

Intermediate report  
Nordic Energy Perspectives



# Perspectives on renewable energy in the Nordic countries

Results from the MARKAL model

May, 2008





## Preface

Nordic Energy Perspectives (NEP) is an interdisciplinary Nordic energy research project with the overall goal of demonstrating means for stronger and sustainable growth and development in the Nordic countries.

NEP analyses the national and international political goals, directives, and policy instruments within the energy area, as well as their influence on the Nordic energy markets and energy systems and the infrastructures and institutional structures. NEP aims at clarifying to decision-makers the consequences of political and strategic decisions for politicians, energy actors and the public. The project is to promote a constructive dialogue among researchers, politicians, authorities and actors on the energy markets.

For further information about the project, please visit: [www.nordicenergyperspectives.org](http://www.nordicenergyperspectives.org).

This series of intermediate reports are the initial reporting from the second phase of the project. The following synthesis, intermediate and final reports are now presented:

### Synthesis report, May 2008:

1. First NEP2 synthesis report (*Responsible: Peter Fritz, Håkan Sköldbberg, Bo Rydén*)

### Intermediate reports, May 2008:

2. Nordic perspectives on the EU goals of 20% CO<sub>2</sub> reduction, 20% renewable, 20% energy efficiency by 2020 – first results from the NEP models (*Responsible: Thomas Unger and the NEP model group*)
3. Perspectives on renewable energy and energy with low CO<sub>2</sub> emissions, with special focus on biomass. (*Responsible: Tiina Koljonen and Thomas Unger*)
4. Perspectives on renewable energy in the Nordic countries – results from the MARKAL-model runs for EU:s 20% goals. (*Responsible: Håkan Sköldbberg, Thomas Unger and Bo Rydén*)  
*Also including: Perspectives on district heating in Sweden – preliminary results from model runs for EU:s 20% goals.*
5. Widened view of energy efficiency and resource management – the potential in the whole energy system... (*Responsible: Anders Göransson and Bo Rydén*)

### Final report, June 2008:

6. Kompas – improving the description of the demand side in the NEP models (*Responsible: Monica Havskjold and Berit Tennbakk*)

Our intention in NEP is to present all reports in English. Due to lack of time, some of the texts are at this stage still in Scandinavian languages. We apologize for this. These texts will as soon as possible be translated into English. The translated texts/reports will be available on the project's web site, [www.nordicenergyperspectives.org](http://www.nordicenergyperspectives.org), soon after the Helsinki conference.

Helsinki, May 2008

*The NEP Research Group*



## Content

Preface .....	3
Content .....	5
Summary .....	7
Användning av förnybar energi i Norden – en sammanfattning av resultat från MARKAL-beräkningar.....	9
Perspektiv på fjärrvärme i Sverige .....	13
Förnybar energi, land för land.....	14



## Summary

EU's three goals of at least 20 % renewables in the energy mix, reduction of the use of primary energy by 20 % through efficiency measures and reduction of greenhouse gas emissions by 20 % to the year 2020 will obviously have an impact on the use of renewable energy in the Nordic countries. The effects of different combinations of the goals have been analysed within the NEP project through model calculations. The starting point has been a calculation of how the use of different renewable energy sources develops when merely the present policy instruments are used. The calculation shows that the use of biofuels increases rapidly, while the expansion of wind power is limited. Heat pumps, industrial waste heat and solar heating increases slightly.

In the next calculation, the EU goal of 20 % increased use of renewables has been added. This has been described in the model as a common Nordic effort, based in the specified national goals. As expected, the use of renewable energy increases significantly. This case shows a much greater use of wind power than when only the present policy instruments are used. The use of biofuels and heat pumps also increases. (In the EU directive proposal, heat pumps are defined as renewable energy.)

When all three EU goals are applied simultaneously the use of renewable energy reaches lower levels than when only the goal of increased use of renewable energy is applied. This is largely a result of the reduced general use of energy through efficiency measures. However, the combination of goals also influences the mix of different renewable alternatives. The use of heat pumps is stimulated, while the use of biofuels decreases compared to the other calculated cases.

EU's 20 % goals will also have a large impact on the development of district heating production. This has also been analysed through model calculations, initially with focus on the Swedish district heating sector. Two model calculations have been made. The first case shows the development when only the present policy instruments are applied. The second calculation shows how the district heating production develops when all three EU goals are applied simultaneously.

