiv kompensering för att upprätthålla spänningen och därmed överföringsförmågan på stamnätet.

Utmaningar vid lite vind- och solkraft och hög konsumtion

8. Tillgång till topplastkapacitet: Med en stor mängd vind- och solkraft kommer det finnas situationer med hög elförbrukning och låg vind- och solkraftsproduktion. Även vid dessa situationer måste det finnas tillräckligt med kapacitet.

19

Matchningen av elproduktion och elanvändning försvåras av vissa styrmedel.

Ett exempel är elskatten som även vid nollpris på el (helt eller delvis) förhindrar att el används. Omvänt är det ologiskt att elcertifikatsystemet kraftigt stimulerar produktion av el även under perioder då efterfrågan saknas.

Utformningen av elskatten och nättariffer ger dessutom incitament till ”prosumenter” att anpassa sin förbrukning så att den minimerar utmatning på nätet vilket inte nödvändigtvis är det agerande som gynnar systemet som helhet.

20

Efterfrågeflexibilitet blir viktigare och får också "nya funktioner".

Efterfrågeanpassningar drivs fram av höga priser, såväl idag som i framtiden, men efterfrågeflexibilitetens funktion blir i framtiden delvis annorlunda eftersom de höga priserna kan förutses uppträda vid fler tidpunkter och ha fler orsaker än idag. Det ger efterfrågeflexibiliteten nya funktioner.

Vår bedömning är att efterfrågeflexibiliteten erbjuder en teknisk potential för minskning av effektbehovet på minst 4000 MW i Sverige. Detta är en betydande potential och motsvarar 15 % av den maximala nationella effekttoppen.

Dock är det viktigt att notera att den totala potentialen endast kan realiserars under korta perioder (1-3 timmar) i och med att hälften av potentialen erhålls från eluppvärmda småhus som enbart kan flytta last under få timmar utan komfortpåverkan. Denna last är alltså återvändande till skillnad från effektreduktioner som realiserars av industriföretag. Industriföretagens efterfrågeflexibilitet som innebär en bestående reduktion av last är i sin tur beroende av produktions- och leveransförhållandena som påverkar priselasticiteten. Det är sannolikt att den fulla efterfrågepotentialen från industrin därmed enbart kan realiserars ett par gånger per år och lämpar sig inte för kontinuerlig balansering av kraftsystemet.

Potentialen hos last som flyttas är alltså begränsad i den meningen att den behöver upprätthållas un-

Tabell: Potentialen för efterfrågeflexibilitet.

Sektor	Total potential [MW]
Industri	1900-2300 MW
Småhus med elvärme	2000-2400 MW
Köpcentrum	40-50 MW
Kontor	140 MW
Skolor	10-20 MW
Total potential	Cirka 4000-4500 MW

der flera timmar för att påverka topplasten i någon större utsträckning. Om hela potentialen används under endast en timme kommer den timme med näst högst last att vara endast något lägre. Om efterfrågepotentialen utnyttjas och/eller att energilagrar – som kan få en utjämnande effekt på efterfrågan på samma sätt som efterfrågeflexibilitet - laddas och laddas ur under samma dygn finns det ändå en teknisk begränsning i potentialen på 2000-3000 MW, trots att potentialen för efterfrågeflexibilitet enskilda timmar alltså är större (4000-4500 MW).

Att de tekniska potentialerna bland hushållskunder och industrikunder har olika karaktär påverkar även de ekonomiska incitamenten som krävs för efterfrågeflexibilitet. Industrikunder reagerar på prisnivåer, hushållskunder på relativa prisskillnader mellan de perioder lasten förflyttas från och till.

Det är därför viktigt att tariffstrukturer är utformade på ett sätt som ger tillräckliga incitament för effektreduktioner, men också är utformade på ett sätt som möjliggör att de ekonomiska incitamenten för de olika kundkategorierna sammanfaller.

De tekniska möjligheterna finns alltså för att genom efterfrågeflexibilitet påverka eleffektbehoven. Utmaningen är att hitta metoder och affärsmodeller för att realisera möjligheterna eftersom de ekonomiska incitamenten för de enskilda kunderna i många fall är jämförelsevis små.

