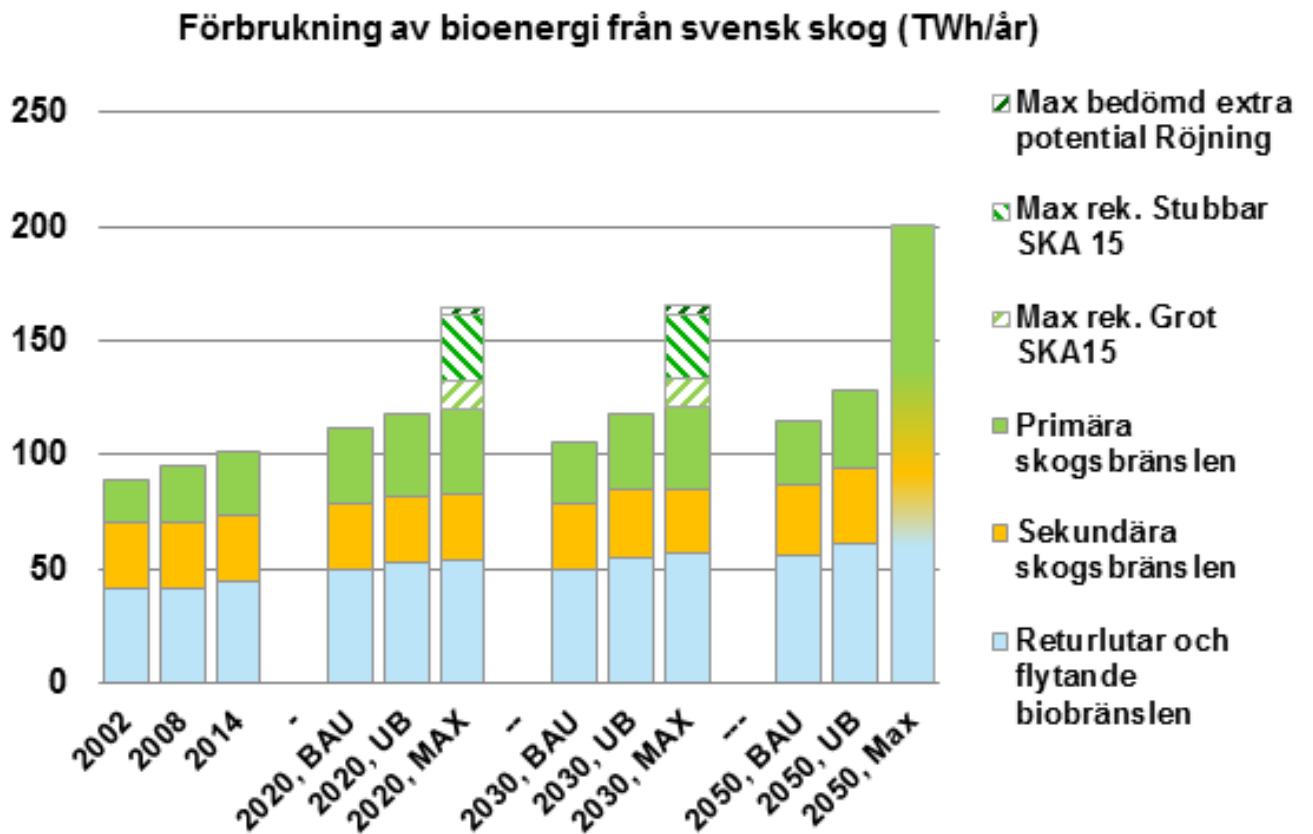


# BIOENERGI FRÅN SKOG OCH SKOGSINDUSTRI



FEBRUARI 2016

Copyright © Pöyry Management Consulting (Stockholm) AB

Denna rapport har sammanställts av Pöyry Management Consulting (Sweden) AB ("Pöyry") uteslutande för Skogsindustriernas ("Mottagaren") användning, vilket bl.a. inkluderar att Skogsindustrierna får offentliggöra rapporten. All annan användning är strikt förbjuden och ingen annan – fysiskt eller juridisk person – får använda rapporten om inte Pöyry skriftligen godkänt detta. Genom att ta emot rapporten accepterar mottagaren att vara bunden av villkoren nedan i denna ansvarsfriskrivning.

Ingenting i denna rapport får tolkas som en utfästelse eller garanti för visst framtida utfall eller resultat. Pöyry har sammanställt rapporten på grundval av information som fanns tillgänglig för Pöyry vid tidpunkten för rapportens upprättande och har ingen skyldighet att uppdatera densamma.

Pöyry lämnar ingen uttrycklig eller underförstådd garanti för att informationen i rapporten är fullständig eller utan fel och lämnar inte heller i övrigt några garantier eller utfästelser rörande rapporten. Rapporten baseras till delar på information utanför Pöyry's kontroll. Uttalanden i rapporten som inkluderar uppskattningar eller beräkningar är föremål för förändringar och faktiskt utfall kan, beroende på en mängd olika faktorer, komma att skilja sig väsentligt från de som angetts i rapporten. Pöyry friskriver sig uttryckligen från allt ansvar som helt eller delvis grundas på eventuella felaktigheter eller ofullständigheter i den information som Pöyry mottagit eller på grund av försummelse, underlåtenhet eller fel som begåtts av dess anställda, ställföreträdare eller uppdragstagare. Mottagarens användning av denna rapport eller av de beräkningar den innehåller sker helt och hållet på Mottagarens egen risk.

Pöyry friskriver sig uttryckligen från allt ansvar som härrör från rapportens användning, utom i fall och i den utsträckning en behörig domstol genom lagakraftvunnen dom slagit fast att ett sådant ansvar uppkommit på grund av uppsåtligt eller grovt vårdslösts agerande från Pöyry's sida. Pöyry friskriver sig vidare från allt ansvar för uteblivna vinster, indirekta skador eller förluster, följdskador eller andra skador och förluster som kan medföra skadestånd, även om Pöyry känt till att de kan uppkomma. Pöyry's ansvar på grund av rapportens användning skall inte under några förhållanden kunna överstiga den ersättning som Pöyry mottagit för rapportens upprättande.

All information i rapporten är konfidentiell och avsedd uteslutande för Mottagarens bruk enligt ovan. Mottagaren får vidarebefordra innehållet i rapporten till sina anställda, ställföreträdare och professionella rådgivare förutsatt att dessa har informerats av Mottagaren om rapportens konfidentiella natur. Mottagaren får också offentliggöra rapporten enligt ovan. All annan användning är strikt förbjuden.

Alla rättigheter (inklusive upphovsrätt/copyright) är förbehållna Pöyry. All godkänd användning är villkorad av att bestämmelserna i denna ansvarsfriskrivning blir tillämpliga för användningen.

## Kontakt

Tomas Thuresson  
Pöyry Management Consulting AB  
Box 24015  
SE-10450 Stockholm  
Sverige  
Tel. +46 70 3201691  
[tomas.thuresson@poyry.com](mailto:tomas.thuresson@poyry.com)

Anders Johansson  
Pöyry Management Consulting AB  
Box 24015  
SE-10450 Stockholm  
Sverige  
Tel. +46 70 3802219  
[anders.johansson@poyry.com](mailto:anders.johansson@poyry.com)

<b>SAMMANFATTNING .....</b>	<b>4</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>6</b>
<b>1 INTRODUKTION .....</b>	<b>8</b>
1.1 Uppdragsbakgrund .....	8
1.2 Politisk bakgrund .....	8
1.3 Mål och omfattning .....	11
<b>2 MATERIAL &amp; METODER.....</b>	<b>12</b>
2.1 Metodöversikt .....	12
2.2 Definitioner .....	12
2.3 Beräkningar .....	14
<b>3 RESULTAT .....</b>	<b>28</b>
3.1 Historisk bibränsleförbrukning .....	28
3.2 Nuvarande förbrukning av skogsbränslen och en jämförelse med tidigare sammanställningar.....	36
<b>4 DISKUSSION OCH SLUTSATSER.....</b>	<b>47</b>
<b>5 REFERENSER.....</b>	<b>54</b>
<b>6 BILAGA 1 .....</b>	<b>56</b>
<b>7 BILAGA 2 .....</b>	<b>58</b>

## SAMMANFATTNING

De nationella målen samt målen på EU-nivå (20-20-20 målen) för att öka användningen av förnyelsebar energi och minska CO<sub>2</sub>-utsläppen har haft tydligt påverkan på biobränsleanvändningen i Sverige. Under 2014 satte EU upp nya riktlinjer för att ytterligare öka användningen av förnybara energikällor och minska koldioxidutsläppen fram till 2030. De nya målen kommer att ha påverkan på framtida biobränsleanvändning i Sverige, men besluten om hur målen skall implementeras är ännu ej fattade.

I detta sammanhang är det viktigt att analysera på vilka nivåer de nationella skogsresurserna och skogsindustrin kan tillhandahålla träbränsle och övrigt biobränsle från skogsindustrin på ett hållbart sätt. Avsikten med föreliggande rapport är därför att analysera den faktiska och potentiella biomassaanvändningen från skog och svensk skogsindustri avseende 2020, 2030 och 2050.

Potentialbedömningarna presenteras i två scenarier: ”Business-As-Usual” (BAU) och ”Utvecklad Bioekonomi” (UB), men också i ett bruttoscenario kallat ”MAX”.

Bedömningarna presenteras i scenarier med följande tidsspann; Nuläget (2014), 2020, 2030 och indikativt 2050. Sammanfattande beskrivningar av nuvarande samt bedömd framtida (2020) faktisk användningen av träbränslen inom värme-, kraftvärme-, skogs- och övrig industri i Sverige görs också.

Förbrukningen av skogsbaserad bioenergi har ökat med ca 1 TWh per år det senaste årtiondet och förbrukningen av skogsbaserad bioenergi från inhemsk råvara uppgick till 102 TWh år 2014 och i scenariot BAU ökar förbrukningen av svensk skogsbaserad bioenergi till nivån 106 TWh år 2030, vilket i jämförelse med den historiska utvecklingen de sista 15 åren är modest.

I scenariot Utvecklad bioekonomi, där högre avverkningsmöjligheter och större biflöden från främst massaindustrin (ligninseparation) ger ökad avsättning för grot och stubbar ökar istället förbrukningen av svensk skogsbaserad bioenergi till 119 TWh år 2030, vilket är fullt rimligt utifrån den skogliga resursbasen. Inom ramen för detta scenario har möjligheterna för ett ökat uttag av lignin från sulfatmassaindustrin analyserats. I scenariot separeras en del av ligninet i svartluten ut och blir till råvara för olika biobaserade produkter såsom exv. biodrivmedel, kolfiber, bindemedel, bioasfalt m.m.

För att bestämma en möjlig uttagsnivå har potentialen för ligninuttag bedömts för de 21 massabruk i Sverige som baserar hela eller delar av sin produktion på egenproducerad kraftmassa. Två olika fall har undersökts i denna studie:

1. Ligninuttag begränsat av tillgängligt energiöverskott  
I detta fall tas lignin ut i en mängd som motsvarar dagens energiöverskott, d.v.s. energimängden motsvarande friblåsningsånga eller turbinkondensor.
2. Ligninuttag begränsat av en säker kemikalieåtervinning i sodapannan  
Mängden lignin som kan tas ut från svartluten begränsas av att en viss temperatur krävs i sodapannan för att kemikalieåtervinningsprocesserna ska kunna ske.

De resulterande potentiella uttagsnivåerna visar att relativt små mängder lignin (ca 0.8 TWh per år) går att ta ut utan att tillföra kompletterande energi. I fall 2 har det möjliga ligninuttaget beräknats till ca 6.7 TWh/år (2014 års massaproduktion), givet att det extra behovet (5.9 TWh/år) av energi ersätts via fastbränslepannan.

Givet att skogsindustristrukturen ser ut ungefär som idag (sågverk och massaindustrin är de huvudsakliga värdeskapande industrierna) kommer den maximalt möjliga potentialen att ta ut

skogsbaserad bioenergi 2030 vara ca 165 TWh. Samma potential 2050 är ca 200 TWh/år. Detta inkluderar då maximala uttagsnivåer av grot och stubbar inom ramen för Skogsstyrelsens rekommendationer.

Så stora förbrukningshöjningar kommer kräva en väsentligt ökad efterfrågan på grot och stubbar (från vilka de väsentliga potentialhöjningarna kommer ifrån). Dessutom måste efterfrågehöjningen antingen ske i Norrlands inland eller så måste främst järnvägslogistiken från inlandet förbättras, då logistikkostnaderna för att transportera bulkig vedflis och vedkross med lastbil är alltför kostsamt.

## SUMMARY

In 2014, the EU agreed on a new framework to further increase the use of renewable energy and reduce carbon emissions until 2030. The new framework will impact the future use of biofuel in Sweden, but no decision is taken on how the objectives will be implemented.

In this context it is important to analyse the levels at which the national forest resources and forest industries can provide wood fuel and other biofuels in a sustainable manner. The purpose of this report is to analyse the actual and potential use of biomass from forests and Swedish forestry industry by 2020, 2030 and in 2050.

The assessments of future potentials are presented in two scenarios: "Business-as-usual" (BAU) and "Developed bioeconomy" (UB), but also in a gross scenario called "MAX". The scenarios are presented with the following time span; The present situation (2014), 2020, 2030 and indicative 2050. Overviews of the current and estimated future (2020) effective use of wood fuel in the heating, CHP, forestry and other industries in Sweden are also presented.

The consumption of forest-based bioenergy in Sweden has increased with about 1 TWh per year during the last decade and the consumption of forest-based bioenergy from domestic raw materials amounted to 102 TWh in 2014. In the BAU scenario the level of consumption of Swedish forest-based bioenergy increases to 106 TWh by 2030, which compared with the historical development of the last 15 years, is modest.

In the UB scenario the consumption of Swedish forest-based bioenergy increases to 119 TWh by 2030, which is very reasonable on the basis of the forest resource base. This can be explained by increased harvesting opportunities and different flows from the pulp industry (lignin separation) which provides greater demand for forest residues and stumps. Within this scenario, the potential for increased extraction of lignin from kraft pulp industries is analysed. The lignin is extracted from the black liquor and becomes raw material for different bio-based products such as biofuels, carbon fiber, binder, etc. bio-asphalt

To determine a possible extraction level of lignin from black liquor the removal potential is assessed for the 21 pulp mills in Sweden that base all, or part, of their production on kraft pulp. Two different cases have been investigated in this study:

1. Lignin removals limited by the available energy surplus. In this case the lignin removal corresponds to the current energy surplus, defined as amount of energy surplus of steam or turbine condenser.
2. Lignin removals limited by the chemical balance in the recovery boiler. The amount of lignin removed from the black liquor is limited to a certain temperature that is required in the recovery boiler for chemical recovery processes to take place.

The result shows that relatively small amounts of lignin (about 0.8 TWh per year) can be removed without adding additional energy. In case 2 the potential lignin extraction has been estimated to 6.7 TWh / year (2014 pulp production), given that the extra demand of energy is replaced in a solid fuel boiler.

Given that forest industry structure looks much like today (sawmills and pulp industry is the main value-adding industries), the maximum possible potential to extract forest-based bioenergy in 2030 will be approximately 165 TWh. The same potential in 2050 is about 200 TWh / year. This includes maximum removal levels of harvesting residues and stumps within the Swedish Forest Agency recommendations.

Such large increases in consumption will require a substantial increase in demand of forest residues and stumps (since these are the fuels with greatest potential). In addition, the increase in demand needs to either take place in the interior of Norrland or the rail logistics from this region needs to improve, due to the fact that transporting bulky wood chips and chipped forest residues by truck is too costly.



## 1 INTRODUKTION

### 1.1 Uppdragsbakgrund

Användning av skogsbaserat bränsle har ökat väsentligt i Sverige under de senaste 20 åren - delvis beroende på nationella mål för att öka användningen av förnyelsebar energi och minska CO<sub>2</sub>-utsläpp. Under de senaste åren har denna trend mattats något med bakgrund bl.a. i en större användning av sopor och returträ.

De nationella målen samt målen på EU-nivå för att öka användningen av förnyelsebar energi och minska CO<sub>2</sub>-utsläppen har haft en positiv påverkan på biobränsleanvändningen i Sverige.

En viktig del i målbakgrunden är de s.k. 20-20-20 målen, som innebär att anslutna länder inom EU till 2020 skall:

- minska utsläppen av växthusgaser med 20 % jämfört med 1990,
- förbättra energieffektiviteten med 20 %
- öka andelen förnyelsebar energi till 20 % och
- öka andelen biobränslen i transportsektorn till 10 %,

Under 2014 satte EU upp nya riktlinjer för att ytterligare öka användningen av förnyelsebara energikällor och minska koldioxidutsläppen fram till 2030. De nya målen kommer att, med stor sannolikhet, ha påverkan på framtida biobränsleanvändning i Sverige, men besluten om hur målen skall implementeras är ännu ej fattade.

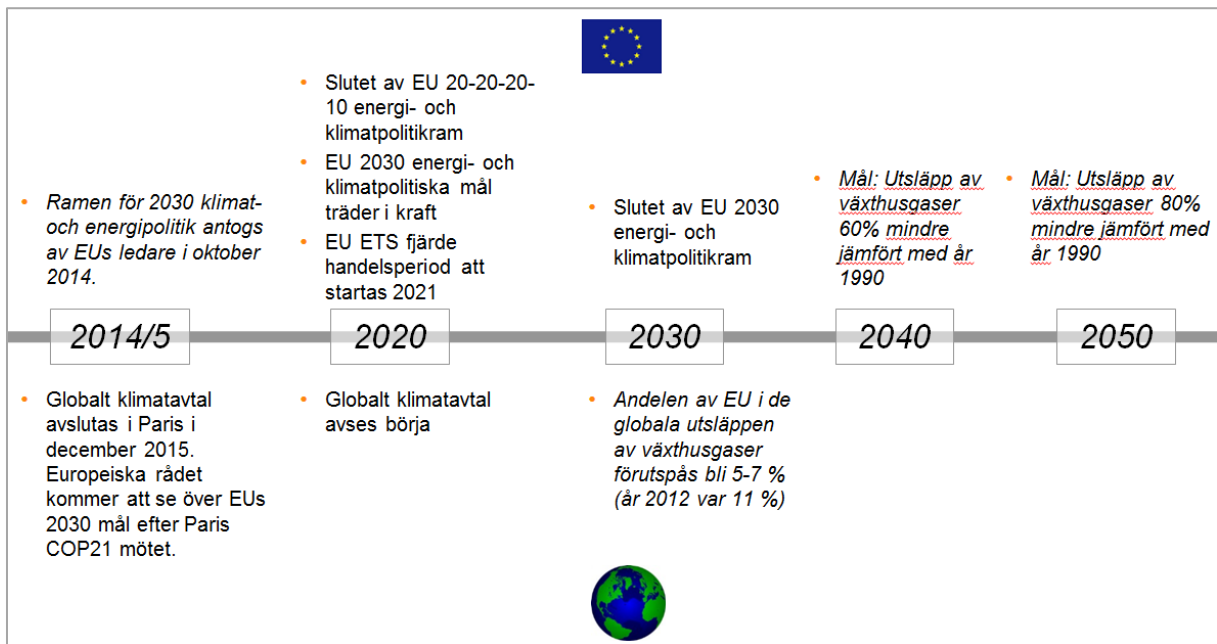
I detta sammanhang är det viktigt att analysera på vilka nivåer de nationella skogsresurserna och skogsindustrin kan tillhandahålla biomassa på ett hållbart sätt, utan att för den skull påverka den industriella användningen av vedbiomassa eller påverka uthålligheten på annat vis (skogstillväxt, biologisk mångfald, m.m.).

De skogliga potentialerna beräknades senast (2010) i rapporten ”Bioenergi från Skog” (av Zephyr Skogskonsult). Skogsindustrierna anser med bakgrund i den faktiska utvecklingen sedan 2010, med bakgrund i nya mål på EU-nivå och att en ny nationell avverkningsberäkning (SKA15) har genomförts, att nya potentialberäkningar av bioenergi från skog och skogsindustri nu bör genomföras och har därför tagit initiativ till detta projekt.

### 1.2 Politisk bakgrund

Sveriges nationella mål samt målen på EU-nivå för att öka användningen av förnyelsebar energi och minska CO<sub>2</sub>-utsläppen har som Pöyry bedömer det haft en tydlig påverkan på biobränsleanvändningen både i Sverige och ute i Europa. Hur stor betydelsen olika regelverk och politiska incitament har haft har dock inte utretts här.

Även i framtiden förväntas den svenska och europeiska energi- och klimatpolitiken vara starkt påverkad av EUs och den globala agendan avseende klimatförändringar. En sammanfattande bild av detta presenteras i Figur 1 nedan.

