

north
european
power
perspectives



Bedömning av det bidrag som smarta elnät kan ge
för att uppfylla energi- och klimatmål

Rapport till Samordningsrådet för smarta elnät

Profu



NEPP report

Juni 2014

Rapport till Samordningsrådet för smarta elnät

Bedömning av det bidrag som smarta elnät kan ge för att uppfylla energi- och klimatmål

Rapport, juni 2014

Bo Rydén, Profu

Håkan Sköldberg, Profu

Erik Axelsson, Profu

Thomas Unger, Profu

Sammanfattning

Rådet har i sitt kommittédirektiv uppgiften att belysa möjligheterna för smarta elnät att bidra till uppfyllelsen av energi- och klimatmål. I detta arbete har vi analyserat möjligheterna för smarta elnät att bidra till fyra energi- och klimatmål:

- målet om ökad andel förnybar energi till 2020,
- mål om reduktion av växthusgasutsläpp till 2020,
- mål om ökad energieffektivisering till 2020, samt
- målet om en fossilbränsleoberoende fordonsflotta år 2030.

Vi har genomfört uppgiften i två steg, ett kvalitativt och ett kvantitativt steg. I det *kvalitativa* steget har vi utvecklat och beskrivit olika metoder som kan utnyttjas för att bedöma hur utvecklingen av smarta elnät bidrar till uppfyllelsen av energi- och klimatmålen. Dessa metoder är med nödvändighet ungefärliga - eftersom det inte finns några direkta kausala samband mellan utvecklingen av smarta elnät och uppfyllelsen av energi- och klimatmålen – och har sina för- respektive nackdelar. I det *kvantitativa* steget har vi utnyttjat dessa metoder för beräkningar, med ambitionen att kunna ange en kvantifiering som visar rimliga storleksordningar på i vilken utsträckning utvecklingen av smarta elnät bidrar till uppfyllelsen av energi- och klimatmålen, dels för målen var för sig, dels för målen samlat.

Vi har utarbetat tre metoder, utifrån vilka vi sedan gjort kvantifieringar. Alla tre metoderna tar sin utgångspunkt i rådets, och bl.a. EI:s, definition av smarta elnät. I EI:s rapport "Anpassning av elnäten till ett uthålligt energisystem" (EIR2010:18) står det: *Smarta nät är samlingen av ny teknologi, funktionen och regelverket på elmarknaden, m.m. som på ett kostnadseffektivt sätt:*

- *underlättar introduktion och utnyttjandet av förnybar elproduktion*
- *leder till minskad energiförbrukning*
- *bidrar till effektreduktion vid effektoppar och*
- *skapar förutsättningar för aktivare elkunder*

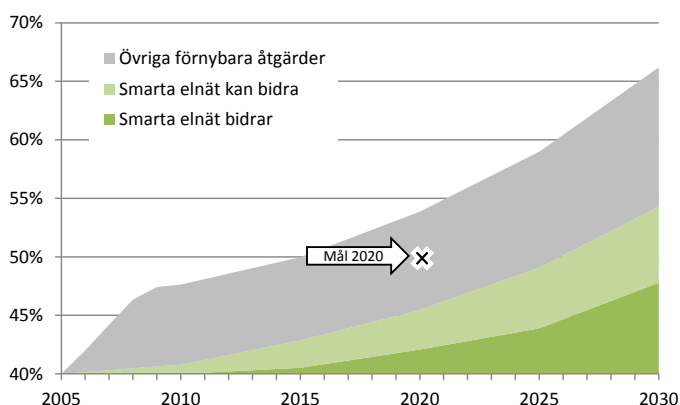
Vår första metod tar sin utgångspunkt i att smarta elnät behövs för samtliga elnära åtgärder som har bäring på dessa fyra punkter ovan, i det *omställningsscenario* som analysen grundas på. Exempelvis kan all vindkraft som byggs, och alla elfordon som används nyttiggöra sig av smarta nät i någon grad, enligt denna metod. *Vår andra metod* tar sin utgångspunkt i att smarta nät behövs för en andel av de elnära åtgärder som har bäring på dessa fyra punkter ovan. Andelen bestäms som en *differens* mellan utfallet av elnära åtgärder i det aktuella omställningsscenarioet och i ett referensfall (där genomslaget av åtgärder är mindre). De åtgärder som kvantifieras med metod 2, anger vi som åtgärder som "bidrar till måluppfyllelsen" och de åtgärder som kvantifieras med metod 1, minus de åtgärder som kvantifieras med metod 2, anger vi som åtgärder som "kan bidra till måluppfyllelsen".

Vår tredje metod, som också tar utgångspunkt i de fyra punkterna ovan, avviker dock i sin uppbyggnad från de andra två metoderna. Den bygger på en score-card-bedömning, och ger en indexsiffra som anger "betydelsen av smarta elnät för måluppfyllelse" för vart och ett av målen. Ambitionen är att metoden då, bättre än de andra två, få med den fjärde av de fyra punkterna ovan, den om "aktiva kunder". Med nödvändighet är denna metod dock något svårare att utföra kvantifieringar utifrån, men vi har ändå, genom den beräknade indexsiffran, kunnat ange "storleksordningar".

De smarta elnäten bidrar till att uppfylla våra energi- och klimatmål!

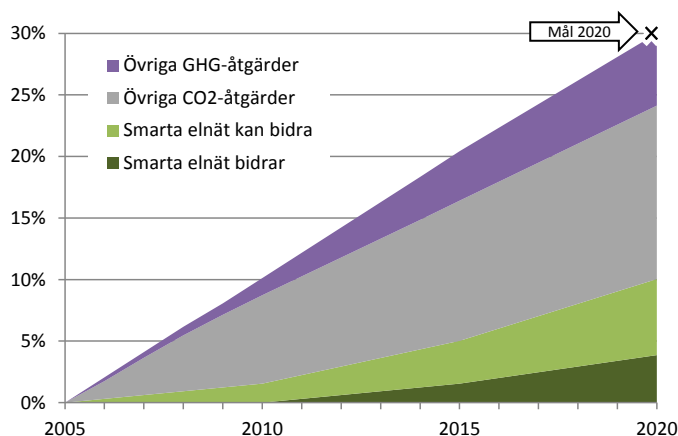
De samlade resultaten från vår analys visar att *de smarta elnäten bidrar* till uppfyllelsen av de svenska energi- och klimatmålen. Den kvantitativa bedömning vi gjort enligt metod 1 och 2 visar att de smarta elnäten bidrar till cirka 10-15% av de åtgärder som kan komma att implementeras för att uppfylla våra energi- och klimatmål. För ytterligare 10-25% av åtgärderna kan de smarta elnäten bidra, eftersom dessa åtgärder också kan nyttiggöra de smarta elnäten, men enligt vår bedömning är kopplingen till måluppfyllelsen svagare. Den mer kvalitativa bedömning vi gjort, enligt metod 3, anger att de smarta elnäten har "viss betydelse", eller t.o.m. "ganska stor betydelse", för måluppfyllelsen av energi- och klimatmålen, motsvarande en indexsiffra mellan den andra och tredje nivån på en femgradig skala. (I tabell på s. 23 ges de samlade resultaten från analyserna med metod 1-3.)

Störst bidrag ger de smarta elnäten till uppfyllelsen av målet om en ökad andel förnybar energi till 2020, där i storleksordningen två femtedelar av de förnybara åtgärder som kan komma att implementeras till 2020 *kan nyttiggöra* de smarta elnäten (summan av "bidrar" och "kan bidra"), enligt vår bedömning enligt metod 1 och 2. Med metod 3 blir vår bedömning att de smarta näten har "ganska stor betydelse" för uppfyllelsen av det förnybara målet.



Figur: Ökad andel förnybar energi i Sverige 2005-2020 (med utblick till 2030): Målet är en 50%-ig andel förnybar energi till år 2020 (obs skalan i figuren är bruten). Enligt de scenarier vi baserat vår analys på kommer målet för år 2020 att överträffas, vilket också framgår av figuren.

Målen för växthusgaser och effektivisering, som också gäller år 2020, kommer upp i cirka en tredjedel (summan av "bidrar" och "kan bidra"), och hamnar – i metod 3 – mittemellan "viss betydelse" och "ganska stor betydelse". I samma storleksordning hamnar bedömningen för det *alternativa fallet*, med större andel elfordon, för målet om en fossilbränslefri fordonsflotta år 2030. I vår grundvärdering hamnar dock den andelen lägre, i storleksordningen 20% och – för metod 3 – "viss betydelse".



Figur: Reduktionen av växthusgasutsläpp i Sverige 2005-2020: Det mål vi baserat vår bedömning på är en reduktion med 30% från 2005 till 2020, vilket är målet för den icke-handlande sektorn. Vår bedömning omfattar dock både den handlande och den icke-handlande sektorn. (De historiska utsläppens variationer för 2005-2012 har inte inkluderats i figuren ovan.)

Våra analyser indikerar också att de smarta elnäten kan komma att bidra i större utsträckning till måluppfyllelse av eventuella framtida mål, för exempelvis 2030. Tydligast visar vårt analysunderlag det för eventuella framtida mål för förnybar energi (vilket görs tydligt i figuren ovan), men kan även komma att gälla för 2030-mål om växthusgasreduktion och ökad energieffektivisering.

Då teknikvalen är ”maximalt smarta elnätsberoende”

Vi har, enligt rådets uttryckliga önskan, också försökt ange hur stort bidrag de smarta elnäten ger till måluppfyllelsen i de fall då teknikvalen är ”maximalt smarta elnätsberoende”, i jämförelse med alternativa fall, där vägvalen är mindre beroende av smarta elnät.

Våra metoder bygger på att vi identifierat ett antal omställningsscenarioer, exempelvis rådets scenario B och D, och jämfört energisystemets utveckling i dessa med utvecklingen i ett antal referensscenarier, bl.a. rådets scenario A (och delvis även scenario C). Utifrån dessa scenarijämförelser, och våra analysers resultat om hur mycket de smarta elnäten kan bidra till uppfyllelsen av energi- och klimatmålen, har vi identifierat tre teknik-/åtgärdsgrupper där man skulle kunna argumentera för att de är ”maximalt smarta elnätsberoende”, åtminstone på lite längre sikt när de kan ha nått lite större volymer (för exempelvis elfordon är det efter år 2020):

- Stor utbyggnad av vindkraft och solkraft.
- Stort genomslag för eldrift inom transportsektorn (i scenarierna är det främst eldriften av personbilar som får genomslag fram till mållåret 2030).
- Stort genomslag för eleffektivisering i bostads- och servicesektorn, men även inom industrin i vissa tillämpningar.

Vår brasklapp

Att bedöma hur utvecklingen av smarta elnät kan bidra till uppfyllelsen av energi- och klimatmålen, är en mycket vanskelig uppgift som kan göras på många olika sätt. Det finns ingen etablerad vägledning för bedömningen; än mindre några vedertagna metoder. De metoder vi utnyttjat är enkla och transparenta, men med nödvändighet ungefärliga. Det innebär att även våra resultat måste hanteras som ungefärliga, och hanteras endast utifrån vår ambition att ange rimliga storleksordningar för i vilken utsträckning utvecklingen av smarta elnät kan bidra till uppfyllelsen av målen.

Samtidigt är vår bedömning att det inte alls är säkert att det är meningsfullt att fördjupa analysen ytterligare, och göra den mer detaljerad än vad vi gjort, eftersom de grundläggande osäkerheterna kring definitioner och kvantifieringar av de smarta elnätens bidrag till måluppfyllelsen är genuina och inte kan elimineras.

Innehåll

Sammanfattning.....	3
De smarta elnäten bidrar till att uppfylla våra energi- och klimatmål!.....	4
Då teknikvalen är ”maximalt smarta elnätsberoende”	5
Uppgiften.....	7
Målen.....	7
Våra analysmetoder	8
Underlag som vi gjort analysen utifrån	9
Framtidsscenario och referensscenario	9
Då teknikvalen är ”maximalt smarta elnätsberoende”	10
Vår brasklapp.....	10
Resultat för metod 1 och 2.....	10
Målet om ökad andel förnybar energi	10
Sektorsmålet för transportsektorn.....	12
Växthusgasreduktionsmålet.....	12
Utsläppen av växthusgaser under perioden 2005-2010	14
Energieffektiviseringsmålet.....	14
Målet om en fossilbränsleoberoende fordonsflotta	17
Resultat för en alternativ bedömning, med större andel elfordon.....	18
Resultat för metod 3	19
Målet om ökad andel förnybar energi	20
Växthusgasreduktionsmålet.....	21
Energieffektiviseringsmålet.....	21
Målet om en fossilbränsleoberoende fordonsflotta	21
Resultatkommentarer	22
En samlad beskrivning av resultaten från metod 1, 2 och 3	22
Övriga kvalitativa resultat	23
Då teknikvalen är ”maximalt smarta elnätsberoende”	24
Beskrivning av analysunderlaget.....	25
Samordningsrådets fyra scenarier (scenario A-D).....	25
Vår kvantifiering av rådets scenario A-D.....	30
Roadmap för ett fossilbränsleoberoende transportsystem år 2030.....	38
A cost-effective package of measures to achieve the 20 % energy efficiency target	43

Uppgiften

Rådet har i sitt kommittédirektiv uppgiften att belysa möjligheterna för smarta elnät att bidra till uppfyllelsen av energi- och klimatmål till 2020 och 2030. Uppgiften i detta arbete är därmed att belysa möjligheterna för smarta elnät att bidra till mål om minskade av koldioxidutsläpp, om ökad andel förnybar energi, om ökad energieffektivisering och om att bidra till att uppfylla målet om en fossilbränsleoberoende fordonsflotta.

Vi har genomfört uppgiften i två steg:

- ett kvalitativt och
- ett kvantitativt steg

I det kvalitativa steget har vi utvecklat och beskrivit tre olika metoder som kan utnyttjas för att bedöma hur utvecklingen av smarta elnät bidrar till uppfyllelsen av energi- och klimatmålen. Dessa metoder är med nödvändighet ungefärliga - eftersom det inte finns några direkta kausala samband mellan utvecklingen av smarta elnät och uppfyllelsen av energi- och klimatmålen – och har sina för- respektive nackdelar. Metoderna beskrivs nedan och deras för- och nackdelarna anges. Rådets kansli har också givit kompletterande input till metoderna, innan det kvantitativa steget genomförts.

I det kvantitativa steget har vi utnyttjat dessa metoder för beräkningar, med ambitionen att kunna ange en kvantifiering som visar på rimliga storleksordningar på i vilken utsträckning utvecklingen av smarta elnät bidrar till uppfyllelsen av energi- och klimatmålen, dels för målen var för sig, dels för målen samlad.

Målen

Uppgiften är alltså att belysa möjligheterna för smarta elnät att bidra till uppfyllelsen av energi- och klimatmål till 2020 och 2030. Följande mål har omfattats av analyserna i detta arbete:

- **Ökad andel förnybar energi till 2020**, enligt överenskommelsen i EU:s energi- och klimatpaket. I enlighet med EU:s bördefördelning är målet för Sverige en förnybar andel på 49% år 2020, räknat som andel på "slutlig/köpt energi i användarledet" ("final energy"). Sveriges riksdag har sedan skärpt målet till 50% förnybar andel år 2020.
 - Sverige har också särskilt mål om 10 procent förnybar energi i transportsektorn 2020.
- **Reduktion av växthusgasutsläpp till 2020**, enligt överenskommelsen i EU:s energi- och klimatpaket. Målet för Sverige är en reduktion av växthusgaser i den icke-handlande sektorn med 17% från 2005 till 2020 och en reduktion av växthusgaser i den handlande sektorn (för hela EU) med 21% från 2005 till 2020. Sverige har skärpt målet för den icke-handlande sektorn till en reduktion med 40% från 1990 till 2020, motsvarande en reduktion med 31% från 2005 till 2020.
- **Ett energieffektiviseringsmål till 2020**, enligt överenskommelsen i EU:s energi- och klimatpaket (där dock inte effektiviseringsdirektivet implementerats ännu som ett bindande mål). Målet är en 20%:ig reduktion av primärenergianvändningen relativt ett beräknat utgångsläge år 2020 enligt EU:s referensscenario "Baseline 2007". (Sverige har också ett energiintensitetsmål på -20% från 2008 till 2020, räknat som kWh/BNP-enhet i fasta priser, men det har inte omfattats av vår analys.)

- **Målet om en fossilbränsleoberoende fordonsflotta**, som är formulerat: År **2030** bör Sverige ha en fordonsflotta som är oberoende av fossila bränslen.

Bedömningen av hur smarta elnät kan bidra till måluppfyllelsen har gjorts utifrån dessa fyra mål och målnivåer. Våra metoder och vårt kvantitativa underlag kan naturligtvis utnyttjas även för andra mål och målnivåer, vilket vi också berör nedan.

Våra analysmetoder

Vi har utarbetat tre metoder, utifrån vilka vi sedan gjort kvantifieringar. Alla tre metoderna tar sin utgångspunkt i rådets, och bl.a. EI:s, definition av smarta elnät. I EI:s rapport "Anpassning av elnäten till ett uthålligt energisystem" (EIR2010:18) står det: *Smarta nät är samlingen av ny teknologi, funktionen och regelverket på elmarknaden, m.m. som på ett kostnadseffektivt sätt:*

- *underlättar introduktion och utnyttjandet av förnybar elproduktion*
- *leder till minskad energiförbrukning*
- *bidrar till effektreduktion vid effekttoppar och*
- *skapar förutsättningar för aktivare elkunder*

Vår första metod tar sin utgångspunkt i att smarta nät behövs för samtliga elnära åtgärder som har bäring på dessa fyra punkter ovan, i det omställningsscenario som analysen grundas på. Exempelvis kan all vindkraft som byggs, och alla elfordon som används nyttiggöra sig av smarta nät i någon grad, enligt denna metod. Detsamma gäller en relativt stor del av den el-effektivisering som genomförs, osv.

Vår andra metod tar sin utgångspunkt i att smarta nät behövs för en andel av de elnära åtgärder som har bäring på dessa fyra punkter ovan. Andelen bestäms som en differens mellan utfallet i det aktuella omställningsscenarioet och ett referensfall (där genomslaget av åtgärder är mindre).

Genom detta upplägg för metod 1 och 2, har vi kunnat genomföra det andra steget – kvantifieringen – med utgångspunkt i (våra kvantifieringar av) rådets scenarier A-D och övriga scenarioarbeten som vi utnyttjat i analyserna (de valda scenarierna anges nedan). Det är en fördel, och de båda metoderna ger då också möjlighet till att få fyra olika kvantifieringar, en för vart och ett av de energi- och klimatmål som anges ovan.

Vi har då valt att redovisa resultatet från metod 1 och 2 med följande benämning:

- **Smarta elnät bidrar**: De åtgärder som kvantifieras med metod 2, anger vi som åtgärder som "bidrar till måluppfyllelsen", och anges med sin andel av alla identifierade åtgärder.
- **Smarta elnät kan bidra**: De åtgärder som kvantifieras med metod 1, minus de åtgärder som kvantifieras med metod 2, anger vi som åtgärder som "kan bidra till måluppfyllelsen", och anges med sin andel av alla identifierade åtgärder.

Vår tredje metod, som också tar utgångspunkt i de fyra punkterna ovan, avviker dock i sin uppbyggnad från de andra två metoderna. Den bygger på en score-card-bedömning, och ger en indexsiffra som anger **betydelsen av smarta elnät för måluppfyllelse**, för vart och ett av målen. Ambitionen är att metoden då, på ett tydligare sätt, skall kunna ta sin utgångspunkt i rådets egen beskrivning av scenarierna. Metoden kan också, bättre än de andra två, få med den fjärde av de fyra punkterna

ovan, den om "aktivarer kunder". Med nödvändighet blir denna metod dock något svårare att utföra kvantifieringen utifrån, men vi har ändå – genom den beräknade indexsiffran – försökt att få fram "storleksordningar".