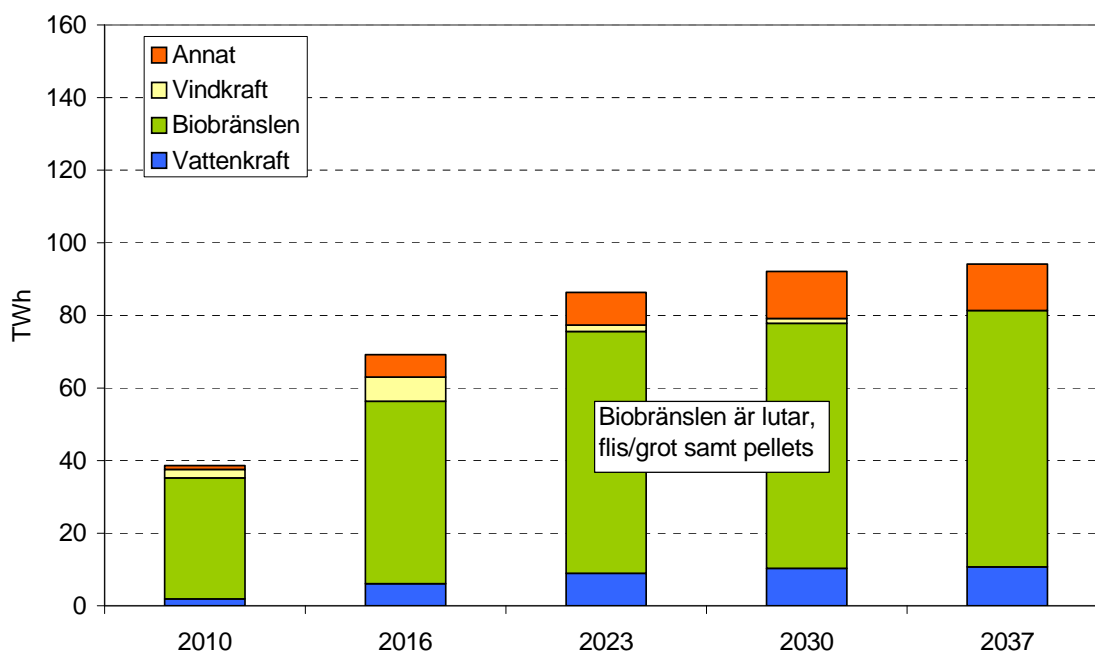
When only the present policy instruments are applied the use of district heating continues to grow. The production mix shows increases for waste incineration and biofuels, while the use of fossil fuels and heat pumps decreases somewhat. This changes significantly when the three EU goals are applied. The energy efficiency goal leads to decreasing heating demands. This can also be seen for district heating, where the use stagnates or even decreases slightly after the year 2016. At the same time the three goals make heat production based on fossil energy sources less competitive. Waste incineration is still competitive, largely due to conditions within the waste treatment sector. The definition of the goals also makes heat pumps increasingly attractive. This leads to a situation where the use of biofuels, after a period of rapid growth, could decrease significantly.



## Användning av förnybar energi i Norden – en sammanfattning av resultat från MARKAL-beräkningar

I början av 2008 kom ett direktivförslag från EU Kommissionen med åtgärder och mål för arbetet med att öka andelen förnybar energi i EU-ländernas energimix. Ungefär samtidigt kom ett direktivförslag med målet att minska utsläppen av växthusgaser inom EU med 20 %. Parallellt med detta finns EU:s mål att minska energianvändningen med 20 %. Om dessa direktiv antas så kommer det att påverka utvecklingen av de nordiska ländernas<sup>1</sup> energisystemen på ett tydligt sätt. För att analysera konsekvenserna på det de nordiska ländernas energisystem har en serie beräkningar med energimodellen MARKAL-NORDIC genomförts. Analysen omfattar det stationära energisystemet, det vill säga transportsektorn ingår inte.

Som utgångspunkt för analysen så har först en beräkning av energisystemens utveckling med dagens styrmedel genomförts. Där ingår alltså inte förnybarhetsmålet. (Exempel på styrmedel som idag stimulerar användningen av förnybar energi är höga skatter på fossila bränslen, utsläppsrättshandelssystemet för koldioxid<sup>2</sup>, investerings- och driftstöd till olika förnybara alternativ samt det svenska elcertifikatsystemet.) I figur 1 visas ökningen av den nordiska användningen av förnybar energi för detta referensfall. Av figuren framgår att nuvarande kostnader för olika förnybara energislag, tillsammans med dagens styrmedel leder till en kraftig ökning av användningen av biobränsle. Till ökningen av biobränsleanvändningen bidrar också den förutsatta expansionen av skogsindustrin i Norden. Även vindkraft och vattenkraft ökar, men relativt blygsamt.