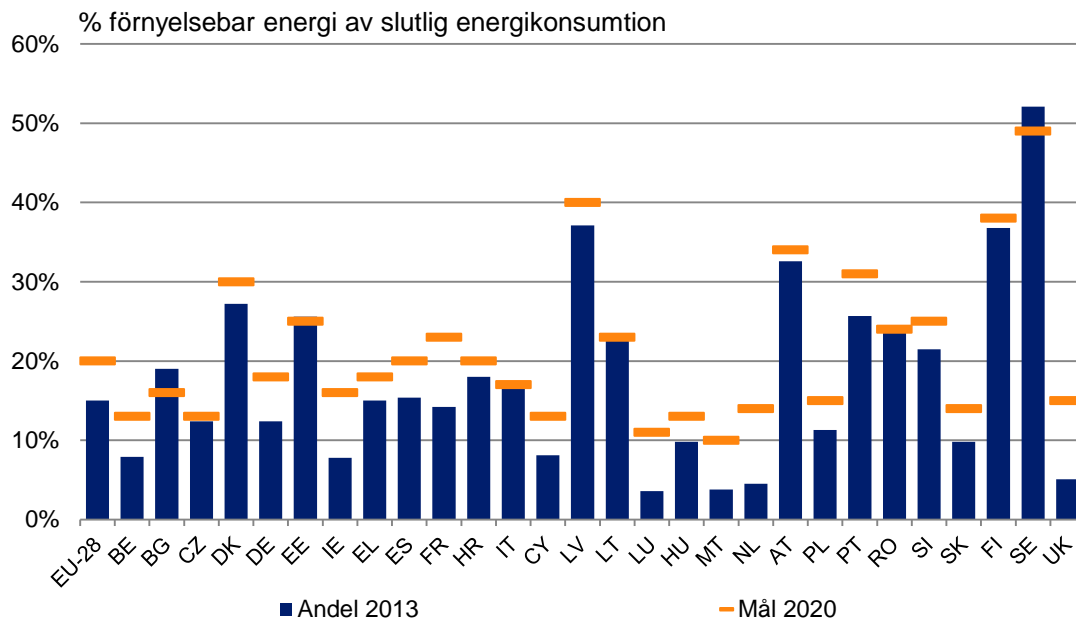


**Figur 1.** Sammanfattning av nubilden av framtida händelser i energi- och klimatpolitik både i EU och globalt. (Europeiska kommissionen 2015)

Den nuvarande svenska klimatpolitiken återspeglas i "En sammanhållen klimat- och energipolitik" (prop 2008/2009:162 2009), som presenterade regeringens mål fram till 2020 och en vision för Sverige med en hållbar och resurseffektiv energiförsörjning:

- 50 % förnybar energi av den totala slutliga energianvändningen fram till 2020, som redan uppnåddes när andelen förnybar produktionen nådde 51 % år 2012. (Figur 2)
- 10 % förnybar energi i transportsektorn år 2020.
- År 2030 bör Sverige ha en fordonsflotta som är oberoende av fossila bränslen.
- 20 % mer effektiv användning av energi år 2020 (jämfört med 2008)
- 40 % minskning av växthusgaser år 2020 (jämfört med 1990) för verksamheter som inte ingår i handeln med utsläppsrätter.

## Förnyelsebar energi i den slutliga energikonsumtionen i EU28



**Figur 2.** Andel av förnyelsebar energi i den slutliga energikonsumtionen för EU-28 under 2013. (Europeiska kommissionen 2015). Målnivån år 2020 enligt 20-20-20 överenskommelsen är markerad med horisontella streck.

Ramen för EU:s klimat- och energipolitik för 2030 antogs av EU:s ledare i oktober 2014. Den bygger vidare på klimat- och energipaketet som gäller fram till 2020.

Europeiska kommissionens färdplan för ett konkurrenskraftigt utsläppsnått samhälle 2050 syftar till att minska EU:s växthusgasutsläpp med ca 80 % fram till 2050 (jämfört med 1990). Målet innebär att utsläppen borde minska med 40 % till år 2030 och 60 % till år 2040 (båda målen jämfört med 1990). (Europeiska kommissionen 2011)

I Sveriges Klimatfärdplan 2050 (Naturvårdsverket 2012) har en nollvision avseende utsläpp av växthusgaser fram till 2050 och innehåller olika scenarier och förslag på tänkbara styrmedel. Sveriges mål att minska utsläppen av växthusgaser med 40 % fram till 2020 är ett viktigt steg mot det långsiktiga målet 2050.

Vidare i den svenska klimatstrategin (Regeringskansliet 2014) betonas de allmänna ekonomiska styrmedel såsom CO<sub>2</sub>-skatt och EU:s handel med utsläppsrätter. Dessa har kompletterats med mer riktade styrmedel, såsom upphandling av teknik- och investeringsstöd. Andra nationella styrmedel inkluderar elcertifikatsystemet för el från förnyelsebara energikällor. Genom detta system får producenter av förnybar el tilldelade certifikat av staten som sedan kan säljas på en öppen marknad. Köpare av elcertifikaten är främst elleverantörer och vissa typer av el-användare med en tilldelad kvotplikt enligt lagen om elcertifikat. Målet med systemet är att från utgångsåret 2002 fram till 2020 ska 25 extra TWh förnybar el tillkomma. Sedan starten 2003 har detta system framförallt lett till högre produktion av vind- och bi kraft. Avseende bi kraften har träbränslen stått för en stor del av ökningen vilket kommer presenteras senare i rapporten.

Både EU:s och Sveriges klimat- och energipolitiska riktlinjer till 2020, 2030 och 2050 sammanfattas i bilaga 1. De nya riktlinjerna och målen kommer att, med stor sannolikhet, ha

påverkan på framtida biobränsleanvändning i Sverige, men besluten om hur målen skall implementeras är ännu ej fattade.

### 1.3 Mål och omfattning

Avsikten med föreliggande rapport är att analysera den faktiska (nuläget samt ev. bedömt läge 2020) och potentiella biomassaanvändningen från skog och svensk skogsindustri avseende nuläget 2020, 2030 och 2050.

Potentialbedömningarna kommer presenteras i två scenarier.

- Ett bas-scenario kallat ”**Business-As-Usual**” (BAU) Den potentiella nivån som primärt analyseras är i nuläget den tekniskt/ekonomiska, vilket i stort sett motsvarar den nuvarande användningen av skog då den efter- och utbudsbalans som existerar på skogs- och biprodukter är satt till den rådande ekonomiska situationen.
- Utöver detta görs en framtidsbedömning av den biologiskt och tekniska möjligheten att producera energi från skog och skogsindustri. Detta scenario kallas ”**Utvecklad Bioekonomi**” (UB)

Bedömningarna presenteras i scenarier med följande tidsspann; Nuläget (2014), 2020, 2030 och indikativt 2050.

Dessa scenarier beskrivs närmare i kapitlet ”Material och metoder”.

I rapporten kommer det också göras en sammanfattande beskrivning av nuvarande samt bedömd framtida (2020) användningen av trädbränslen inom värme-, kraftvärme-, skogs- och övrig industri i Sverige.

Pöyry analyserar också orsaker och skillnader mellan Pöyry’s nya bedömningar och siffror framtagna av Skogsstyrelsen (2015).

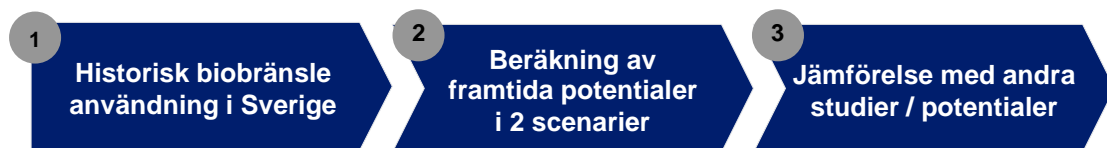
## 2 MATERIAL & METODER

### 2.1 Metodöversikt

Resultaten i föreliggande rapport baseras avseende historiska data så långt möjligt på offentligt statistik, offentligt publicerade rapporter, kompletterat med beräkningar med utgångspunkt i Pöyry's egna databaser, där det bedömts viktigt för att få en så nära korrekt bedömning av verkligheten som är möjligt. Bakgrunden till detta är att det fortfarande finns brister i den offentliga statistiken avseende främst trädbränsleproduktion (både primär och sekundär). Fortfarande är exv. fördelningen mellan grot-flis, stamvedsflis och trädflis estimerade sifferuppgifter baserat på kombinationer av olika datakällor. Detta gör det svårt att skapa en säker bild av exv. hur stor användningen är av stamved som primärt skogsbränsle kontra hur stor andel av kross och flis som används som skogsbränsle som kommer från grenar och toppar (Grot).

Pöyry's databaser innefattar olika delar av skogsnäringen och bl.a. produktionen och modellerad virkesförbrukning för flertalet skogsindustrier (inkl. energisektorn) i Sverige med en virkesförbrukning > 5000 m<sup>3</sup>fub/år uppdateras fortlöpande.

Arbetsgången (se Figur 3) i studien har varit att först utreda den 1) historiska utvecklingen och nuläget (år 2014) avseende förbrukningen av skogsbaserad bioenergi i Sverige. Detta har sedan legat till grund för att modellera den 2) framtida förbrukningen av skogsbaserad bioenergi givet olika antagna framtida förutsättningar. I det sista steget 3) har resultaten jämförts med främst Skogsstyrelsens publicerade ekologiska potentialer.

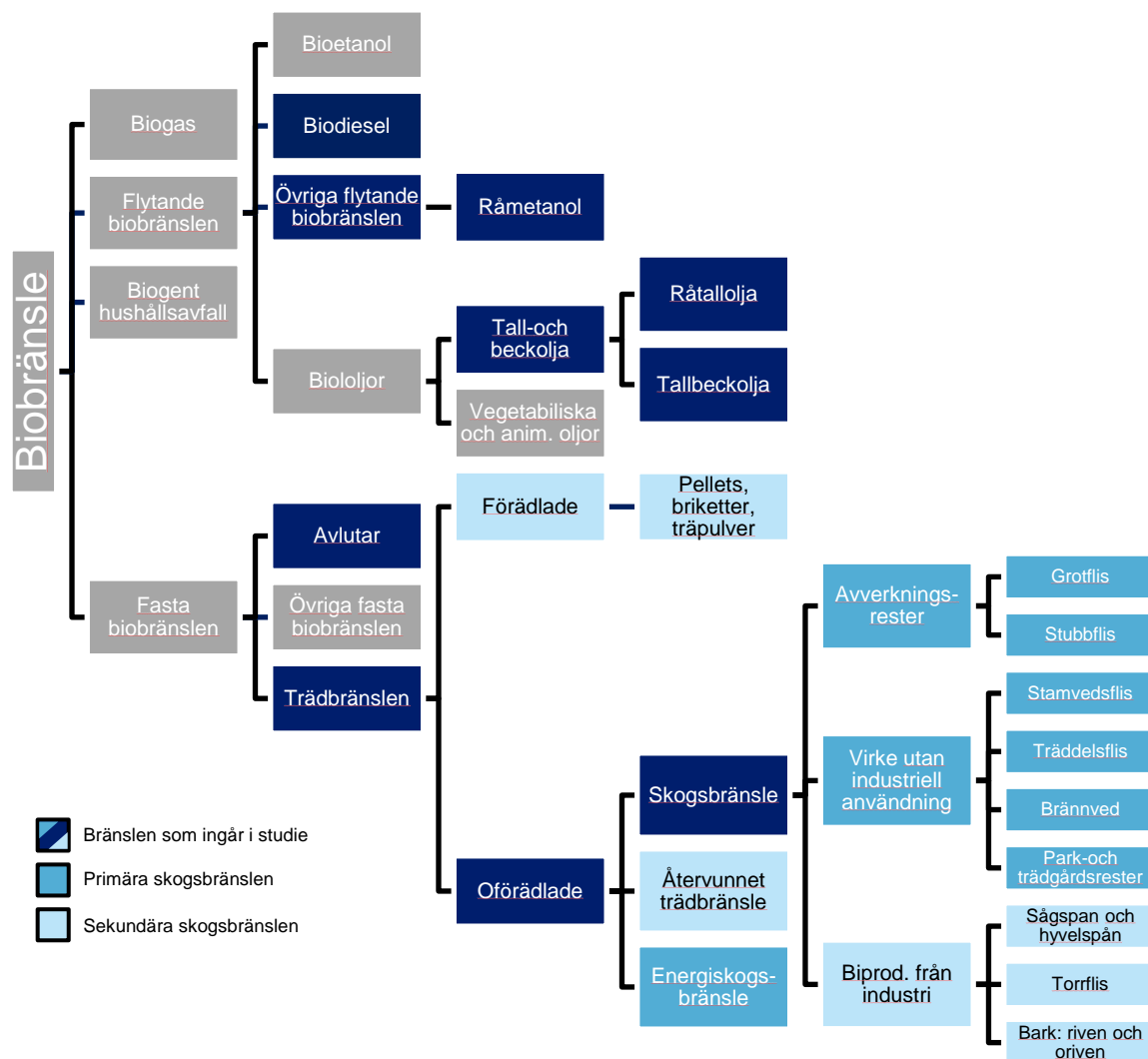


**Figur 3.** Översikt över arbetsgång och metod i studien.

Den potential som modelleras i steg 2 har modellerats givet olika antaganden avseende framtida förutsättningar, fördelade på två scenarier. I kommande delkapitel presenteras definitioner, bakgrundsdata, beräkningsförfaranden samt de antaganden som använts i dessa scenarier.

### 2.2 Definitioner

Svensk Standard definierar olika biobränslesortiment och deras ursprung enligt SS 18 71 06. Enligt denna standard är biobränsle allt bränsle som härstammar från biologiskt material. Denna rapport fokuserar både på vissa fasta biobränslen och vissa flytande, med den gemensamma egenskapen att de härstammar från skog. De fasta biobränslen som omfattas av studien är avlutar samt trädbränslen. Bilaga 2 visar hur uppdelningen av trädbränslen sker enligt Svensk Standard och i Figur 4 nedan presenteras en något mer detaljerad bild över vilka bränslen som ingår i studien.



**Figur 4.** Biobränslekategorier enligt Energimyndighetens statistik (Energimyndigheten 2014) och (Energimyndigheten 2014). Alla blåa boxar representerar biobränslen som täcks till del eller i sin helhet i föreliggande studie. De olika ljusblå färgerna representerar en indelning som använts i denna rapport avseende primära och sekundära skogsbränslen.

Av praktiska skäl delas skogsbränslen ofta (också i denna rapport) in i primära och sekundära skogsbränslen.

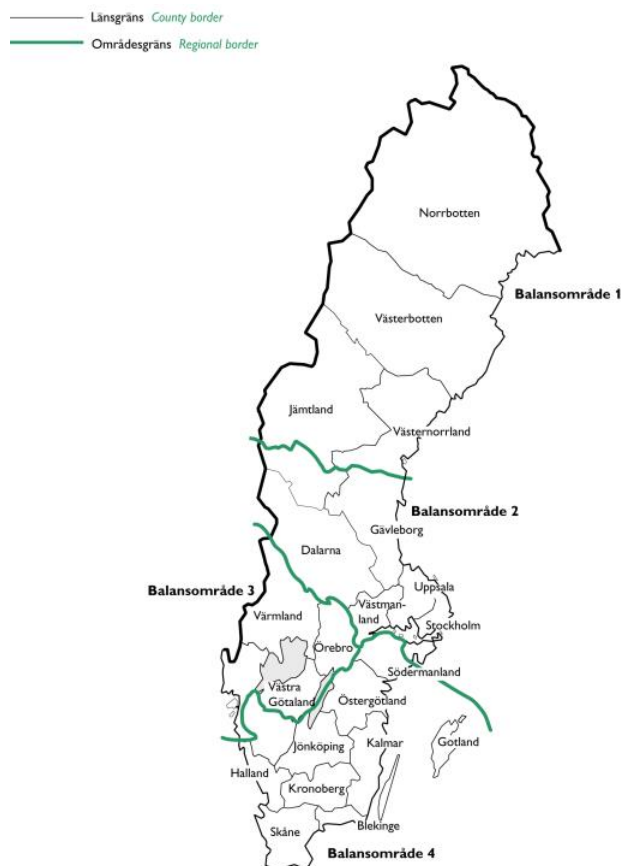
Till de primära skogsbränslena räknas de avverkningsrester som blir kvar på avverkningsplatsen i form av grenar och toppar, så kallad grot, stubbar samt röt-, brand- och stormskadat virke eller annat virke som inte används på annat vis industriellt. Till de primära skogsbränslena hör också okvistade klena stammar som skördats för energiändamål i samband med röjning eller vid tidiga s.k. röjningsgallringar.

Till de sekundära skogsbränslena räknas olika biprodukter från skogsindustrin som inte processats kemiskt såsom flis, spån och bark.

## 2.3 Beräkningar

### Beräkningsområden

Vid beräkningar och redovisning av resultat i denna rapport används i flera fall en regional indelning som är vanligt förekommande vid virkesbalansanalyser i Sverige. Dessa regioner kallas balansområden (BO) och redovisas i Figur 5 nedan. Områdena är framtagna av Skogsstyrelsen och de har ursprungligen utformats med tanke att de huvudsakliga virkesflödena stannar inom respektive område och handeln mellan områdena är liten.



**Figur 5.** Indelning av balansområden (Bo) i Sverige, vilka legat till grund för de regionala beräkningarna i rapporten.

### Omräkningstal

Resultaten av potentialer i denna rapport presenteras i huvudsak i TWh. Det är också i denna enhet som Energimyndigheten presenterar förbrukningsstatistik av olika bränslen. Avverkningsstatistik och avverkningspotentialer som beräknas av Skogsstyrelsen etc. redovisas dock normalt i  $m^3$  sk eller  $m^3$  fub. Detta medför att vi i denna rapport har behövt använda oss av omräkningstal för att kunna modellera energiinnehåll i avverkad och uttagen volym av skogssortiment. De omräkningstal som använts för omräkning mellan olika användningstal följer i Tabell 1 och Tabell 2 nedan.

Även om endast ett omräkningstaltal, och inte ett spann, har angetts för de olika bränslena så kan de variera i ganska hög utsträckning, exv. beroende på träslag, fuktighet, densitet osv. Ett bra exempel på detta är grot, där vanligtvis omvandlingstal mellan 2,3 till 2,5 brukar användas. I rapporten ”Produktion av oförädlade trädbränslen 2013/2014” (Energimyndigheten 2014), vilket är källa till delar av den statistik som använts i denna rapport, har energimyndigheten angett samma omräkningstal för grot som för rundved (2,04). Här har Pöyry använt en högre och mer vedertagen siffra (2,4) då densiteten på grenveden är betydligt högre än den i normala stamveden.

**Tabell 1.** Värmevärde (MWh/m<sup>3</sup>fub) för skogsbränslen

En kubikmeter under bark (m <sup>3</sup> f)	Värmevärde MWh
Flisad obarkad rundved, barrträd	2.04
Flisad obarkad rundved, lövträd	2.20
Flisad Grot, träddelar	2.40
Flisade park & trädgårdsrester	2.05
Flisade stubbar	2.04
Sågspån och hyvelspån	2.04
Torrflis	2.24
Bark	1.32
Energiskog	1.99
RT flis	2.24

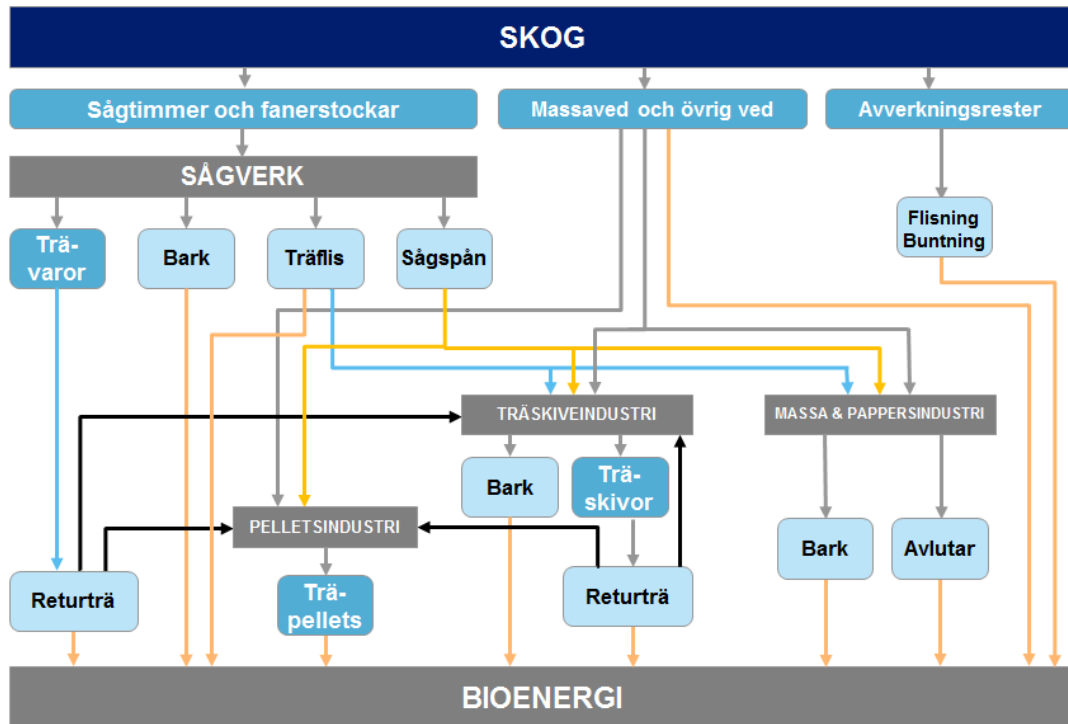
**Tabell 2.** Värmevärde (MWh/tonTs) för bränslen från skogsindustrin

Per ton torrs substans	Värmevärde MWh
Träpellets	4.8
Råmetanol	5.42
Råtalloja	9.72
Svartlut, lövträd (dry solids)	3.33
Svartlut, barrträd (dry solids)	3.61

### Pöyry's virkesmarknadsmodell

För att beräkna framtida uttagsmöjligheter av industrivirke och hur mycket olika avverkningsnivåer genererar i skogligt biobränsle har Pöyry's virkesmarknadsmodell använts. Modellen genererar bl.a. trendprisprognoser per träslag och sortiment till 2030 under givna scenarier för efterfrågeutvecklingen, industrins vedbetalningsförmåga, avverkningspotentialer och transport- och avverkningskostnader. Modellen bygger på ett antagande om en likvid, transparent och effektiv marknad där all avverkad rundved måste förbrukas. Modellen har utvecklats för att i bästa möjliga mån reflektera hur den faktiska vedmarknaden fungerar och modellerar de viktigaste virkesflödena både till industri (som exv. timmer, massaved och grot), inom industrin (exv. cellulosafelis, spån och bark inkl. användning och hur mycket som förväntas komma ut på marknaden – som utfallande från industrin). En översikt över de viktigaste ingående delarna i modellen presenteras i Figur 6 nedan.