Underlag som vi gjort analysen utifrån

Vi har gjort analysen av bidraget från smarta elnät till målpuppfyllelsen utifrån följande underlag:

- Rådets scenarier A-D beskrivna i dokumenten 14:1.6b, 14:1.6c samt "Bilaga 3 - Progress scenarioarbete"¹.
- Vår egen kvantifiering av rådets scenarier, redovisad i NEPP-rapporten "Fördjupad scenario-analys och kvantifiering av rådets fyra scenarier".
- Naturvårdsverket: "Sveriges rapportering till FN:s klimatkonvention"
- NEPP:s energisystemscenarier, projektet North European Power Perspectives (www.nepp.se)
- NEP-projektet: Forskningsprojektet Nordic Energy Perspectives (www.nordicenergyperspectives.org)
- Vårt eget roadmaparbete om fossiloberoende transportsektor: "Roadmap för ett fossil-bränsleberoende transportsystem år 2030", Elforsk rapport 12:68
- FFF-utredningen: N 2012:05 Utredningen om fossilfri fordonstrafik
- Energiläget i siffror 2013, Energimyndigheten

Framtidsscenario och referensscenario

För vart och ett av de fyra energi- och klimatmålen, har vi baserat analysen i metod 1 och 2 på ett (eller möjligen två) framtidsscenarioer i vilket det aktuella målet uppfylls, samt på ett referensscenario som utnyttjas för metod 2. Följande scenarier har utnyttjats:

- Förnybara målet: Som omställningsscenarioer har vi använt rådets scenarier B och D för den stationära sektorn och referensscenario är rådets scenario A (med scenario C som kontrollscenario). För transportsektorn har vi använt vårt roadmapsenario (se referens ovan) och som referensscenario den business-as-usual-utveckling som anges i samma referens, som "utvecklingen givet beslutade åtgärder".
- Växthusgasmålet: Som omställningsscenarioer har vi använt rådets scenarier B och D för den stationära sektorn och referensscenario är rådets scenario A. För transportsektorn har vi använt vårt roadmapsenario (se referens ovan) och som referensscenario den business-as-usual-utveckling som anges i samma referens, som "utvecklingen givet beslutade åtgärder".
- Energieffektivisering: Som omställningsscenario har vi använt det av NEP-projektet scenarier som omfattar "alla tre EU:s 2020-mål" (se referens ovan) och som referensscenario har vi använt NEP-projektets referensscenario.
- Fossilbränsleberoende: Som omställningsscenario har vi använt vårt roadmapsenario (se referens ovan) och som referensscenario den business-as-usual-utveckling som anges i samma referens, som "utvecklingen givet beslutade åtgärder".

¹ Dokument 14:1.6b: "Information om pågående scenarioarbete" 2014-01-09.
Dokument 14:1.6c: "Samordningsrådets slutliga framtidsscenarioer" 2014-01-09.
Bilaga 3: "Information om pågående scenarioarbete" 2013-10-29

Då teknikvalen är "maximalt smarta elnätsberoende"

I den mån det är möjligt har vi också, enligt rådets uttryckliga önskan, försökt ange hur stort bidrag smarta elnät ger till måluppfyllelsen i de fall då teknikvalen är "maximalt smarta elnätsberoende", i jämförelse med alternativa fall, där vägvalen är mindre beroende av smarta elnät.

Rådet anger några exempel: *"Om man tänker sig att transportsektorn kan minska sina utsläpp genom massiv övergång till elfordon får ju smarta elnät en större roll än om det blir förnybara drivmedel, vätgas eller dylikt. På samma sätt blir ju smarta elnät viktigare med massiv satsning på sol och vind och mindre genomslag för mer konventionell kraftproduktion med bl.a. CCS. Det vore då intressant om man kunde ringa in hur stor måluppfyllelsen (energi och klimat) för smarta elnät blir i de fall då teknikvalen är maximalt "smarta elnätsberoende" i jämförelse med de alternativ där vägvalen är mindre beroende av smarta elnät."*

De metoder vi utnyttjat för vår analys av måluppfyllelsen baseras, som ovan angivits, på scenarier från flera olika studier, bl.a. kvantifieringen av rådets egna scenarier. Genom att jämföra teknikvalen i de olika scenarierna kan vi få ett underlag för bedömningen av bidragen från de smarta elnäten. Scenarijämförelsen ger då också visst underlag för att – åtminstone kvalitativt – bedöma hur måluppfyllelsen blir i de fall då teknikvalen är "maximalt smarta elnätsberoende", i jämförelse med de alternativ där vägvalen är mindre beroende av smarta elnät.

Vår brasklapp

Att bedöma hur utvecklingen av smarta elnät kan bidra till uppfyllelsen av energi- och klimatmålen, är en mycket vanskligh uppgift som kan göras på många olika sätt. Det finns ingen etablerad vägledning för bedömningen; än mindre några vedertagna metoder. De metoder vi utnyttjat är enkla och transparenta, men med nödvändighet ungefärliga. Det innebär att även våra resultat måste hanteras som ungefärliga, och hanteras endast utifrån vår ambition att ange rimliga storleksordningar för i vilken utsträckning utvecklingen av smarta elnät kan bidra till uppfyllelsen av målen.

Samtidigt är vår bedömning att det inte alls säkert är meningsfullt att fördjupa analysen mer än vad vi gjort, och göra den mer detaljerad, eftersom de grundläggande osäkerheterna kring definitioner och kvantifieringar av de smarta elnätens bidrag till måluppfyllelsen är genuina och svårligen kan elimineras.

Resultat för metod 1 och 2

Målet om ökad andel förnybar energi

Den bedömning vi gjort enligt metod 1 och 2 visar att de smarta elnäten bidrar till cirka 15% av de förnybara åtgärder som kan komma att implementeras till 2020 – och de bidrar därmed också i motsvarande grad till måluppfyllelsen. För ytterligare cirka 25% av åtgärderna kan de smarta elnäten bidra, eftersom dessa åtgärder också kan nyttiggöra de smarta elnäten, men enligt vår bedömning är kopplingen till måluppfyllelsen svagare.

Enligt EU:s förnybarhetsdirektiv ska andelen förnybar energi i Sverige uppgå till 49% av den slutliga energianvändningen till 2020. Enligt det svenska målet som fastställts av riksdagen ska andelen förnybar energi 2020 vara minst 50 procent. Det förnybara målet är, enligt EU:s direktiv, uttryckt som

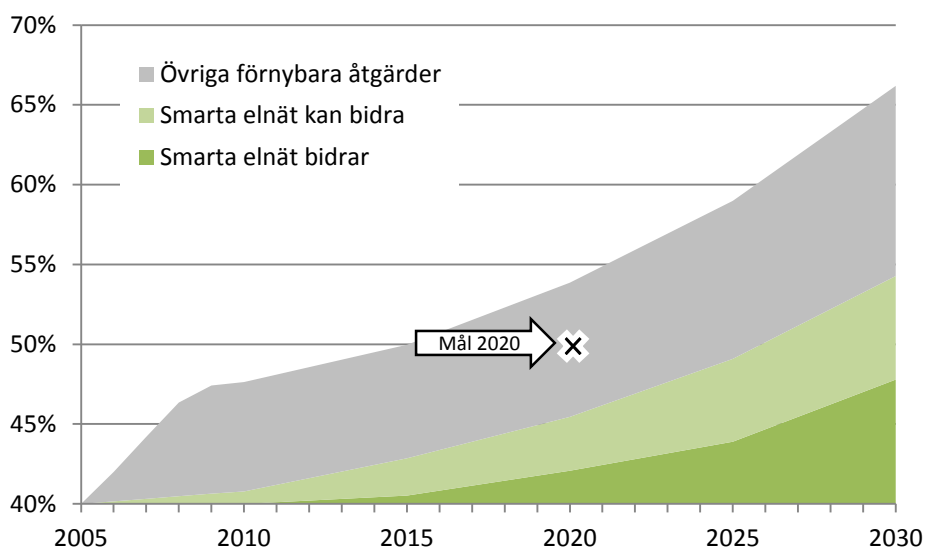
ett andelsmål, och anger hur stor del av slutanvändningen av energi som är förnybar, eller – för t.ex. el och fjärrvärme - har producerats med förnybar energi. Även det svenska målet är formulerat i enlighet med definitionen i EU:s förnybara direktiv, enligt förtydligande av energiministern i februari 2013, även om andra tolkningar gjorts tidigare. För 2030 finns ännu inget motsvarande mål formulerat, men vi har ändå gjort en utblick mot 2030 nedan.

Målet: Andelen förnybar energi skall vara minst 50% år 2020, enligt definition i enlighet med det förnybara direktivet. (Enligt de scenarier vi baserat vår analys på kommer målet för år 2020 att överträffas, vilket också framgår av figuren nedan.)

Smarta elnät bedöms, enligt våra metoder 1 och 2, att bidra till måluppfyllelsen enligt följande:

- **Smarta elnät bidrar:** Vår bedömning är att för 15% av de åtgärder som genomförs från 2005 till 2020 bidrar smarta elnät.
- **Smarta elnät kan bidra:** Vår bedömning är att för ytterligare cirka 25% av de åtgärder som genomförs från 2005 till 2020 kan smarta elnät också bidra.

Bidraget ökar på längre sikt: Vår bedömning är att smarta elnät kan komma att bidra i större utsträckning till måluppfyllelse av eventuella framtida mål för 2030, vilket också framgår av figuren nedan.



Ökad andel förnybar energi i Sverige 2005-2020 (med utblick till 2030): De smarta elnäten bidrar till cirka 15% av de förnybara åtgärder som kan komma att implementeras till 2020 – och de bidrar därmed också i motsvarande grad till måluppfyllelsen. För ytterligare cirka 25% av åtgärderna kan de smarta elnäten bidra, eftersom dessa åtgärder också kan nyttiggöra de smarta elnäten, men enligt vår bedömning är kopplingen till måluppfyllelsen svagare. Målet är en 50%-ig andel förnybar energi till år 2020 (obs skalan i figuren är brutet). Enligt de scenarier vi baserat vår analys på kommer målet för år 2020 att överträffas, vilket också framgår av figuren.

Tabell: Ökad användning av förnybar energi i Sverige från 2005 till 2020 och 2030

Åtgärd (Enhet: TWh/år)	Åtgärder där smarta elnät <u>bidrar</u>		Ytterligare åtgärder där smarta elnät <u>kan bidra</u>		Åtgärder där <u>inte</u> smarta elnät <u>bidrar</u>		Summa	
	2020	2030	2020	2030	2020	2030	2020	2030
Vindkraft och solkraft	4	17	10	16			14	33
Elfordon *	4	17	1	1			5	18
Förnybara drivmedel	0	0	1	3			1	3
Kraftvärme och mottryck	0	0	1	1			1	1
Övriga förnybara åtgärder					34	47	34	47
Totalt (TWh/år)	8	34	13	21	34	47	55	102
Procentuell andel	15%		24%		61%		100%	

*) För elfordon har endast den förnybara elen medräknats, som sedan multiplicerats med en faktor, enligt direktivet.

Sektorsmålet för transportsektorn

Sverige har också ett särskilt mål om 10 % förnybar energi i transportsektorn 2020. Den översiktliga bedömning vi gjort enligt metod 1 och 2 visar att de smarta elnäten bidrar till cirka en tiondel av de åtgärder som kan komma att implementeras till 2020 – och de bidrar därmed också i motsvarande grad till måluppfyllelsen. Ytterligare cirka en tiondel av åtgärderna kan bidra, eftersom de också kan nyttiggöra de smarta elnäten, men enligt vår bedömning är kopplingen till måluppfyllelsen svagare för dessa.

Vi baserar bedömningen på vårt roadmapsscenario (se beskrivning nedan) som anger cirka 15 TWh förnybart år 2020 i transportsektorn, av totalt cirka 80 TWh drivmedel. Av dessa kan en andel nyttiggöra de smarta elnäten. Enligt våra metoder 1 och 2 är det cirka 2 TWh förnybar el till elfordon (enligt tabellen ovan, dock ej multiplicerat med en faktor) och 1 TWh kopplat till de förnybara drivmedlen. Det motsvarar då cirka $3/15=20\%$ för metod 1 och cirka 10% för metod 2 (eller uttryckt som ovan: de smarta näten bidrar med cirka 10% (=metod 2) och kan bidra med ytterligare cirka 10%.)

Växthusgasreduktionsmålet

Den bedömning vi gjort enligt metod 1 och 2 visar att de smarta elnäten bidrar till drygt 10% av de åtgärder för växthusgasreduktion som kan komma att implementeras till 2020 – och de bidrar därmed också i motsvarande grad till måluppfyllelsen. För ytterligare drygt 20% av åtgärderna kan de smarta elnäten bidra, eftersom dessa åtgärder också kan nyttiggöra de smarta elnäten, men enligt vår bedömning är kopplingen till måluppfyllelsen svagare.

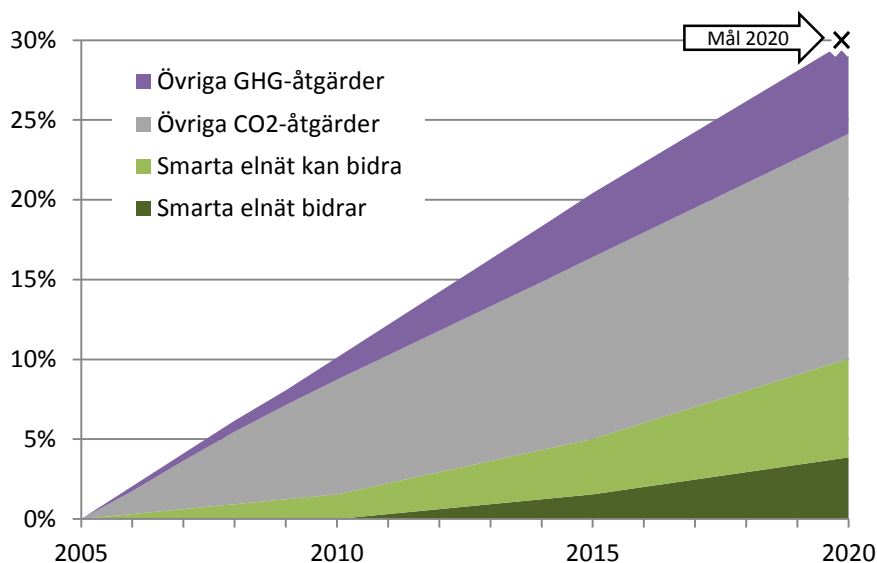
Klimatmålen är uppdelade i mål för ”den handlande sektorn” och den ”icke-handlande sektorn”. Målet för den handlande sektorn är EU-gemensamt (21% utsläppsreduktion mellan 2005 och 2020), och är inte bördefördelat på medlemsstaterna i EU. Målet för den icke-handlande sektorn (som är på 10% utsläppsreduktion mellan 2005 och 2020 för EU som helhet) är däremot bördefördelat, och Sveriges mål blir då 17%:s reduktion från 2005 till 2020.

Sveriges regering har dock formulerat ett strängare svenskt mål för den icke-handlande sektorn, på 40%:s reduktion från 1990 till 2020 (motsvarande drygt 30%:s reduktion från 2005 till 2020)². Vår kvantifiering av måluppfyllelsen grundar vi därför på detta mål. Vi väljer också att använda denna målnivå (cirka 30%) även för (den svenska delen av) den handlande sektorn. I analogi med att Sverige har satt ett strängare mål för den icke-handlande sektorn, bedömer vi att vår samlade klimatpolitik också höjt ambitionsnivån för de åtgärder som genomförs inom den handlande sektorn. Samtidigt är det viktigt att även ta med den handlande sektorn i vår bedömning - även om vi inte har något nationellt mål för den - eftersom det är i den som de smarta elnäten ger störst bidrag.

Målet: Utsläppen av växthusgaser skall minska med 30% från 2005 till 2020, såväl i den handlande som i den icke-handlande sektorn.

Smarta elnät bedöms, enligt våra metoder 1 och 2, att bidra till måluppfyllelsen enligt följande:

- **Smarta elnät bidrar:** Vår bedömning är att för drygt 10% av de åtgärder som genomförs från 2005 till 2020 bidrar smarta elnät.
- **Smarta elnät kan bidra:** Vår bedömning är att för ytterligare drygt 20% av de åtgärder som genomförs från 2005 till 2020 kan smarta elnät också bidra.



Reduktionen av växthusgasutsläpp i Sverige 2005-2020: De smarta elnäten bidrar till drygt 10% av de åtgärder som kan komma att implementeras till 2020 – och de bidrar därmed också i motsvarande grad till måluppfyllelsen. För ytterligare cirka 20% av åtgärderna kan de smarta elnäten bidra, eftersom dessa åtgärder också kan nyttiggöra de smarta elnäten, men enligt vår bedömning är kopplingen till måluppfyllelsen svagare. Det mål vi baserat vår bedömning på är en reduktion av växthusgaser i Sverige med 30% från 2005 till 2020. Målet omfattar både den handlande och den icke-handlande sektorn. (De historiska utsläppens variationer för 2005-2012 har inte inkluderats i figuren ovan.)

² Målet får till viss del uppfyllas genom flexibla mekanismer, men i vår bedömning motsvarar de en liten del.

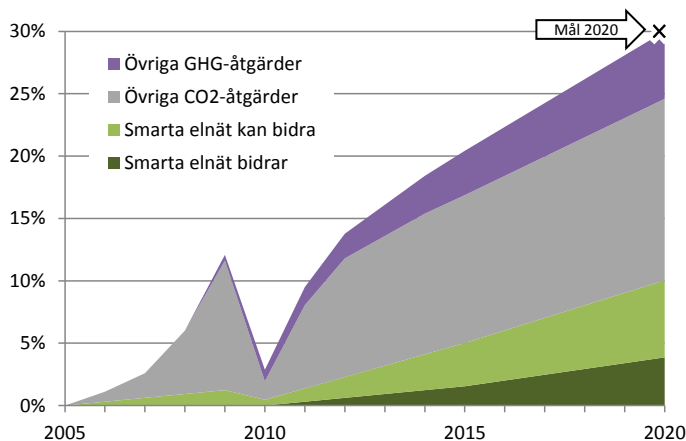
Tabell: Reduktion av utsläppen av växthusgaser i Sverige från 2005 till 2020.

Åtgärd (Enhet: Mton CO ₂ ekv/år)	Åtgärder där smarta elnät <u>bidrar</u>		Ytterligare åtgärder där smarta elnät <u>kan bidra</u>		Åtgärder där <u>inte</u> smarta elnät <u>bidrar</u>		Summa
	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020
			CO ₂	Ej CO ₂			
Vindkraft och solkraft	1,5	3,1					4,6
Elfordon	0,5	0					0,5
Förnybara drivmedel	0	0,5					0,5
Kraftvärme och mottryck	0	0,4					0,4
Effektivisering	0,4	0,2					0,6
Övriga åtgärder			9,4	3,8			13,2
Totalt (TWh/år)	2,4	4,2	9,4	3,8			19,8
Procentuell andel	12%	21%	48%	19%			100%

*) För el har vi utnyttjat en emissionsfaktor för CO₂ på cirka 400 kg/MWh.