Figur 1: Ökning av förnybara energislag i Norden, jämfört med 2005, utan några nya mål från EU (nuvarande utsläppsrättshandel och nationella styrmedel bibehålls dock)

<sup>1</sup> När vi använder begreppet "Norden" så avser vi Danmark, Finland, Norge och Sverige.

<sup>2</sup> Utsläppsrättshandelssystemet illustreras med ett CO<sub>2</sub>-pris motsvarande 20 €/ton inom den handlande sektorn.

Under rubriken ”Annat” i figuren ingår annan energi som i direktivet anses vara förnybar, främst värmen från värmepumpar<sup>3</sup>, men också industriell spillvärme och solvärme.

Därefter adderar vi förnybarhetsmålet. I direktivförslaget om ökad användning av förnybar energi finns kvantifierade mål för andelen förnybart land för land. Målet uttrycks som andelen förnybart av den totala energianvändningen. Vår utgångspunkt för analysen är att transportsektorn tar sin andel av introduktionen av förnybar energi. (För transportområdet finns redan parallellt ett separat mål om att 10 % av drivmedlen år 2020 skall utgöras av biodrivmedel.) För det stationära energisystemet innebär målen (vid de energianvändningsnivåer vi utgår från) land för land<sup>4</sup> att ytterligare drygt 120 TWh förnybart måste tillföras i de stationära energisystemen i Norden till år 2020. För perioden efter år 2020 bibehålls samma målnivå i beräkningarna.

Analysen av effekterna av förnybarhetsmålen har i denna inledande analys gjorts genom att i modellen lägga in ett villkor som tvingar in denna samlade mängd förnybar energi i det nordiska energisystemet. Vi har alltså inte tvingat in mängden förnybart land för land, utan istället låtit den totala mängden införas på effektivaste sätt i Norden.

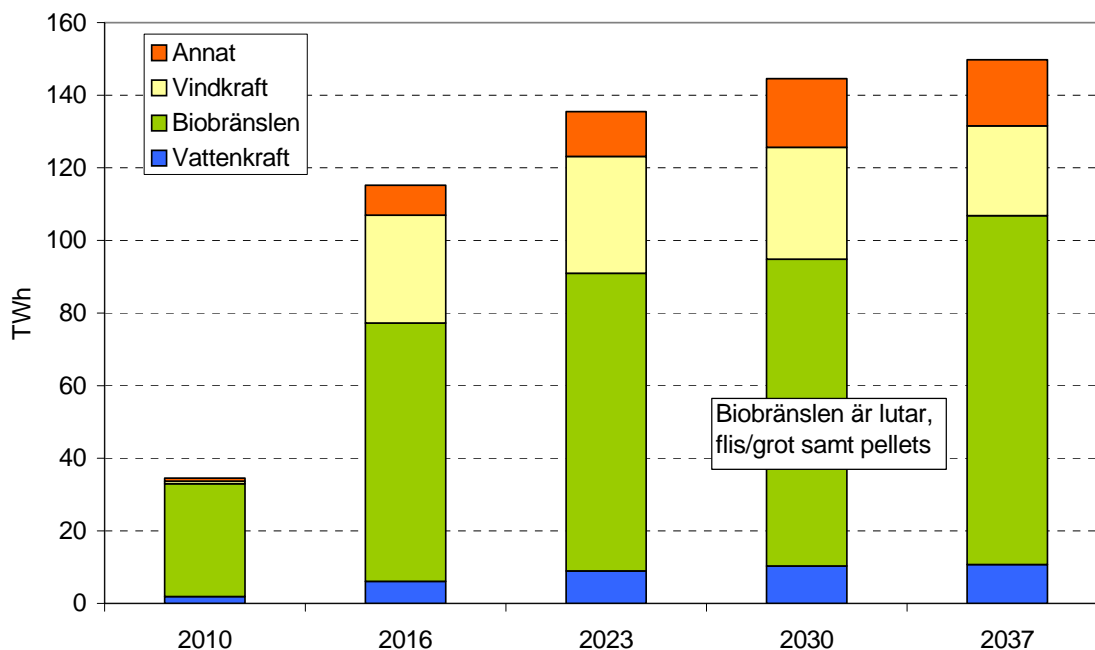
I beräkningsfallet med förnybarhetsmålet har det sammanlagda åtagandet för Norden med avseende på förnybar energi lagts in som ett villkor. Denna beräkning visar alltså effekterna för Norden av EU:s direktiv om främjande av förnybar energi, figur 2. Det visar sig att användningen av förnybar energi ökar tydligt i Norden. Om man betraktar varje energislag för sig kan man konstatera att vattenkraften i princip är opåverkad, eftersom denna begränsas av vad vi i modellen har angivet som möjligt att bygga ut. Biobränsleanvändningen ökar något, men inte särskilt mycket. Majoriteten av biobränslet används för kraftvärmeproduktion i fjärrvärmesystemen och inom industrin. Här sätter värmeunderlagets storlek gränser för hur mycket biobränslekraftvärme som på ett lönsamt sätt kan introduceras. Dessutom beskrivs biobränslepriset med en ”utbudstrappa”, där biobränslesortimenten blir gradvis dyrare ju mer som utnyttjas. Resultatet visar samtidigt att biobränsleanvändningen stimuleras kraftigt redan med nuvarande styrmedel.