**Figur 6.** Översikt av potentiellt möjliga virkesflöden i Pöyry's vedmarknadsmodell. I beräkningar i Sverige är emellertid vissa vägar "stoppade", där exv. sågspån inte går in i massaindustrin. Dessutom beräknas den interna användningen av energisortiment som bark, flis och spån i skogsindustrin.

Många större skandinaviska skogsägare är direkt eller indirekt integrerade nedströms i process- och tillverkningsindustrin. Det innebär att betydande vedvolymerna aldrig når den öppna marknaden utan handlas internt inom organisationen. De huvudsakliga orsakerna till sådan integration är ett historiskt behov av leveranssäkerhet till industrin, skogsägares och skogsägarföreningars intresse av att investera i industrikapacitet för att öka efterfrågan på ved och timmer, kostnadssynergier och verksamhetsoptimering. Modellens antagande om en väl fungerande marknad för ved och timmer implicerar att dessa företagsinterna transaktioner sker under marknadsmässiga förhållanden, vilket dessutom normalt är fallet idag. Existensen av en stor och likvid extern marknad antas göra detta antagande giltigt på medellång sikt.

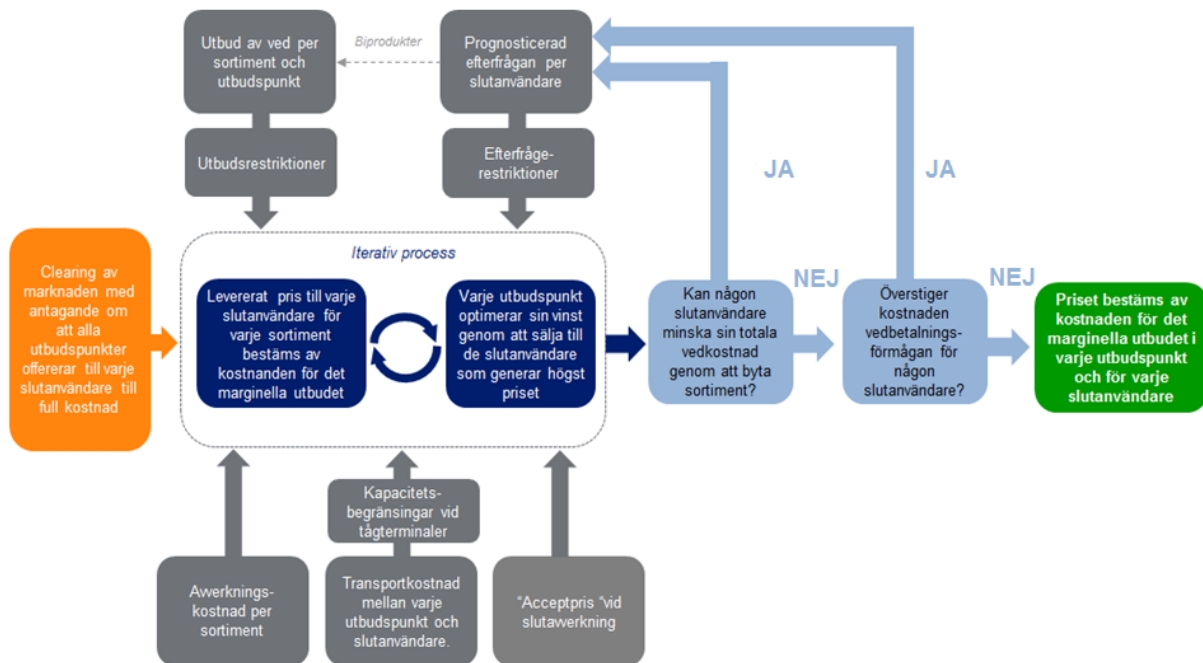
Modellen bygger på linjär-programmering och minimerar marknadens totala vedkostnad på årsbasis, under ett antal begränsande marknadsantaganden. Detta åstadkoms genom att modellen optimerar flödena av ved från skogen till varje enskild slutanvändare, samt flödena av biprodukter (bark, flis och spån) mellan olika slutanvändare.

Att flödena av ved och biprodukter optimeras innebär att modellen finner en lösning för hur utbud och efterfrågan möts på marknaden, så att ingen slutanvändare kan köpa ved eller biprodukter billigare och ingen skogsägare eller säljare av biprodukter kan få ett högre pris för sin produkt. Priset för de olika ved- och biproduktsortimenten sätts då av kostnaden för det marginella utbudet, dvs. vad det skulle kosta att köpa ytterligare en m<sup>3</sup> av varje träslag och sortiment.

Långa transportavstånd och stora skillnader i industrikoncentration och avverkningspotential medför att ved och biproduktpriserna varierar kraftigt i Sverige mellan olika geografiska områden. Modellen genererar priser för de olika ved- och biproduktsortimenten levererat till varje enskild slutanvändare, likväl som vid bilväg och på rot i skogen. I denna rapport

redovisas dock inte prisutvecklingen i kronor utan endast en indexerad modellerad prisutveckling. Detta eftersom uppdraget har varit att presentera och diskutera förbrukning och potentialer av olika sortiment av skogsbaserad bioenergi och inte prisutveckling.

För att tolka resultaten är det viktigt att känna till att modellen eftersträvar att likna den verkliga marknaden. En översikt för den process som modelleras för att bestämma pris (grön box) och förbrukning av olika sortiment för enskilda slutanvändare görs i Figur 7 nedan.



**Figur 7.** Schematisk översikt av Pöyry's vedmarknadsmodell

Det lägsta rotnettot som en enskild skogsägare kan acceptera fungerar i normalfallet som ett prisgolv på marknaden för rundved. Detta "acceptpris" skiljer sig åt mellan olika skogsägare och olika geografiska områden och påverkas av en rad faktorer, så som skattenivåer, basutbudet av virke från skogen (eller skogstillståndet), den förväntade avkastningen på alternativa investeringar, etc. Givet denna variation är det inte möjligt att direkt beräkna acceptpriset och applicera det i modellen. Istället har Pöyry använt marknads- och prisdata från de senaste åren och den ovan beskrivna vedprismodellen för att bakvägen estimerade vad acceptpriset vid avverkning blir i varje utbudspunkt för att vi historiskt skulle ha fått den prisutveckling som vi de facto (enligt den statistik Pöyry tagit fram) har haft. I modellen skiljer man på kommersiella storskogsägare från små privata skogsägare, eftersom stora kommersiella skogsägare har ett ansvar enligt Skogsvårdslagen och ofta ett intresse av att förse industrin med ett jämnt virkesflöde och därför ofta kan antas ha ett lägre acceptpris än mindre privata skogsägare. De acceptprisenivåer per utbudspunkt, som på detta vis estimerats baserat på historisk data, används sedan som input i modellen för att utveckla de framtida prisscenerierna.

## Efterfrågan

Den nuvarande och prognosticerade framtida efterfrågan på ved i industrin (sågverk, massa- och pappersindustri, panelindustri, pelletsbruk och kraftvärme- resp. värmeverk) som används

som input i modellen baseras på Pöyry's industridatabaser. I princip alla enskilda industrier med en vedförbrukning över 5000 m<sup>3</sup>fub/år tilldelas en specifik efterfrågan varje år under prognosperioden, en möjlig träslagsfördelning (samt sortimentsmix) som kan konsumeras, samt en geografisk koordinat. Övrig vedförbrukning (mindre industrier, hemvedsförbrukning, m.m.) är allokerad till de olika utbudspunkterna baserat på kunskap om hur förbrukningen fördelas över geografien, per capita och andra underlag. Figur 8 nedan ger en överblick över mängden vedförbrukande industrier Skandinavien som ingår i Pöyry's databaser.

Kända beslutade och offentligt annonserade kapacitetsförändringar ingår i den framtida efterfrågan. Även kapacitetsförändringar för trädbränsleförbrukande energianläggningar är inlagda i beräkningarna. Här rör det sig främst om kapacitetsutbyggnader som kommer färdigställas inom de närmaste åren. På längre sikt, fram till 2030, har den prognostiserade efterfrågeutvecklingen från energiförbrukare baserats på Energimyndighetens långsiktiga scenarier för Sveriges energisystem. Dessa scenarier, som uppdateras vartannat år, utgår från redan beslutade energi- och klimatpolitiska styrmedel i Sverige samt bedömningar av den ekonomiska utvecklingstakten av Konjunkturinstitutet.

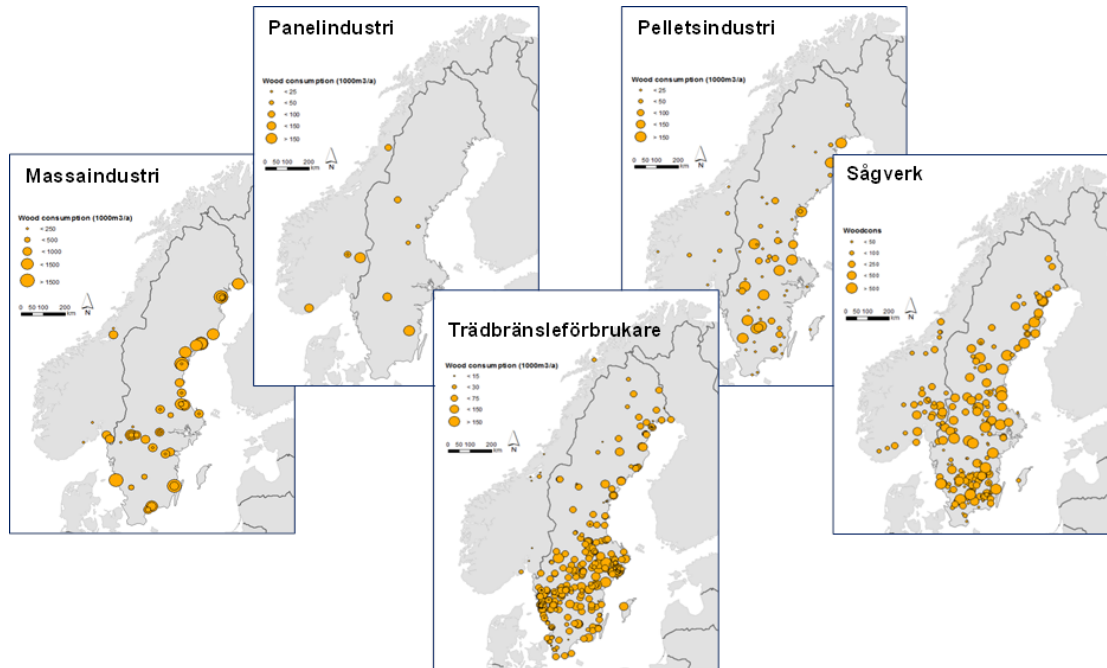
I referensfallet (Business as usual, BAU) i studien bedöms insatt trädbränsle för el-produktion ligga på en konstant nivå mellan 2020 till 2030, 16 TWh per år. För tillförseln till fjärrvärmeproduktion är bedömningen något annorlunda. Fjärrvärmeproduktionen förväntas minska mellan åren 2020 till 2030, främst på grund av ökad konkurrens från andra uppvärmningsalternativ såsom värmepumpar men även på grund av energieffektiviseringar hos konsumenter. Tillförseln av biobränslen, torv och avfall till fjärrvärme väntas sjunka från 46 TWh år 2020 till 42 TWh år 2030 (se även Tabell 3 nedan). Avfall och torv väntas av energimyndigheten öka sina andelar av tillfört bränsle vilket medför att övriga biobränslen, exv. trädbränslen väntas minska sina andelar mellan 2020 till 2030. (Energimyndigheten 2014). Detta har implementerats i båda scenarierna i denna rapport.

**Tabell 3.** Tillförsel av biobränslen till fjärrvärmeproduktion enligt Energimyndighetens prognoser över Sveriges energisystem. (Energimyndigheten 2014)

Tillförsel av biobränslen till fjärrvärmeproduktion			
Referensfall – Energimyndigheten			
	2011	2020	2030
Biobränslen, torv m.m totalt	42	46	42
Varav torv	1,7	3,4	4,7
varav avfall	12	18	18

Vedmarknadsmodellen tar i princip hänsyn till att olika vedsortiment har olika energiinnehåll, men variationen i densiteter och fukthalt gör att åtgångstalen normalt är osäkra.

Virkesexport och import har för analyserna i den här rapporten låsts på 2014 års nivåer för Skandinavien och exporthamnarna behandlas som industriella slutanvändare, samt importhamnarna som utbudspunkter. Flödena mellan Sverige och Norge modelleras emellertid baserat på den svenska och norska marknaden ihop.



**Figur 8.** Större vedförbrukare i Sverige och Norge, 2014

Vedbetalningsförmågan, dvs. det högsta pris som en slutanvändare kan betala för veden, beräknas enskilt för varje slutanvändare genom att ansätta det genomsnittliga priset för den producerad varan (inkl. eventuella subsidier) och dra ifrån samtliga kostnader, förutom veden, för att uthålligt kunna framställa varan. Pöry's långsiktiga prisprognoser för skogsindustrins produkter och insatsvaror ligger till grund för beräkningarna. Vedbetalningsförmågan är unik för varje enskild slutanvändare vid varje given tidpunkt. Ingen hänsyn tas till kapitalkostnader i beräkningen, eftersom investeringar antas vara "sunk costs".

Två olika typer av vedanvändare, se Tabell 4 nedan, har definierats beroende på produktionsprocessens karaktär och kostnadsstruktur och de behandlas olika i modellen i de fall då vedpriserna överstiger betalningsförmågan. Binära slutanvändare tvingas stoppa produktionen om vedpriset överstiger vedbetalningsförmågan. Bruket/fabriken stängs och öppnas inte igen under prognosperioden. Efterfrågan på ved från binära användare blir således noll i alla efterföljande år.

**Tabell 4.** Principiell indelning av skogsindustrin i binära och flexibla industrier. Binära industrier är av typen av eller på. Flexibla industrier kan köra på olika nivåer genom att exv. justera antal skift och skiftlängd.

Binära	Flexibla
Massabruk	Sågverk
Träskiveindustrier	Pelletsbruk
	Bioenergianläggningar

Om vedpriset överstiger betalningsförmågan för flexibla slutanvändare, så drar de ner på produktionen till dess den lägre efterfrågan får priset att sjunka till en nivå där de har råd att betala. Den faktiska efterfrågan på ved i modellen kan på så sätt, från år till år, ligga under

den prognosticerade efterfrågenivån, men kan stiga igen om vedpriserna sjunker eller betalningsförmågan för slutanvändarna går upp.

Den *prognosticerade efterfrågeutvecklingen* är alltså efterfrågan på ved utan utbudsrestriktioner på vedmarknaden, dvs. vad marknaden för slutprodukten, installerad produktionskapacitet och industrins konkurrenskraft skulle vara om vedanvändarna kunde köpa obegränsade volymer av ved till ett pris som inte överstiger deras betalningsförmåga.

Den del av den prognosticerade efterfrågan på ved, som inte möts eftersom vedpriserna överstiger betalningsförmågan hos slutanvändarna benämns ”*omött efterfrågan*”. Den omöta efterfrågan är skillnaden mellan prognosticerad och i modellen ”*faktisk efterfrågan*”. Den omöta efterfrågan varierar över tid mellan olika geografiska områden och träslag och mellan olika scenarier.

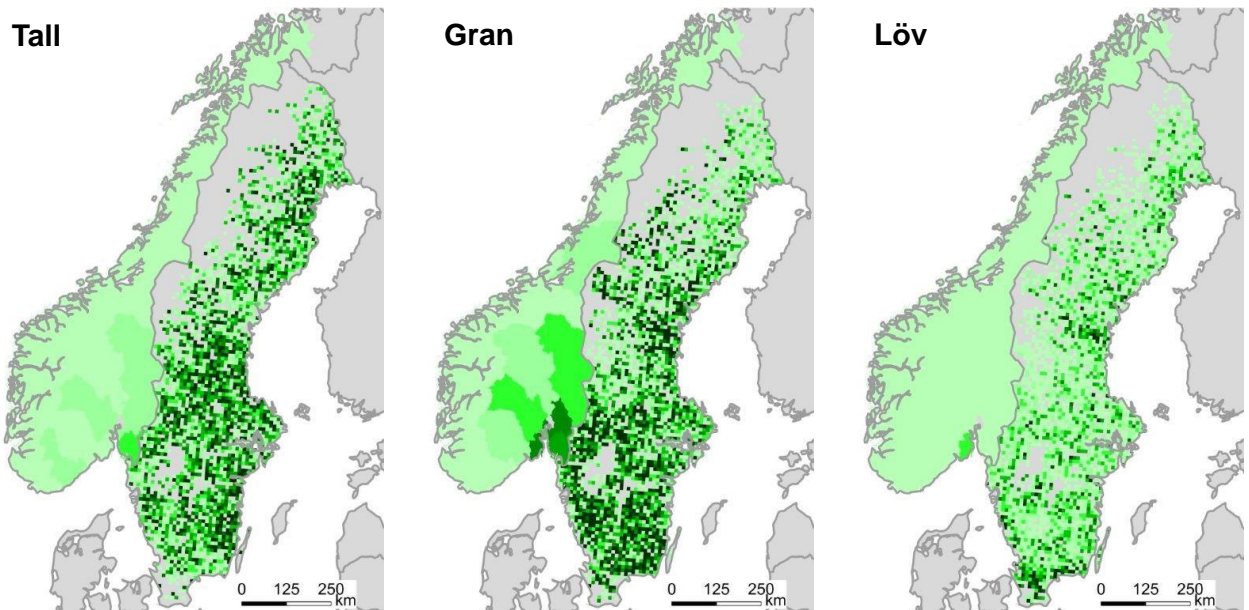
### **Utbud av virke och skogsbränsle**

I Sverige har Pöyry låtit Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU, göra nationella avverkningsberäkningar (S-2014) i Heureka-systemet. Dessa beräkningar benämns Pöyry14. För att få en geografisk bra fördelning av data har avverkningsutbudet tagits fram per 10\*10 km ruta (utbudspunkter) i landet med 20 års avverkningar i snitt som underlag. Virkesutbudet har simulerats per slutavverkning och gallring och träslag. Data har därefter analyserats och simulerats så att rimliga basutbud med timmer och massaved resp. bruttogrot kan användas i vidare beräkningar. Resultatet är att Pöyry i de vidare analyserna har ett simulerat virkesutbud per 10\*10 km ruta inom Sverige, se Figur 9.

Förutsättningarna för avverkningsberäkningarna i Pöyry14 hade i princip samma inställningar som i det av Skogsstyrelsen ledda projektet SKA08.

I ”Pöyry14”, användes Riksskogstaxeringens fältdata från perioden 2006-2010. Här är effekterna från orkanen Gudrun (2005) fullt infångade, men effekter av orkanen Per (2007) får inte full effekt eftersom 2006 års inventering av naturliga skäl inte inkluderar effekter av Per.

Under hösten 2015 presenterade Skogsstyrelsen och SLU tillsammans nya avverkningsberäkningar (Skogsstyrelsen 2015), som benämndes SKA 15. Till föreliggande arbete har utbudssiffrorna i Pöyry 14 kalibrerats baserat på SKA15-resultaten.



**Figur 9.** Relativt utbudsintensitet (avverkning) per träslag i de avverkningsberäkningar som benämndes Pöry14. Mörk färg indikerar ett stort utbud per 10\*10 km ruta. Ljusa färger indikerar ett lägre relativt utbud per arealenhet. I Norge är utbudet per arealenhet lägre då utbudet representeras fylkesvis och stora arealer fjäll och impediment ingår i kartrepresentationen.

Den genomsnittliga volymen av biprodukter, som uppstår per konsumerad m<sup>3</sup> fub av ved inom varje industrigren och för varje slutprodukt har estimerats på sortimentsnivå (flis, spån och bark). Den volym av biprodukter, som inte konsumeras internt av den genererande industrin för energiproduktion, antas bli fritt tillgänglig på marknaden och uppstår som ett utbud vid den genererande industrin.

### Avverknings- och transportkostnader

De genomsnittliga kostnaderna från stubbe till bilväg (inkl. avverkning, skotning och vidaretransport) vid slutavverkning och gallring har estimerats för samtliga vedsortiment och skiljer sig åt mellan Sverige och Norge och mellan olika balansområden.

För grot har även flisningskostnaden inkluderats i kostnaden vid bilväg. I verkligheten varierar det var flisningen görs. Mindre volymer grot körs oflisad till industri och flisas där.

Med hjälp av de nationella väg- och järnvägsdatabaserna har den lägsta kostnaden för såväl lastbilstransport som tågtransport för alla träslag beräknats från varje utbudspunkt till varje enskild industri/slutanvändare baserat på avstånd, högsta tillåtna hastighet och max last.

För tågtransport har såväl kostnaden för lastbilstransport från skogen till närmsta tågterminal, själva tågtransporten, samt transport med lastbil från mottagande tågterminal till slutanvändaren inkluderats. Virkesvolymerna som under ett år kan transporteras via en viss terminal begränsas av terminalens på- och avlastningskapacitet, som skiljer sig åt mellan de olika terminalerna.



## Scenarier

I det första scenariot, ”Business as usual” (BAU), är de kända kapacitetsförändringarna tillagda för skogsindustrin men ingen ytterligare framtida kapacitetsförändring är modellerad. Detta medför att de flesta förändringar i scenariot uppkommer de närmsta åren. Tabell 5 nedan visar den prognostiserade tillväxten för olika typer av industrier presenterat i form av genomsnittlig årlig tillväxt fram till slutet av prognosperioden.

Även för energiindustrin är de kända kapacitetsförändringarna tillagda, men på längre sikt, (efter 2020) har samma antaganden gjorts som i Energimyndighetens långsiktsprognoiser. I dessa prognoser antas en minskad fjärrvärmeproduktion och en mindre andel träbränsle i bränslemixen (Energimyndigheten 2014). Dessa antaganden gör att utvecklingen av efterfrågan på träbränsle blir något olika i de olika balansområdena. Exempelvis i balansområde 2, vägs nedgången mellan 2020-2030 upp något av kapacitetsutbyggnader mellan 2015-2020.