Utsläppen av växthusgaser under perioden 2005-2010

Utsläppen av växthusgaser i Sverige har sedan sekelskiftet successivt minskat. År 2009, ett år påverkat av den ekonomiska krisen, var utsläppen endast cirka 60 miljoner ton växthusgaser, räknat som koldioxidequivaler. Under 2010 återhämtade sig konjunkturen och dessutom var året kallt, detta medförde att utsläppen ökade igen. De totala utsläppen i Sverige år 2010 var 66,2 miljoner ton koldioxidequivaler. I figuren ovan har vi inte redovisat denna fluktuation i utsläppsmängder för 2005-2010, då det inte påverkar vårt analysresultat. Om vi inkluderar dem i figuren, får vi istället det utseende som figuren nedan visar.



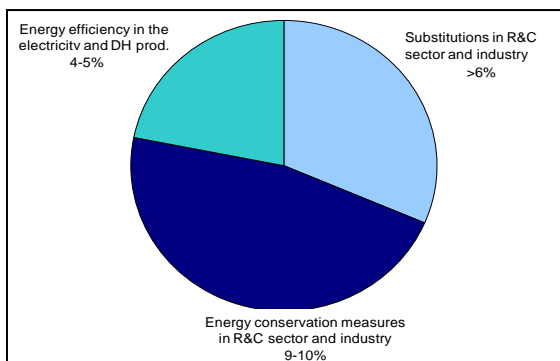
De historiska utsläppen av växthusgaser i Sverige har varierat en hel del från år till år, varför – om vi inkluderar dem i figuren ovan – får vi följande utseende.

Energieffektiviseringsmålet

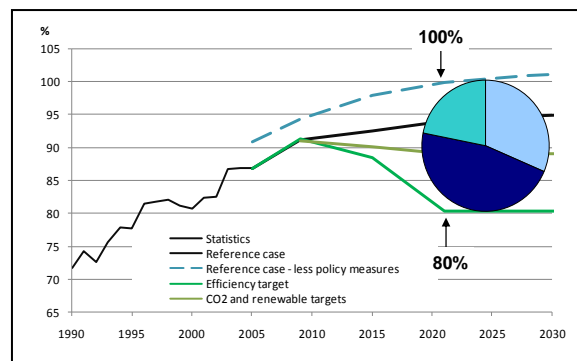
Den bedömning vi gjort enligt metod 1 och 2 visar att de smarta elnäten bidrar till drygt 10% av de effektiviseringsåtgärder som kan komma att implementeras till 2020 – och de bidrar därmed också i motsvarande grad till måluppfyllelsen. För ytterligare 15-20% av åtgärderna kan de smarta elnäten bidra, eftersom dessa åtgärder också kan nyttiggöra de smarta elnäten, men enligt vår bedömning är kopplingen till måluppfyllelsen svagare.

Sverige har ett sektorsövergripande effektiviseringsmål, som är formulerat som en 20%-ig minskning av energiintensiteten jämfört med 2008 års nivå (kWh/BNP-enhet i fasta priser). Samtidigt har EU ett mål om en 20%-ig minskning av primärenergien till år 2020, jämfört med en referensnivå (enligt scenariot "Baseline 2007"). Vi har här valt att basera vår analys om de smarta elnätens bidrag till måluppfyllelsen, på EU:s mål. Skälen är flera. Idag diskuterar EU en skärpning av målen för 2030, och det finns skäl att tro att effektiviseringsmålet kommer mer i fokus, än vad det gjort hittills. Då kommer det att få större betydelse även för våra svenska effektiviseringsmål framöver. När rådet beskriver energieffektivisering i sina scenarier, beskriver man en "minskning av energianvändningen" och inte en "minskning av energiintensiteten". Våra metoder (1-3) är dessutom bättre lämpade för att bedöma ett mål uttryckt i energitermer, än att bedöma ett energiintensitetsmål. Vår tro är dock att resultaten från bedömningen av EU:s mål också är – åtminstone kvalitativt – möjliga att översätta till det svenska energiintensitetsmålet.

Vi har utnyttjat ett dataunderlag för vår bedömning, som togs fram inom projektet "Nordic Energy Perspectives", och redovisas i projektets slutrapport från 2010 (se beskrivning i särskilt kapitel nedan). Dataunderlaget är för Norden som helhet och omfattar företrädesvis den stationära sektorn (exkl. transportsektorn), men vi har här gjort en avstämning mot svenska data, inklusive transportsektorn, och funnit att de representerar den svenska situationen väl. (Vi har då också, för att få konsistens i bedömningen, utnyttjat "referensscenariot" från NEP - för metod 2 - vilket skiljer sig något från övriga referensscenarier som använts i våra analyser av de andra målen.)



Schematisk bild av de åtgärder som genomförs för att nå 20% effektivisering i NEP:s resultat. Cirka 10% i slutanvändarledet och cirka 5% vardera i storskalig respektive småskalig energiomvandling.

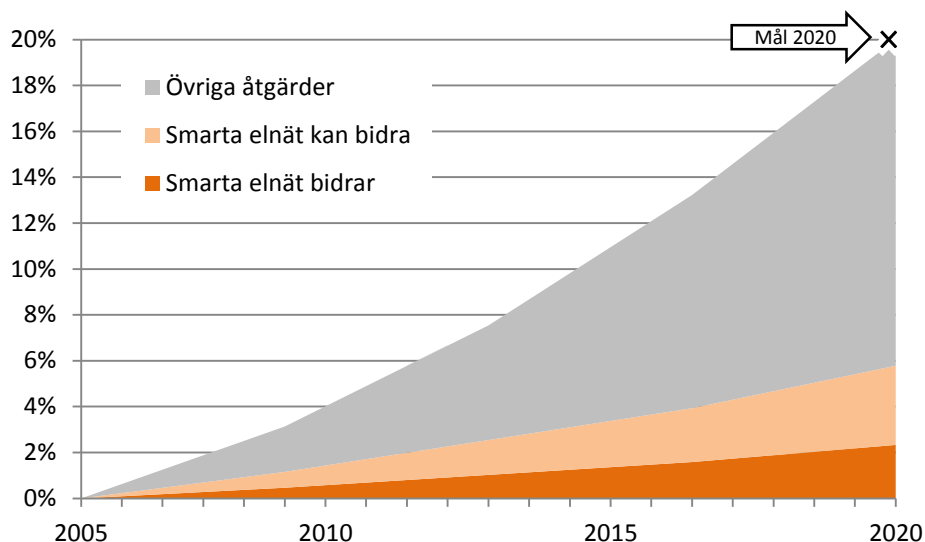


Schematisk bild av effektiviseringsmålet och hur det uppnås i NEP:s analyser, som en 20%-ig reduktion av primärenergien räknat från en modellerad basnivå år 2020 motsvarande EU-scenariot "Baseline 2007" (streckad linje i figuren).

Målet: Användningen av primärenergi (dvs. tillförd energi) skall vara 20% lägre år 2020 än den referensnivå som anges av EU-scenariot "Baseline 2007".

Smarta elnät bedöms, enligt våra metoder 1 och 2, att bidra till måluppfyllelsen enligt följande:

- **Smarta elnät bidrar:** Vår bedömning är att för drygt 10% av de åtgärder som genomförs från 2005 till 2020 bidrar smarta elnät.
- **Smarta elnät kan bidra:** Vår bedömning är att för ytterligare 15-20% av de åtgärder som genomförs från 2005 till 2020 kan smarta elnät också bidra.



Energieffektivisering i Sverige 2005-2020, uttryckt som minskad primärenergieanvändning: De smarta elnäten bidrar till drygt 10% av de effektiviseringsåtgärder som kan komma att implementeras till 2020 – och de bidrar därmed också i motsvarande grad till måluppfyllelsen. För ytterligare 15-20% av åtgärderna kan de smarta elnäten bidra, eftersom dessa åtgärder också kan nyttiggöra de smarta elnäten, men enligt vår bedömning är kopplingen till måluppfyllelsen svagare. Det mål vi baserat vår bedömning på är EU:s mål om en 20%-ig minskning av primärenergien år 2020, jämfört med en basnivå enligt EU:s scenario "Baseline 2007". Resultatet är anpassat till svenska förhållanden. (Det svenska målet om en ökad energiintensitet har vi inte utvärderat.)

Tabell: Ökad energieffektivisering, genom reduktion av primärenergieanvändningen i Norden från 2005 till 2020. (Tabellen anger värden för Norden. Värdena representerar dock även den svenska situationen väl.)

Åtgärd (Enhet: TWh/år)	Åtgärder där smarta elnät <u>bidrar</u>	Ytterligare åtgärder där smarta elnät <u>kan bidra</u>	Åtgärder där <u>inte smarta elnät bidrar</u>	Summa
	2020	2020	2020	2020
Eleffektiviseringsåtgärder*	8	9	49	66
Värmepumpar*	2	1	39	39
Vindkraft och solkraft*	15	27		42
Övriga åtgärder			67	67
Totalt (TWh/år)	25	37	157	214
<i>Procentuell andel</i>	<i>12%</i>	<i>17%</i>	<i>73%</i>	<i>100%</i>

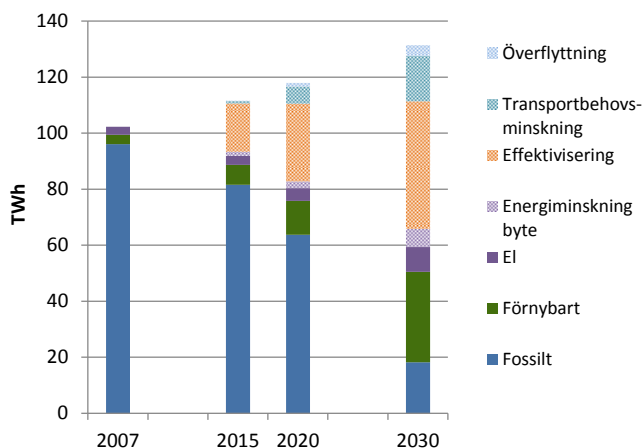
*) För el har vi utnyttjat en primärenergifaktor på drygt 2 (utifrån dataunderlaget i Nordic Energy Perspectives analyser).

Målet om en fossilbränsleoberoende fordonsflotta

Den bedömning vi gjort enligt metod 1 och 2 visar att de smarta elnäten bidrar till drygt 5% av de åtgärder som kan komma att implementeras till 2030 – och de bidrar därmed också i motsvarande grad till måluppfyllelsen. För ytterligare drygt 10% av åtgärderna kan de smarta elnäten bidra, eftersom dessa åtgärder också kan nyttiggöra de smarta elnäten, men enligt vår bedömning är kopplingen till måluppfyllelsen svagare. I en alternativ bedömning, med ett snabbare och större införande av elfordon, blir resultatet drygt 10% för de åtgärder där de smarta elnäten bidrar till måluppfyllelsen och 20-25% av åtgärderna som kan bidra.

Målet om en fossilbränsleoberoende fordonsflotta är ännu inte definierat, men har tolkats i flera utredningar och forskningsprojekt, bl.a. FFF-utredningen. Målet är formulerat för 2030. I vår analys har vi utnyttjat den tolkning av målet som gjorts i FFF-utredningen, och även i vårt eget Roadmaparbete, och som bedömer att fordonsflottan 2030 kan vara fossilbränsleoberoende trots att cirka 20 TWh av använda drivmedel fortfarande är oljebaserade (bensin och diesel). Vår kvantifiering av måluppfyllelsen grundar vi därför på en utveckling där de fossila bränslena reduceras till en nivå på cirka 20 TWh år 2030 (se figuren nedan). Det innebär att cirka 110 TWh ersätts, jämfört med en business-as-usual-utveckling (referensnivån 130 TWh år 2030 i figuren).

Total drivmedelsanvändning (TWh) i vårt Roadmapsscenario samt redovisning av hur framskrivningsscenariots energianvändning reducerats. ("Energiminskning byte" avser minskad energianvändning till följd av drivmedelsbyte som ger effektivitetsvinst, t.ex. byte från bensin till el).

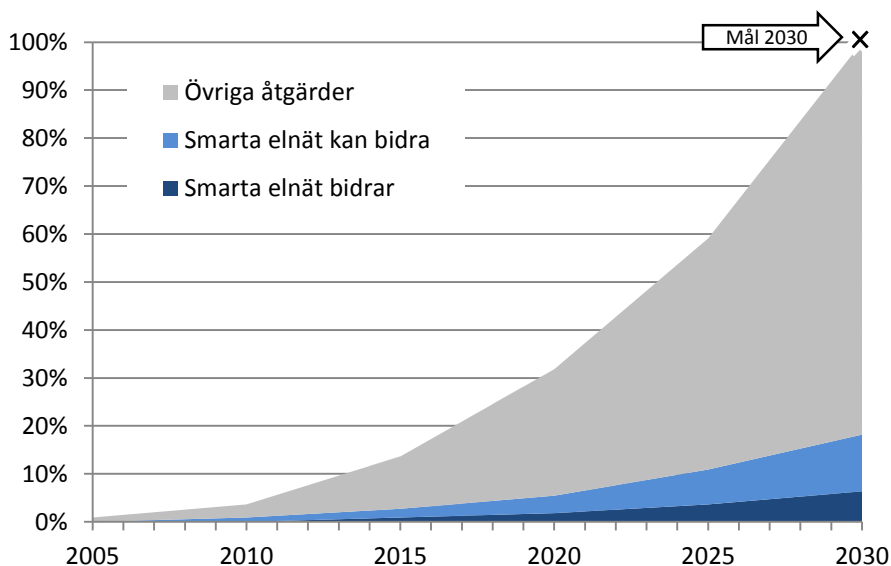


De åtgärder för omställningen av fordonsflottan till 2030 som figuren visar – dvs. vilka åtgärder som införs t.o.m. 2030 – utgör också våra grundantaganden för hur omställningen/måluppfyllelsen sker. De har vi baserat på vårt eget Roadmapsscenario, som alltså också är snarlikt FFF-utredningens grundscenario. Vi har dessutom gjort en alternativ bedömning, i vilken vi tagit större hänsyn till rådets egna scenarier, när det gäller takten och omfattningen på införandet av elfordon.

Målet: År 2030 bör Sverige ha en fordonsflotta som är oberoende av fossila bränslen.

Smarta elnät bedöms, enligt våra metoder 1 och 2, att bidra till måluppfyllelsen enligt följande:

- **Smarta elnät bidrar:** Vår bedömning är att för drygt 5% av de åtgärder som genomförs från 2005 till 2030 bidrar smarta elnät.
- **Smarta elnät kan bidra:** Vår bedömning är att för ytterligare drygt 10% av de åtgärder som genomförs från 2005 till 2030 kan smarta elnät också bidra.



Fossilbränsleberoende andel i den svenska fordonsslottan 2005-2030: De smarta elnäten bidrar till cirka 5% av de åtgärder som kan komma att implementeras till 2030 – och de bidrar därmed också i motsvarande grad till måluppfyllelsen. För ytterligare 10-15% av åtgärder kan de smarta elnäten bidra, eftersom dessa åtgärder också kan nyttiggöra de smarta elnäten, men enligt vår bedömning är kopplingen till måluppfyllelsen svagare. (Vårt grundantagande är att det vid måluppfyllelse fortfarande används cirka 20 TWh fossila drivmedel.)

Tabell: Fossilbränsleberoende fordonsslotta. Minskad användning av fossila drivmedel i Sverige från 2005 till 2020 och 2030

Åtgärd (Enhet: TWh/år)	Åtgärder där smarta elnät <u>bidrar</u>		Ytterligare åtgärder där smarta elnät <u>kan bidra</u>		Åtgärder där <u>inte</u> smarta elnät <u>bidrar</u>		Summa	
	2020	2030	2020	2030	2020	2030	2020	2030
Elfordon	2	7	2	6			4	13
Effektivisering m.m.	0	0	1	4	18	41	19	45
Förnybara drivmedel	0	0	1	3	7	29	8	32
Övriga åtgärder					5	20	5	20
Totalt (TWh/år)	2	7	4	13	30	90	36	110
<i>Procentuell andel</i>		6%		12%		82%		100%

Resultat för en alternativ bedömning, med större andel elfordon

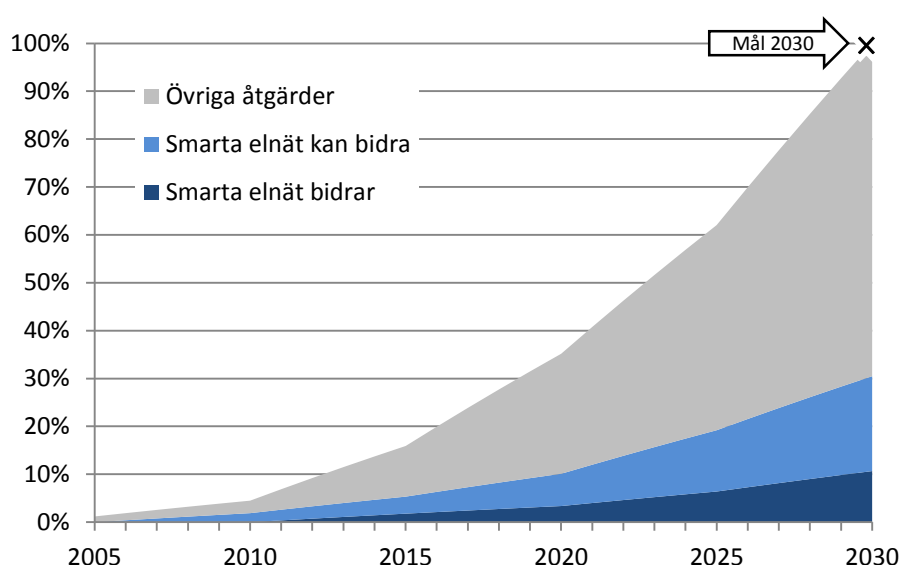
I en alternativ bedömning, med ett snabbare och större införande av elfordon, blir resultaten drygt 10% för de åtgärder där de smarta elnäten bidrar till måluppfyllelsen och 20-25% av åtgärdena som kan bidra.

Vi har alltså gjort en alternativ bedömning av de smarta elnätens bidrag till måluppfyllelsen, i vilken vi tagit större hänsyn till rådets egna scenarier när det gäller takten och omfattningen på införandet

av elfordon. Rådet anger takt och införande av elfordon i kvalitativa termer, men vi har – utifrån rådets scenariobeskrivningar – antagit ett 2-3 gånger så stort genomslag av elfordon som i vårt grundantagande (med olika stort genomslag för olika fordonskategorier).

I denna alternativa bedömning bidrar de smarta elnäten, enligt våra metoder 1 och 2, till måluppfyllelsen enligt följande:

- **Smarta elnät bidrar:** Vår alternativa bedömning är att för drygt 10% av de åtgärder som genomförs från 2005 till 2030 bidrar smarta elnät.
- **Smarta elnät kan bidra:** Vår alternativa bedömning är att för ytterligare 20-25% av de åtgärder som genomförs från 2005 till 2030 kan smarta elnät också bidra.



Fossilbränsleberoende andel i den svenska fordonsflottan 2005-2030 – alternativ beräkning: I vår alternativa bedömning, med större genomslag av elfordon, blir resultaten drygt 10% för de åtgärder där de smarta elnäten bidrar till måluppfyllelsen och 20-25% av åtgärderna som kan bidra. (Vårt grundantagande är att det vid måluppfyllelse fortfarande används cirka 20 TWh fossila drivmedel.)

Resultat för metod 3

Vår tredje metod är en score-card-liknande metod. Betydelsen av smarta elnät för måluppfyllelsen uttrycks i en indexsiffra. Metoden är uppbyggd på följande sätt:

För det aktuella målet så identifieras först vilka åtgärds-kategorier som kan vara aktuella för att målet skall nås. Därefter betygsätts åtgärds-kategorin efter hur betydelsefull den bedöms vara för måluppfyllelsen. Sedan summeras alla dessa betygsnoteringar.