Betydligt kraftigare ökning till följd av förnybarhetsmålet fås för vindkraft. I beräkningen med dagens styrmedel stannar ökningen av vindkraft vid enstaka TWh, medan förnybarhetsmålet medför vindkraftutbyggnad av storleksordningen 30 TWh i Norden. Största delen av detta byggs ut redan inom 10 år. Även annan förnybar elproduktion byggs ut något mer än i beräkningsfallet med dagens styrmedel. Främst kan ökningen hänföras till värmepumpar. Med förnybarhetsmålets definition av förnybart ges alltså även värmepumpar en stimulans.

---

<sup>3</sup> För värmepumpar gör vi, utgående från direktivet, följande antagande: Som förnybart räknas värmepumparnas värmeproduktion, det vill säga inte bara den gratisenergi som värmepumparna nyttiggör, utan också indirekt också den el som går åt som driftenergi i värmepumparna.

<sup>4</sup> Eftersom Norge inte ingår i EU finns inget specifikt EU-förnybarhetsmål för Norge. Vi har gjort antagandet att Norge ges ett mål som motsvarar medelvärdet av målen för de övriga tre länderna.



Figur 2: Ökning av förnybara energilag i Norden, jämfört med 2005, då EU:s förnybarhetsmål tillämpas (nuvarande utsläppsrättshandel och nationella styrmedel bibehålls också)

Förnybarhetsmålet ökar alltså tydligt mängden förnybart som utnyttjas i Norden. År 2020 används 60 % mer förnybart än i fallet med dagens styrmedel (utan förnybarhetsmålet). Det är ändå värt att notera kraften i dagens styrmedel som, utan att dessa förstärks, ökar användningen av förnybar energi i Norden med nästan 80 TWh från 2005 till 2020.

Vad händer då när EU:s 20 % mål om ökad användning av förnybar energi kombineras med EU:s övriga mål? Vi analyserar här hur användningen av förnybar energi påverkas av effektiviseringsmålet (-20 % energianvändning) och växthusgasmålet<sup>5</sup> (-20 %). Först något om hur vi har uttryckt dessa mål i modellberäkningarna.