Avseende efterfrågeutvecklingen i den mekaniska massaindustrin kan man ifrågasätta om den kommer kvarstå på samma nivå, vilket väl de flesta bedömare finner osannolikt. Däremot är det svårt i denna studie att inkludera Pöry's bedömningar per balansområde då det i många balansområden bara finns en mekanisk massaindustri.

**Tabell 5.** Efterfrågeutveckling i scenariot ”Business-as-usual”. Utvecklingen presenteras som den genomsnittliga årliga tillväxten av efterfrågan av vedråvara.

Simulerad efterfrågeutveckling (årlig tillväxt 2015-2030)					
	BO1	BO2	BO3	BO4	TOT
Kemisk massa	1.0%	0.3%	0.1%	0.8%	0.7%
Mekanisk massa	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Sågade trävaror	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
Träskivor	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Pellets	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Energi (inkl. hemved)	-0.8%	-0.1%	-0.4%	-0.7%	-0.5%

Det andra scenariot kallas ”Utvecklad bioekonomi” (UB) och i detta modelleras en ökad efterfrågan av virkesråvara från skogsindustrin motsvarande det ”maximala” uttaget enligt bas-scenariot i SKA15 kallat ”Dagens Skogsbruk”. Detta innebär att den maximalt hållbara avverkningspotentialen (definierad av Skogsstyrelsen) brutto kommer uppgå till ca 78 milj. m<sup>3</sup> fub/år (2020-2040). Från denna volym skall mindre mängder i skogen kvarlämnat virke dras ifrån (1-2 milj. m<sup>3</sup> fub/år), men det tillkommer också tillvaratagen s.k. ”naturlig avgång”, d.v.s träd som dör i skogen och inte räknas in i avverkningspotentialerna. Denna volym är i storleksordningen 2 milj. m<sup>3</sup> fub/år. Den möjliga nettoavverkningen är alltså i SKS basscenario ”Dagens skogsbruk” högt räknat ca 80 milj. m<sup>3</sup> fub/år 2020-2040.

Till detta innefattar scenariot (UB) att man simuleringsmässigt ur kraftmassaindustrin tar ut maximal mängd lignin. Antaganden kring dessa mängder följer i kommande delkapitel. Lignin är en råvara som kan användas som bas för att producera material som exv. biodrivmedel, kolfiber, bindemedel, bioasfalt m.m. Merparten av den uttagna mängden lignin måste energimässigt ersättas i massaindustrin så att tillräcklig värme finns för massaprocesserna. Ersättningsvärmerna som behövs från detta simuleras som att det ersätts via

fastbränslepannor som eldas med oförädlad eller förädlad trädbränsle. Detta innebär summerat att mängden grot-uttag från skogen ökar, motsvarande den förlorade mängden ligninenergi. I scenariot UB kommer därför den prognosticerade efterfrågeutvecklingen öka både avseende stamved och skogsbränslesortiment och då främst grot, se Tabell 6.

Även för scenariot UB kommer Energimyndighetens prognos för efterfrågan från fjärrvärmebränslen användas 2020 och framåt. Kombinationen av ökat trädbränsleuttag för ersättningsvärme i massaindustrin och minskat uttag beroende på en minskad fjärrvärmeproduktion får olika följderna i de olika balansområdena. I balansområde 1, där fjärrvärmeproduktionen är liten i dagsläget och massaindustrin är stor, blir efterfrågan på trädbränsle högre. I Balansområde 4, där fjärrvärmesektorn är stor, tar den modellerade efterfrågeökningen av trädbränsle i massaindustrin och minskningen i fjärrvärmesektorn i princip ut varandra.

**Tabell 6.** Efterfrågeutveckling i scenariot "Utvecklad bioekonomi" (UB). Utvecklingen presenteras som den genomsnittliga årliga tillväxten av efterfrågan av vedråvara.

Simulerad efterfrågeutveckling (årlig tillväxt 2015-2030)					
	BO1	BO2	BO3	BO4	TOT
Kemisk massa	1.3%	1.1%	0.9%	1.6%	1.3%
Mekanisk massa	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Sågade trävaror	0.7%	0.5%	1.0%	0.4%	0.6%
Träskivor	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Pellets	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Energy (inkl hemved)	2.7%	0.2%	0.6%	-0.1%	0.4%

## Ligninuttag

I scenariot "Utvecklad bioekonomi" har ett ökat uttag av lignin från sulfatmassaindustrin antagits. I scenariot separeras en del av ligninet i svartluten ut och blir till råvara för olika biobaserade produkter såsom exv. biodrivmedel, kolfiber, bindemedel, bioasfalt m.m. Flera produkter har inte kommersialiserats ännu, men i en inte allt för avlägsen utvecklad bioekonomi kan denna resurs tas tillvara och därför har valet gjorts att öka uttaget av lignin i nämnda scenario.

För att bestämma en möjlig uttagsnivå har potentialen för ligninuttag bedömts för de 21 massabruk i Sverige som baserar hela eller delar av sin produktion på egenproducerad kraftmassa. Rena sulfitmassabruk har inte inkluderats. Potentialen för ligninuttag vid ett bruk begränsas av olika faktorer. Två olika fall har undersökts i denna studie:

### 1. Ligninuttag begränsat av tillgängligt energiöverskott

I detta fall tas lignin ut i en mängd som motsvarar dagens energiöverskott, d.v.s. energimängden motsvarande friblåsningsånga eller turbinkondensor.

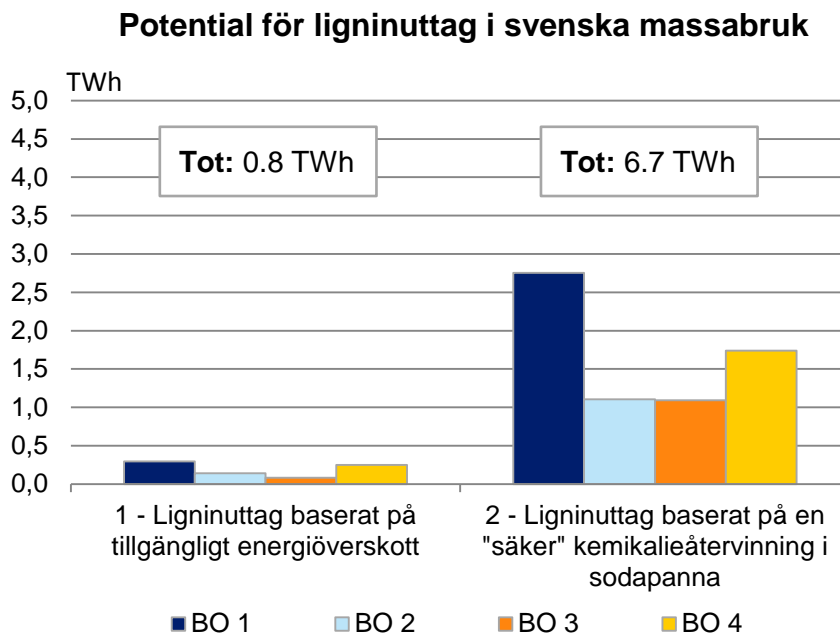
### 2. Ligninuttag begränsat av en säker kemikalieåtervinning i sodapannan

Mängden lignin som kan tas ut från svartluten begränsas av att en viss temperatur krävs i sodapannan för att kemikalieåtervinningsprocesserna ska kunna ske. För blekt barmassa anses exempelvis att 30 % av lignininnehållet i lutarna kan tas ut utan att man riskerar problem i massaprocesserna. I detta "scenario" måste den del av energin som inte är



överskott (enligt ovan) ersätts med tillskottsvärme från en fastbränslepanna, där exv. Grot kan brännas för att skapa motsvarande energimängd som det utseparerade ligninet.

Beräkningarna av de två principiellt olika uttagsnivåerna har gjorts baserat på erfarenhetstal kring nödvändiga (säkra) energi- och kemikaliebalanser. De resulterande potentiella uttagsnivåerna visas i Figur 10 nedan. Figuren åskådliggör att det är relativt små mängder lignin (ca 0.8 TWh per år) som går att ta ut utan att tillföra energi. I fall 2 har det möjliga ligninuttaget beräknats till ca 6.7 TWh/år (2014 års massaproduktion), givet att motsvarande mängd energi ersätts via fastbränslepannan.



**Figur 10** Bedömda potentialer för uttag av lignin i svenska sulfatmassabruk.

Antagandet i fall 2 medför (med samma massaproduktion) ett ökat behov av biomassa till industrin för att värma processerna i massaindustrin (massaved, biprodukter och framförallt grot). I normalfallet bör groten här vara det billigaste fastbränslealternativet.

### Stubbuttag

Stubbskördens miljöeffekter har varit ifrågasatt i Sverige sedan stubbskörden tog fart i början på 2000-talet. En faktor som har diskuterats i samband med stubbskörd är utarmning av grov död ved, vilket skulle kunna vara ett hot mot den biologiska mångfalden. Också stubbskördens påverkan på mark och kolbalansen har diskuterats (Skogforsk 2015). Stubbskörd har emellertid också positiva effekter och då främst att man via stubbskörd kan få fram ytterligare och stora mängder förnybar vedråvara främst för energiproduktion. En bra kunskapsammanställning avseende stubbskördens positiva såväl som negativa effekter finner man på [www.slu.se/stubbar](http://www.slu.se/stubbar), där aktuell liksom äldre forskning sammanställts.

Oklarhet kring stubbskördens miljöeffekter har resulterat i att Svenska FSC satt begränsningar på vilka arealer som får stubbsköras på FSC -certifierad mark. År 2011 var stubbskördsgränsen 2500 hektar per år på FSC-certifierad mark i Sverige mellan 2011-2013 (FSC Sverige 2011). Delvis på grund av dessa begränsningar men också på grund av

ekonomiska förutsättningar har den anmälda areal för uttag av stubbar minskat från ca 7600 hektar år 2010 till ca 830 hektar år 2014 (Skogsstyrelsen 2014).

Ur en ekonomisk synvinkel är stubbflis ett skogsbränsle med höga produktionskostnader, ca 180 kr/MWh vid industri, vilken också har påverkat arealen för uttag av stubbar (Skogforsk 2015). Arealbegränsningen har också inneburit en begränsad teknisk utveckling på området, vilket också bidrar till de idag höga kostnaderna.

I scenariot BAU i denna rapport har antagandet gjorts att stubbskörden kommer bibehållas på nivåer motsvarande dagslägets förbrukning av stubbflis, vilket just nu (se anmäld areal ovan) kan tyckas optimistiskt.

### *Skogsstyrelsens bedömningar avseende stubb- och grottuttag – ekologiska restriktioner*

I scenariot Maximalt biobränsleuttag (MAX) som beskrivs senare i rapporten är uttaget av stubbar resp. grot på samma nivå som Skogsstyrelsens bedömning av högsta möjliga uttagsnivåer av dessa energisortiment (Skogsstyrelsen 2015).

Här utgår Skogsstyrelsen först från en högsta möjlig uthållig avverkningsnivå avseende stamved (ca 78 milj. m<sup>3</sup> fub/år under perioden 2020-2040) i scenariot ”Dagens skogsbruk”.

Här faller först en bruttovolym grot och stubbar ut. Därefter görs det avdrag enligt Skogsstyrelsens rekommendationer för grot respektive stubbar (Claesson et al. 2015).

Rekommendationerna innebär att skörd av grot och stubbar på vissa marker är exkluderad och att > 20 procent av groten och stubbarna förutsätts vara kvar på de hyggen där skörd utövas. Inga stubbar av lövträd tas ut. Inte heller tas grot eller stubbar ut vid gallring:

#### A. Grotrestriktioner.

I detalj innebär de ekologiska restriktionerna avseende Grot följande avseende vilka områden som skall undvikas resp. hur mycket man kan ta ut i de kvarvarande områdena:

Arealrestriktioner (per rekommendation):

- *Uttag av avverkningsrester bör inte ske i skogar med höga naturvärden.*
  - Detta uttolkas i SKA 15 som att uttag ej sker på provytor som klassats som reservat, frivilliga avsättningar eller naturhänsyn vid avverkning.
- *Skyddszoner med träd och buskar, där inga regelrätta uttag av avverkningsrester sker, bör lämnas mot skogliga impediment och öppen jordbruksmark samt utmed sjöar eller vattendrag.*
  - Detta uttolkas i SKA 15 som att uttag ej skall ske på provytor som i Riksskogstaxeringen klassats som angränsande till åkermark, myr, berg och vissa andra impediment, fjällbarsskog, sötvatten eller saltvatten.
- *Uttag av avverkningsrester i sumpskog, blöta marker eller fuktiga marker med låg bärighet är olämpligt p.g.a. den ökade risken för körskador.*
  - Detta uttolkas i SKA 15 som att uttag ej skall ske på provytor med låg eller mycket låg bärighet, d.v.s. ej ytor med torvmark och inte heller blöt mark.
  - Även ytor med fuktig mark undantas om jordarten utgörs av finmo eller finare textur (mjäla och lera).

Restriktioner vid uttag i bestånd (per rekommendation):

- *För att värna om den biologiska mångfalden och de organismer som lever på död ved bör 20 procent av avverkningsresterna lämnas kvar. Mest betydelsefull för den biologiska mångfalden är ved från tall och lövträd.*
  - Detta uttolkas i SKA15 som att vid uttag på provyta skall 20 procent av mängden grot lämnas kvar. I första hand lämnas löv, i andra hand tall och i tredje hand gran.

Dessa restriktioner har i föreliggande rapport tolkats som biologiska/ekologiska restriktioner.

De mer tekniskt/ekonomiska restriktionerna givet dagens förutsättningar ges istället av de vedmarknadsberäkningar som Pöyry genomfört. Den grot som skördas i beräkningarna för att fylla energibehoven i de olika scenarierna är indirekt den ekonomiska potentialen. Skillnad mellan teknisk och ekonomisk potential är i detta fall obetydlig, då svåra marker (enligt ovan redan är bortsorterade i de ekologiska restriktionerna ovan).

## B. Stubbrestriktioner.

I detalj innebär de ekologiska restriktionerna avseende stubbskörd relativt långtgående restriktioner avseende vilka områden som skall undvikas resp. hur mycket man kan ta ut i de kvarvarande områdena:

Arealrestriktioner (per rekommendation enligt SVL):

- *Mark och vatten - Att lämna stubbar i och invid basvägar för att bibehålla bärigheten. Ris bör lämnas för att begränsa markskador i drivningsvägar som utnyttjas för att transportera ut stubbar.*
  - Detta tolkas i SKA15 som att uttaget begränsas till att omfatta barrträdsstubbar.
  - I beräkningen förutsätts att > 20 procent lämnas. Uttaget blir således följande beroende på lövandelen:
    - Lövandel >20 procent: Hela potentialen barrträdsstubbar tas ut.
    - Lövandel < 20 procent: Här tas 80 procent av potentialen ut (i form av barrträdsstubbar).
- *Att inte skörda stubbar på fuktig eller blöt mark, eller på finjordsrika marker, samt marker med stor lutning.*
  - Detta tolkas i SKA15 som att marker med olämplig fuktighet, lutning eller textur exkluderas. Sammanfattningsvis tas därför inte stubbar ut i brant terräng, på marker med finjord (grovmo eller finare textur) eller från fuktig eller blöt mark.
- *Att lämna en skyddszon mot vattenmiljöer inom vilken stubbar inte skördas.*
  - Detta tolkas i praktiskt i SKA15 som att provytor inom 25 meter från sjö, hav eller vattendrag som normalt är vattenförande året runt (ej diken) till 40 % ej stubbskördas. Detta för att efterlikna att inga ytor närmare än 10 m från vattendrag sstubbskördas.
- *Att inte skörda stubbar i direkt anslutning till trädbevuxna skyddszoner som lämnats mot vattenmiljöer för att stabiliteten hos träden inte skall försämrats ytterligare.*
  - Denna restriktion är i praktiken hanterad i de tre ovanstående restriktionerna.
- *Stubbskörd på eller invid fast fornlämning kräver alltid tillstånd av länsstyrelsen. Stubbskörd bör inte heller utföras i värdefulla kulturmiljöer.*

- Denna restriktion är i SKA15 hanterad med utgångspunkten att 1–2 procent av skogsmarksarealen är olämplig att markbereda av hänsyn till kulturmiljövårdens intressen, Och i praktiken är siffran 1 % då viss överlappning i hänsyn är sannolik i SKA 15.

Flera andra restriktioner är i praktiken hanterade under punkten 1 ovan.

De ovanstående restriktionerna har i föreliggande rapport tolkats som Skogsstyrelsens tolkning av biologiska/ekologiska restriktioner vilket ger att den mark där uttag sker är ekologiskt tillgänglig.

Tekniskt/ekonomiska restriktionerna ges istället av de vedmarknadsberäkningar som Pöyry genomfört. Den stubbar som skördas (inget utöver den satta siffran 0.3 TWh/år) i scenarierna BAU och UB (utvecklad bioekonomi) för att fylla energibehoven i de olika scenarierna är indirekt den ekonomiska potentialen. Skillnad mellan teknisk och ekonomisk potential är även här obetydlig.

Med en större efterfrågan på skogsbränsle – exv. om en signifikant utbyggnation av ligninseparationsanläggningar eller andra typer av anläggningar för tillverkning av flytande biobränslen kommer till förändras bilden. Om en teknisk utveckling kring stubbskörd och logistik kommer tillstånd kan kostnaderna minska och leda till större möjligheter till stubbuttag. Med dessa utvecklingsspår kan mycket väl stubbar få en helt annan ekonomisk tillgänglighet och då kanske igen på nivån 10 TWh/år vilket var den nivå Thuresson (2010) pekade ut som en då teknisk/ekonomisk (T/E) potential.

Denna potential kommer emellertid alltid vara beroende av efterfrågesituationen och var groten finns i förhållande till förbrukningspunkterna, då logistikkostnaderna för denna typ av bulkigt material är mycket höga.

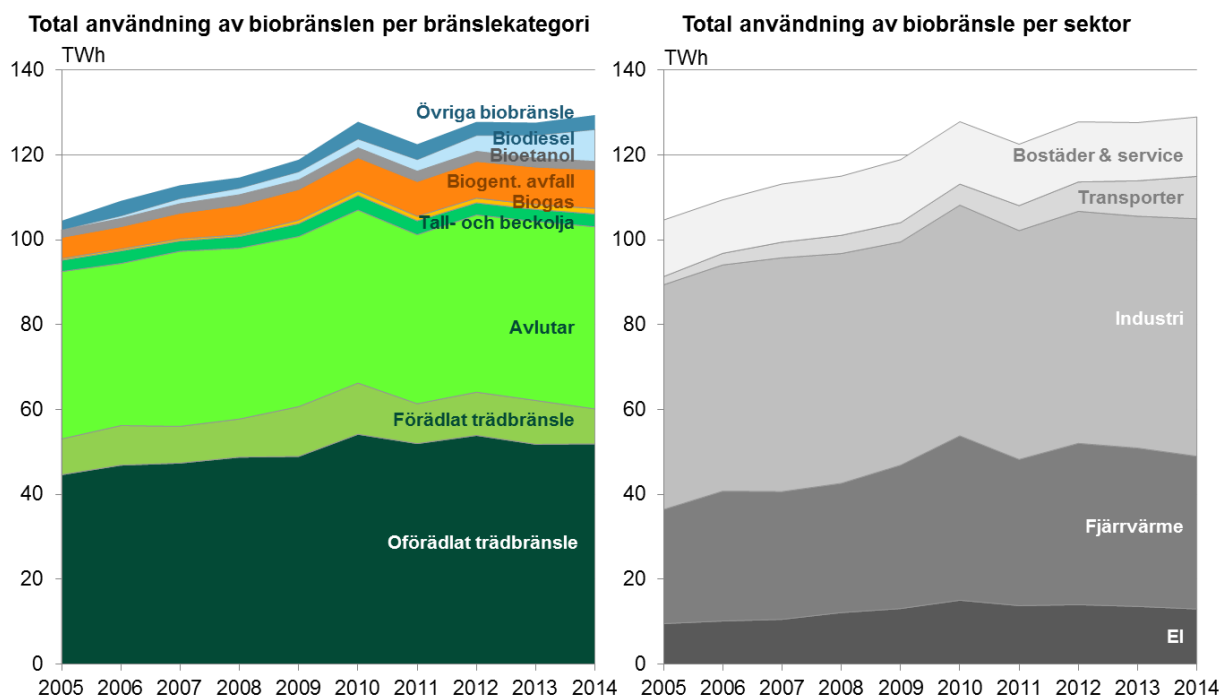
### 3 RESULTAT

#### 3.1 Historisk bibränsleförbrukning

##### Total bibränsleanvändning

Användningen av bibränslen i Sverige (Energimyndigheten 2015) har ökat med i genomsnitt 2 %/år mellan 2005-2014 och var totalt ca 129 TWh år 2014 (Figur 11). Av detta var ca 51.9 TWh oförädlade trädbränslen och 8.2 TWh förädlade trädbränslen. Användningen av bibränsle med ursprung i massaindustrin (returlutar, tall- och beckolja och råmetanol) har ökat med i genomsnitt 1 % per år och var 2014 totalt ca 46.6 TWh, varav ca 92 % returlutar, 7% tall-och beckolja och bara ~1% råmetanol. Mellan 2005-2014 har användning av oförädlade trädbränslen ökat i genomsnitt med 2 %/år men användningen av förädlad trädbränsle har varit stabilt.

Industrisektorn var den största bibränsleanvändaren år 2014 med 56 TWh (för ånga och värme), men den största tillväxten har skett i el- och fjärrvärmeproduktion (ca +4%/år i genomsnitt) till totalt 44 TWh 2014 och transportsektorn (+20 %/år till totalt 10 TWh 2014). Biobränsleanvändning i bostäder och service (totalt 14 TWh 2014) samt i industri har utvecklats med knappt 1 % per år mellan 2005-2013, (Energimyndigheten 2015) och förbrukningsutvecklingen har i stort sett avstannat.