För att ge en uppfattning om vilka åtgärds-kategorier som inkluderats i vår bedömning så lyfter vi här fram de kategorier som identifierats för målet "minskade växthusgasutsläpp":

- Förnybar energi
- Energieffektivisering i slutanvändarledet (energibehov efter omvandlingsförluster)

- Energieffektivisering, storskaligt och konvertering
- Mer kärnkraft
- CCS
- Köpa utsläppsrätter och andra flexibla mekanismer
- Skogsplantering

Åtgärdskategoriens betydelse för måluppfyllelsen ges betyg enligt följande skala:

- 0: Ingen betydelse
- 1: Viss betydelse
- 2: Ganska stor betydelse
- 3: Stor betydelse
- 4: Mycket stor betydelse

För varje åtgärdskategori görs därefter en bedömning av smarta elnäts betydelse för respektive åtgärdskategori. Den bedömningen görs också enligt den femgradiga skala som redovisas ovan. Ambitionen vid bedömningen har då också varit, att på ett tydligare sätt än för metoderna 1-2 ovan, få med den fjärde av de fyra punkter som definierar smarta elnät, nämligen den om "aktivarer kunder" (se avsnittet om "våra analysmetoder" ovan).

I nästa steg multipliceras, för varje åtgärdskategori, åtgärdskategoriens betyg med smarta elnätsbetyget till en "kombinationspoäng". Dessa kombinationspoäng summeras därefter.

Slutligen divideras de två summeringarna, det vill säga summan av kombinationspoäng dividerat med summan av åtgärdskategoriens betygen, och den genomsnittliga betydelsens för smarta elnät erhålls. Resultatet kan därmed ses som den genomsnittliga betydelse som smarta elnät har för måluppfyllelsen. Vi använder alltså detta tal som ett index för de smarta elnätens betydelse för det aktuella målet (ju högre nivå desto större betydelse).

Nedan redovisar vi, utifrån den beskrivna metodiken, en sådan utvärdering av smarta elnäts betydelse för följande fyra identifierade energi- och klimatpolitiska målen.

Målet om ökad andel förnybar energi

Den bedömning vi gjort enligt metod 3 visar att de smarta elnäten har ganska stor betydelse för måluppfyllelsen för målet om förnybar energi till 2020, motsvarande den tredje nivån på en femgradig skala.

Åtgärd	Betydelse	Smarta elnäts roll	Kombination
Förnybar elproduktion	3	3	9
Förnybara drivmedel	3	1	3
El för fordonsdrift	2	4	8
Förnybart i bebyggelsen	1	1	1
Förnybart i fjärrvärmeproduktionen	2	1	2
Förnybart i industrin energi och produkter	1	1	1
Totalt	12		24

⇒ Betydelse av smarta elnät: $24 / 12 = 2,0$ ("Ganska stor betydelse")

Växthusgasreduktionsmålet

Den bedömning vi gjort enligt metod 3 visar att de smarta elnäten har viss betydelse för måluppfyllelsen för växthusgasmålet till 2020, motsvarande drygt den andra nivån på en femgradig skala.

Åtgärd	Betydelse	Smarta elnäts roll	Kombination
Förnybart	3	3	9
Energieffektivisering, minskad anv. nyttig energi	3	2	6
Energieffektivisering, storskaligt & konvertering	2	1	2
Mer kärnkraft	1	0	0
CCS	1	0	0
Köpa utsläppsrätter, skogsplantering etc.	2	0	0
Totalt	12		17

⇒ Betydelse av smarta elnät: $17 / 12 = 1,4$ (Något mer än "viss betydelse")

Energieffektiviseringsmålet

Den bedömning vi gjort enligt metod 3 visar att de smarta elnäten nära nog får bedömningen ganska stor betydelse för måluppfyllelsen för effektiviseringsmålet till 2020, motsvarande nära nog den tredje nivån på en femgradig skala.

Åtgärd	Betydelse	Smarta elnäts roll	Kombination
El- och fjärrvärmeproduktion	2	1	2
Uppvärmning, snålare hus	3	2	6
Uppvärmning, energitekniker	2	1	2
Hushållsel, fastighetsel, driftel	3	3	9
Transporter	3	1	3
Industri	2	2	4
Totalt	15		26

⇒ Betydelse av smarta elnät: $26 / 15 = 1,7$ (Något lägre än "ganska stor betydelse")

Målet om en fossilbränsleoberoende fordonsflotta

Den bedömning vi gjort enligt metod 3 visar att de smarta elnäten har viss betydelse för måluppfyllelsen målet till 2030 om en fossilbränslefri fordonsflotta, motsvarande drygt den andra nivån på en femgradig skala.

Åtgärd	Betydelse	Smarta elnäts roll	Kombination
Transportbehovsminskning	2	0	0
Överflyttning till andra trafikslag	1	0	0
Fordonseffektivisering	4	1	4
Förnybara drivmedel	3	1	3
El som drivmedel	2	4	8
Annat än vägtrafik	3	1	3
Totalt	15		18

⇒ Betydelse av smarta elnät: $18 / 15 = 1,2$ (Något mer än "viss betydelse")

Gör vi istället värderingen av målet till 2030 om en fossilbränslefri fordonsflotta utifrån ett betydligt större genomslag av elfordon (i enlighet med vår alternativa bedömning för metod 1-2 ovan), hamnar vår bedömning mittemellan nivåerna viss betydelse och ganska stor betydelse, motsvarande en nivå mittemellan den andra och den tredje nivån på en femgradig skala.

Resultatkommentarer

Utvärderingen visar alltså att betydelsen av smarta elnät är olika stor för de olika energi- och klimatpolitiska målen. Störst betydelse har smarta elnät för målet att öka andelen förnybart i energisystemet. Där når betydelsen upp till nivån "ganska stor betydelse" (tredje nivån på en femgradig skala). Det som väger tyngst till förmån för smarta elnät är förnybar elproduktion (t.ex. vindkraft) och eldrift för fordonsdrift (t.ex. elbilar).

Av de fyra målen så har smarta elnät minst betydelse för målen om minskade växthusgasutsläpp och en fossilbränslefri fordonsflotta. För dessa mål hamnar de smarta elnätens betydelse strax över "viss betydelse" (andra nivån på en femgradig skala). Effektiviseringsmålets beroende av smarta elnät hamnar emellan nivåerna ovan, vilket också är fallet om vi betraktar vår alternativa bedömning med större genomslag av elfordon för målet om en fossilbränslefri fordonsflotta.

Vårt intryck är att resultaten från denna score-card-liknande utvärderingsmetod ger resultat som verifieras av de andra två metoderna (metod 1 och 2). Det kan ses som ett kvitto på att metoden ger rimliga resultat.

En iakttagelse som kan göras är att smarta elnät har relativt liten betydelse för många åtgärds-kategorier, samtidigt som smarta elnät har mycket stor betydelse för andra åtgärds-kategorier. Avgörande för utvärderingen av det aktuella målet blir då vilka åtgärds-kategorier som dominerar och deras förhållande till smarta elnät.

En samlad beskrivning av resultaten från metod 1, 2 och 3

De samlade resultaten från vår analys visar att de smarta elnäten bidrar, och kommer att bidra, till uppfyllelsen av de svenska energi- och klimatmålen. Den bedömning vi gjort enligt metod 1 och 2 visar att de smarta elnäten bidrar till cirka 10-15% av de åtgärder som kan komma att implementeras för att uppfylla våra energi- och klimatmål. För ytterligare 10-25% av åtgärderna kan de smarta elnäten bidra, eftersom dessa åtgärder också kan nyttiggöra de smarta elnäten, men enligt vår bedömning är kopplingen till målnöjningen svagare. Den bedömning vi gjort enligt metod 3 visar att de smarta elnäten har "viss betydelse", eller t.o.m. "ganska stor betydelse", för målnöjningen av energi- och klimatmålen, motsvarande en indexsiffra mellan den andra och tredje nivån på en femgradig skala.

Tabellen nedan sammanfattar våra resultat från de tre metoderna. Vi kan konstatera att störst bidrag ger de smarta elnäten till uppfyllelsen av målet om en ökad andel förnybar energi till 2020, där i storleksordningen två femtedelar av de förnybara åtgärder som kan komma att implementeras till 2020 kan nyttiggöra de smarta elnäten (15% + 24% = 39%), enligt vår bedömning enligt metod 1 och 2. Med metod 3 blir vår bedömning att de smarta näten har "ganska stor betydelse" för uppfyllelsen av det förnybara målet.

Tabell: Sammanfattning av resultaten för de fyra energi- och klimatmålen för metod 1, 2 och 3.

Energi- och klimatmål	Metod 2 <i>Åtgärder där smarta elnät <u>bidrar</u></i>	Metod 1 * <i>Ytterligare åtgärder där smarta elnät <u>kan bidra</u></i>	Metod 3 <i>Smarta elnäts "betydelse" för målet</i>
Ökad förnybar andel till år 2020	15%	24%	Ganska stor bet. (2,0)
- mer förnybara drivmedel till år 2020	ca 10%	ca 10%	-
Reduktion av växthusgaser till år 2020	12%	21%	Viss betydelse (1,4)
Ökad energieffektivisering till år 2020	12%	17%	Ganska stor/viss (1,7)
Fossiloberoende transportsektor år 2030	6%	12%	Viss betydelse (1,2)
- alt. för fossiloberoende transportsektor år 2030	12%	24%	Ganska stor/viss bet. (1,5)
Samlad bedömning för alla mål	10-15%	10-25%	Ganska stor/viss bet.

*) Det som egentligen anges i kolumnen är differensen av resultaten mellan metod 1 och 2.

Målen för växthusgaser och effektivisering, som också gäller år 2020, kommer upp i cirka 30% (också angivet som en summaprocentsiffra), och hamnar, i metod 3, mittemellan "viss betydelse" och "ganska stor betydelse". I samma storleksordning hamnar bedömningen för det alternativa fallet, med större andel elfordon, för målet om en fossilbränslefri fordonsflotta år 2030. Vår grundvärdering hamnar dock lägre, i storleksordningen 20% och – för metod 3 – "viss betydelse".

Övriga kvalitativa resultat

Våra analyser indikerar också att de smarta elnäten kan komma att bidra i större utsträckning till måluppfyllelse av eventuella framtida mål, för exempelvis 2030. Tydligast visar vårt analysunderlag det för eventuella framtida mål för förnybar energi, men kan även komma att gälla för 2030-mål om växthusgasreduktion och ökad energieffektivisering.

Energi- och klimatmålen är alla "energirelaterade", men det är uppenbart att de åtgärder som kan nyttiggöra de smarta elnäten har god hjälp av – och även bidrar till – att de smarta elnäten kan hantera den framtida effektproblematiken i elsystemet. Det gäller naturligtvis oberoende av om de är en följd av energi- och klimatmål eller om de motiveras av andra orsaker. För bedömningen av storleken på de smarta elnätens bidrag till energi- och klimatmålen, har därför även denna effektdimension varit strakt bidragande.

En ytterligare slutsats från våra analyser är att betydelsen av smarta elnät är tydligare kopplade till vissa tekniker/åtgärds-kategorier än till specifika energi- och klimatpolitiska mål. Målen är istället förknippade med *många* olika åtgärds-kategorier, vardera med helt olika beroende av smarta elnät. Det får också tydligt genomslag i vår bedömning nedan, av fall då teknikvalen är "maximalt smarta elnätsberoende".

Då teknikvalen är "maximalt smarta elnätsberoende"

Vi har, enligt rådets uttryckliga önskan, också försökt ange hur stort bidrag smarta elnät ger till måluppfyllelsen i de fall då teknikvalen är "maximalt smarta elnätsberoende", i jämförelse med alternativa fall, där vägvalen är mindre beroende av smarta elnät.

De metoder vi utnyttjat för vår analys av måluppfyllelsen baseras, som ovan angivits, på scenarier från flera olika studier, bl.a. kvantifieringen av rådets egna scenarier. Genom att jämföra teknikvalen i de olika scenarierna har vi fått ett underlag för bedömningen av bidragen från de smarta elnäten. Scenarijämförelsen ger då också visst underlag för att bedöma hur stor måluppfyllelsen blir i de fall då teknikvalen är "maximalt smarta elnätsberoende", i jämförelse med de alternativ där vägvalen är mindre beroende av smarta elnät.

Våra metoder bygger på att vi identifierat ett antal omställningsscenarier, exempelvis rådets scenario B och D, och jämfört energisystemets utveckling i dessa med utvecklingen i ett antal referensscenarier, bl.a. rådets scenario A (och delvis även scenario C). Utifrån dessa scenarijämförelser, och våra analysers resultat om hur mycket de smarta elnäten kan bidra till uppfyllelsen av energi- och klimatmålen, har vi identifierat tre teknik-/åtgärdsgrupper där man skulle kunna argumentera för att de är "maximalt smarta elnätsberoende", åtminstone på lite längre sikt när de kan ha nått lite större volymer (för exempelvis elfordon är det efter år 2020):

- Stor utbyggnad av vindkraft och solkraft.
- Stort genomslag för eldrift inom transportsektorn (i scenarierna är det främst eldriften av personbilar som får genomslag fram till målåret 2030).
- Stort genomslag för eleffektivisering i bostads- och servicesektorn, men även inom industrin i vissa tillämpningar.

För alla av de fyra energi- och klimatmål vi analyserat, utgör också dessa tre teknik/åtgärdsgrupper en betydande andel av det bidrag som de smarta elnäten ger till måluppfyllelsen.

Beskrivning av analysunderlaget

Nedan ger vi en beskrivning av de viktigaste arbetena i det analysunderlag som vi utnyttjat i arbetet.

Samordningsrådets fyra scenarier (scenario A-D)

Under 2013 har rådet, tillsammans med Kairos Future och rådets olika grupper, arbetat fram fyra olika scenarier (A-D). Rådet har i sina dokument 14:1.6b, 14:1.6c samt "Bilaga 3 - Progress scenarioarbete"³, beskrivit scenarierna. Det är ett kvalitativt scenarioarbete baserat på två huvuddimensioner:

- x. långsam respektive snabb ökning av intermitterent kraftproduktion
- y. upplevd nytta av smarta elnät

Nedan anges utdrag ur rådets kvalitativa scenariobeskrivning, med fokus på elsystemets utveckling i Sverige, Norden och EU:

Scenario A

"På **energiområdet** var tiotalet en period som förknippas med snabba förändringar och utvecklingsprång, men kanske inte riktigt på det sätt man hade tänkt sig. Tilliten till Ryssland, som kommit att stå för en allt större del av den svenska oljeimporten efter att Norge och Danmarks leveranser börjat sina, började ifrågasättas alltmer efter en serie "leveransproblem" under mitten av tiotalet. Dessa allt tydligare maktdemonstrationer i närområdet, och "The April Fools War" (Aprilkriget) i Mellanöstern 2016 satte plötsligt Sveriges strategiska energiförsörjning i starkt fokus. Sveriges tillgång till fossila bränslen såg med ens mindre trygg ut. Även om fossilberoendet med internationella mått mätt var relativt lågt – efter beslut om reinvesteringar i kärnkraften, allt tuffare byggregler och utbyggd fjärrvärme – kom den långsamma omställningen av fordonsflottan mot förnybara drivmedel snabbt in i strålkastarljuset. Sveriges grundförutsättningar för **elektrifiering av transportsektorn** bedömdes som goda, men med insikten om att internationella standarder för de långsiktiga lösningarna skulle avgöras på andra håll i världen kom istället biodrivmedel fram som den självklara lösningen för stunden. Efterfrågan på biogas och andra förädlade biobränslen sköt snabbt i höjden medan nya metoder för produktion och användning av dessa utvecklades i snabb takt under slutet av tiotalet. El- och hybridbilsmarknaden har ändå haft en stadig tillväxt i de delar av samhället där de passerat bäst – för korta transportbehov och kollektivtrafik. Men eftersom elfordonsanvändandet startade från noll så är det ännu idag fortfarande mindre än hälften av fordonsparken som drivs av el. Däremot har många fordon anpassats för att kunna hantera flera olika typer av bränslen. På **elområdet** har utbyggnaden av stor- och småskalig vindkraft stannat av, eftersom de mest attraktiva platserna med bäst vindförhållanden redan är utnyttjade. Prisutvecklingen för solceller visade sig inte heller vara tillräckligt snabb, och de tekniskprång som drastiskt skulle öka solpanelernas effektivitet är fortfarande inte inom räckhåll. Dessutom visade det sig att villigheten bland fastighetsägarna att producera egen el var låg. Det är fortfarande idag bara ett fåtal större kommersiella fastighetsägare som byggt upp en småskalig egenproduktion av el. Totalt sett har produktionen av el ändå ökat något. Dels genom ökat effektuttag i Sveriges befintliga kärnkraftverk och mer utbyggd vind- och solkraft, dels genom kapacitetsökningar i utlandet som importeras vid behov. Än idag baseras därför fortfarande de svenska energilösningarna i huvudsak på storskalig energiproduktion och de stora energibolagen, men även industrin själva, har investerat i ny stabil basproduktion. Det är kanske framförallt på efterfrågesidan som de

³ Dokument 14:1.6b: "Information om pågående scenarioarbete" 2014-01-09.
Dokument 14:1.6c: "Samordningsrådets slutliga framtidsscenarioer" 2014-01-09.
Bilaga 3: "Information om pågående scenarioarbete" 2013-10-29

största förändringarna har skett. **Energieffektivisering** har under lång tid stått högt på agendan inom alla delar av samhället, och den allt effektivare integrationen av produkter och tjänster som har drivits fram av kunderna har hjälpt såväl industri som hushåll att minimera sin elförbrukning. Inte minst den elintensiva industrin, som hela tiden varit duktig på att optimera sin energiförbrukning i sin strävan främst efter stabilitet i energitillförseln till låga och stadiga priser. Nu kan elpriserna kanske inte betecknas som direkt låga med historiska mått mätt, men alla effektiviseringar har ändå lett till att elkostnadernas andel av den totala utgiftsmassan legat stabil för både industri och hushåll. Här har också efterfrågan på kompakta boenden och de omfattande renoveringarna av miljonprogramsområden bidragit till att minska hushållens energiförbrukning. Många **nya aktörer** har byggt in olika **smarta tjänster** i sina produkter. Det är långt ifrån bara energibolag som har tagit sig in på "vardagsbeslutsområdet" – företag i helt andra branscher har sett affärsmöjligheter i dessa tjänster. T ex har larm-, telekom- och vitvaruindustrin samt de stora informationsdrakarna gått i bräschen för nya sammansatta vardagslösningar för både hem och arbetsliv. "Smart teknologi" för hemmen har blivit en viktig tillväxtfaktor för svensk industri där nya små och medelstora företag hela tiden växer upp. Lösningarna är billiga, enkla och tillförlitliga – något som gjort att mycket få människor någonsin reflekterar över sin elkonsumention eller rådande elpriser. Efterfrågan på teknik och lösningar för energieffektivisering, styrning av el och möjlighet att välja dynamiska elavtal varierar. Vill man, kan man givetvis se exakt hur elen förbrukas i hemmet, men för de allra flesta är detta helt ointressant."