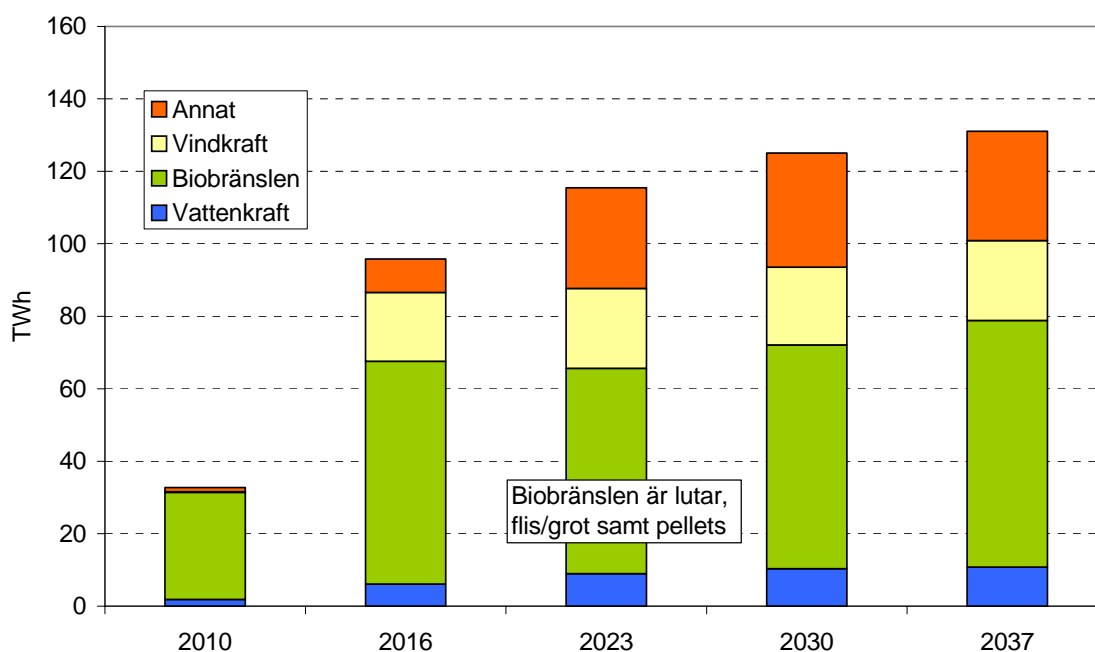
Målet om minskad energianvändning fokuserar på minskning av primärenergi. Eftersom vår modell inte innehåller sparåtgärder i bebyggelsen har vi, baserat på data om sparpotentialer, m.m., förutsatt att 9 % av målet uppfylls med minskad efterfrågan på nyttiggjord energi. Modellen innehåller inte heller transportsektorn, som vi förutsätter tar sin del av effektiviseringsmålet. Vi förutsätter också, baserat på kompletterande beräkningar, att redan införda styrmedel bidrar till en effektivisering av energisektorn med 5 %. De återstående 6 % minskning av energianvändningen fördelar energisystemmodellen ut på effektivaste sätt. (Vid de inledande beräkningarna blev resultatet utslutande att kärnkraften avvecklades, till följd av låg verkningsgrad i kraftverken. Eftersom detta resultat bedömdes var orealistiskt gavs kärnkraften primärenergifaktorn 1 i den vidare analysen. Då inträffar inte detta.)

Målet om koldioxidreduktion illustreras i beräkningen med ett tak för de totala koldioxidutsläppen i Norden som ligger 20 % lägre än 1990 års nivå. Dessutom ingår dagens klimatstyrmedel, t.ex. utsläppsrättspris och koldioxidskatt, i beräkningen.

<sup>5</sup> I vår analys studerar vi endast minskning av koldioxidutsläppen, som vi förutsatt skall minskas med 20 %.

Alla tre 20 % målen förutsätts ligga kvar på denna nivå även under perioden efter år 2020.

När de tre målen tillämpas samtidigt får vi ett resultat för användningen av förnybar energi enligt figur 3. Den minskade generella energianvändningen märks tydligt även på användningen av förnybar energi. Resultatet blir också att användningen av värmepumpar stimuleras kraftigt. Skälet är att den spillvärme som utnyttjas i värmepumparnas värmeproduktion inte ingår i den energimängd som skall reduceras. Mängden biobränsle minskar istället till följd av effektiviseringsmålet. Exempelvis kan expansion av vissa biobränslepannor utebli till följd av att värmepumpar och även naturgaspannor med högre verkningsgrad väljs istället. (Energieffektiviseringsmålet gör ingen skillnad på om det som reduceras utgörs av fossilt eller förnybart.) Biobränsleanvändningen minskar också till följd av minskade fjärrvärmeleveranser (och därmed minskad fjärrvärmeproduktion, där biobränslebaserad produktion utgör en stor del). Även användningen av vindkraft blir mindre då effektiviseringsmålet tillämpas, i hög grad beroende på minskad elanvändning.