**Figur 11** Användning av bibränslen i Sverige per bränslekategori och sektor (Energimyndigheten 2015).

### **Incitamentsystem**

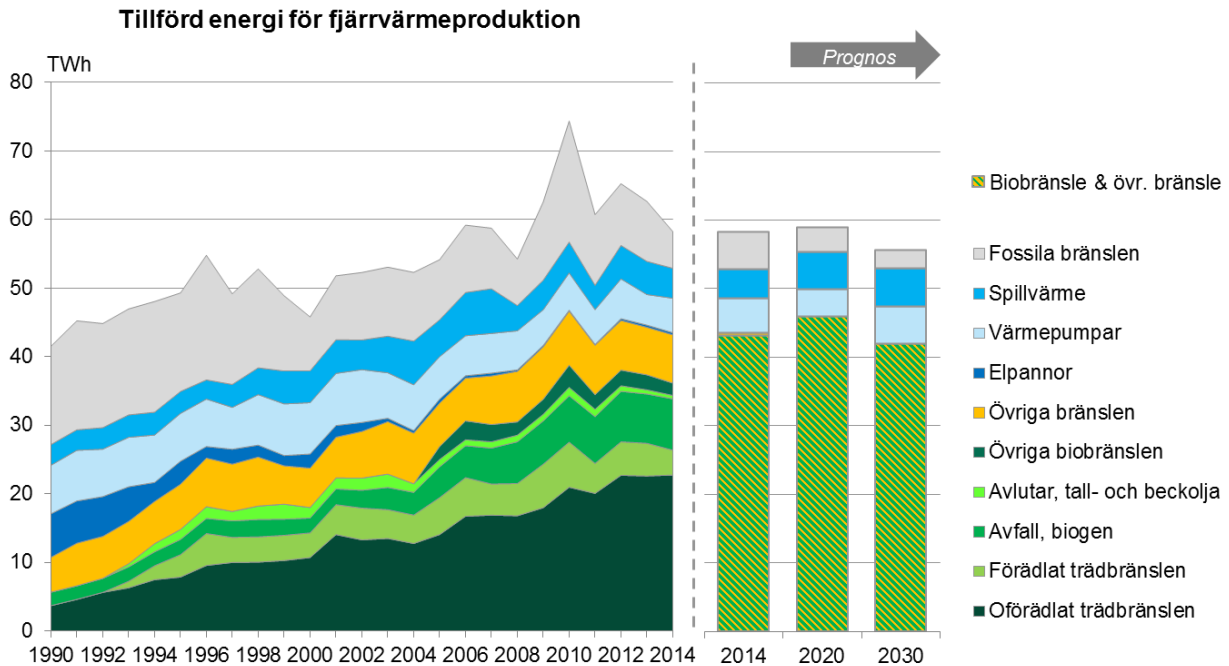
Den ökande biobränsleanvändningen har fått stöd på olika vis. Energibeskattnings samt EU:s utsläppshandelssystem (EU ETS) och elcertifikatsystem stödjer användningen av förnybara bränslen gentemot fossila bränslen. I det svenska skattesystemet är energiförbrukarna indelade i den handlande och icke-handlande sektorn. Bränslen som används för elproduktion är skattefria men bränslen som används för värmeproduktion är i allmänhet föremål för beskattning. Bränslebeskattnings består av energiskatt, CO<sub>2</sub>-skatt, svavelskatt och avfallsskatt. Det finns också en avgift för utsläpp av kväveoxider.

Andelen biobränsle i kraftvärmeproduktionen har ökat snabbt tack vare elcertifikatsystemet. Detta stödsystem har en betydande inverkan på lönsamheten av elproduktionen. Om produktionen i kraftverk och kraftvärmeverk baseras på flytande biobränslen måste dessa bränslen även uppfylla kraven för hållbart bränsle för att verken ska bli certifikatsberättigade.

### **Bränsleanvändning i el och fjärrvärme**

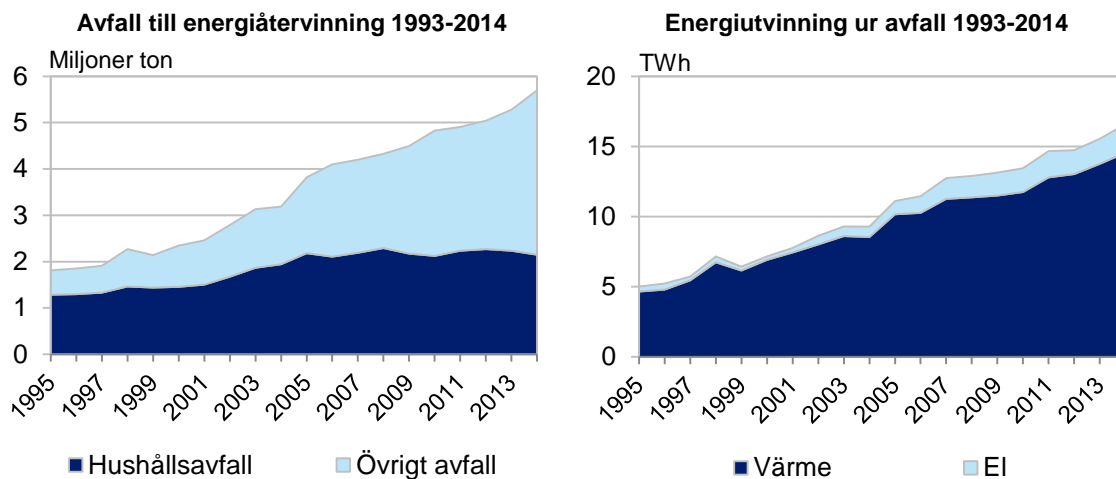
Den svenska fjärrvärmemarknaden har vuxit ca 1.5 % årligen sedan 1990 (Figur 12). Idag använder bostads- och servicesektorn över 90 % av fjärrvärme och industri resterande 10 % (Energimyndigheten 2015). Användning av fossila bränslen i fjärrvärmeproduktion har minskat betydligt mellan 1990-2014 och samtidigt har användning av biobränsle, särskilt oförädlat trädbränsle och bio-genererat avfall vuxit (Energimyndigheten 2015) & (Energimyndigheten 2016).

Enligt Energimyndighetens rapport "Framtidsscenarioer 2014" (Energimyndigheten 2014) väntas förbrukning av fjärrvärme i Sverige minska till 2030 på grund av den ökande konkurrensen från andra uppvärmningssätt såsom värmepumpar och slutkundernas energieffektivisering (Figur 11). Ersättning av fossila bränslen med biobränslen och avfall väntas fortsätta, men samtidigt räknar energimyndigheten med att den totala användningen av biobränslen för fjärrvärmeproduktion minskar mellan 2020 och 2030.

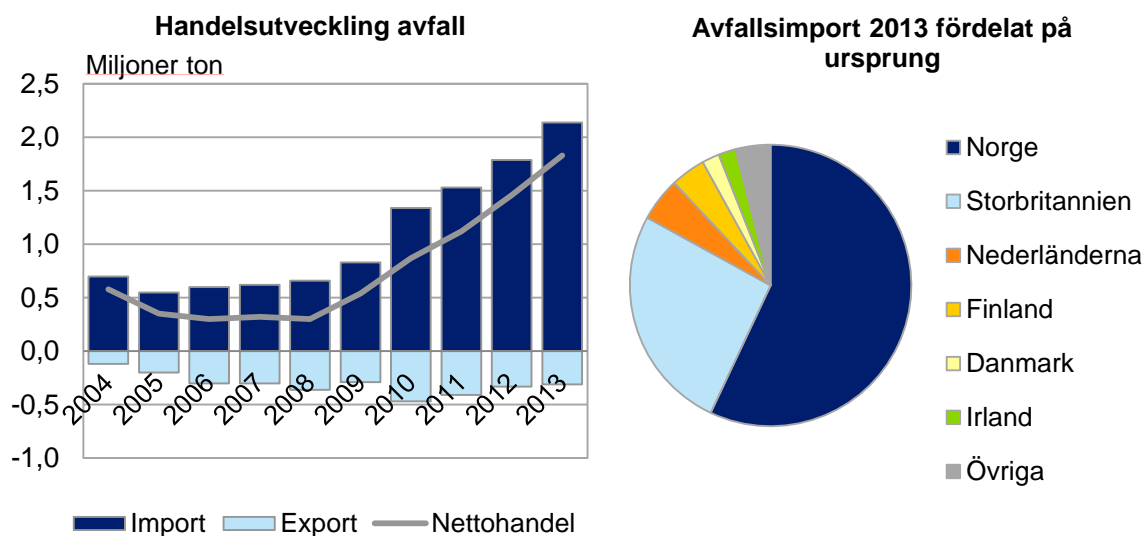


**Figur 12** Tillförd energi för fjärrvärmeproduktion enligt (Energimyndigheten 2016), och samma myndighets framtidsscenario (Energimyndigheten 2014).

Det bränsle som haft den största tillväxttakten de senaste 10 åren inom fjärrvärmesektorn är avfall. Sverige har genom ny lagstiftning och införlivande av EU-direktiv numera ett förbud mot viss avfallsdeponering. År 2002 infördes ett förbud mot att deponera brännbart avfall och sedan 2005 är det förbjudet att deponera allt organiskt avfall. Detta medförde att andelen av det svenska avfallet som gick till energiåtervinning ökade, samt på senare år har även att importen av avfall till energiåtervinning ökat kraftigt (Figur 13 och Figur 14). Framförallt är det import med ursprung från Norge och Storbritannien som står för den stora ökningen. (Naturvårdsverket 2015)



**Figur 13.** Vänstra grafen visar totala tillförda mängden avfall till energiåtervinning i Sverige och den högra grafen visar utfallet, mängden utvunnen energi ur avfallet under samma tidsperiod. (Avfall Sverige 2015)

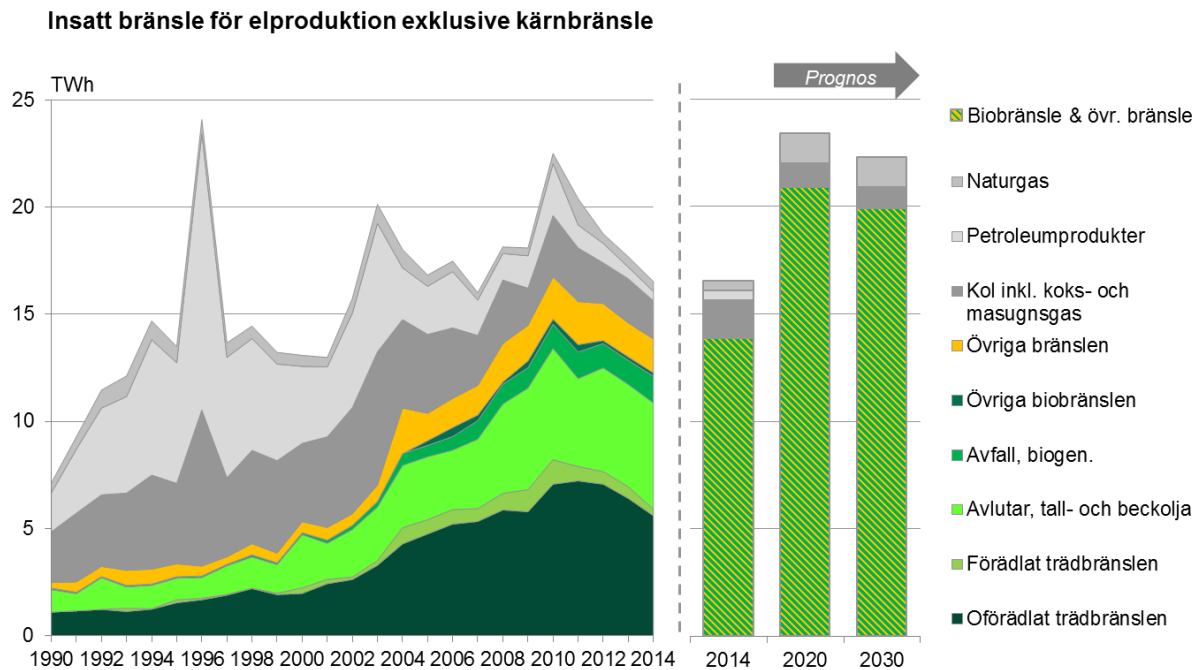


**Figur 14.** Vänstra grafen presenterar den svenska handelsbalansen för avfall samt det högra diagrammet presenterar avfallsimporten år 2013 fördelat på ursprungsland. (Naturvårdsverket 2015)

Elproduktion i kraftvärmeverk och i industrin baserat på biobränsle och avfall har ökat med ca 4 % per år (Figur 15) sedan 1990. År 2014 användes oförädlade trädbränslen för 33 % av produktionen, returlutar & tall-och tallbeckolja motsvarade 29 %, fossila bränsle 16 %, övriga bränslen 9 % och biogenererat avfall 7 %. Förädlad trädbränsle och övriga biobränslen utgjorde bara mindre delar av bränslet för elproduktion. (Energimyndigheten 2016) (Energimyndigheten 2015)

Enligt Energimyndighetens (2014) ”Framtidsscenarioer 2014” kommer den kraftvärmebaserade elen öka fram till år 2020 men sedan minska till år 2030 eftersom det totala fjärrvärmeunderlaget antas minska. Industrin förväntas däremot öka sin elproduktion något till år 2030. Här antas användningen av avfall och biobränsle öka.





**Figur 15** Insatt bränsle för elproduktion exklusive kärnbränsle (Energimyndigheten 2015) & (Energimyndigheten 2016) och framtidsscenario (Energimyndigheten 2014)

### Bränsleanvändning i industri

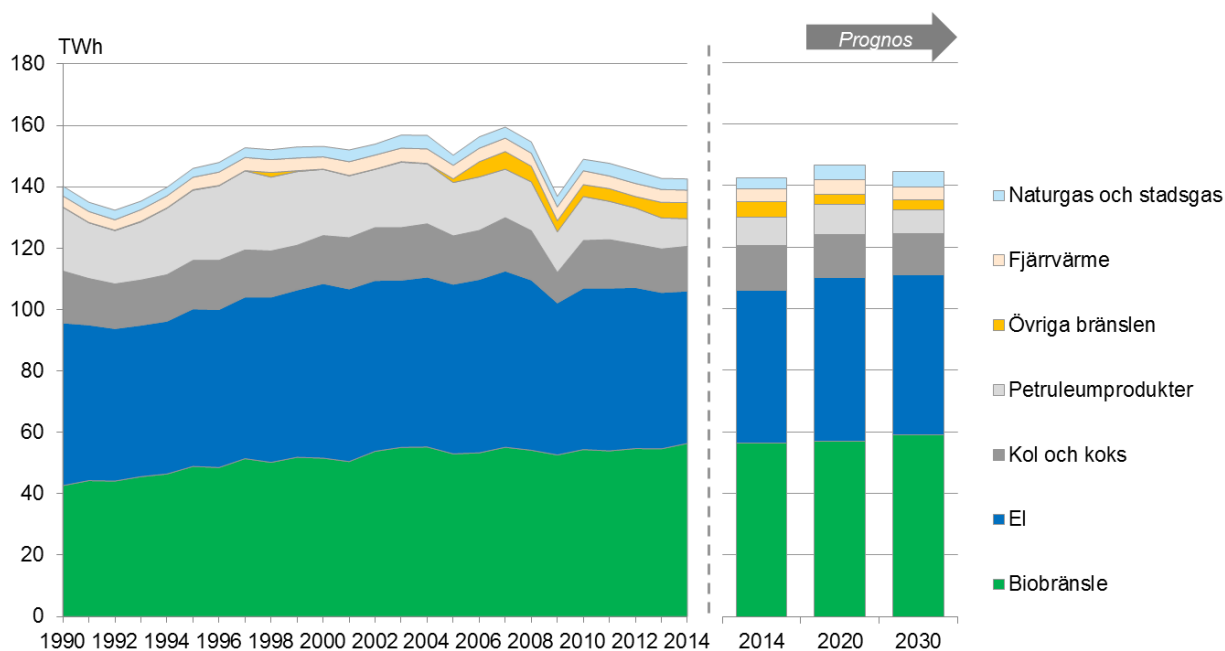
Den slutliga energianvändningen inom den svenska industrin har varit ganska konstant sedan 1970-talet, men samtidigt den industriella produktionen ökat. Mellan 1990 och 2014 har industris energianvändning vuxit årligen ned ca 0.1 %. Den slutliga energianvändningen i den svenska industrisektorn under 2014 var 143 TWh, (Figur 16).

År 2014 stod biobränslen för ca 40 % av produktionen, el 35 %, kol och koks 10 %, petroleumprodukter 6 %, övriga bränslen 4 % och både fjärrvärme och gas 3 % av den slutliga energianvändningen i industrisektorn.

Den största enskilda energiförbrukande sektorn är (2014) skogsindustrin som representerade cirka 55 % av den totala energiförbrukningen. Skogsindustrin stod för 98 % av den totala biobränsleanvändningen i den svenska industrin. (Energimyndigheten 2015).

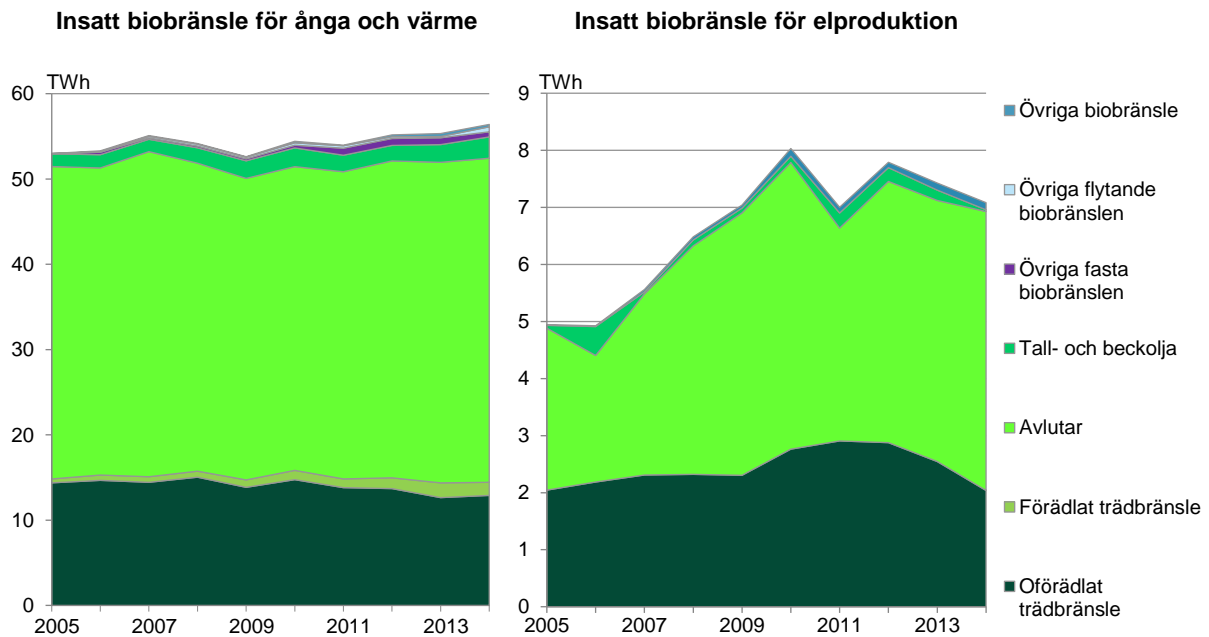
Enligt Energimyndighetens ”Framtidsscenario 2014” kommer industris energianvändning förbli relativt konstant fram till 2030 (Figur 16). Den förväntade ekonomiska tillväxten antas leda till tillväxt i industriproduktionen men energianvändningen förväntas inte öka. Användningen av biobränslen förväntas öka och användningen av oljeprodukter väntas fortsatt minska.

### Slutlig energianvändning i industrisektorn per energibärare



**Figur 16** Slutlig energianvändning i industrisektorn per energibärare (Energimyndigheten 2015) & framtidsscenarier (Energimyndigheten 2014).

Vid industrins produktion av el, ånga och värme (Figur 17) är bränslen med skogligt ursprung dominerande (returlutar och oförädlad trädbränsle). Returlutar kommer från och används normalt i massindustrin för att värma massaprocesserna. Också de oförädlade trädbränslena som används i industri är till större delen skogsindustriproducerade. Returlutar stod för 70 % av den totala biobränsleanvändningen i industris elproduktion år 2014 och för nästan 70 % av ånga- och värmeproduktion (Figur 17).