Scenario B

"Den klimatoro som syntes under åren kring 2010 tog, efter en lite dip i mitten av tiotalet, ny fart när effekterna av klimatförändringarna blev alltmer påtagliga. Detta ledde till att både politik och allmänhet visade ett sviktande förtroende för såväl fossila lösningar som för kärnkraft. Under samma period så lättade äntligen de tuffa effekterna av den globala finanskrisen 2008 och invånarna i många länder började återfå framtidstron. Intresset för och villigheten till att lätta på plånboken för olika klimatlösningar tog fart på allvar. Det gjorde i sin tur att det blev lättare att få riskvilligt kapital till innovationer och nya lösningar inom **förnybar energiproduktion**. Inte minst innebar de påtagliga miljöproblemen i framför allt Kina, till följd av den omvälvande medelklassstillväxten, att regimen med omfattande program skapade effektiva lösningar inom småskalig förnybar produktion. Tack vare den snabbt ökande handeln mellan Kina och resten av världen har också de kinesiska energitekniklösningarna vunnit terräng i Europa. Att Tyskland på allvar lyckades fasa ut sin kärnkraft både inspirerade omvärlden och drev på forskning och utveckling inom områden för förnybar energiproduktion och nya smarta produkter vilket gav en rad tekniska genombrott inom flera områden som t.ex. nya effektiva småskaliga vindkraftverk, effektiva solenergilösningar, utvecklad energilagringsskapacitet och elbilar. Priserna på dessa produkter föll radikalt under tjugotalet och är idag ett huvudalternativ till traditionell produktion och elöverföring. Miljömedvetenheten visade sig också vara en viktig faktor för **den digitala utvecklingen**. Till exempel är efterfrågan stor för lösningar som övervakar, optimerar och styr **energiförbrukningen** i de egna fastigheterna tack vare en överväldigande majoritet människor och företag idag bejakar digitalt baserade tjänster som underlättar vardagslivet. En bidragande orsak till utvecklingen var att energisektorns aktörer på ett smidigt sätt lyckades få sina kunder och användare att delta i optimering av både energianvändning och belastningar utan att de upplevde att de behövde engagera sig i nämnvärd utsträckning. Nyckeln handlade om att energiföretagen på allvar lyckades förvissa kunderna om att de faktiskt hjälper till att både sänka kostnader och göra en insats för miljön så länge som öppenheten kring informationen om deras energianvändning är stor. Hela den här situationen har skapat ett helt nytt ekosystem av tjänster och lösningar kring alla

som levererar servicetjänster för såväl hushåll som företag. Kunderna upplever därför idag att de får reell hjälp av den leverantör de valt som huvudleverantör för livets olika basbehov. Det har i sin tur öppnat upp för **nya aktörer** att komma in på elmarknaden, aktörer som vi till del inte visste namnet på för tjugo år sedan. Utöver de nya aktörerna så har en blandning av facility managementföretag, detaljhandelsaktörer och elhandelsbolag i olika allianser med fastighetsägare och olika intressentorganisationer tagit hand om marknaden för fastighetsnära tjänster, inklusive energioptimerande tjänster. En annan effekt av utvecklingen är att det blivit lite mode i att själv **producera sin egen el**. Idag har ett icke föraktligt antal kunder solpaneler på sina tak. Ett genombrott var när IKEA lanserade "solpaket" som såldes med en installationslösning, d.v.s. en lokal elektriker som kom hem och installerade det hela ingick i köpet. De stora byggvaruhusen hakade snabbt på och idag ses en solpanel på taket eller balkongen som ett coolt attribut. De stora nätbolagen och producenterna tvingades snabbt ta fram tjänster som hanterade den nya situationen. Idag finns en mängd energi- och effektbaserade produkter som gör att det både är lönsamt att producera ut på nätet såväl som att planera sin förbrukning efter aktuellt utbud. Den autonoma elprosumenten har skapats, ett paradigmskifte har skett. Utvecklingen har också drivit på att det idag finns en ökad mängd människor som kräver att få skapa egna **elnät med egna koncessioner** utan krav på att vara en del av det nationella nätet. Regeringen motsatt sig länge den här utvecklingen men gick efter stort opinionstryck med på att tillåta försöksverksamhet i ett tiotal mindre regioner och samhällen runt om i landet. Där driver ett antal vind- och solsamhällighetsföreningar mindre anläggningar som i huvudsak är självförsörjande på el. Dessa sammanslutningar liknar idag de tidiga bilpoollösningarna som dök upp kring sekelskiftet. Mycket talar för att utvecklingen kommer att professionaliseras med nya nischföretag (precis som bilpoolerna gjord under tiotalet) om några år i det fall Riksdagen bestämmer sig för att permanenta möjligheten till egna elnätslösningar vid sidan av de nationella och regionala näten. Många av de här samfälligheterna har också gått i bräschen för att gå över till **eldrivna fordon**, en utveckling som nu håller på att ta fart på allvar även om det fortfarande är mindre än hälften av vagnparken som är eldriven (helt eller som hybridlösning). Överhuvudtaget har det svenska elnätet utvecklats till ett mer brokigt system än det var för tjugo år sedan. Till exempel har den svenska basindustrin valt att gå en egen väg för att säkerställa tillgången till stabil baskraft. Detta gjorde de efter att under några inledande år fram mot 2020 följde den då rådande utvecklingen med stor skepsis. Men idag har de både till stor del energieffektiviserat och anpassat sin verksamhet så att de följer prisrörelserna samtidigt som de investerat i en egen basproduktion. Detta har även andra stora elkunderna gjort. Stora fastighetsägare har t.ex. investerat i förnyelsebar produktion av såväl ekonomiska som imagemässiga skäl."

Scenario C

"Nationalidentiteterna lever starkt i Europa, och EU:s heterogenitet ses idag som en styrka. Idag sker samarbetet därför främst i centrala gemensamma frågor medan EU, för att undvika ytterligare slitningar, håller sig ifrån detaljregleringar som alltför mycket utmanar nationernas särarter. **Energi- och klimatfrågan** är dock något som under lång tid varit av starkt gemensamt intresse för EU. Ambitionen att minska Europas fossilberoende har gått hand i hand med ökade krav på att minimera växthusgasutsläpp. Men det är alltså stigande priser på fossila bränslen, och allt större osäkerhet kring framtida importmöjligheter, som har satt stort fokus på utbyggnaden av en ren, stabil och pålitlig elproduktion från andra källor. Här har dock Europas länder valt att gå något skilda vägar mot ett gemensamt ökat energiberoende. Detta har skett delvis mot bakgrund av vitt skilda förutsättningar att producera förnybar el, och delvis för att en samordnad diversifiering tydligt stärker EU:s fortsatta

fortlevnad och samarbete. Integreringen i en **gemensam europeisk elmarknad** är ett av de största stegen mot ökad samordning som skett sedan den ekonomiska krisen i början av tiotalet. Tyskland har varit ledande i utbyggnaden av förnyelsebara lösningar och renare produktion av kolkraft (genom CCS), stödd av en nationell kraftsamling från industri och politik. Sverige har gått i närmast motsatt riktning och satsat på bibehållen och **effektiviserad basproduktion** där kärnkraften fortsatt har en betydande roll. I den ökade integreringen mot Europa ses det som en fördel att Norden kan bidra med stabil basproduktion för att bidra med reglerkraft för att stabilisera det europeiska systemet. Industrins behov av stabil, trygg och tillförlitlig elproduktion för att säkra sin produktion och konkurrenskraft visade sig också väga tyngre än att ytterligare öka den förnybara elproduktionen i Sverige. Värt att nämna är också att den intensiva kärnkraftsdebatt som följde efter olyckan i Fukushima efter några år klingade av i takt med att kärnkraftsindustrin tvingades till ett kraftigt ökat fokus på säkerhet i de befintliga kärnkraftsanläggningarna. Detta ökade gradvis opinionsstödet för bibehållen kärnkraft. Till följd av den ökade elproduktionen har också förutsättningarna för **elbaserade transporter** förbättrats. En långsam men stadig elektrifiering av fordonsflottan har nu lett till att en stor andel av fordonsenergin på vägarna idag tillgodoses genom el. Sammantaget har allt detta lett till att allmänhetens generella uppfattning är att klimatfrågan (i alla fall när det gäller koldioxidutsläpp) till stor del löst så gott det nu går i vår del av världen. Norden bidrar med en stabil basproduktion för att stabilisera systemet, vilket medför att andra länder i Europa kan satsa på förnybar icke styrbar elproduktion i större utsträckning. I Sverige har vi i princip aldrig behövt engagera oss i frågor om el eller energibesparing, vare sig av miljö- eller kostnadsskäl. De stora förändringar genom smarta elnät som spåddes i början av tiotalet kom delvis också på skam. Inte minst den digitala revolutionen, som visserligen fortsatte, men inte alls i den takt många trodde för tjugo år sedan. Det utvecklades successivt en stor trötthet hos många människor på de **digitala lösningarna**, och allt tal om nya smarta tjänster som i slutändan inte kunde leverera vad som utlovats. De allra flesta **elkonsumerande produkter** har dock blivit både effektivare och billigare, men efterfrågan på produkter och tjänster för styrning och övervakning av privatkonsumtionen av el är alltså låg, och någon omdanande utveckling på området har därför till stor del uteblivit. Istället finns det än idag, 2030, en fortsatt stark förväntan på att "livsleverantörerna" skall fixa tillvaron utan att man som enskild person ska behöva bry sig nämnvärt. El ska nu, liksom förr bara finnas där och fungera. Sammantaget är den totala elkonsumtionen idag större än för tjugo år sedan, och elenergin går en fortsatt växande framtid till mötes."

Scenario D

"Den fortsatta ekonomiska recessionen i Europa och västvärlden har bidragit till att andra värden än högteknologisk utveckling styr, vilket syns i en långsammare teknisk utveckling och lägre elkonsumtion. Politiken har präglats av en förnyad hård debatt om **energi- och klimatfrågor** och på Europeisk nivå beslutas om betydligt tuffare miljömål efter 2020. Ytterligare kärnkraftsskandaler och säkerhetsbrister i kärnkraftsreaktorer både internationellt och nationellt under tiotalets mitt har resulterat i ett beslut om att inte reinvestera i befintlig kärnkraft i Sverige. Tyskland förnyar och förfinar sina ansträngningar att fasa ut kärnkraften. Många av de regeringsinitiativ och nätlösningar som tas fram för att hantera elproduktion från förnybara icke styrbara energikällor har uppmärksammats allt oftare i internationella sammanhang som ledande exempel inför framtiden. Engagemanget kring miljö- och klimatfrågor ökar fortsatt men viljan att bidra till att lösa de utmaningarna som följer med ökad andel förnybar elproduktion inom energisektorn engagerar inte i samma utsträckning som tidigare förutspått. Infrastruktur och viktiga samhällsfunktioner planeras alltmer ur ett nationellt och regionalt perspektiv, så även elnät och elmarknad. Beslutet att inte reinvestera i befintlig kärnkraft matchas

av ett utökat elcertifikatsystem med tydligt förstärkta incitament att bygga ut förnybara alternativ. Ett gemensamt regelverk i form av nätföreskrifter för europeisk energimarknad implementerades i mitten av tioalet och underlättade införandet av förnybar elproduktion samtidigt som fokus ligger på bibehållen leveranssäkerhet i elsystemet. Den förnybara elproduktionen ökar stadigt och planeringen för storskaliga lösningar tar fart för att utöka reserv- och balanskraft. Lösningar för lagring av elenergi har nått sitt slutliga genombrott. Beslut har fattats om att påbörja snabb utbyggnad av lokala **energilagrar** och se över vart större regionala lager kan förläggas. Detta sker samtidigt med en parallell utveckling inom EU, där flera starka länder framgångsrikt pressat på för beslut om en kapacitetsmarknad för el inom EU. Villkoren för den har accepterats samtidigt som man också förnyat regleringen av utsläppshandeln inom EU som först nu, 2020, får full effekt. Den långa ekonomiska stagnationen i västvärlden har underlättat en minskad användning av fossila bränslen, men beroendet är fortfarande stort på de flesta håll i världen. Fossilbränslepriserna har fortsatt att fluktuera i en stigande trend och de få länder som fortfarande exporterar olja- och gasprodukter har därmed en allt tydligare obekvämlig hållhake på de nationer som inte lyckats minska sitt beroende. Den utvecklingen stod klar redan under tioalet, och delvis av den anledningen nådde energipolitiken avgörande genombrott under mitten av tioalet. På **elmarknaden** har mycket förändrats när det gäller produktion och distribution av el, men inte alls lika mycket från kundernas synvinkel. De initiativ som togs under tidigt tiotal om att involvera kunderna i arbetet med smarta elnät lyckades inte. På energiområdet har privatpersoner inte sett vinsten med att sätta sig in i ett system med smarta tjänster och produkter för att spara ett par tiotus i månaden. De lösningar som har utvecklats upplevs som byråkratiska, påträngande och integritetskränkande vilket gör att många helt enkelt inte tyckt att det är värt besväret. **Regleringar och lagstiftning** är istället de medel som i första hand drivit fram förändringar, och det är främst de centrala aktörerna på elmarknaden som påverkats i utvecklingen. Detta har på många sätt underlättat utbyggnaden av förnybar elproduktion då det helt enkelt varit mer rationellt att styra framväxten av den komplexa infrastrukturen och elmarknaden från centralt håll. Storskaliga investeringar i elnäten från nationellt håll har totalt dominerat utvecklingen för att stabilisera systemet och i samband med dem har även befintlig nätinфраstruktur blivit smartare. Vissa centralstyrda regleringar av kundernas elanvändning har fått genomslag (såsom centralstyrd bortkoppling av specifika varmvattenberedare), men de flesta ansatser att automatiskt styra kundernas konsumtion, eller få dem att själva engagera sig i de nya lösningarna, har inte nått någon framgång. Industrins fortsatta ökade krav från kunderna på flexibilitet i samband med krav på produktion och konkurrenskraft har i sin tur ställt ökade krav på en stabil, trygg och tillförlitlig elproduktion. Variationer i produktion och konsumtion hanteras genom centrala ellagerlösningar på lokal eller regional nivå. Kostnaden för elnäten har stigit kraftigt till följd av alla investeringsbehov. **Elpriset** är totalt sett relativt lågt, sett som ett genomsnitt över året, men variationerna är stora och ibland extrema med höga balanskraftskostnader som följd. Detta har gjort att den absoluta majoriteten av elkostnaden för kunderna är elnätskostnaden. Sammantaget innebar det att Sverige valde en väg som innebar en tydlig nationell satsning på att storskaligt bygga ut den förnybara elproduktionen, och senare också centrala ellager. Den ökade energitillgången som blev följd av den nya produktionen används idag primärt för den pågående omställningen och **elektrifieringen av transportsektorn.**”

Vår kvantifiering av rådets scenario A-D

Samordningsrådets scenarioarbete är ett kvalitativt scenarioarbete. I NEPP har vi utvecklat en serie energisystemscenarier för elsystemets utveckling i Sverige och övriga Nordeuropa. I ett parallellt arbete för rådet har vi – i en fördjupad scenarioanalys med Times/Markal-modellen - kopplat rådets kvalitativa scenarier, där den mer generella samhällsutvecklingen står i fokus, till NEPP:s kvantitativa scenarier för el- och energisystemets utveckling. Härigenom har vi fått en kvantitativ beskrivning av hur el- och energisystemet utvecklas i rådets fyra scenarier. Denna redovisas utförligt i rapporten "Fördjupad scenarioanalys och kvantifiering av rådets fyra scenarier", och nedan ges ett urval av resultat som använts som underlag i detta arbete. Först ger vi dock en kompletterande scenariberättelse som har stor relevans i detta uppdrag om energi- och klimatmål, eftersom den tar sin utgångspunkt i en beskrivning av omvärldsutvecklingen, däribland de politiska energi- och klimatmålen.

Vår scenariberättelse

Här beskriver vi scenarierna såsom vi skulle ha gjort, om vi hade beskrivit dem på det sätt som vi normalt beskriver våra scenarier på. Skillnaden i innehåll i vår och rådets scenariberättelser är mycket liten, vilket vi visats i rapporten "Fördjupad scenarioanalys och kvantifiering av rådets fyra scenarier", men med vår scenariobeskrivning blir frågan om måluppfyllelse mera tydligt exponerad.

Vi definierar varje scenario utifrån olika antaganden om utvecklingen i det tekniska energisystemets omvärld. Vi beskriver då omvärldsutvecklingen utifrån fyra faktorer, eller grupper av faktorer. Antaganden om utvecklingen av dessa fyra omvärldsfaktorer formar sedan vår beskrivning av scenarier:

1. Politiska mål, styrmedel och övriga beslut
2. Teknikutvecklingen och tillgängligheten av ny teknik (såsom de förnybara teknikerna, elnät och CCS)
3. Energibehovets utveckling, inkl. energieffektiviseringar
4. Prisutveckling och tillgång på bränslemarknaderna (olja, kol, naturgas och biobränslen)

Utformningen och utvecklingen av energisystemets olika delsystem, exempelvis elsystemet, blir sedan ett resultat av modellberäkningen för varje scenario. Hur mycket förnybart som byggs ut, om kraftnätet förstärks, om användningen av de fossila bränslena minskar eller om elvärme byts mot annan uppvärmningsform bestäms inte på förhand, utan är exempel på de resultat som modellen räknar fram.

Vår scenariberättelse: Den energi- och klimatpolitik som väljs i EU och medlemsstaterna kommer att ha stor påverkan på kraftsystemets utveckling i Sverige och i våra grannländer. Nu processar EU sin "vitbok", och ett viktig ställningstagande för politiken efter 2020 och 2030 är om man skall ha separata och bindande mål för förnybar energi och energieffektivisering, eller om man skall satsa tydligare och mer ensidigt på ett enda bindande mål: klimatmålet. EU-kommissionens respektive EU-parlamentets förslag/beslut skiljer sig här åt, genom att kommissionen anger ett bindande mål och parlamentet tre.

Vid sidan om EU så för de olika medlemsstaterna sin egen energi- och klimatpolitik vars effekter även kan få spridning utanför det egna landets gränser. Flera medlemsstater, däribland Sverige, vill "gå före" och nå energi- och klimatmålen snabbare än vad EU anger. Den tyska "Energiewände", som bl.a. inkluderar en kärnkraftavveckling till och med 2022 är ett annat tydligt exempel på en sådan nationell politik. I de allra flesta av Nordeuropas länder är satsningen på förnybar energi särskilt tydlig.

Relaterat till EU-kommissionens vitbok och besluten i EU-parlamentet om energi- och klimatpolitiken till 2030, samt till de olika medlemsstaternas nationella politiska ambitioner, formulerar vi fyra scenarier för el- och energisystemets utveckling, att analysera:

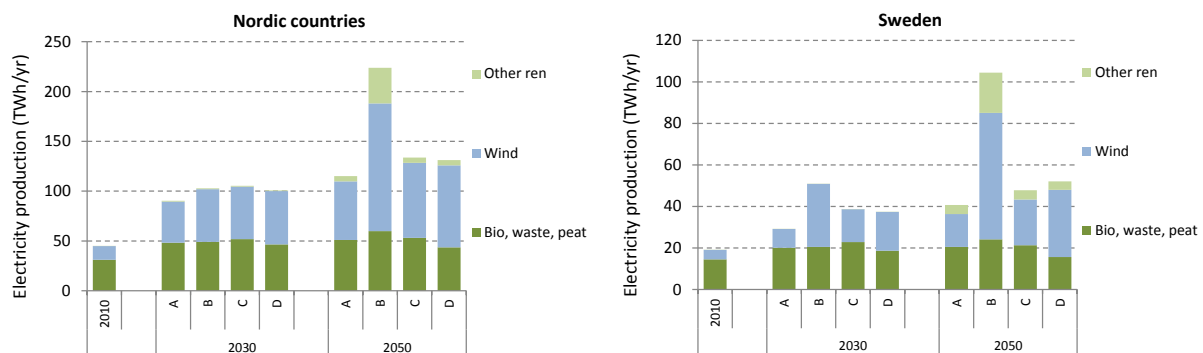
- A. Referens: Ett referensscenario, med en trendframskrivning av dagens ambitioner
- B. Ett mål - Förnybart: En mycket stor och snabb (och ensidig) satsning på förnybart
- C. Ett mål - Klimatet: Ett ensidigt fokus på klimatmålet, med ett relativt tufft klimatmål
- D. Tre mål: En satsning på tre bindande mål, effektivisering, förnybart och klimat/växthusgaser

EU-parlamentet har alltså beslutat om tre bindande mål, och scenario D är därmed i linje med det. EU-kommissionen har beslutat om ett bindande klimatmål (och ett EU-gemensamt icke-bindande mål för förnybart), och scenario C är alltså i linje med det.