Figur 3: Ökning av förnybara energislag i Norden, jämfört med 2005, då EU:s förnybarhetsmål, växthusgasreduktionsmål och effektiviseringsmål tillämpas samtidigt (nuvarande utsläppsrättshandel och nationella styrmedel bibehålls också)

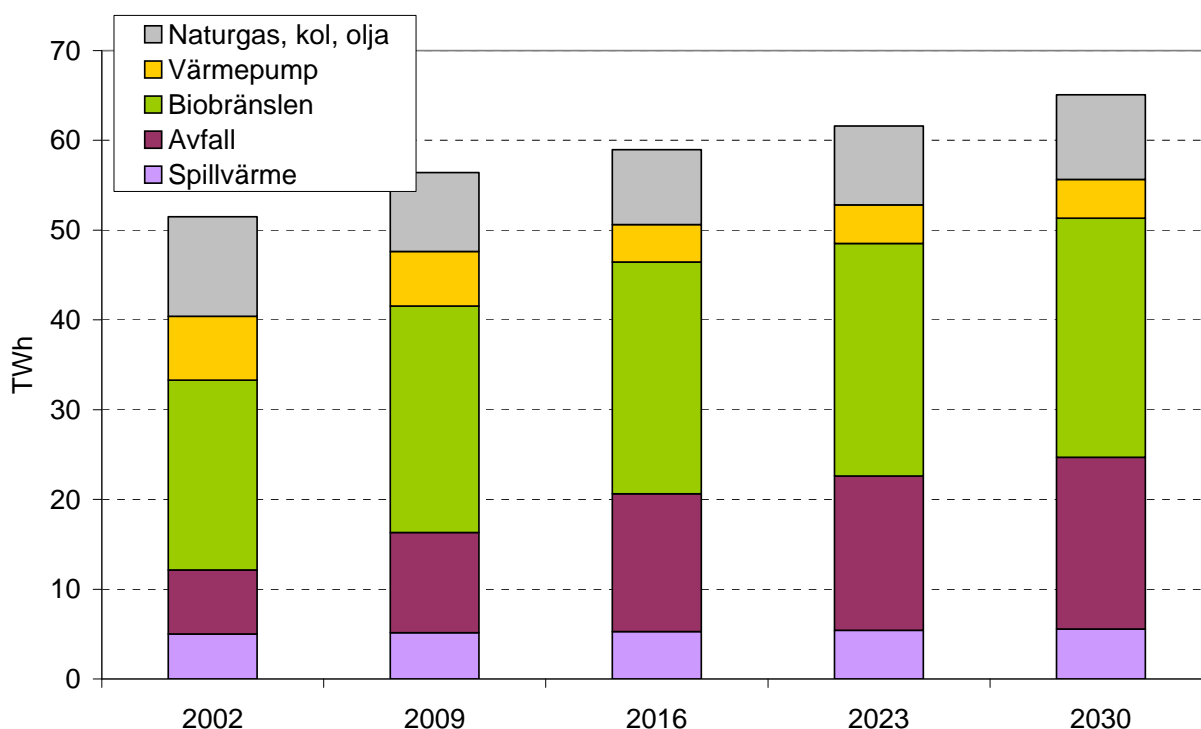
Man kan också konstatera att målet om 20 % minskning av koldioxidutsläppen inte blir bindande, det vill säga att utsläppen till följd av övriga mål och styrmedel reduceras med mer än 20 %. Effektiviserings- och förnybarhetsmålen är alltså klart kraftfullare än utsläppsreduktionsmålet.

När alla tre 20 % målen tillämpas blir den totala användningen av förnybar energi i Norden klart större än i beräkningsfallet där bara dagens styrmedel utnyttjas. Användningen av förnybar energi blir dock alltså märkbart mindre än om endast förnybarhetsmålet (tillsammans med dagens styrmedel) tillämpas. Det är främst användningen av biobränsle som minskar när energieffektiviseringsmålet adderas till förnybarhetsmålet. Användningen av biobränsle blir

till och med mindre än i beräkningsfallen med dagens styrmedel. I andra riktningen går värmepumpanvändningen som är som störst i fallet då alla tre 20 % målen tillämpas samtidigt.