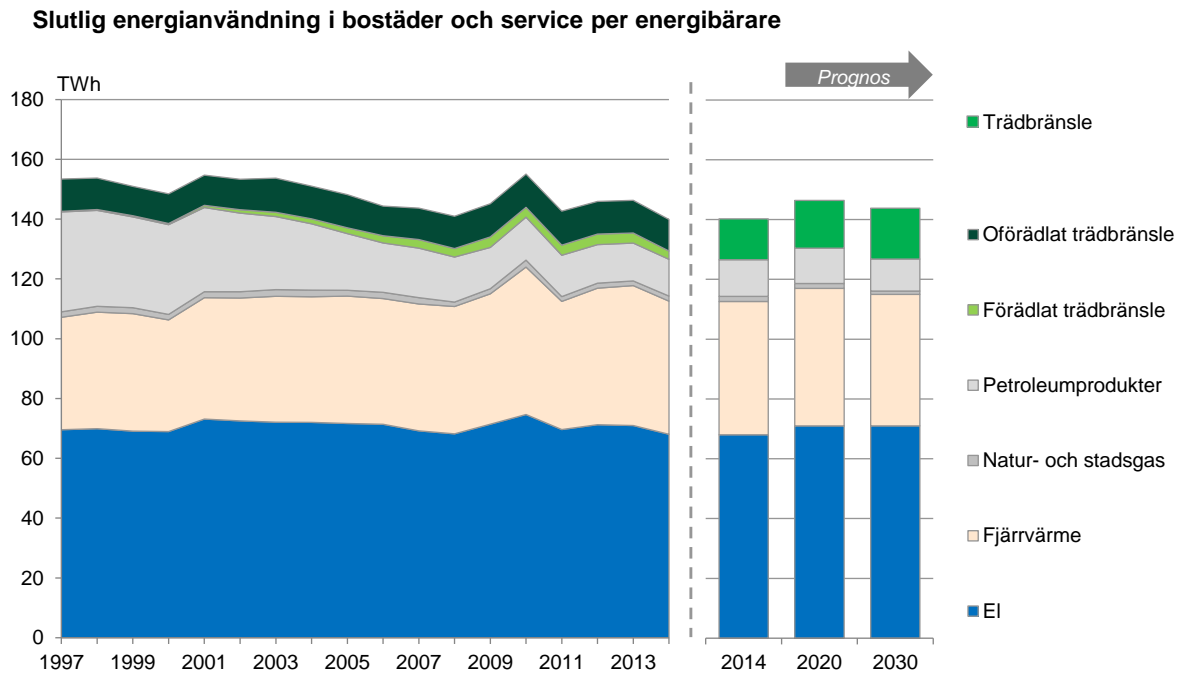
**Figur 17** Insatt bränsle för industris ånga-, värme- och elproduktion. (Energimyndigheten 2015)

### Bränsleanvändning i bostäder & service

Statistikklassen ”Bostäder och service m.m.” består av hushålls- och servicesektorn, areella näringar (fiske, jordbruk och skogsbruk) och byggsektorn. Den slutliga energianvändningen inom ”Bostäder- och service” har varit ganska stabil mellan 1997 och 2014 (Energimyndigheten 2015) och väntas dessutom vara stabil framgent (Energimyndigheten 2014).

I klassen ”Bostäder och service” är el och fjärrvärme de två klart största energibärarna (Figur 18). Användningen av petroleumprodukter i bostäder och service sektorer har minskat betydligt och fjärrvärmens har istället ökat under perioden 1997-2014, medan övriga energislag varit relativt stabilt.

Enligt Energimyndigheten (2014) ”Framtidsscenarioer 2014” förväntas användningen av biobränslen öka något mellan 2014 och 2030 genom att byggnader konverteras bort från olja. Fjärrvärmeanvändningen bedöms emellertid minska något till 2030 på grund av energieffektivisering och på grund av ökad användning av värmepumpar. Elanvändningen bedöms som stabil till år 2030.



**Figur 18** Slutlig energianvändning i bostäder och service per energibärare (Energimyndigheten 2015) & framtidsscenarier (Energimyndigheten 2014).

### 3.2 Nuvarande förbrukning av skogsbränslen och en jämförelse med tidigare sammanställningar

I Tabell 7 redovisas nuvarande förbrukning (2014) av skogsbaserad bioenergi samt en jämförelse med tidigare utredningar initierade av Skogsindustrierna för motsvarande förbrukning år 2002 och 2008. För att tolka resultaten rätt ges ytterligare beskrivning av resultaten på kommande sida. Observera även att nettoimporterade redovisas separat.

**Tabell 7.** Svensk förbrukningen av skogsbaserad bioenergi fördelat på inhemsk respektive importerad råvara enligt föreliggande och tidigare utredningar.

Förbrukning skogsbaserad bioenergi (TWh)	2002 JJ Forestry	2008 Zephyr	2014 PÖYRY
<b>Oförädlade trädbränslen</b>	<b>41.5</b>	<b>45.2</b>	<b>49.1</b>
<i>Rundved (delsumma)</i>	11.3	16.3	15.3
<b>Brännved (hushåll)</b>	9.0	8.5	9.4
<b>Kross och flis från rundved (Stamvedsflis)</b>	2.3	7.8	6.0
<i>Kross och flis (delsumma)</i>	7.0	7.9	12.0
<b>Grenar, Ris och toppar (Grot-flis)</b>			10.1
<b>Röjningsvirke och hela okvistade träd (Träddelsflis)</b>	7.0	7.6	1.6
<b>Energiskogsbränsle</b>			0.1
<b>Stubbar (Stubbflis)</b>		0.3	0.3
<i>Biprodukter från industrin</i>			
<b>Bark, flis och spån</b>	21.7	18.7	19.3
<i>Återvunnet trädbränsle</i>			
<b>Returträ</b>	1.5	2.3	2.5
<b>Förädlade trädbränslen</b>	<b>5.9</b>	<b>8.0</b>	<b>7.4</b>
<b>Pellets / briketter etc.<sup>1</sup></b>	5.9	8.0	7.4
<b>Avlutar och flytande biobränslen från massaindustrin</b>	<b>42.0</b>	<b>42.0</b>	<b>45.1</b>
<b>Råmetanol</b>			0.6
<b>Råtallolja</b>			0.2
<b>Tallbeckolja<sup>2</sup></b>	42.0	42.0	1.1
<b>Avlutar</b>			43.2
<b>Biodrivmedel från skog</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.9</b>
<b>HVO (biodiesel)</b>	0.0	0.0	0.9
<b>Nettoimport bränslen</b>	<b>0.8</b>	<b>1.5</b>	<b>5.6</b>
<b>Oförädlade trädbränslen (exkl återvunnet trädbränsle)</b>			0.7
<b>Återvunnet trädbränsle</b>			2.2
<b>Förädlade trädbränslen</b>	0.8	1.5	0.9
<b>Avlutar och flytande biobränslen från massaindustrin<sup>3</sup></b>			1.7
<b>HVO (där råvaran har utländskt ursprung)<sup>4</sup></b>			0.1
<b>Totalt exkl nettoimport</b>	<b>89</b>	<b>95</b>	<b>102</b>
<b>Totalt inkl nettoimport</b>	<b>90</b>	<b>97</b>	<b>108</b>

<sup>1</sup> Viss del av pellets och briketter som produceras i Sverige innehåller bi-produkter från importerat virke. Justering för detta har inte gjorts vilket gör att förbrukningssiffran av pellets & briketter kan innehålla en liten del utländsk råvara.

<sup>2</sup> Tallbeckolja som uppkommit efter process av råtallolja från svenska massabruk. Eftersom svenska massabruk importerar en del av sin råvara så skulle även en viss del av tallbeckoljan som uppkommer efter att svensk råtallolja processats kunna klassas som importerad - denna justering är inte gjord. Hade den gjorts hade en liten högre andel hamnat under import.

<sup>3</sup> Detta är till största del direktimport av tallbeckolja. Till viss del även tallbeckolja som uppkommit efter att importerad råtallolja har processats i inhemsk kemi/biodrivmedelsindustri.

<sup>4</sup> HVO som är baserad på utländsk råvara (skog), med andra ord kan den fortfarande ha raffinerats i Sverige.

Förbrukningssiffrorna ovan bygger till stor del på Energimyndighetens statistik, som exv. delsummorna för oförädlade trädbränslen, förädlade trädbränslen samt avlutar och flytande biobränslen från massaindustrin. För uppdelning mellan de olika delsortimenten har dock fler källor använts. Historiskt sett har den svenska statistiken över producerade oförädlade trädbränslen varit både knapp och av låg kvalitet. Energimyndigheten har därför ansett att en bättre statistik, både på detaljnivå samt avseende kvalitet, har varit önskvärd.

En årlig undersökning har därför initierats och genomförs sedan 2013 av Statistiska Centralbyrån i samarbete med Energimyndigheten och Svenska Trädbränsleförbundet. Statistiken presenteras i en rapport kallad "Produktion av oförädlade trädbränslen" vilket har varit en viktig källa för uppdelning av förbrukning av de olika delsortimenten i denna rapport. För sortimenten "Rundved" samt "Kross och flis" är data hämtat från denna undersökning.

Avseende förbrukningen av "Biprodukter från Industrin" har Pöyry dock valt att göra egna beräkningar via Pöyry's databaser och modellverktyg. Detta beror på att Pöyry anser att den redovisade statistiken, från energimyndighetens enkät ger för låga siffror, samtidigt som nuvarande industriproduktion (massabruk/trä-mekanisk industri) tyder på ett högre utbud och förväntad förbrukning av dessa sortiment.

Energimyndigheten har valt att inte presentera någon statistik för återvunnet trädbränsle, eftersom den anses för osäker för att anges. Källan till denna förbrukning är istället Svensk fjärrvärme som årligen samlar statistik över förbränning av exv. returträ. (Svensk Fjärrvärme 2015)

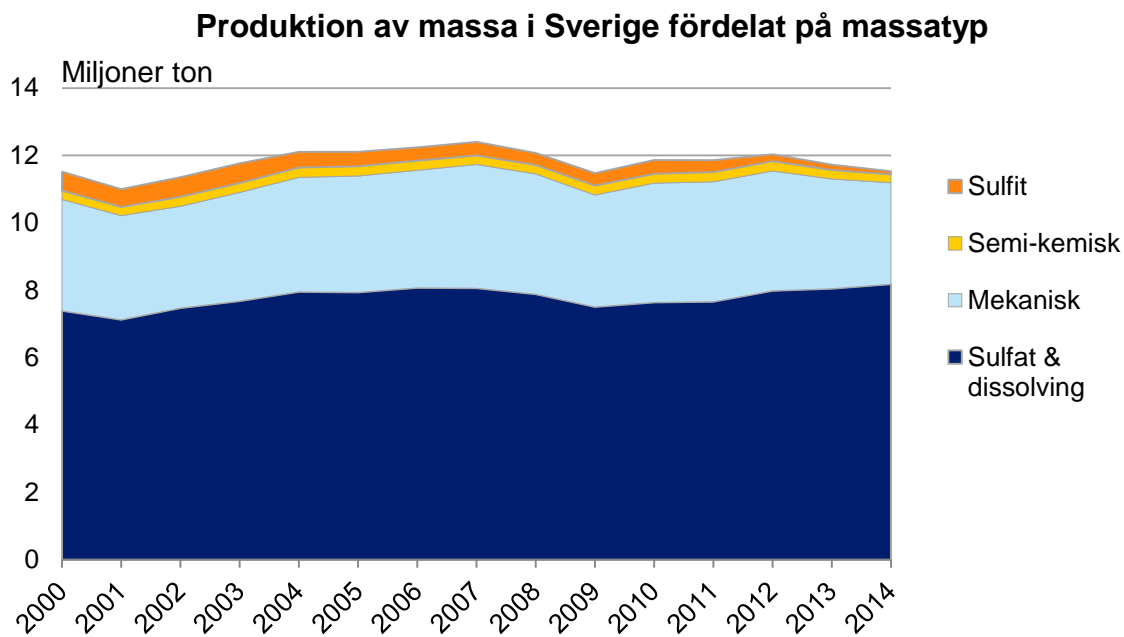
Handelsstatistiken är baserad på data från SCB. För förädlade trädbränslen är dock källan Energimyndigheten, vilket också är källan för förbrukningen.

Resultaten visar att förbrukningen av skogsbaserad bioenergi har stigit kraftigt sedan Zephyr Skogskonsult (2010) gjorde den förra genomlysningen. Bakgrunden är bl.a. följande:

Förbrukningen av oförädlade trädbränslen främst i kraftvärmeproduktionen (och då främst avseende värme), har stigit trots att den totala kraftvärmeproduktionen inte stigit under perioden (Figur 12 och Figur 15). Bakgrunden är främst att andra energislag har minskat (fossila bränslen och fjärrvärmeburen värmepumpsproducerad värme) har minskat. Man kan också se att andelen avfall i värmeproduktionen stigit kraftigt under perioden (Figur 12 & Figur 13) till stor del baserat på importerat avfall (Figur 14).

Att förbrukningen av stubbflis inte minskat kan tyckas märkligt då areal för uttag av stubbar har minskat från ca 7600 hektar år 2010 till ca 830 hektar år 2014 (se ovan). De 830 ha räcker inte till för att förse marknaden med 0.3 TWh stubbflis, som är förbrukningssiffran 2014. Orsaken är emellertid att det efter anmälan om stubbskörd kanske dröjer 1-2 år innan området avverkas och stubbskördens inleds. Därefter torkar stubbarna 1-2 år innan dessa flisas och förbrukas, d.v.s. tidsförskjutningen är ganska stor. Därför kan vi förvänta oss en betydande nedgång i förbrukningen av stubbflis de närmaste åren då sällan hela den anmälda arealen skördas och 830 ha motsvarar 0.1-0,15 TWh stubbskörd.

Även förbrukningen (liksom produktionen) av "Returlutar och flytande biobränslen från massaindustrin" har stigit då massaindustrins produktion av kraftmassa och dissolving har ökat något under perioden (Figur 19). Detta förutsågs redan i Zephyr Skogskonsults utredning (Thureson 2010). Det relativt låga talet då (2008/2009 års produktion) berodde på finanskrisen och en svag konjunktur vilket ledde till produktionsbegränsningar. Utöver detta har importen av tallolja till kemikalieindustrin ökat och när tallolja raffineras blir restprodukten tallbeckolja vilket normalt används för energiproduktion i massa- eller energiindustrin.



**Figur 19** Produktion av olika massasortiment (milj. ton/år) 2000-2014 enligt Pöyry's databaser.

Det är tydligt att också förbrukningen av importerat återvunnet trädbränsle (RT-flis) resp. importerat förädlad trädbränsle (pellets) har ökat i Sverige.

Avseende importen av återvunnet trädbränslet står ökningen att finna främst i Storbritannien där man succesivt har höjt deponiavgifterna för RT-flis, vilket lett till att återvinningsföretag har höjt produktionen med en förhoppning om att förbrukningsanläggningar skall etableras. Denna etablering har emellertid inte kommit till stånd i samma omfattning som produktionsökningen, vilket leder till ett exporttryck där exportören kan erbjuda en billig råvara för energiproduktion.

Den importerade pelleten kommer främst från nya lågkostnadsanläggningar på andra sidan Östersjön, via sjövägen till exv. kraftvärmeanläggningar i Stockholmsområdet.

### 3.3 Framtida möjliga scenarier avseende bioenergi från svensk skog

I föreliggande arbete har två framtidsanalyser analyserats lite djupare (beskrivs i detalj under "Material och Metoder"). Dessa är "Business as usual" (BAU) och scenariot "Utvecklad bioekonomi" (UB). Som ett absolut maxalternativ (MAX) har också en högsta möjliga uthållig avverknings i kombination med maximal av Skogsstyrelsen rekommenderad uttagsnivå av grot respektive stubbar från den nyligen genomförda utredningen SKA15 (Skogsstyrelsen 2015)

I BAU har förbrukningen av skogsbränslen och andra biobränslesortiment från skog och skogsindustri simulerats med basen i beslutade nettoexpansioner i kraftvärmeindustrin 2015-2020 (ca 2.9 TWh) samt därefter har generella tillväxt- och reduktionstal genererats med hjälp av energimyndighetens förbrukningsprognoser. På motsvarande vis har de vid rapportens framtagande beslutade industriprojekten (både expansion och reduktion i massa, sågverks- och skivindustrin) implementerats på förbrukningssidan (baserat på information i Pöyry's databaser).

Detta scenarios uttag från skogen av stamved och även av Grot kan sägas vara en "Teknisk/Ekonomisk Potential" (T/E-potential) då modellen som Pöyry använder (beskriven

ovan) så långt möjligt försöker efterlikna normala marknadskrafter. Uttagen av oförädlade trädbränslen är på detta vis en T/E-potential givet de industri- och skogliga förutsättningar som gäller inkluderande efterfrågeförändringar etc.

I UB har målet varit att utnyttja högsta möjliga stamvedsavverkningsgrad enligt SKA15 (Skogsstyrelsen 2015), men också skapa ett underlag för en utvecklad bioekonomi (Drivmedel, bioplaster bio-kompositer etc.) genom att från kraftmassabruken ta ut lignin (se ovan) och kompensera detta med energi från främst Grot.

I MAX-scenariot beräknas hur stor det maximala (ekologiska) uttaget av biobränslen (inkl. ligninuttaget i UB ovan) som man kan åstadkomma uthålligt från svenskt skogsbruk med en maximal användning av stamveden i den traditionella skogsindustrin.

### *Potentiellt uttag av skogsbaserad bioenergi*

Den högsta möjliga uttagsnivån av energisortiment från den svenska skogen är i högsta grad beroende på vad man väljer att betrakta som en uthållig nivå, hur stor andel av skogsproduktionen som man anser att den virkesförbrukande skogsindustrin bör ha och vilken ekonomisk avkastning man förväntar sig från de marginella uttagen. I dagsläget är det exempelvis ganska klart att varken stubbar i större mängder eller grot i Norrlands inland är möjligt att skörda utifrån ett ekonomiskt perspektiv 2016 och en ökad mängd skogsbränsle på marknaden skulle sänka priset ytterligare. Det vill säga enda möjligheten att kunna skapa ett ekonomiskt hållbart ökat uttag är att skapa en större efterfrågan för dessa sortiment, genom att exempelvis (som beskrivet ovan) ta ut lignin ur massaindustrin för att tillverka exempelvis bio-bensin och ersätta energin från ligninet med grot. Andra alternativ finns också, men i den balanserade vedmarknaden, med den redan per capita största kraftvärmeproduktion i världen, är expansionsmöjligheterna i den traditionella energisektorn små. Detta återspeglas också i Energimyndighetens prognoser som efter 2020 visar på en nedgång i fjärrvärmebehovet (Figur 12), medan elproduktionen baserat på biobränslen kommer öka betydligt redan den närmaste 5-årsperioden (Figur 15), men där räknar samma myndighet med att avfall kommer stå för en stor del av ökningen.

I tidigare utredningar av ”skogsbänslepotentialer” (Thuresson 2010 & Jacobsson 2005), har utredarna försökt att med hjälp av intervjuundersökningar med skogsbrukets företrädare kombinerat med prognosticerade avverkningsberäkningar ta fram så kallade tekniskt ekonomiska potentialer, det vill säga potentialer som förutom att de är biologiskt möjliga också är tekniskt och ekonomiskt möjliga. Angreppssättet är svårhanterligt då speciellt den ekonomiska potentialen naturligtvis är beroende av balansen mellan tillgång och efterfrågan och de priser skogsbränslet får utifrån denna balans liksom kostnadsnivåerna i avverkningsarbetet och logistiken till förbrukaren. För att skatta T/E-potentialen var metoden emellertid av karaktären ”bättre ungefär rätt än exakt fel” och gav hyfsade resultat på kort sikt.

I föreliggande rapport är uppdraget att dels försöka skatta en uppdaterad T/E-potential (BAU), dels beräkna möjligheterna i scenarierna UB och MAX. I scenarierna används de olika vedsortimenten till den användning som betalar sig bäst. Detta innebär i normalfallet att timret går till sågverken, att massaveden och merparten av cellulosaflisen används i massaindustrin, medan spån, bark, grot och andra skogsbränslesortiment normalt blir energi.

Det sammanvägda resultatet av en stor mängd beräkningar redovisas i Figur 20 nedan. Längst till vänster finner vi de historiska förbrukningssiffrorna för primära skogsbränslen, sekundära skogsbränslen och restprodukter från massaindustrin. Från 2002 till 2014 har förbrukningen



av Svenskproducerad skogsbaserad bioenergi ökat från ca 89 TWh/år till 102 TWh/år, en ökningstakt på > 1 TWh/år för varje nytt år. Som vi sett ovan är detta främst ett resultat av ökad trädbränslebaserad kraftvärmeproduktion (Figur 12 & Figur 15), men också viss ökad förbrukning (och tillika produktion) i massaindustrin (Figur 19).

I de följande staplarna är istället resultatet av framtidsscenarierna (BAU, UB och MAX) beskrivna.

#### *Scenariot Business as usual (BAU)*

Tittar vi framåt är prognosen enligt BAU att redan 2020 kommer förbrukningen av bioenergi från svensk skog öka betydligt då Värtaverken (ca 1 TWh/år) och 5 andra beslutade planerade nettoexpansioner i vedbaserad kraftvärmeproduktion (ca 2.9 TWh) tillsammans höjer förbrukningen av svenska primära skogsbränslen. Betydande expansionsplaner (Figur 21) i svenska kraftmassabruk de närmaste 5 åren ökar också både produktionen och förbrukningen av biomassa med skogligt ursprung. Från 2020 till 2030, slår emellertid energimyndighetens prognosticerade minskade behov av trädbränslen i kraftvärmeindustrin igenom. Detta i kombination med att man på så lång sikt inte kan förutse andra expansioner i industrin gör att den totala förbrukningen av bioenergi från skog minskar något mellan 2020 och 2030 i scenariot BAU. Totalt ökar emellertid den totala förbrukningen av bioenergi från svensk skog till nivån 106 TWh/år 2030, vilket är obetydligt högre än 2014 (102 TWh). D.v.s. utan innovationer på förbrukningssidan eller en ny politisk vilja i samma riktning kommer energianvändningen från svensk skog öka mycket långsamt de närmaste 15 åren. Till 2050 stiger förbrukningen i BAU till nivån 115 TWh genom att industrin, om den nyttjar den tillgängliga avverkningsvolymen enligt SKA15 (Skogsstyrelsen 2015) ökar både produktionen och användningen av energi från skog.

### *Scenariot utvecklad bioekonomi (UB)*

I scenariot UB höjer industrin utnyttjandegraden så pass att den ”högsta möjliga avverkningsnivån” enligt SKA15 (Skogsstyrelsen 2015) utnyttjas fullt ut. Mer sågtimmer försågas, vilket leder till att mer bark och spån kommer energisektorn tillgodo. Massaindustrin höjer sitt kapacitetsutnyttjande och använder mer massaved och flis i produktionen, vilket i sin tur skapar mer bark och restprodukter från massaproduktionen (returlutar, tallolja och råmetanol). I scenariot UB nyttjas dessutom 2020 halva det utvinningsbara ligninet (ca 4,4 TWh/år) i den då något större kraftmassaindustrin. Till 2030 är det räknat som att hela den ”säkert” utvinningsbara mängden lignin (ca 8,4 TWh/år) tas ut (Figur 21). De energimängder som på detta vis tappas av massaprocesserna måste till större delen (exklusive den del där det idag finns ett energiöverskott i massabruket) ersättas med energi från fastbränsleeldning. Detta kan då eldas med bark och grot eller andra trädbränslesortiment. Då mängden producerad bark och spån ökar något (Figur 24) i scenariot kommer delar av energisättningsbehovet fyllas från dessa sortiment, men grot-uttagen måste också höjas betydligt och då något mer än den direkta energimängden som skall ersättas p.g.a. effektivitetsförluster i förbränningen.