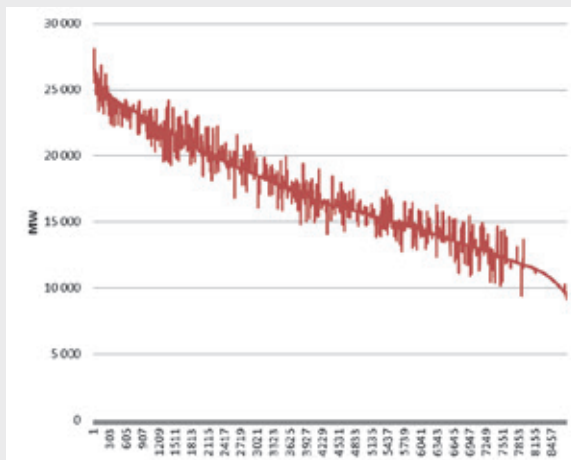
Efterfrågeflexibilitetens påverkan på effekten

Som beskrivits ovan finns det en potentiell efterfrågeflexibilitet på ca 4000 MW i Sverige. I teorin skulle alltså efterfrågeflexibiliteten kunna sänka efterfrågan med 4000 MW, eller med ca 15 %. I realiteten kan man dock inte räkna med att hela potentialen finns tillgänglig vid en effekttopp av olika

anledningar (av vilka flera diskuterats ovan):

- Den uppskattade effekttoppen är baserad på historiska värden och innehåller troligtvis redan en viss mängd efterfrågeflexibilitet.
- Sammanlagringseffekter gör att summan av de enskilda förbrukningsreduktionerna inte motsvarar hela potentialen (all efterfrågeflexibilitet är inte tillgänglig 100 % av tiden).
- Efterfrågeflexibilitet är inte uthållig och är tillgänglig typiskt ett par timmar.
- Efterfrågeflexibiliteten förväntas vara priskänslig. De högsta priserna sammanfaller inte nödvändigtvis med den högsta förbrukningen. Detta gäller särskilt i ett system med stora mängder vindkraft, mer om det nedan.

I figuren nedan visas ett varaktighetsdiagram där ett scenario med och utan efterfrågeflexibilitet lagts på varandra. I figuren framgår det att det vid låg



Varaktighetsdiagram som visar efterfrågeflexibilitetens påverkan på topplasten i ett scenario med mycket vindkraft. (Skalan på x-axeln är årets timmar.)

förbrukning inte är någon nämnvärd efterfrågeflexibilitet. Detta beror på att det vid dessa tillfällen är mycket låga elpriser och därmed inga incitament för efterfrågeanpassning. Som förväntat sker också nedreglering mestadels vid hög förbrukning. Dock sker det en del uppreglering under timmarna med den högsta lasten och topplasten är faktiskt högre i ett scenario med efterfrågeflexibilitet. Förklaringen ligger i att efterfrågeflexibiliteten reagerar på prissignaler och att elprisets topp inte nödvändigtvis sammanfaller med det högsta elbehovet. Detta

är särskilt tydligt i ett system med stora mängder vindkraft. Om vindkraftsproduktionen är hög vid det tillfälle som efterfrågan är som högst kommer det att ha en inverkan på priserna vid detta tillfälle. I ett system med stora mängder vindkraft är det därför nettoförbrukningen som är dimensionerande snarare än topplasten. Förutsatt att prissignalerna är riktiga, dvs. högst priser då det råder knapphet, kommer efterfrågeflexibiliteten ändå att hjälpa elsystemet då det är som mest ansträngt även om topplasten inte nödvändigtvis minskar.

Olika typer av efterfrågeflexibilitet

Det finns olika typer av efterfrågeflexibilitet som är viktiga att skilja mellan. En är industrins effektreduktioner som sker som en följd av industrins elpriskänslighet. När industriföretag anser att elpriset orsakar för höga rörliga kostnader i produktionen drar de ner på lasten, oftast genom att stänga av elkrävande produktionsprocesser under en viss tid. En del av både den tekniska och ekonomiska potentialen för denna typ av efterfrågeflexibilitet utnyttjas redan idag som en del av effektreserven, vilket har bidragit till att den ofta hamnar i fokus när efterfrågeflexibilitet mer generellt diskuteras.