## Perspektiv på fjärrvärme i Sverige

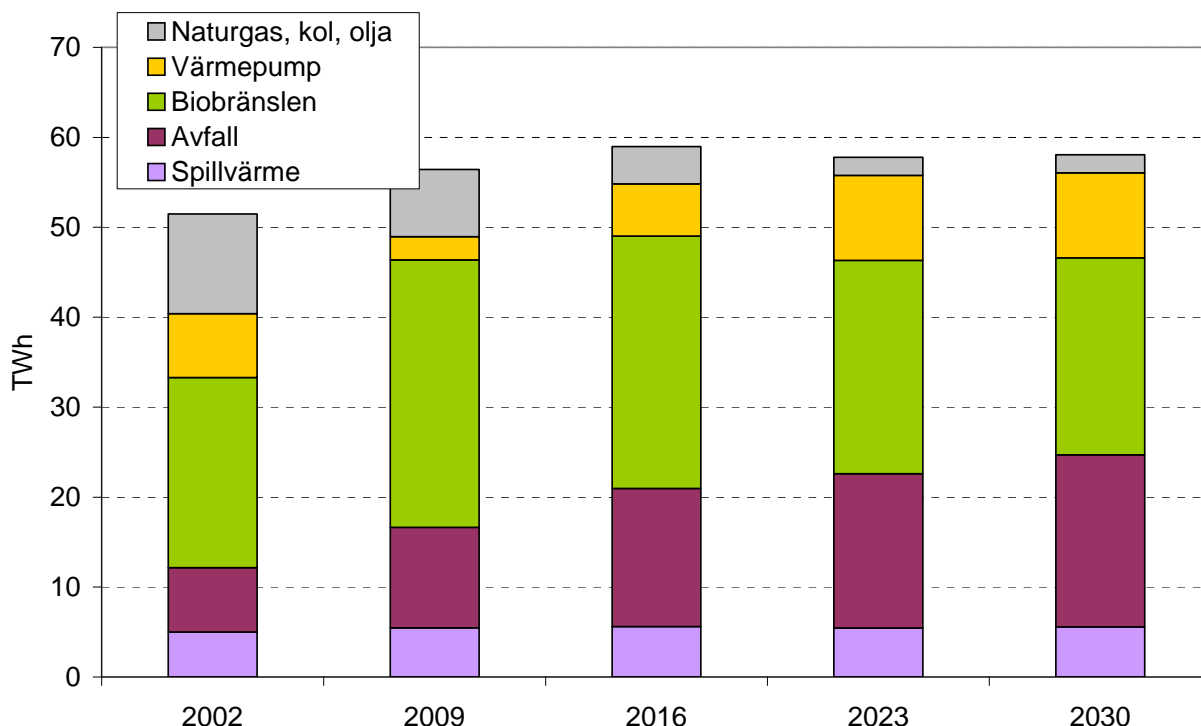
Eftersom många av de effekter som tas upp i analysen ovan återfinns inom fjärrvärmeområdet redovisar vi i ett par figurer skillnaden mellan den beräknade fjärrvärmeproduktionen med dagens styrmedel, respektive med EU:s tre 20 % mål. I figur 4 redovisas beräkningsresultaten för utvecklingen av fjärrvärmeproduktionen i Sverige i fallet med dagens styrmedel (utan de tre nya EU-målen). Figuren visar fortsatt tillväxt för fjärrvärmeleveranserna. Fjärrvärme till nya byggnader samt konvertering till fjärrvärme är alltså klart större än minskningen av fjärrvärmeleveranser till följd av minskat specifikt uppvärmningsbehov hos nuvarande kunder. Av produktionsmixen framgår att värmeproduktion baserad på avfall och biobränsle ökar, medan användningen av fossila energikällor och eldrivna värmepumpar minskar något.



Figur 4: Total fjärrvärmeproduktion i Sverige, utan några nya mål från EU (nuvarande utsläppsrättshandel och nationella styrmedel bibehålls dock)

Om vi till dagens styrmedel adderar EU:s alla tre 20 % mål blir utvecklingen av fjärrvärmeproduktionen delvis en annan, vilket framgår av figur 5. Effektiviseringsmålet leder till intensifierat energisparande med betydligt långsammare fjärrvärmeanvändningsökning, efter 2016 stagnerande, eller till och med svagt minskande användning. Samtidigt medför de tre 20 % målen minskad konkurrenskraft för fjärrvärmeproduktion baserad på fossila energikällor. Avfallsförbränning bibehåller sin konkurrenskraft, mycket tack vare deponiförbuden. Samtidigt medför effektivitets- och förnybarhetsmålen definition att värmepumpar få stärkt konkurrenskraft och dessa ökar sin produktion kraftigt. För biobränsle betyder detta sammantaget att det efter en snabb expansion till några år efter 2010 (i stor