Dessutom sker, särskilt i scenario A och B, en stor och accelererande IT-utveckling i samhället. Denna påverkar energisystemets utveckling på ett genomgripande sätt i scenario B, och även - men inte i samma utsträckning - i scenario A. I B påverkas också förnybarinvesteringarna av att slutkonsumenterna investerar i större utsträckning. I scenario C och D är det istället en mer centralstyrd utveckling av energisystemet, där politiska mål, styrmedel och övriga ramverk styr utvecklingen.

Scenario A: Scenariot präglas av den nuvarande uppsättningen politiska instrument, med en trendframskrivning av nuvarande ambitionsnivåer för förnybart, energieffektivisering och växthusgasreduktion. Kärnkraftinvesteringar tillåts i Europa, men i begränsad omfattning och elbehovet ökar (Figur ovan). Klimatpolitiken kännetecknas av fortsatta men relativt måttligt ökande ambitioner. Detta motsvarar ett EUA pris på 20 EUR/t 2030 och 45 EUR/t 2050.

Scenario B: Scenariot karaktäriseras av en stor och ensidig satsning på förnybar energi. Den viktigaste drivkraften är ett mycket högt satt politiskt mål för förnybart, drivet av en gemensam europeisk politisk ambition. Inga nya kärnkraftverk får byggas inom EU, förutom de verk som för närvarande är under byggnad; inga reinvesteringar i befintliga verk får heller inte göras. Dessutom är CCS inte en möjlighet i detta scenario. Anledningen till att inte använda CCS kan t.ex. vara politisk, teknologisk eller relaterad till allmän acceptans. I kontrast till scenarierna C och D, som illustrerar två sätt att möta mycket tuffa klimatmål, lägger inte detta scenario fokus på att minska CO₂-utsläppen. Men låga CO₂-utsläpp blir förstås resultatet av mycket ambitiösa mål för förnybart. *Det primära målet med scenariot är istället att analysera konsekvenserna av en mycket stor andel förnybar och variabel elproduktion i Sverige och Europa.* Figuren nedan visar den stora mängden biobränsle-, vind- och solbaserad elproduktion i detta scenario jämfört med motsvarande produktion i de övriga scenarierna.



Figur: Elproduktion med biobränslen, vind och sol i det nordiska och svenska elsystemet i de fyra scenarierna. ("Other ren" är tillövertvägande del solkraft.)

Scenario C: Scenariot präglas av EU-kommissionens beslut om ett bindande mål, klimatmålet, men utan bindande mål för förnybart eller energieffektivisering. Samtidigt kombineras i detta scenario ambitiösa klimatmål med relativt hög tillväxt av elbehovet. Därmed blir el i sig en koldioxidminskande åtgärd inom t.ex. transporter, uppvärmning och industriprocesser. Detta möjliggörs genom en successiv minskning av CO₂-utsläppen i elförsörjningen. Scenariot uppnår ungefär samma klimatmål för 2050 som scenariot D. I scenariot är dock det dominerande politiska instrumentet ett utsläppsrätts-handelssystem, och CO₂-priset är relativt högt: c:a 30 EUR/t 2030 och 70 EUR/t 2050.

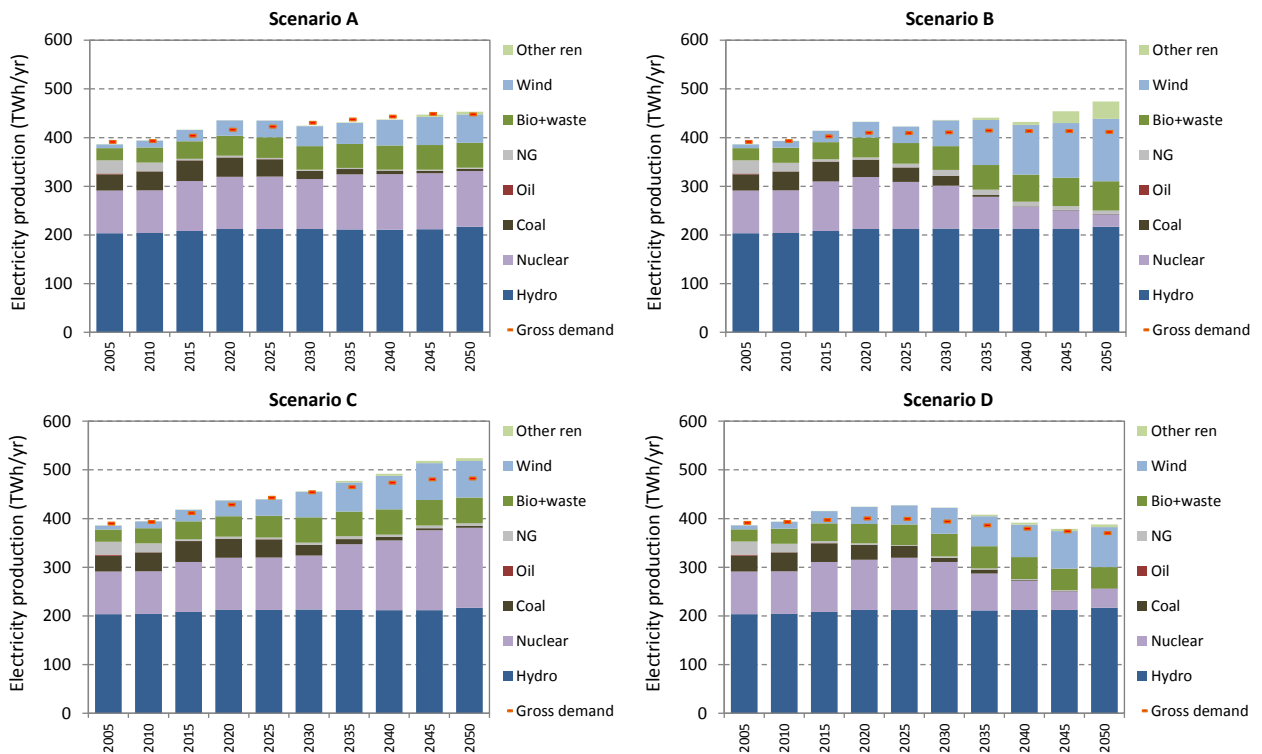
Scenario D: Scenariot präglas av EU-parlamentets beslut om tre bindande mål för växthusgaser, förnybart och energieffektivisering. Scenariot kännetecknas samtidigt av politisk detaljstyrning, speciellt vad gäller effektiviserings- och förnybaraåtgärder, samt av en nationell politisk infallsvinkel snarare än av en gemensam europeisk utformning av styrmedel. De politiska kraven för energieffektivitet i slutanvändningen medför en avmattning av elbehovet.

Våra resultat

Nordisk elproduktion

Vi väljer att redovisa utvecklingen av den samlade nordiska elproduktionen först, eftersom vår elmarknad är nordisk, och beskriver därefter den svenska elproduktionen.

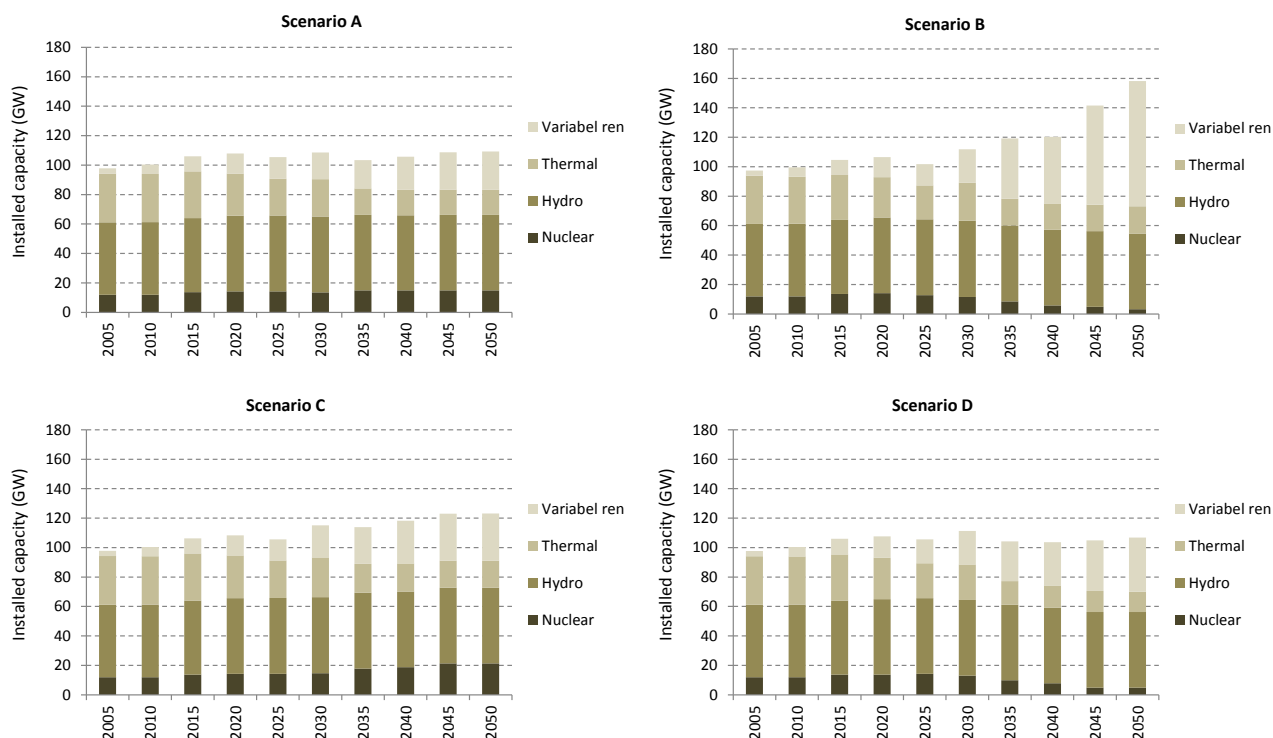
Vattenkraften växer långsamt, och lika mycket (cirka 5 TWh till 2030 och 10 TWh till 2050), i samtliga scenarier. Den största ökningen sker i Norge. Kärnkraften bibehålls på ungefär dagens nivå i scenario A, medan den ökar i scenario C, där gamla verk ersätts med nya och större verk. I scenario B avvecklas kärnkraften i relativt snabb takt och är helt avvecklad före 2050 medan avvecklingen i scenario D är något långsammare, och de nya finska verken är kvar till år 2050. Den kol- och naturgaseldade kraftproduktionen ersätts successivt under den studerade perioden, och CCS blir därför inte aktuellt att utnyttja i nordisk kraftproduktion i något av scenarierna. Biobränsleeldad elproduktion i kraftvärme och mottryck ökar i scenario A-C, även om ökningen är relativt måttlig p.g.a. att det värmeunderlag i fjärrvärme och industri som finns kvar att utnyttja är begränsat. I scenario D minskar produktionen som en följd av att scenariots stora energieffektivisering leder till en minskning av värmeunderlaget i fjärrvärme och industri. Vindkraften ökar i samtliga scenarier, och ökningen är särskilt stor i scenario B, men även betydande i scenario C och D. Ökningen i scenario B, tillsammans med en tydlig ökning av solcellsproducerad el ("other ren" i figurerna nedan), är signifikant för scenariot. Ökningen av vindkraften i scenario C är en följd av den stora ökningen av elanvändningen i Norden och EU, och sker alltså samtidigt som bl.a. ökningen av kärnkraftsproduktionen. I scenario D ökar också vindkraften. Ökningen i Norden i scenario D är dock relativt måttlig, jämfört med B, men ökningen i Nordeuropa som helhet är stor (se figurerna över produktionen i Tyskland nedan).



Figur: Elproduktion i Norden (staplarna) samt den nordiska elanvändningen (streckad linje). ("Other ren" är tillövertvägande del solkraft.)

Nordisk elproduktionskapacitet

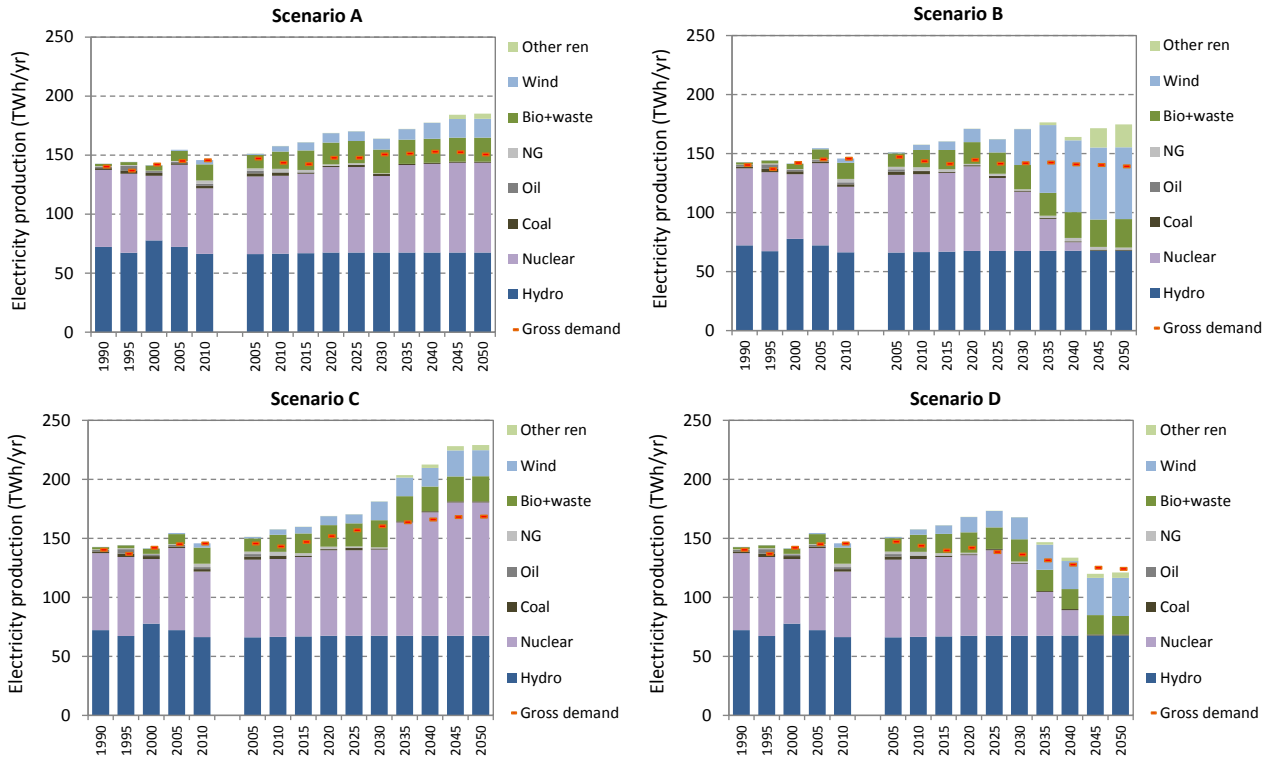
Elproduktionskapacitetens sammansättning förändras relativt lite fram till 2050 i scenario A. Andelen variabel produktionskapacitet (vindkraft och solkraft) ökar, men ökningen är måttlig och kan enkelt hanteras av kraftsystemet. I scenario C och D ökar den variabla andelen mer än i scenario A, men når ändå bara upp till relativt måttliga nivåer vid slutet av den studerade perioden. I scenario B däremot ökar den variabla produktionskapaciteten kraftigt, från dagens cirka 10 GW till 80-90 GW år 2050 (vid en total produktionskapacitet på 160 GW). Den stora installerade effekten i den variabla elproduktionen indikerar de utmaningar som elsystemet då kommer att stå inför. Eftersom produktionen från exempelvis vindkraftverken kan variera från liten till stor på kort tid och på ett delvis svårprognoserat sätt så måste annan elproduktion, eller elkonsumtionen, snabbt anpassas till dessa växlingar.



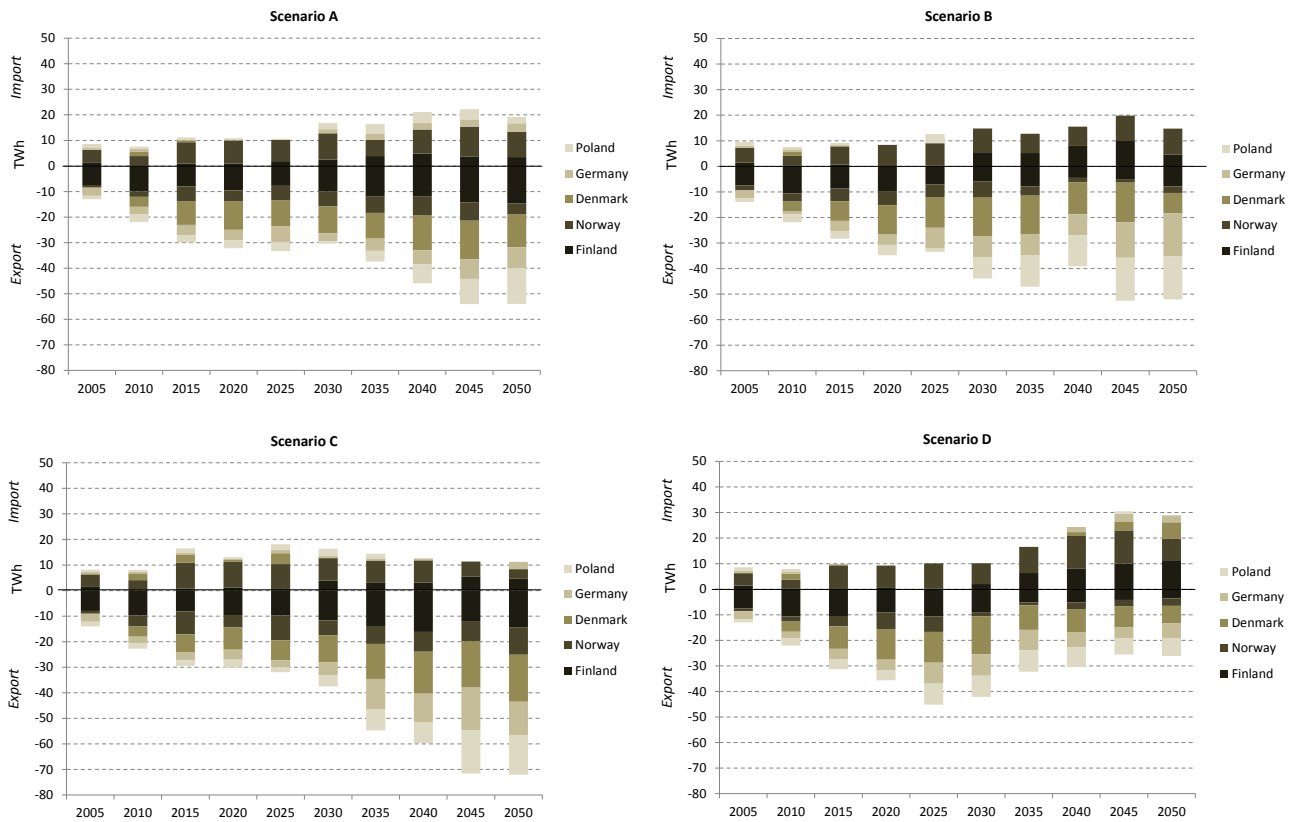
Figur: Elproduktionskapacitet i Norden

Svensk elproduktion och export/import

Utvecklingen av elproduktionen i Sverige har naturligtvis stora likheter med den nordiska i de fyra scenarierna, men det finns ett par viktiga skillnader: kärnkraften och exporten/importen (se figurerna på nästa sida). Kärnkraftsproduktionens andel är större i svensk produktion än i nordisk och därför blir också effekterna av den avveckling som sker i scenario B och D större. I scenario B ersätts hela den svenska kärnkraftsproduktionen *inom* landet. Det ger utrymme för en fortsatt stor export av elenergi från Sverige – i paritet med den i scenario A - under hela den studerade perioden, trots att kärnkraften alltså avvecklas. I scenario D däremot ersätts inte kärnkraftselen i lika stor utsträckning med ny produktion *inom* Sverige, eftersom det är mer kostnadseffektivt att – p.g.a. minskande förbrukning i hela Europa – istället importera kraft från grannländerna. Denna utveckling är den direkt motsatta mot den i scenario C, där vi både har en reinvestering i svensk kärnkraft och en ökande elanvändning i Europa. Då blir istället den svenska kraften mycket konkurrenskraftig, och vi når i detta scenario de största exportvolymerna (åtminstone efter 2030).