Potentialen för en annan typ av efterfrågeflexibilitet är dock lika stor, nämligen förflyttande av värmelasten i eluppvärmda småhus under några timmar. Sådan last kan kallas för återvändande last i och med att effektbehovet som följer efter effektreduktionen är högre än den genomsnittliga efterfrågan. Man måste alltså "ta igen" den effektreduktion som gjorts. I och med att elvärmekunderna flyttar sin värmelast mellan närliggande tidsperioder är det den relativa prisskillnaden, inte den absoluta prisnivån, som skapar det ekonomiska incitamentet för laststyrningen. Förutsättningen för elvärmekundernas efterfrågeflexibilitet är smarta elnät. Idag kan av olika skäl inte den tekniska och ekonomiska potentialen för hushållens efterfrågeflexibilitet realiseras fullt ut, men i längre tidsperspektiv är denna potential högst relevant.

I ett längre tidsperspektiv kan även en tredje typ av efterfrågeflexibilitet bli aktuell, nämligen förflyttning av last genom att exempelvis anpassa tiden för elbilsladdning eller för användningen av hushållsapparater utifrån prisskillnader mellan olika tidpunkter. Denna potential kräver sannolikt en utökad användning av IT i kraftsystemet liksom automatiserade lösningar för att realiseras. Denna förflyttning av last är också möjlig under enbart några timmar, men till skillnad från värmelasten är den inte på samma sätt direkt återvändande. Det handlar dock endast om att flytta lasten i tiden, från tider med högre pris till tider med lägre pris. Energibehovet sett över en längre period är alltså oförändrat.

Som sagt ovan, kan de olika typerna av efterfrågeflexibilitet användas för att utjämna efterfrågan över kortare tidsperioder och därmed bidra till balansering av kraftsystemet. Eftersom efterfrågeflexibiliteten inte är uthållig under längre tidsperioder kan den inte jämföras med produktionsresurser. Här skiljer sig efterfrågeflexibilitet även från energilagring som är oberoende av lasten och kan användas över längre tidsperioder. Fortfarande idag är olika lagringsteknologier under utveckling både gällande dess tekniska och ekonomiska prestanda och konkurrerar inte med efterfrågeflexibilitet i ekonomiska termer.

Litteraturförteckning

Nedan anges de viktigaste referenserna för det statistikunderlag och de analyser som presenteras i denna skrift.

European Commission (2008), EU energy and transport trends to 2030, Update 2007, European Commission, Brussels, 2008.

European Commission (2011), Energy Efficiency Plan 2011, SEC(2011) 277 final, European Commission, Brussels, 2011.

European Commission (2014a), Energy Efficiency and its contribution to energy security and the 2030 Framework for climate and energy policy, COM(2014) 520 final, European Commission, Brussels, 2014.

European Commission (2014b), EU energy, transport and ghg emissions trends to 2050, Reference Scenario 2013, European Commission, Brussels, 2014.

Eurostat Statistics Database (2015), <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>, Eurostat, Luxembourg, 2015:

- Final energy demand and Primary energy demand (table: nrg_100a) http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?wai=true&dataset=nrg_100a
- GDP and main components – volumes (table: nama_gdp_k) http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nama_gdp_k&lang=en
- Supply, transformation and consumption of electricity - annual data (table: nrg_105a) http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_105a&lang=en

The Maddison-Project database (2013), <http://www.ggd.net/maddison/maddison-project/home.htm>, 2013 version, University of Groningen, Groningen.

The World bank database (2015), <http://data.worldbank.org/indicator> , The World Bank Group.

Elforsk (2013), Efterfrågeflexibilitet på en energy only-marknad, Budgivning, nättariffer och avtal. Elforsk rapport 13:95, Stockholm, 2013

NEPP – North European Power Perspectives (2013a): Förutsättningar och drivkrafter för olika typer av elkunder att justera förbrukningsmönster och minska sin elförbrukning idag och i framtiden, www.nepp.se, rapport till Samordningsrådet för smarta elnät, 2013.

NEPP – North European Power Perspectives (2013b): Utmaningar som det svenska elnätet står inför, www.nepp.se, rapport till Samordningsrådet för smarta elnät, 2013.

NEPP – North European Power Perspectives (2014a), Reglering av ett framtida svenskt kraftsystem, www.nepp.se, NEPP-rapport, 2014.

NEPP – North European Power Perspectives (2014b): Analysera effekten av olika förändringar i regelverk, rollfördelning och marknadsmodeller som kan bidra till att utnyttja möjligheterna till efterfrågefleksibilitet bättre, www.nepp.se, rapport till Samordningsrådet för smarta elnät, 2014.