Totalt skulle skogssektorn kunna öka produktionen av skoglig bioenergi från 102 TWh/år 2014 till ca 118 TWh/år 2020 respektive 119 TWh/år 2030 med detta scenario. Till år 2050 ökar nivån till 129 TWh/år då den uthålliga avverkningsnivån under perioden stiger med 10-15 % och mer avverkning ger mer biprodukter i form av bark, spån, returlutar och höjer den möjliga uttagsnivån av lignin från sulfatmassabruken.

Det ökade behovet av primära skogsbränslen gör att skörden av Grot ökar till nivån 17 TWh/år 2030, vilket höjer prisnivån på Grot (Figur 28), men också andra trädbränslesortiment. Dessutom ökar prisnivån på massaved.

Prisökningen blir tydligast i områden där efterfrågan på Grot redan 2014 är relativt stark, d.v.s. i södra Sverige. I scenariot UB kommer emellertid efterfrågebalansen bli starkare längs norrlandskusten där många av sulfatmassabruken som man kan ta ut lignin från finns (Figur 19).

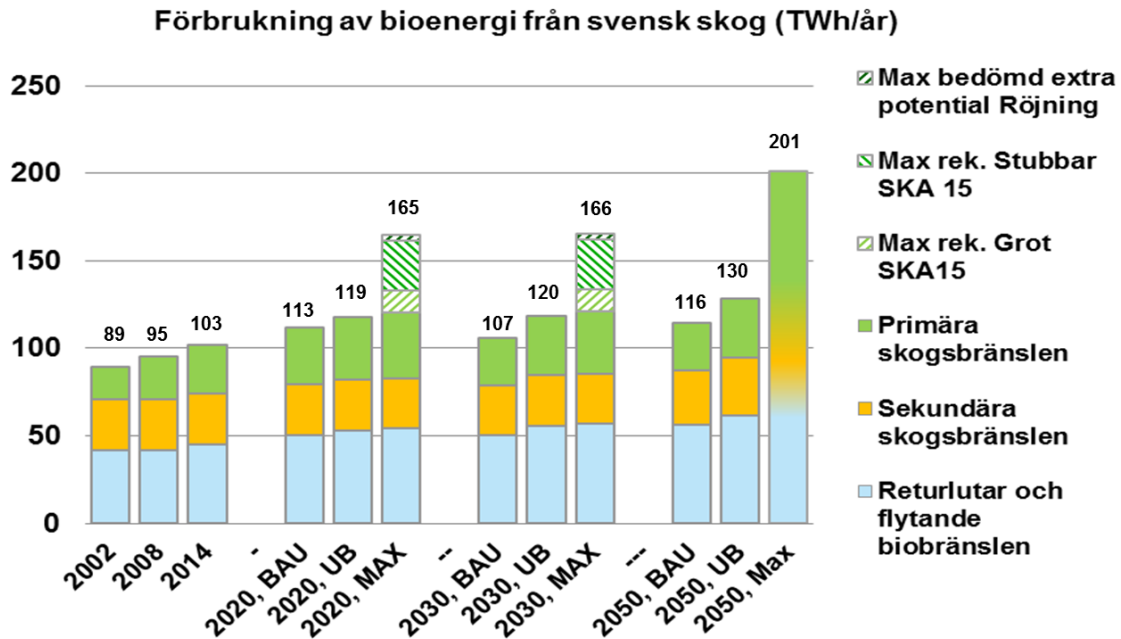
### *Scenariot Maximalt biobränsleuttag (MAX)*

Som beskrivet ovan innebär detta scenario att man, som i scenariot UB avverkar på högsta möjliga uthålliga nivå och höjer skörden av Grot som ersätter lignin som separeras från returlutar. I Max-scenariot tar man dessutom ut all ytterligare Grot som är tillgänglig inom ramen för Skogsstyrelsens rekommendationer, samt dessutom att motsvarande tillgänglig stubbskörd. Totalt skördas därmed 2030 ca 28 TWh stubbar och ca 30 TWh Grot, samt dessutom ca 3 TWh röjningsvirke (s.k. röjningsgallring) förutom att en högsta möjlig nivå stamved skördas. Den högsta uthålliga nivån är då ca 78 milj. m<sup>3</sup>fub/år i Bruttoavverkning, vilket skall jämföras med nettoavverkningen på ca 71 milj. m<sup>3</sup>fub/år 2013 och ca 76 m<sup>3</sup>fub/år 2014.

Utrymmet avseende stamvedsavverkning är inte speciellt stort fram till 2030 med tanke på att nettoavverkningen är att par miljoner kubikmeter lägre än bruttoavverkningen. Orsaker till denna skillnad är att virke lämnas kvar i skogen, mätningsorsaker, m.m.

Till 2050 har emellertid den högsta uthålliga nivån enligt Skogsstyrelsen (2015) stigit till ca 87 milj. m<sup>3</sup>fub/år, d.v.s. drygt 10 miljoner kubikmeter över dagens nivå. Med tanke på att avverkningsnivån de senaste 35 åren stigit med nästan 20 miljoner m<sup>3</sup>fub på årsbasis är emellertid utrymmet inte speciellt stort och en större tillvaratagandegrad av rot och stubbar för energiproduktion är kanske inte orimlig om en brist på stamvirke uppstår.

Den totala högsta möjliga uthålliga förbrukningen av bioenergi från svensk skog är i Max-scenariot ca 165 TWh/år 2020 och 2030. När den möjliga avverkningsnivån stiger till 2050 stiger också den möjliga förbrukningen av bioenergi från svensk skog till drygt 200 TWh/år. Här är användningen av den totala tillgängliga mängden biomassa till viss del valbar. Man kan i en framtid välja att exv. göra mer flytande biobränslen ur massaindustrins processer eller direkt från vedbiomassa. Då ökar den delen av stapeln i diagrammet nedan. Om man istället har en mer traditionell produktion av el och värme från det tillgängliga överskottet av Grot och stubbar blir fördelningen annorlunda. Här är därför stapeln med lite suddiga gränser mellan de olika förbrukningsslagen då den möjliga fördelningen i användningen i princip är flexibel. Däremot sätter skogens högsta möjliga uthålliga avverkningsnivå taket för möjligheterna att nyttja skogen för energiändamål – givet att man (som förutsatt i föreliggande rapport) fortfarande avser använda skogens primära produkter timmer och massaved för industriproduktion liknande den idag. Potentialerna nedan är (förutom mindre volymer energived) därför på sätt och vis biprodukter från den traditionella skogsindustriproduktionen.



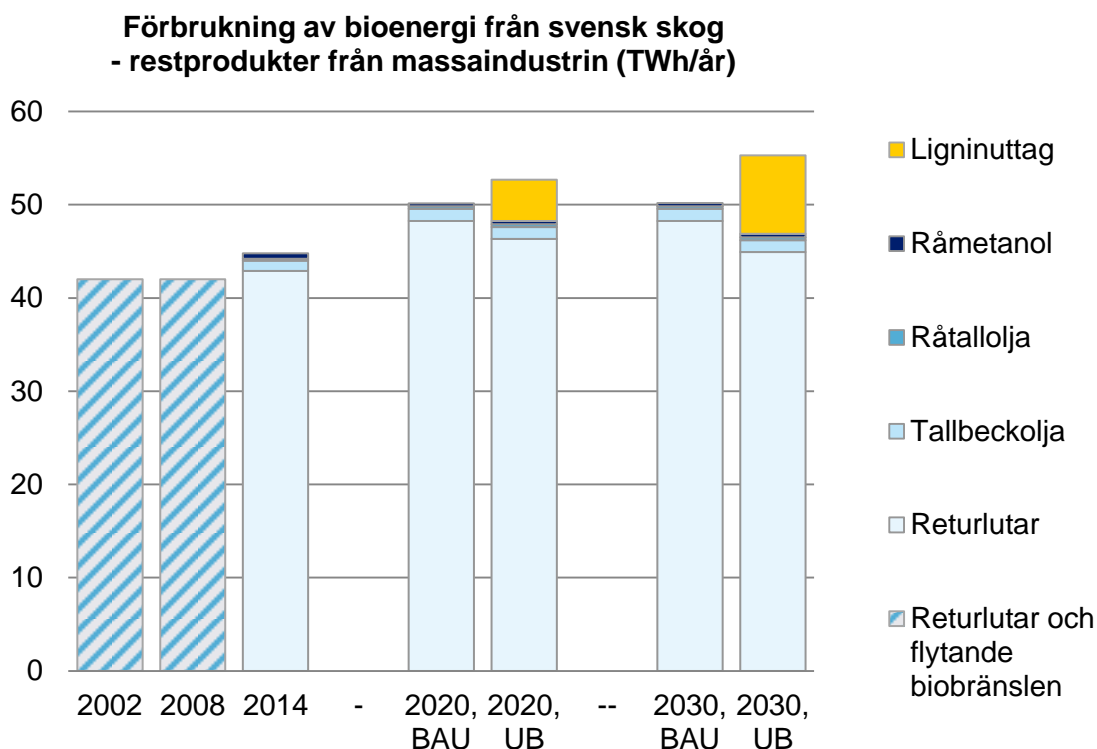
**Figur 20.** Översikt av historisk och potentiellt framtida användning av biobränslen från skog med scenarierna Business as usual (BAU), Utvecklad bioekonomi (UB) och maximalt uthålligt uttag enligt SKA15 (inkl. maximalt Grot- och Stubbuttag enligt gällande rekommendationer).

#### *Restprodukter från massaindustrin*

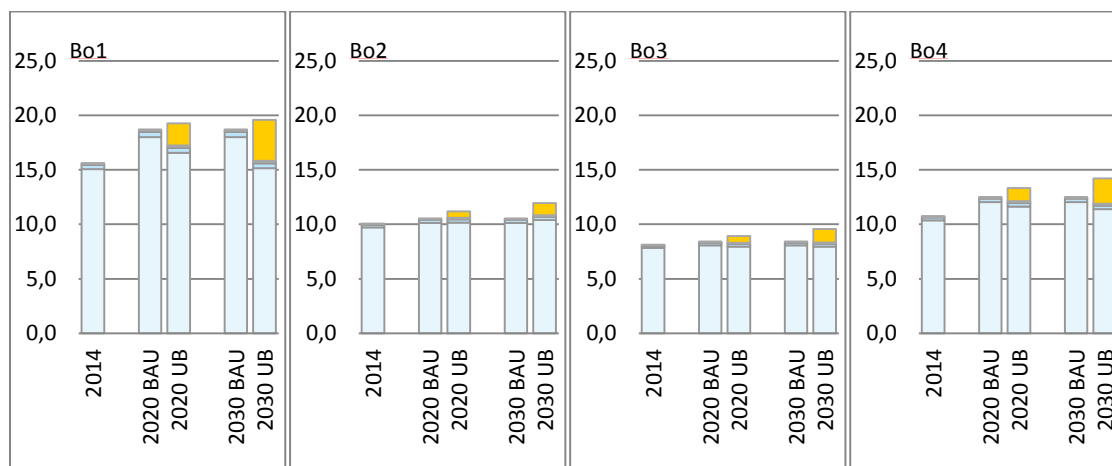
Den kemiska massaindustrin är idag till större delen självförsörjda med energi och då främst från returlutar och bark. Utöver detta tillför sulfatmassabruken energi från råttallolja (inkl. tallbeckolja och talldiesel) och råmetanol motsvarande ca 2.8 TWh/år.

Det finns också en teknisk möjlighet att från massaprocesserna ta ut högvärdigt lignin (Figur 21) och ersätta energiförlusten detta innebär med exv. grot. Den totala mängden lignin, råmetanol och råttallolja (inkl. tallbeckolja) som massaindustrin kan bidra med externt i scenariot utvecklad bioekonomi år 2030 är ca 11 TWh/år.

Expansionsmöjligheterna finns med den nuvarande industristrukturen främst i Bo 1 och 4. Följaktligen är det också i dessa Bo som de största extra uttagen av grot kommer ske om ligninuttag blir en verklighet.



**Figur 21.** Historisk och beräknad framtida produktion och förbrukning av bionenergi från massindustrins restprodukter, med scenarierna Business as usual (BAU) och Utvecklad bioekonomi (UB).



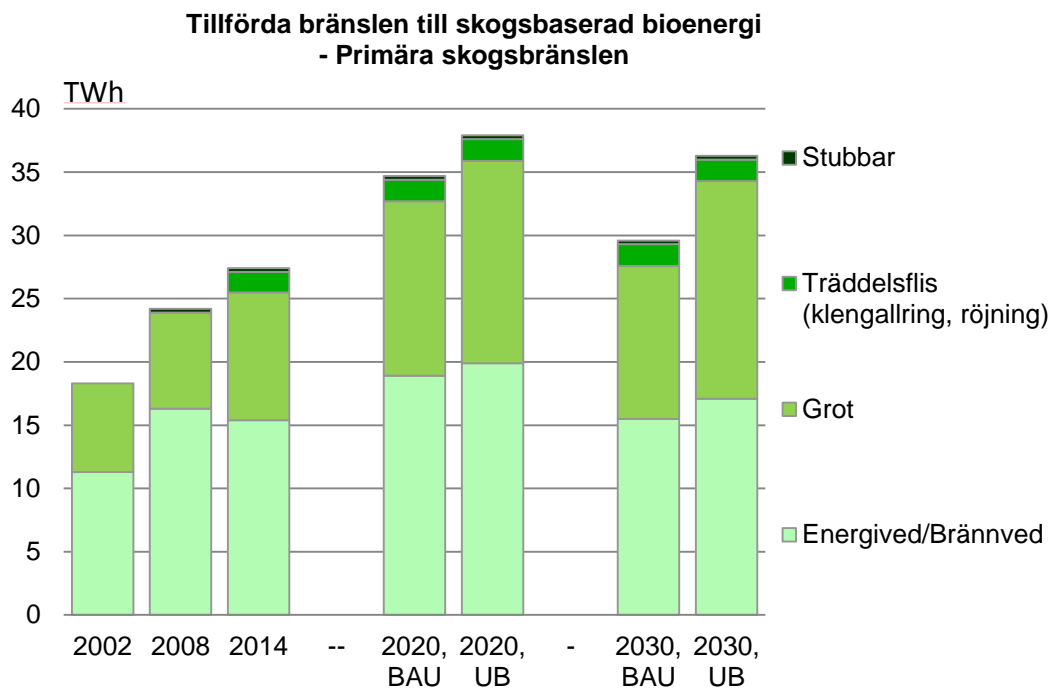
**Figur 22.** Nuvarande (2014) och beräknad framtida produktion bioenergi (TWh/år) från massindustrins restprodukter, med scenarierna Business as usual (BAU) och Utvecklad bioekonomi (UB) per Balansområde (Bo).

### Primära skogsbränslen

Användningen av primära skogsbränslen har ökat kraftigt under perioden 2002 till 2014, som en följd av den ökade förbrukningen av skogsbränslen för kraftvärmeproduktion. Både förbrukningen av Grot och stamved har ökat kraftigt och till detta används 2014 ca 1.6 TWh/år med trädelsflis från klena gallringar och röjningar. År 2008 var fortfarande

användningen av stamved relativt stor (ca 16 TWh/år) som en följd av stormarna Gudrun och Pers härjningar, då mycket stamved skapades som inte kunde finna sin användning i massaindustrin. 2014 var stamvedsanvändningen i energisektorn åter lite lägre (ca 15 TWh/år) och istället har grot-användningen ökat från 7.6 till 10.1 TWh/år.

Enligt Pöry's beräkningar kommer stamvedsförbrukningen förbli på ungefär samma nivå som idag på 15 års sikt, medan grot-användningen ökar något även i scenariot "business as usual". I scenariot utvecklad bioekonomi (UB) stiger grot-användningen till nivån 17 TWh/år 2030.

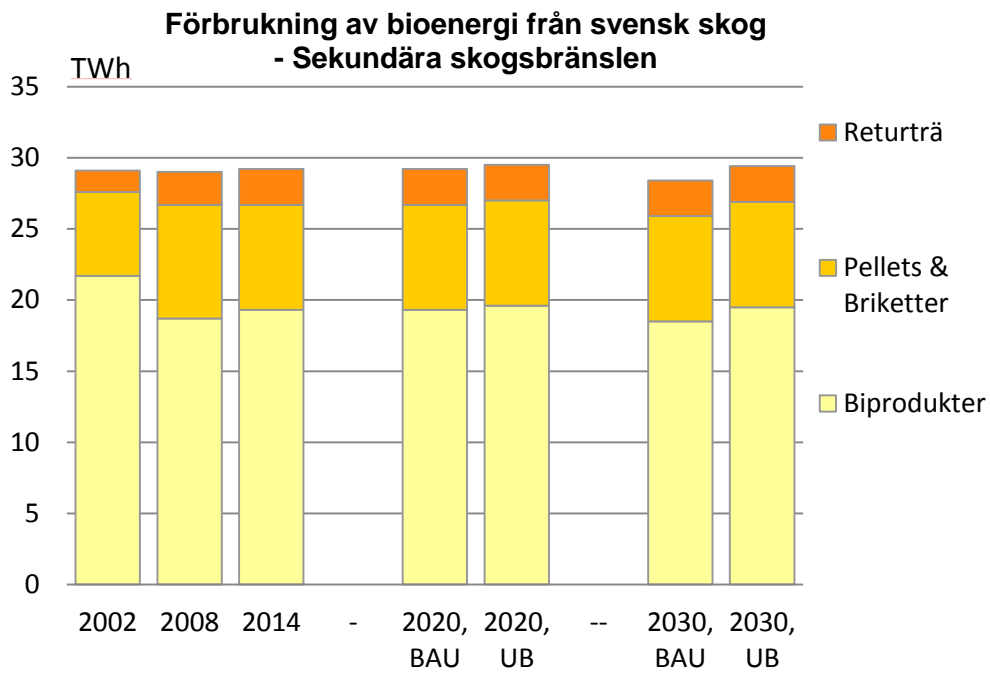


**Figur 23.** Översikt av historisk och simulerad framtida användning av primära skogsbränslen Potentialerna presenteras i scenariot BAU (Business-as-usual) samt UB (Utvecklad Bioekonomi)

### Sekundära skogsbränslen

Förbrukningen av sekundära skogsbränslen (biprodukter, pellets, returträ) har sammantaget inte förändrats mer än marginellt sedan 2002. Förbrukningen då var ca 29 TWh/år och 2014 förbrukningen ungefär lika stor. Däremot har fördelningen mellan de olika sekundära skogsbränslena förändrats. Dels används en större andel av spånet 2014 till pelletstillverkning jämfört med 2002 och dels har returträ-användningen ökat.

Inte heller framgent ser Pöry någon stor förändring i förbrukningen av sekundära skogsbränslen (Figur 24).



**Figur 24.** Översikt av historisk och simulerad framtida användning av sekundära skogsbränslen . Potentialerna presenteras i scenariot BAU (Business-as-usual) samt UB (Utvecklad Bioekonomi)

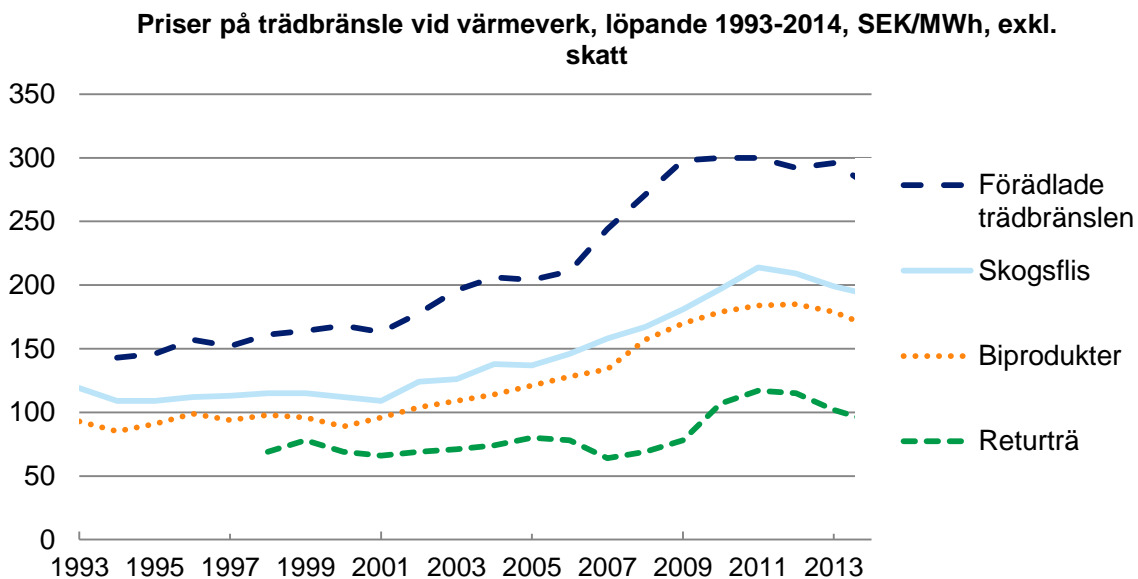
## 4 DISKUSSION OCH SLUTSATSER

### Utlands- och efterfrågebalans samt en prisdiskussion

Användningen av olika träbränslen har ökat betydligt i Sverige de senaste 20 åren, vilket återspeglats i betydande prisökningar under framförallt den första halvan av 2000-talet (Figur 25). Från 2009-2011 har priserna stabiliserats och de sista två åren (delvis som följd av milda vintrar) har priserna t.o.m. börjat falla.