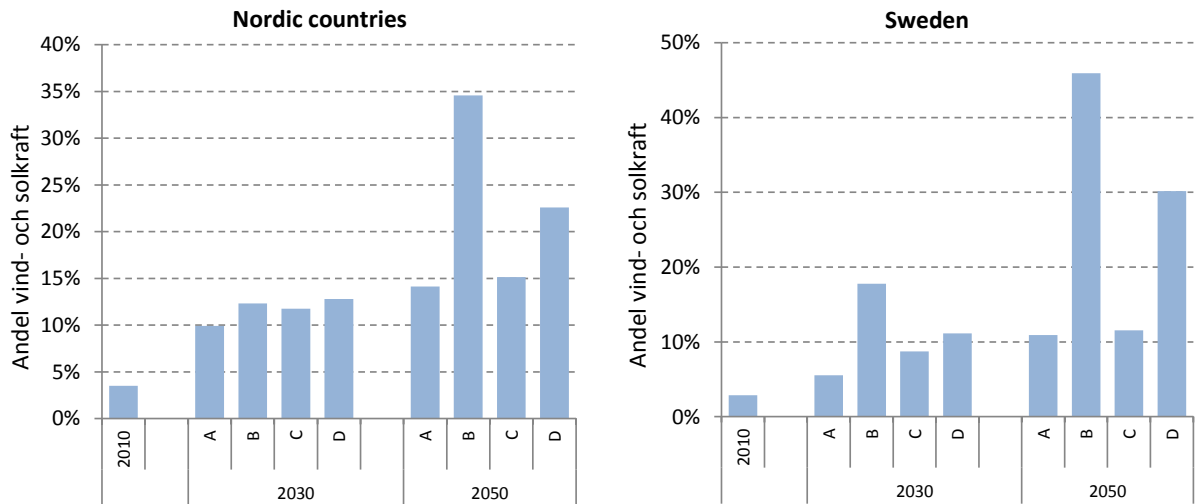
Figur: Elproduktion i Sverige (staplarna) samt den svenska elanvändningen (streckad linje).



Figur: Import och export av elenergi till och från Sverige.

Andelen vind- och solkraft

En av rådets två scenariodimensioner är ”långsam respektive snabb ökning av intermittent kraftproduktion”. Scenario B och D präglas av snabb ökning, medan scenario A och C av långsam. I figuren nedan anger vi andelen intermittent kraftproduktion från elproduktionsfigurerna ovan, dvs. summan av vind- och solkraft dividerat med den totala elproduktionen. Överensstämmelsen mellan rådets scenariobeskrivning och våra resultat är god, särskilt för år 2050. Den allra största andelen intermittent kraft återfinns i scenario B, det scenario i vilket förnybar kraft uppmuntras särskilt mycket.



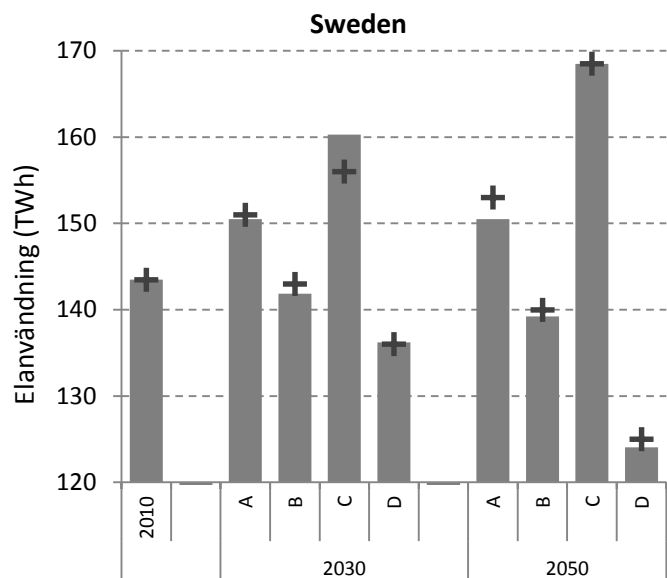
Figur: Andelen intermittent kraftproduktion (vind- och solkraft) i nordisk respektive svensk elproduktion i de fyra scenarierna, för åren 2030 och 2050.

Elanvändningens utveckling

Utvecklingen av elanvändningen är både indata och resultat i våra Times/Markal-beräkningar. Den icke substituerbara elen ges som indata, medan modellen själv avgör hur mycket av den substituerbara elen som är kostnadseffektivt att använda; dvs. om man skall öka eller minska dess användning jämfört med idag.

I avsnittet om indata ovan, angavs de riktvärden som vi haft vid scenarioformuleringen, och figuren till höger visar att resultatet ligger mycket nära dessa riktvärden.

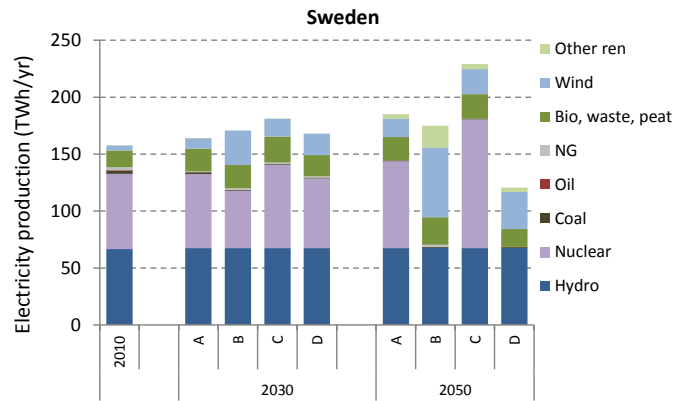
Figur: Elanvändningen i Sverige i de fyra scenarierna, för åren 2030 och 2050. Beräkningsresultatet anges som staplar, och riktvärdena som svarta plustecken (observera att skalan på y-axeln inte startar från noll).



Det tekniska el- och energisystemet är ett trögörligt system. Den existerande energiinfrastrukturen, i form av produktions-, distributions- och användartekniker, ersätts långsamt. De flesta tekniker i det svenska, nordiska och europeiska elsystemet har tekniska livslängder på 30-50 år, eller mer. På 15 år, alltså tiden fram till 2030, kan man inte förvänta sig en särskilt stor förändring av det tekniska systemet, även om incitamenten för förändring stärks. På 35-40 år däremot, tiden fram till 2050, kan förändringen bli mycket större.

I våra modellresultat för de fyra scenarierna kan vi också mycket tydligt se detta. I figuren till höger har vi lyft ut resultaten för den svenska elproduktionen för åren 2030 och 2050. Vi kan konstatera att de stora skillnaderna mellan scenarierna inte får särskilt stort genomslag i elproduktionens sammansättning till 2030 (möjligen med undantag för scenario B), men däremot stort genomslag till 2050, när det

tekniska energisystemet kunnat svara upp emot omvärldsförändringarna fullt ut. I rådets kvalitativa scenariobeskrivningar av hur det tekniska el- och energisystemet utvecklas, är det lätt att få uppfattningen att förändringen av systemet kan ske snabbt (till 2030). Våra modellberäkningar ger alltså ingen grund för det.



Roadmap för ett fossilbränsleoberoende transportsystem år 2030

Som grund för utvärderingen av målet om en fossilbränsleoberoende fordonsflotta har vi utnyttjat utredningen "Roadmap för ett fossilbränsleoberoende transportsystem år 2030", Elforsk rapport 12:68. Här redovisar vi utdrag ur den rapporten. Syftet är att ge bakgrund för analysen av hur betydelsefulla smarta elnät är för att uppfylla olika energi- och klimatpolitiska mål.

Resultaten från "Roadmap-projektet" ger resultat som påminner starkt om de som Trafikverket tagit fram i samband med Färdplan 2050 och de som Utredningen om fossilfri fordonstrafik (FFF-utredningen) presenterar i sitt betänkande "Fossilfrihet på väg" från 2013. Alla tre utredningarna antyder minskningar av användningen av fossila drivmedel med 80 % till år 2030.

Bakgrund

Regeringen formulerade i sin klimat- och energiproposition från 2009 (prop. 2008/09:162) ett mål om en fossilbränsleoberoende transportsektor i Sverige år 2030:

"Arbetet med att minska transportsektorns klimatpåverkan utvecklas och år 2030 bör Sverige ha en fordonsflotta som är oberoende av fossila bränslen."

I propositionen redovisas också olika delåtgärder för att nå detta mål. Bland dessa återfinns:

"En satsning på förnybara drivmedel och energieffektivare fordonstekniker, elhybridbilar och elbilar ..."

I propositionen "Mål för framtidens resor och transporter" (prop.2008/09:93) anges dessutom:

"Transportsektorn bidrar till att miljö kvalitetsmålet begränsad klimatpåverkan nås genom en stegvis ökad energieffektivitet i transportsystemet och ett brutet beroende av fossila bränslen. År 2030 bör Sverige ha en fordonsflotta som är oberoende av fossila bränslen."

Mot bakgrund av propositionen formulerade Elforsk och Svensk Energi följande vision:

"Elbranschen vill bidra till ett fossilbränsleoberoende transportsystem år 2030. Då skall vi ha en fordonsflotta som tekniskt har möjlighet att drivas med energibärare som är fossilbränsle fria, eller som senast år 2050 kommer att bli klimatneutrala. År 2050 skall transportsektorn vara helt klimatneutral, dvs. fri från utsläpp av växthusgaser som härrör från fossila bränslen."

Visionen kompletteras dessutom med ett mål om att omställningen bort från användning av fossila drivmedel år 2030 skall ha kommit långt.

Elforsk och Svensk Energi valde att engagera sig i frågan om hur el, som en typ av åtgärd, kan bidra till en sådan omställning av transportsystemet. Man valde därför att ge Profu i uppdrag att se på alla de möjligheter som finns att kraftigt minska användningen av fossila drivmedel i hela det svenska transportsystemet till år 2030, alltså inte enbart med hjälp av el. Detta arbete avrapporterades sommaren 2010 i rapporten "Ett fossilbränsleoberoende transportsystem år 2030 - ett visionsprojekt för Svensk Energi och Elforsk".

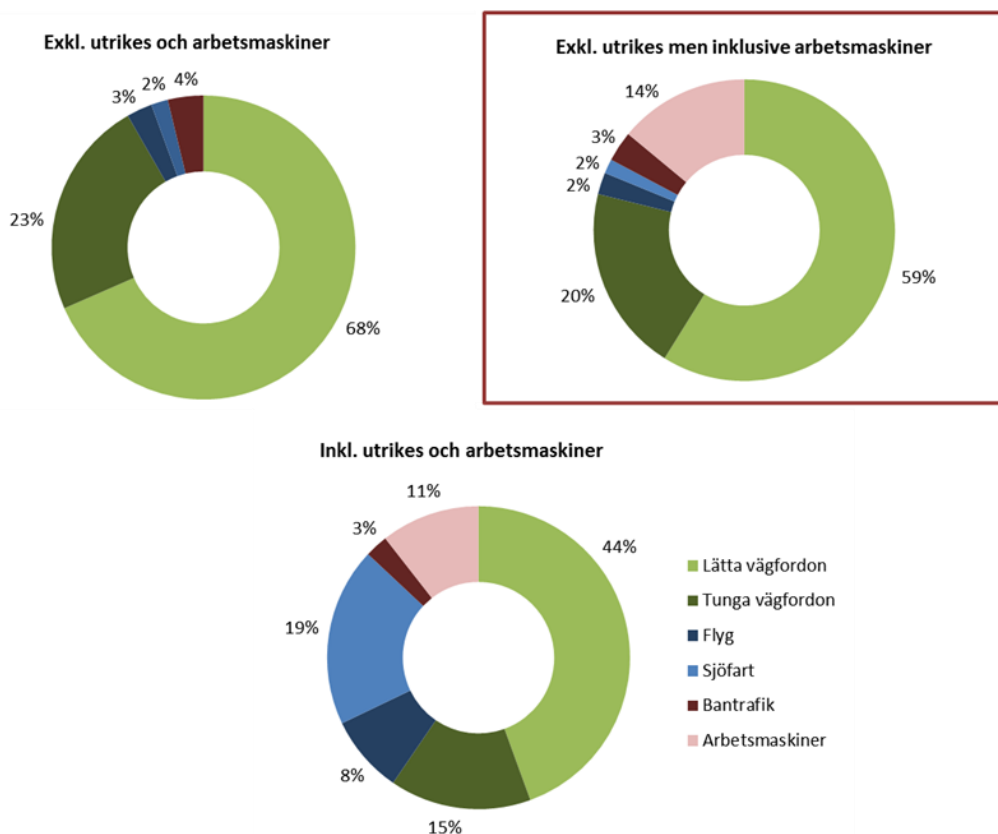
Under 2011 drevs projektet vidare, då med fokus på att ta fram byggstenar till en handlingsplan. Ett antal handlingsplanepunkter identifierades och en mängd exempel på hur man i praktiken jobbar med dessa frågor lyftes fram. Detta arbete, som genomfördes med medverkan från en mängd orga-

nisationer, avrapporterades i rapporten "Tio konkreta åtgärder och tio "långt hängande frukter" – byggstenar till en handlingsplan för en fossilbränsleoberoende transportsektor år 2030 – delrapport 2".

En logisk följd av de båda första delprojekten blev att under 2012 ta fram en roadmap för ett fossilbränsleoberoende transportsystem år 2030. Det är resultaten från det arbetet som refereras här.

Systemgräns, trafikslag och åtgärdsgrupper

Den systemgräns som tillämpas i roadmapen är "inrikes transporter, inklusive arbetsmaskiner". Hur transportsektorns energianvändning fördelar sig med olika systemgränser framgår av figuren nedan.



Energianvändningen inom dagens transportsystem i Sverige sett med olika systemgränser.

Den beskrivning av transportsystemets utveckling som vår roadmap innehåller bygger på överväganden för vart och ett av de olika beskrivna trafikslagen. I arbetet görs antaganden och analyser för följande trafikslag:

- Personbilar
- Mopeder och motorcyklar
- Lätta lastbilar
- Tunga lastbilar
- Bussar
- Sjöfart
- Flyg

- Järnväg
- Arbetsmaskiner

I analysen av hur omställningen kan genomföras har åtgärderna delats upp i fyra olika åtgärds-kategorier:

- Transportbehovsminskning
- Överflyttning (från ett trafikslag till ett annat)
- Fordonseffektivisering
- Drivmedelsbyte

Utgångspunkten för analysen är den beskrivning av transportsystemets energianvändning idag (år 2007⁴) och utvecklingen till 2030 som redovisas i Energimyndighetens Långsiktsprogno 2010, tillsammans med kompletterande information som erhållits vid personliga kontakter med Energimyndigheten. Vi har räknat upp de energibehovssiffror som Energimyndigheten redovisat för att neutralisera de effektiviseringar som ingår i deras prognos. Vi får därmed ett "framskrivningsscenario" som visar utvecklingen givet dagens fordonsseffektiviteter och drivmedelsmix.

Huvudskälet till att vi tagit fram detta framskrivningsscenario är att vi vill identifiera effekterna av effektivisering och drivmedelsbyten utifrån dagens läge, men med hänsyn tagen till förändrat trafikarbete. Vi visar dock också hur redan beslutade åtgärder påverkar energianvändning och utsläpp, för att därigenom illustrera vad som kan förväntas ske "spontant", utan ytterligare åtgärder.

Utvecklingen på vägen mot 2030

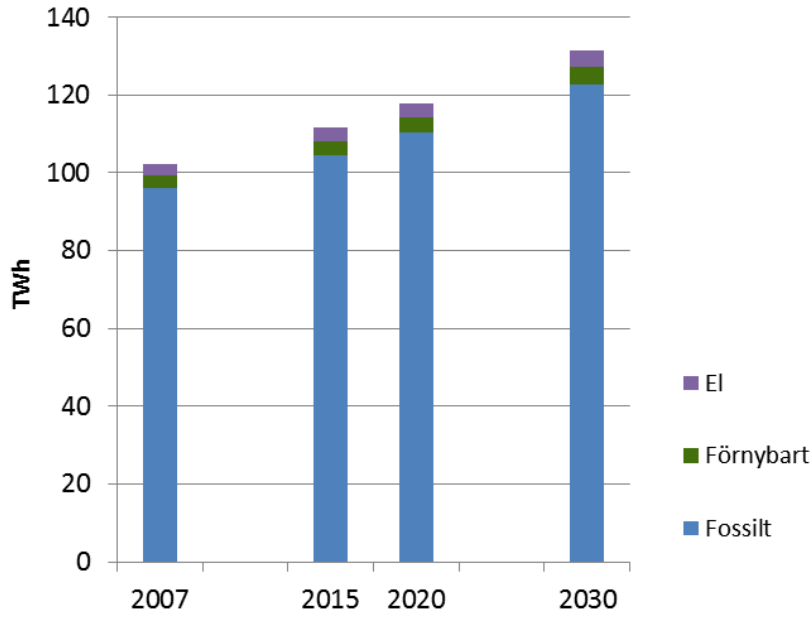
I detta avsnitt energianvändningens utveckling. Redovisningen görs, förutom för år 2030, även för åren 2015 och 2020. Vilka åtgärder och potentialer som förutsatts framgå av bilagorna till denna rapport.

Resultaten för roadmapsscenarioet sammanfattas nedan i stapeldiagram som visar hur energianvändningen i transportsystemet utvecklas från idag, via 2015 och 2020 till år 2030. Där framgår också vilka åtgärds-kategorier som ligger bakom de energianvändningsminskningar som beräknats.