NEPP – North European Power Perspectives (2015a), Elsystemets utveckling i Sverige, Norden och Europa, www.nepp.se, NEPP-rapport, 2015.

NEPP – North European Power Perspectives (2015b), Elanvändningen i Sverige 2030 och 2050, www.nepp.se, NEPP-rapport, 2015.

Sköldberg, H., et. al. (2014), Värmemarknaden i Sverige – en samlad bild, slutrapport, www.varmemarknad.se, Mölndal, 2014

Statens Energimyndighet (2009, 2014, 2015), Energiläget i siffror, utgåvorna 2009, 2014 och 2015, Eskilstuna.

Statistiska Centralbyråns databas (2015), <http://www.scb.se>, Stockholm, 2015:

- Befolkning: http://www.scb.se/sv_/Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Befolkning/
- Hushåll och lokaler: http://www.scb.se/sv_/Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Boende-byggande-och-bebyggelse/
- Hushållens ekonomi: http://www.scb.se/sv_/Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Hushallens-ekonomi/
- BNP m.m.: http://www.scb.se/sv_/Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Nationalrakenskaper/

Statistiska Centralbyråns (2015b), Sveriges framtida befolkning 2015–2060, Demografiska rapporter 2015:2, Statistiska Centralbyrån, Stockholm

Svenska Kraftnät (2015): Kraftbalansen på den svenska elmarknaden vintrarna 2014/2015 och 2015/2016, Stockholm, 2015

Projektet har även haft tillgång till de omfattande interna databaser som NEPP:s forskargrupper löpande uppdaterar och dokumenterar i sin forsknings- och utredningsverksamhet. Det gäller främst databaser på Profu, Sweco och Chalmers. Därutöver har projektet genomfört workshops, bl.a. med industrins branschexperter, i syfte att nå specifika statistikuppgifter och prognoser.

Elanvändningen i Sverige

Elanvändningen i Sverige har legat relativt konstant på 130-140 TWh/år i 25-30 år. Dessförinnan ökade elanvändningen med i genomsnitt 4-5 % per år. Två sektorer står för merparten (cirka 95 %) av elanvändningen: industrin och bostäder/service. Avgörande för den framtida utveckling är vad som händer inom dem. I detta arbete om den framtida elanvändningen har vi utgått såväl från den historiska utvecklingen som från prognoser om utvecklingen för de faktorer och omvärldsparametrar som påverkar elanvändningens framtida utveckling.

Denna skrift presenterar tre olika scenarier inom ett relativt brett utfallsrum, med såväl ökning som minskning av elanvändningen. Scenarierna baseras företrädesvis på officiella prognoser och antaganden om utvecklingen av ett tiotal faktorer som har påverkan på elanvändningens utveckling; faktorer som bidrar till såväl minskande som ökande elanvändning.

NEPP (North European Power Perspectives) är ett multidisciplinärt forskningsprojekt om utvecklingen av elsystemen och elmarknaden i Sverige, Norden och Europa i tidsperspektiven 2020, 2030 och 2050. Forskningen genomförs av välmeriterade forskare och analytiker.

I en särskild temabok har vi sammanställt NEPP:s analyser om elanvändningens utveckling. Analyserna omfattar både energi- och effektbehovet. Denna skrift ger en sammanfattning av temabokens viktigaste slutsatser, bland annat:

- Energieffektiviseringen är den enskilt viktigaste påverkansfaktorn på elanvändningen.
- Även befolkningsutvecklingen har en betydande påverkan på elanvändningen, liksom den ekonomiska utvecklingen, men fortsatt "decoupling" innebär att ekonomins påverkan långsamt blir mindre i framtiden.
- Energieffektiviseringen är (mycket) större i högkonjunkturer än i lågkonjunkturer.
- Driftelen fortsätter att öka medan hushållselens ökning upphör helt.
- Industrins elanvändning antas vända uppåt igen i takt med den ekonomiska återhämtningen internationellt och nationellt, men antas öka i långsam takt.
- Elanvändningen för uppvärmning minskar påtagligt i alla scenarier.
- Några framtida "jokrar": transportsektorn, fjärrvärmes, IT.
- Ellasten blir allt mindre "spetsig": Elvärmes och elfordonen påverkar spetsigheten.
- Effekttutmaningen handlar om matchningen mellan elanvändning och elproduktion. Det är produktionsutvecklingen, inte användningen, som ger en ökad utmaning!