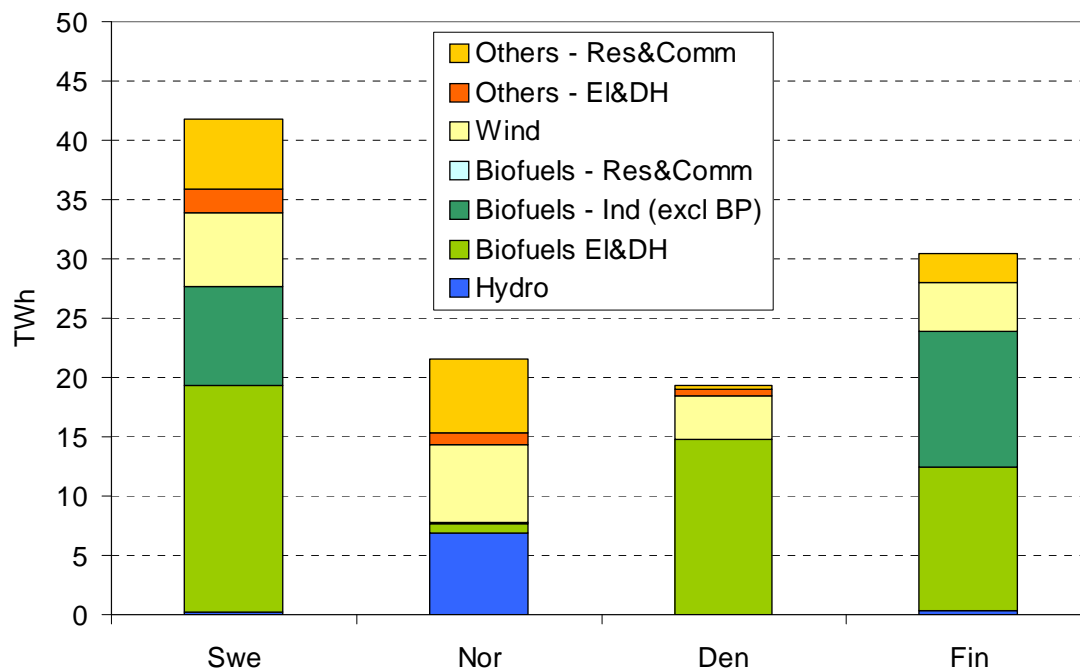
utsträckning driven av elcertifikatsystemet) så minskar biobränsleanvändningen för fjärrvärmeproduktion ordentligt. Detta antyder att vissa av de biobränslekraftvärmeverk som byggs i snabb takt för närvarande, på sikt kan komma att få minskande drifttider.



Figur 5: Total fjärrvärmeproduktion i Sverige, då EU:s förnybarhetsmål, växthusgasreduktionsmål och effektiviseringsmål tillämpas samtidigt (nuvarande utsläppsrättshandel och nationella styrmedel bibehålls också)

## Förnybar energi, land för land

Hur utvecklas användningen av förnybar energi land för land i Norden? I figur 6 redovisas, för fallet då alla tre 20 % målen tillämpas samtidigt, var de beräknade mängderna förnybar energi används år 2020, land för land och sektor för sektor. Som framgår så är skillnaderna relativt stora mellan de olika länderna. Skillnaderna kan i stor utsträckning hänföras till olika uppbyggnad på energisystemen i de fyra länderna. Exempelvis antyds det för Norge att man både idag och i framtiden har mycket liten omfattning på fjärrvärmerna. De enda resultaten som tydligt kan iakttas för alla länderna är att vindkraften expanderar och att biobränsleanvändningen i bostads- och servicesektorena inte ökar.



Figur 6: Ökning av förnybar energi i de nordiska länderna år 2020 förutsatt EU:s 20/20/20-mål (20 % förnybart, - 20 % växthusgasutsläpp, 20 % minskad energianvändning)

I TWh räknat är dock biobränsle det förnybara energislag som ökar mest (jämfört med år 2005), både inom industrin i Finland och Sverige, och, framför allt, inom el- och fjärrvärmesektorn i Sverige, Danmark och Finland. Ökningen av värmeproduktion från värmepumpar (huvuddelen av "other" i figuren ovan) är också stor, främst i Norge och Sverige, men också i Finland. Värmepumparna används till stor del för att fasa ut elvärme av effektivitetsskäl. I Sverige och i viss utsträckning också i Norge och Danmark ökar också värmeproduktionen i storskaliga värmepumpar i fjärrvärmesystemen. Detta kan uppfattas som märkligt eftersom en av fjärrvärmens styrkor anses vara dess funktion som värmeunderlag för samtidig el- och värmeproduktion (kraftvärme) med mycket hög total effektivitet. Här får fjärrvärmens delvis motsatt uppgift, som förmedlare av värme baserad på elanvändning. Detta sätter fokus på betydelsen av hur effektivitetsmålet formuleras.