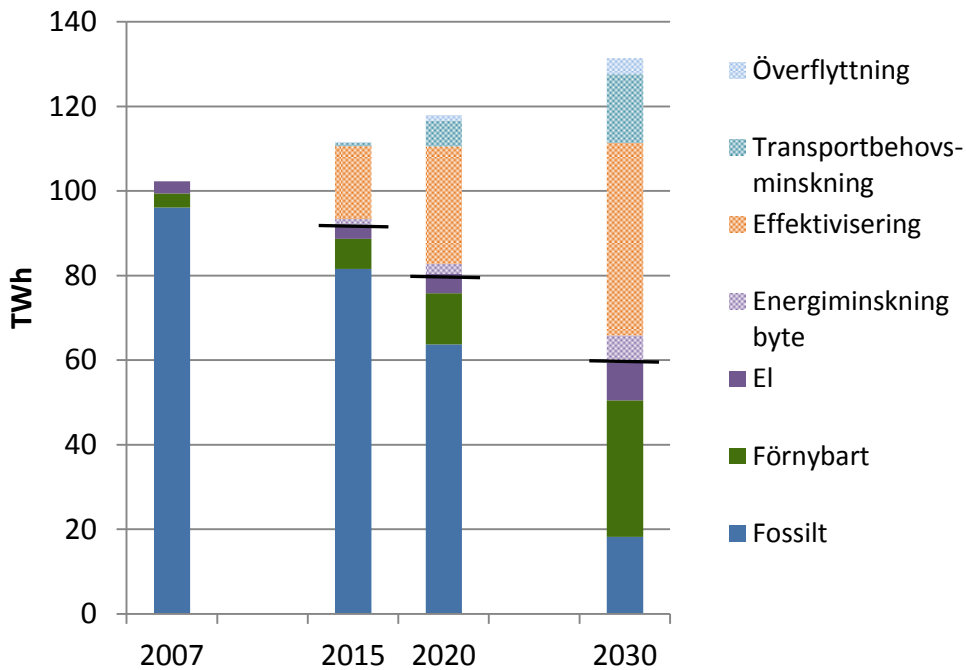
För varje analysår visas också en stapel för energianvändningen i ett "framskrivningsscenario", se figuren nedan. Det bygger på att transportsystemet utvecklas vidare utan ytterligare styrmedel eller beslut och med antagande om oförändrad fordonsseffektivitet och oförändrad drivmedelsmix. Det är alltså nivån på dessa "framskrivningsstaplar" som utgör utgångspunkten från vilken roadmapsscenarioet tas fram.

Av figuren nedan framgår hur energianvändningen för det svenska transportssystemet, med den systemgräns som valts, skulle utvecklas till år 2030 utan åtgärder som transportbehovsminskning, överflytt till andra trafikslag, effektivisering och drivmedelsbyten. Som framgår av figuren skulle vi år 2030 i så fall nå en användning av fossila drivmedel på drygt 120 TWh. Det är höjden på dessa staplar som utgör utgångspunkt för roadmapsscenarioets redovisning av energianvändningen, se figuren på nästa sida. Det är alltså från framskrivningsscenarioets nivå som vi reducerar energianvändningen och skiftar drivmedel genom att införa olika åtgärder.

⁴ Utgångsåret 2007 valdes eftersom det är detta år som Energimyndighetens långsiktsprogno från 2011 utgår ifrån.



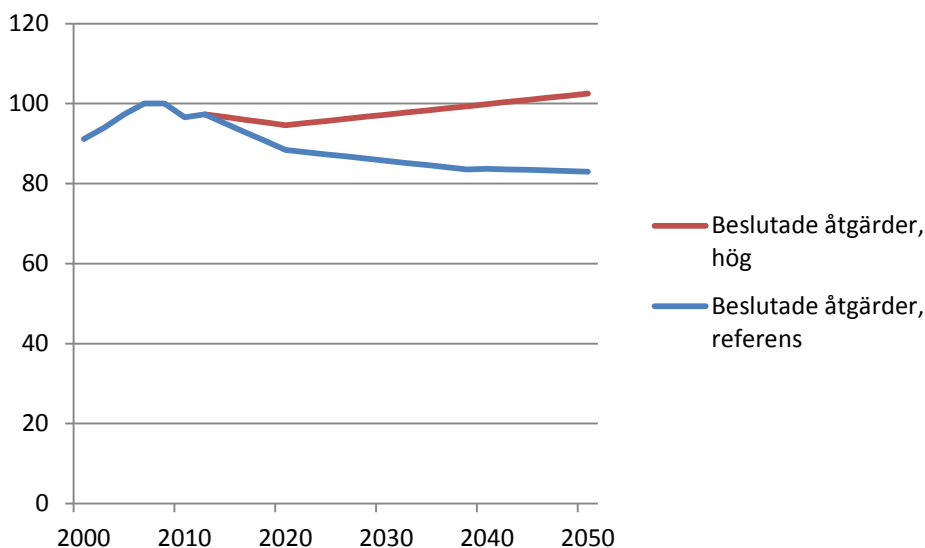
Total drivmedelsanvändning (TWh) i ett framskrivningsscenario utan effektivisering eller drivmedelsbyten.



Total drivmedelsanvändning (TWh) i Roadmapscenariot samt redovisning av hur framskrivningsscenarioets energianvändning reducerats. ("Energiminskning byte" avser minskad energianvändning till följd av drivmedelsbyte som ger effektivitetsvinst, t.ex. bensin till el).

Av figuren ovan så framgår den kraftfulla minskning av användningen av fossila drivmedel som uppnås genom de åtgärder som ingår i vår roadmap. Jämfört med dagens nivå (2007) minskar användningen av fossila drivmedel redan till år 2015 med 15 %. År 2020 är minskningen 35 %, trots en underliggande ökning i trafik- och transportarbete. År 2030, slutligen, så är minskningen jämfört med idag hela 80 %. Om man för år 2030 jämför roadmapsscenarioets användning av fossila drivmedel med framskrivningsscenarioet så är den procentuella minskningen ännu större, 85 %.

Hur skulle då den "spontana" utvecklingen, givet dagens beslutade åtgärder, se ut? Figuren nedan är hämtad från Trafikverkets underlag till Färdplan 2050.



Utvecklingen av vägtrafikens användning av fossil energi med beslutade åtgärder [%]. Källa: Trafikverkets underlag till Färdplan 2050

Trafikverkets prognos över användningen av fossila drivmedel avser alltså endast vägtrafiken. Eftersom vägtrafiken står för mer än $\frac{3}{4}$ av energianvändningen vid den systemgräns som vi tillämpar, så är detta en god indikation på utvecklingen även för det transportsystem som vår analys omfattar. Skillnaden mellan de båda kurvorna i figuren är framför allt att den röda "hög"-linjen innehåller en snabbare trafikillväxt. Här ser vi att användningen av fossila drivmedel kan antas minska något till år 2020 och 2030, förutsatt effekter av redan beslutade åtgärder. Uppskattningsvis är minskningen ca 10 % jämfört med idag. Om vi jämför Trafikverkets bedömning av dagens beslutade åtgärder och vårt roadmapsscenario med vårt framskrivningsscenario utan fordonseffektivisering och drivmedelsbyte så kan vi konstatera av den 85-procentiga minskningen år 2030 (roadmapsscenarioet jämfört med framskrivningsscenarioet) att dagens beslutade åtgärder förväntas bidra med 1/3 av minskningen av fossila drivmedel. Det finns alltså ett stort behov av tillkommande åtgärder. Intrycket förstärks av att den uppskattade tredjedel som redan beslutade åtgärder åstadkommer sannolikt är de som är enklast och billigast.

A cost-effective package of measures to achieve the 20 % energy efficiency target

– extract from the final report of the Nordic Energy Perspectives (NEP) project

A cost-effective implementation of the 20 % target for energy efficiency by 2020 should include all parts of the energy system, from supply to end-use. NEP's analysis shows that in this case about half of the energy efficiency improvement measures will be energy conversion measures and half will be end-use measures. Most of these energy efficiency improvement measures will reduce greenhouse gas emissions and lead to increased use of renewable energy sources in addition to increasing energy efficiency. These synergies will make the measures much more cost-effective. Important energy conversion efficiency measures include conversion from electricity produced by condensation to cogeneration and wind power, and measures to replace electrical heating by heat pumps. End-use measures would mostly include more straightforward measures with relatively low investment costs.

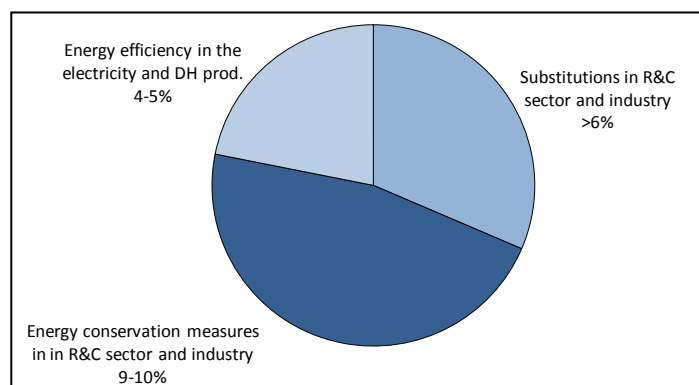
The EU's climate change and energy package includes a requirement for energy efficiency improvements of 9 % by 2016, and a proposal for 20 % energy efficiency improvements by 2020. The EU is now discussing making this 20 % target binding for all member states. One way to formulate the target could be as requirement to reduce the use of primary energy by 20 % by 2020. For the Nordic energy system, a 20 % reduction of primary energy use in the energy system (excluding the transport sector) means a reduction of approximately 200 TWh. This is relative to primary energy use in 2020 calculated assuming a business-as-usual scenario. NEP participants have conducted comprehensive consequence analyses of the 20% target.

The cost-effective package of measures

NEP's analyses show that a cost-effective package of energy efficiency measures designed to achieve the 20 % efficiency improvement by 2020, includes approximately equal amounts of energy conversion efficiency measures and end-use measures:

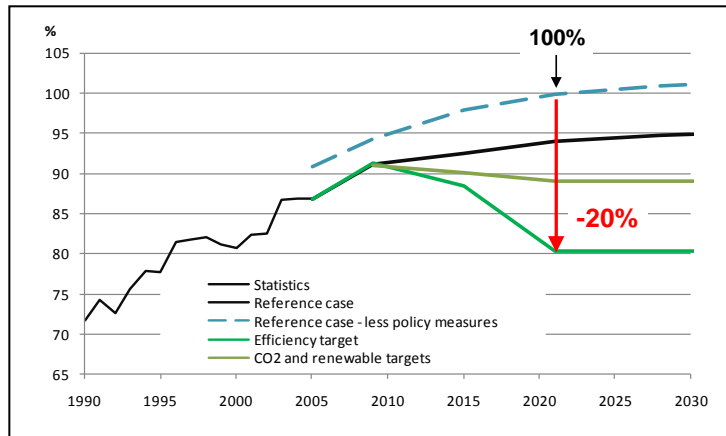
- 4-5 % is efficiency measures in the large-scale energy conversion., e.g. more electricity produced in cogeneration plants, wind plants etc. instead of a production in condensing plants. This corresponds to 40-50 TWh primary energy.
- 6 % is substitution in the building sector and industry, e.g. change from electrical heating to heat pumps in small houses. This corresponds to 60-70 TWh.
- 9-10 % is conservation measures in the building sector and industry, corresponding to 90-100 TWh primary energy. Most of these measures are relatively straightforward and with modest investment costs.

The menu of measures to achieve 20 % improved energy efficiency in the Nordic countries. The marginal costs of the energy conversion and end-use measures have been balanced, so that the marginal costs of each "sector" in the figure are of comparable size.



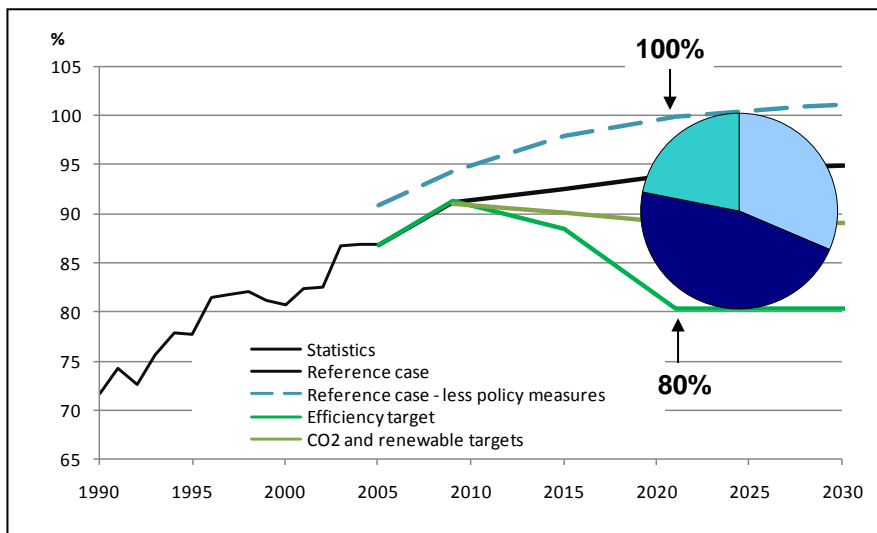
Calculation of reference level and the effect of existing policy instruments

By means of the MARKAL model, we have established the primary energy use that will form the reference level for the 20 % target for the Nordic energy system. Model calculations were used to make a reference case – or business as usual scenario— in which the policy measures and instruments that directly influence the size of the primary energy use are not included. We can call it a reference case without policy measures. The figure below shows that the primary energy use in this scenario for the year 2020 is approximately 12-13 % above the actual 2005 primary energy use level.



The definition of the energy service directive that prescribes 9 % energy efficiency until 2016 – the ESD-directive – allows member countries to take credit for the improved energy efficiency which is brought about by already implemented policy measures/instruments. We have used the MARKAL Nordic model to calculate the primary energy reduction that will be achieved by today’s policy measures in the Nordic countries by 2020. This is done by comparing the primary energy use in the reference case to the case with fewer policy instruments (“reference case – no policy measures” in the figures). The comparison shows that today’s policy measures will result in a decrease of primary energy by about 5 % in 2020.

Another important experience from the MARKAL analyses, illustrated in the figures by the scenario that include the targets of 20 % renewable energy and 20 % reduction of CO₂ emissions, is that in reaching these two goals, the primary energy use is reduced by another 5 % in 2020.



The remaining 10 % energy efficiency therefore has to be achieved through new policy measures. All together, the “NEP package of energy efficiency” described above fulfills the 20 % target. The “package” is schematically included in the figure.

The NEP energy efficiency package has been developed by means of a comparative analysis of energy conversion efficiency measures and end-use efficiency measures. Potential benefits and costs (including transaction costs) for end-use measures have been calculated in a traditional manner. Potential benefits of energy conversion measures have been computed using MARKAL modelling. The MARKAL model has also been used to calculate (marginal) costs of energy conversion measures.

The NEP energy efficiency package was then constructed by adding measures one by one, sorted in order of decreasing profitability, until a 20% reduction in primary energy use had been achieved. Included in the profitability of each measure is the savings in energy purchases that can be attributed to that measure. By using MARKAL modelling in the construction process we were able to model the fact that the most profitable measures that are implemented early affect the profitability of other efficiency measures that are implemented later (and the profitability of other changes to the energy system). At any point in time the model takes the current energy balance into account when it computes the profitability of a measure.

Which measures are most important?

Some of the measures described above are noteworthy in several ways. Not only do they lead to significant improvements in energy efficiency, they also contribute towards achieving targets for reduced CO₂ emissions and increased use of renewable energy. These synergies improve the cost-effectiveness of implementing the EU’s climate change and energy package.

Large-scale energy conversion

This is mainly electricity and district heating production, and distribution.

Cogeneration and wind power are the most important large-scale energy conversion efficiency measures. Low production efficiencies in older coal- and oil-powered plants lead to high CO₂ emission rates. When these are replaced by biofuel- or gas-fired cogeneration plants, energy efficiency is vastly improved. At the same time, CO₂ emissions are greatly reduced and the share of renewable energy is increased.

Nuclear power has been handled in NEP’s analyses with a primary energy weight of 1, i.e. without losses in energy conversion.

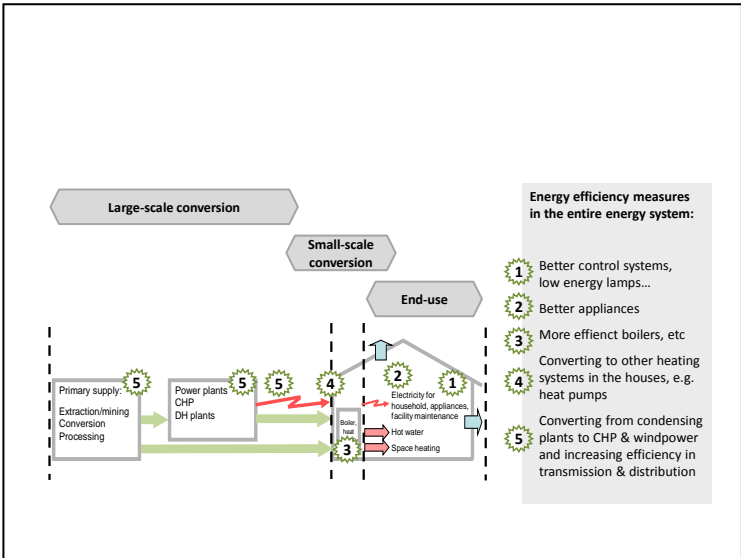
Small-scale energy conversion

This part is mainly heating and process energy in housing, services and industry.

Heat pumps and district heating are two examples of small-scale energy conversion efficiency measures. In the

transport sector, a large-scale introduction of electric cars would result in a considerable efficiency increase. However, these measures do not always yield a reduction in primary energy use.

Replacing oil-fired boilers by district heating often yields a reduction in primary energy use, and an improvement in efficiency. This improvement is significant if the district heating is produced with a



large share of waste heat. Large and clear-cut energy efficiency improvements are also achieved when heat pumps replace electric heating. Heat pumps are included in NEP's efficiency package mostly as a substitute for electric heating, see Figure X above. When heat pumps are used to replace other energy sources such as oil-fired boilers and district heating, it is necessary to consider the efficiency of the energy source being replaced in order to determine if the replacement yields improvements or not.

End-use, useful energy in households, service and industry

The cost-efficient potential for energy efficiency in useful energy is large, but naturally the profitability differs between the different measures. A very large part of the measures are actually quite straightforward to implement, and many of them require no investment. Examples of such measures are:

- Adapting air flows and operation times for ventilation and illumination to the times when premises are used. This often only requires the right adjustments of existing clocks or the like.
- Electricity efficiency in households, buildings and businesses, by using best available technology when changes are to be made anyway. Change to low-energy lamps.
- Insulation of attics.

These simple and inexpensive measures constitute more than half of the entire gross potential, and can lead to an energy efficiency of around 10-15 %.

In order to reach the 20 % target it is sufficient to implement these simple measures as long as energy conversion measures that yield improvements on a similar scale are also carried out.

For further information on end-use efficiency measures, see Perspective number X.

Energy efficiency in the whole energy system

In NEP, we are calculating with *primary energy*. (The EU does the same on its documents on a 20 % energy efficiency improvement target by 2020). Primary energy should include all energy losses in the paths that precede the final use. This is intended to reflect all energy which is used, from the fuel source (or equivalent) to the end user.

By measuring efficiency improvements in terms of primary energy, it becomes possible to include efficiency improvement measures in the whole energy system and not just in end-use (as is the case of the 9% target).

The concepts of primary energy, final energy and useful energy.

The primary energy weighting is important

Since the EU's 20% energy efficiency target relates to primary energy, primary energy weighting is done at this level in NEP and not at the level of final energy as is the case for the 9 % target (the ESD Directive). We have weighted all fuels and energy resources in our main scenarios by the factor one (1), with the exception of the free (heat) energy which is utilized in heat pumps, which has been weighted by zero (0). As far as we can tell, this is similar to the factors used by the EU. This means that free renewable energy, such as hydropower and wind power, has also been assigned a weight factor of 1.