Balansen mellan över- och underskott på marknaden är snäv och när efterfrågan fallit de sista åren straffas marknaden direkt med lägre priser. Det finns många del-orsaker till den minskade efterfrågan. Vi har redan nämnt milda vintrar, bättre isolering i bostäder och en övergång till värmepumpar hos större fjärrvärmeförbrukare, Till detta kommer en ökad användning av avfall som bränsle hos fjärrvärmeproducenter.

En annan viktig orsak, som kanske inte lika ofta diskuteras är att med en expanderande skogsindustri (sågverkens produktion har ökat betydligt 2012-2015 och en betydande expansion i kraftmassaindustrin är beslutad) så kommer mer bark och spån ut på marknaden. Dessutom har effektivare torkprocesser i både massa- och sågverksindustrin sakta minskat det interna behovet av bark och överskottsbarken kommer istället ut på energimarknaden och skapar ett pristryck nedåt på träbränslesortiment.



**Figur 25.** Prisstatistik för olika träbränslen (Energimyndigheten) 1993-2014 (SEK/MWh).

### Rundved

Utnyttjandegraden av stamved i Sverige är relativt hög. I Skogsstyrelsens (2015) rapport "Rundvirkes- och skogsbränslebalanser för år 2013 – SKA15" jämför man den högsta möjliga bruttoavverkningsnivån med scenariot "Dagens skogsbruk" för perioden 2020-2029 med nettoavverkningsnivån under 2013.

Resultaten är ur ett industriellt perspektiv ganska bekymmersamt. Sammanställt är det i stort sett bara i Balansområde 1 (Bo1) som det finns ytterligare betydande resurser att tillgå,



förutom lövträdsresurser i framförallt Bo4. D.v.s. inkluderar man de redan beslutade industriexpansionerna är tillgången på ved relativt begränsad. Bilden förstärks också av att avverkningen 2014 var ca 5 miljoner m<sup>3</sup>fub högre (ca 76 milj. m<sup>3</sup>fub) än 2013 (ca 71 milj. m<sup>3</sup>fub) enligt Skogsstyrelsens statistik.

**Tabell 8.** Differens mellan högsta möjliga bruttoavverkningsnivå (m<sup>3</sup>fub/år) enligt SKA15 och nettoavverkning 2013 (Skogsstyrelsen 2015) uppdelat per trädslagsgrupper och balansområden (Bo).

	Trädslag	Bo1	Bo2	Bo3	Bo4
<b>Maximal ytterligare avverkningspotential – rundved (m<sup>3</sup>fub/år)</b>	Tall	1.1	~ 0	~ 0	~ 0
	Gran	1.1	~ 0	1.3	~ 0
	Löv	2.6	0.8	0.9	1.6

Virkesbalansen i Skogsstyrelsens scenario ”Dagens skogsbruk” medger kortfattat inga stora ytterligare nettoexpansioner på 15-25 års sikt..

Detta kommer med stor sannolikhet att innebära att stamveden så långt möjligt kommer användas industriellt och den nedgång i stamveds-användning för energiproduktion som Pöyry simulerat (Figur 23) mellan 2020 och 2030 verkar rimlig.

Istället kommer kanske återigen grot och stubbresurser bli mer intressanta igen vilket också är i linje med resultaten i Pöyry´s vedmarknads-simulering (Figur 23), där en ökad användning är modellerad både i scenariot ”Business as usual” (BAU) och än mer så i ”Utvecklad bioekonomi” (UB).

### Grot

Utnyttjandegraden av grotresurserna i landet är betydligt lägre än utnyttjande av rundvirkesresurserna. Undantaget är vissa mindre områden nära de stora befolkningscentra där kraftvärmeverkens förbrukning är betydligt större än tillgången i skogen nära städerna.

Man kan se detta i kartbilden till vänster i Figur 26 där områdena kring Mälardalen, Göteborg och Skåne har ett högt köptryck, medan stora delar av övriga Sverige har ett betydligt lägre köptryck.

Skogsstyrelsens (2015) grot-balanser ger också en tydlig bild av att den volym man kan ta ut inom Skogsstyrelsens rekommendationer är betydande. Detta gäller speciellt i Norrland där bara en mycket liten del av den totala tillgängliga grot-volymer används (Tabell 9).

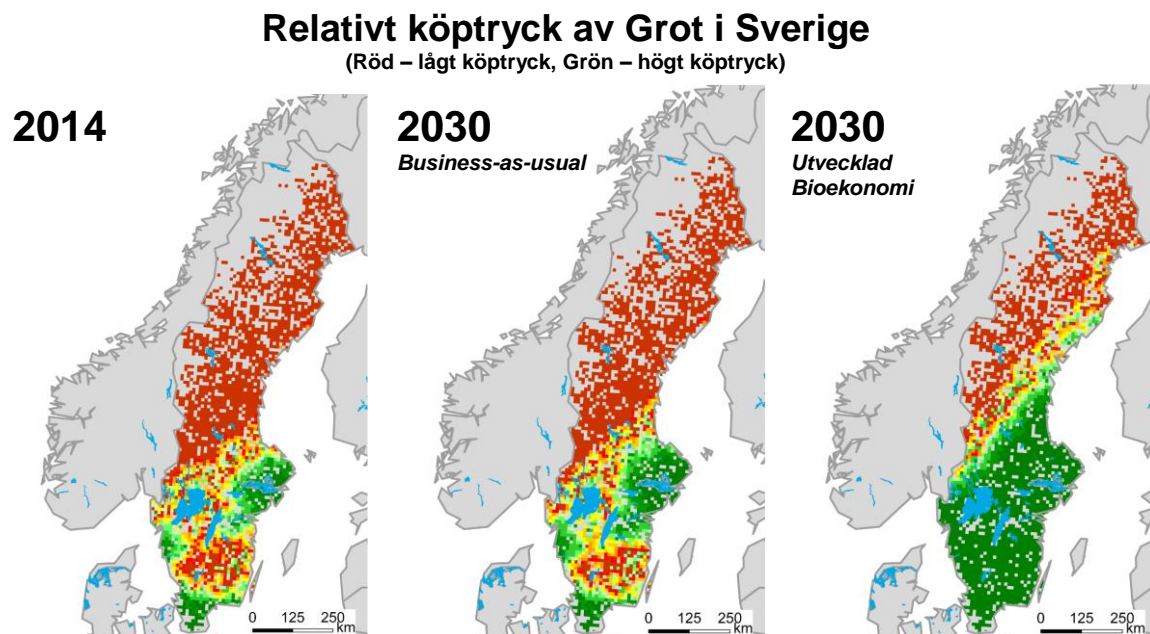
**Tabell 9.** Möjlig mängd Grot-uttag (TWh/år) inom ramen för Skogsstyrelsens rekommendationer jämfört med användningen av Grot 2013.

Grot TWh/år	Götaland	Svealand	Norrland
<b>Potentiell möjligt uttag (2020-2029) inom ramen för SKS rekommendationer</b>	13.7	11.8	19.0
<b>Användning 2013</b>	5.9	3.3	1.4
<b>Ytterligare potential</b>	6.8	8.5	17.6

Samma bild ges i kartan till vänster i Figur 26, där större delen av Norrland, de inre delarna av Svealand och det småländska höglandet har ett mycket lågt relativt köptryck 2014.

I scenariot BAU ökar användningen av grot något (Figur 23) till år 2030, vilket också återspeglar sig i den modellerade kartbilden av framtida köptryck 2030 (Figur 26), där områdena med ett högre köptryck växer något, men skillnaderna är ändå ganska små.

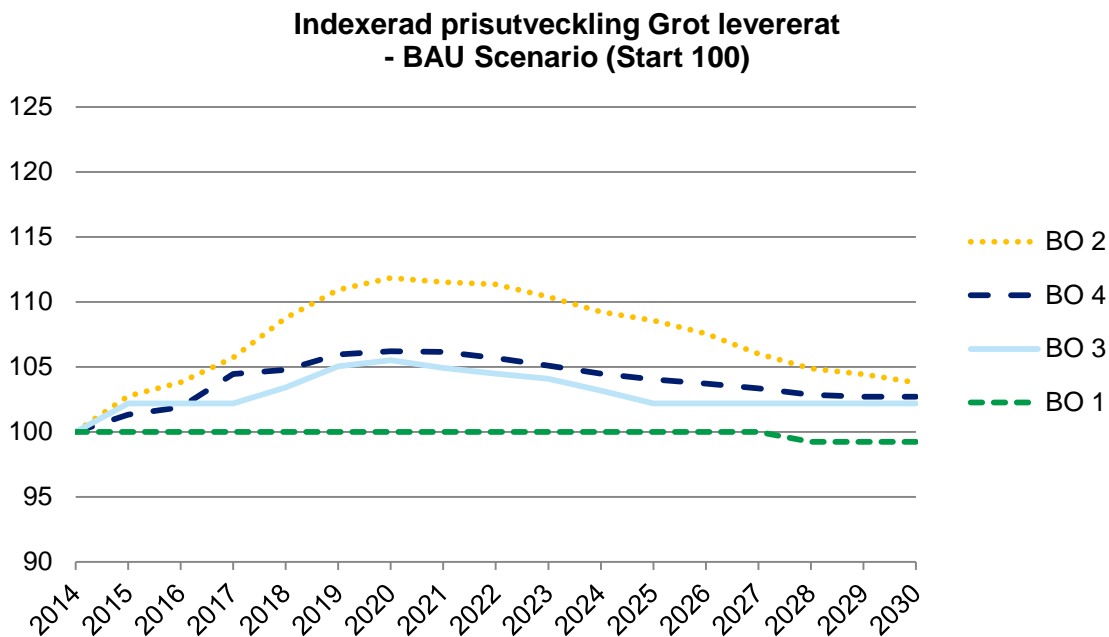
I scenariot utvecklad bioekonomi blir skillnaden emellertid märkbar. Med den betydligt högre grot-användningen i sulfatmassabruken ökar efterfrågan på grot längs hela norrlandskusten och en rejäl bit in i landet. Hela Götalandsområdet och en stor del av Svealand får också ett högt relativt köptryck (Figur 26).



**Figur 26.** Det relativa köptrycket för Grot år 2014 och 2030 med scenarierna BAU och UB. Röd färg (lågt köptryck) indikerar en i förhållande till utbudet låg efterfrågan. Grön färg (högt köptryck) indikerar en hög efterfrågan i förhållande till utbudet. Observera att färgerna i kartan är relativa och inte motsvarar absoluta priser eller utnöttjandegrad: Där det är ett lågt (rött) köptryck (ex. i Norrlands inland) så har man ett större utbud än det finns efterfrågan. I områden med grön färg är läget tvärtom. Efterfrågan är högre än utbudet och den som betalar bäst får veden. Skalan är hoptryckt och inte linjär. Lite förenklat kan man säga att i röda områden får markägaren mycket lite för groten på rot, det kan vara affär lokalt att ta ut grot och en del grotuttag görs, men det är relativt billigt för köparna med marginella volymer. Bruttoprishöjningar ger dock låg volymeffekt då nettona fortfarande till stor del blir lägre än reservationspriset (ca 20 kr/m<sup>3</sup>fub). Logistikkostnaderna är höga och därför är efterfrågan koncentrerad till lokala förbrukare (eller näraliggande tågterminaler). I Gröna områden är efterfrågan hög i förhållande till utbudet. Priserna är goda och även om priserna skulle sjunka något skulle grotvolymerna bli ungefär samma. Uttaget görs då det ger skogsägaren tillräckligt mycket betalt och den som får groten avgörs av vem som betalar bäst.

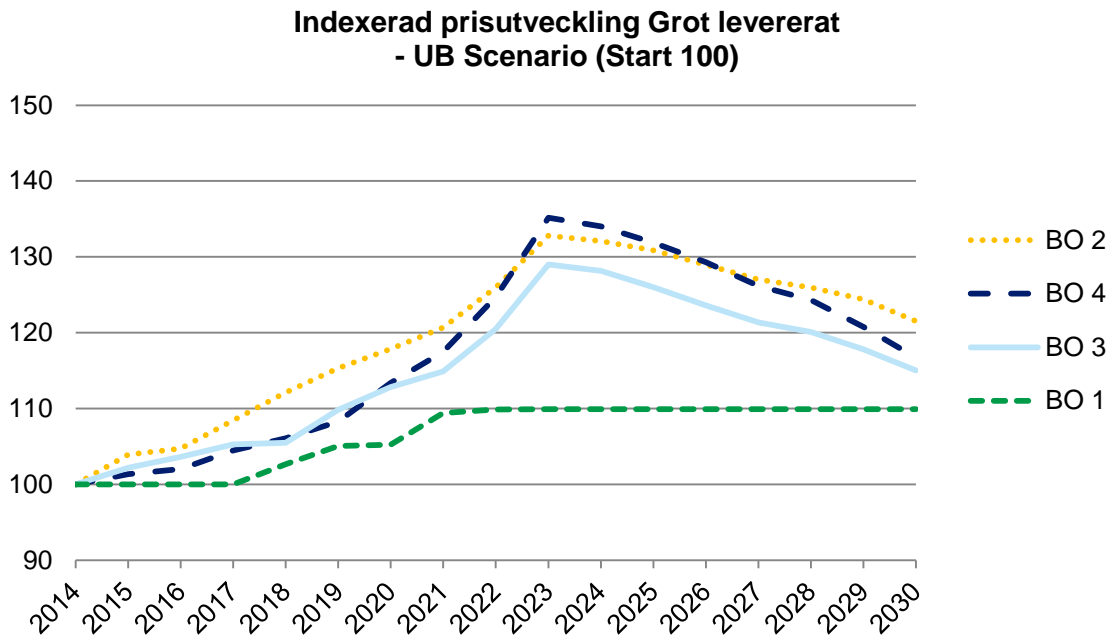
På motsvarande vis ser vi i Pöry's simulering av priset av grot per balansområde att det i scenariot BAU inte blir någon egentlig skillnad i pris (Figur 27) över tiden. På kort sikt (fram till 2020) ökar priset på grot något i södra Sverige, som en följd av beslutade investeringar i ny kraftvärmekapacitet fram till 2020. Från 2020 till 2030 återgår sedan prisnivån i enlighet

med de minskade behoven av trädbränslen till kraft- och fjärrvärme som Energimyndigheten prognosticerar (Figur 12), vilket minskar användningen av grot jämfört med 2020 (Figur 23).



**Figur 27.** Index över modellerad prisutveckling för Grot levererat till industri år 2014 till 2030.

I scenariot utvecklad bioekonomi (UB) är den genomsnittliga prisökningen på grot snabbare och får en ”peak” runt 2023 då den ökade användningen av grot för att ersätta ligninenergin i massbruken fortfarande ökar snabbare än grot-användningen i kraftvärmesektorn. Trots de nedgångar i förbrukningen som Energimyndighetens prognosticerar fram till 2030 förblir priset på grot i alla balansområden högre i UB än om man jämför med dagsläget (2014) eller BAU 2030.



**Figur 28.** Index över modellerad prisutveckling för Grot levererat till industri år 2014 till 2030.

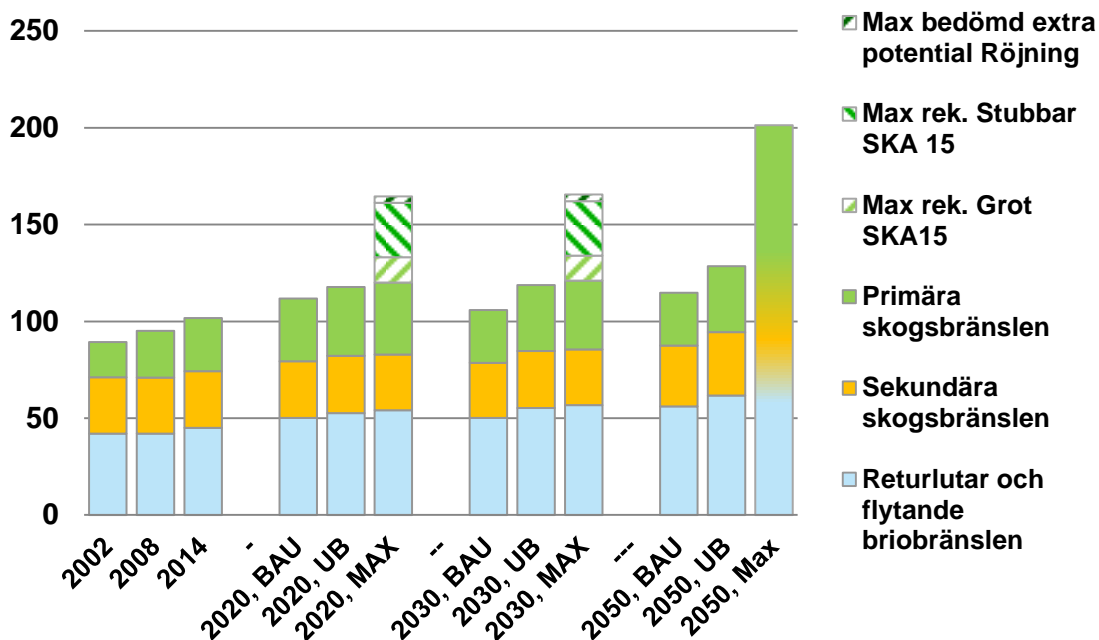
Sammantaget ger Pöyry's vedmarknadsanalyser en bild av att grotpriserna framgent kommer vara ganska stabila i BAU-scenariot. För att åstadkomma högre priser krävs en ökad efterfrågan, vilket inte enligt Energimyndighetens prognoser kommer ske i energisektorn. Skogsindustrin skulle emellertid kunna medverka till en ökad efterfrågan om uttag av lignin ur kraftmassabruken blir en realitet.

### Slutsatser

Den tekniskt/ekonomiska potentialen idag av bioenergi från skog är sammanfattande och enkelt uttryckt den volym bränslen som kommer från skogen idag. För att få ut mer bränslen ur skogen krävs antingen högre priser på energisortimenten, en avverkningsteknologi eller logistikorganisation som har lägre kostnader eller en teknologi i skogsindustrin som ger mer biprodukter än idag.

Den ekologiska potentialen för att producera bioenergi från svensk skog är emellertid betydligt högre än den idag använda potentialen. Redan till år 2020 skulle man rent teoretiskt uthålligt och inom ramen för Skogsstyrelsens rekommendationer kunna ta bioenergi på nivån 165 TWh/år (se figur nedan). Den stora ökningspotentialen finns här inom grot och stubbskörd. Stamvedsbalansen i Sverige är redan ansträngd och under de närmaste 20 åren är expansionsmöjligheterna små, samtidigt som skogsindustrin expanderar.

### Förbrukning av bioenergi från svensk skog (TWh/år)



**Figur 29.** Översikt av historisk och potentiellt framtida användning av biobränslen från skog med scenarierna Business as usual (BAU), Utvecklad bioekonomi (UB) och maximalt uthålligt uttag enligt Skogsstyrelsen (inkl. maximalt Grot- och Stubbuttag enligt gällande rekommendationer).

Med detta som bakgrund är det viktigt att studera olika ekonomiska möjligheter att öka användningen av grot och stubbar i framtiden där de ekologiska möjligheterna är betydande, men de ekonomiska villkoren idag sätter begränsningar. Till 2050 skulle man, givet att den högsta uthålliga avverkningsnivån (enligt Skogsstyrelsen) och den ekologiskt tillgängliga mängden grot- och stubbskörd nyttjas, nästan kunna fördubbla uttaget av bioenergi från svensk skog och skogsindustri - från drygt 100 TWh 2014 till nivån 200 TWh 2050.

Ökningspotentialen (som inte med dagens förutsättningar är ekonomiskt möjlig) på knappt 100 TWh/år är naturligtvis en lek med siffror, men ökningspotentialen är ändå betydande. De 100 TWh/år kan exv. jämföras med kärnkraftens hela elproduktion i Sverige åren 2005-2010 på mellan 50 och 70 TWh/år.

Skogens potential är alltså fortsatt mycket stor, men för att kunna mobilisera delar av den kvarvarande potentialen kommer det krävas högre efterfrågan på och därmed förmodligen en långt utvecklad vidareförädling av groten och stubbarna som skall skördas.

En annan viktig slutsats från föreliggande analyser är att de ganska betydande mängderna energi som produceras från svensk skog inte skulle produceras utan den traditionella skogsindustrins efterfrågan på stamved.

I stort sett all energi från skogen och skogsindustrin kommer idag från skogsindustriella biströmmar och biprodukter.

De returlutar som idag ger energi till massproduktionen, men i allt högre grad också bidrar med energi (el och värme) och flytande biobränslen (främst tallbeckolja, biodiesel och råmetanol) skulle inte producerats utan massaindustrins normala produktion av pappersmassa.

Den bark, spån och flis som främst kommer från sågverksindustrin, men i allt högre grad också från massabruken skulle inte kunnat levereras så billigt till pellets och kraftvärmeindustrin utan den industriella stamvedsförbrukningen.

De normala avverkningskostnaderna subventionerar också uttagen av både grot och energived, där ju båda sortimenten faller ut som rena restprodukter i avverkningsmomentet. Hela kostnaden för själva processandet belastar (lite förenklat) sågtimmer och massavedsavverkningen och den tillkommande kostnaden är att samla ihop dessa energisortiment och frakta till energiförbrukaren.

Det är också svårt att med dagens priser och kostnader se hur rena energivedsavverkningar skulle kunna bli ekonomiskt försvarbara.

Det är därför också viktigt för energiförsörjningen och för att kunna ta fram nya bio-produkter och nya biobränslen att den traditionella skogsindustrin har en fortsatt stark ekonomi och konkurrenskraft internationellt. Samtidigt har möjligheterna att kunna sälja biprodukterna till energimarknaden varit viktigt för svensk skogsindustris konkurrenskraft, då man i de flesta länder (förutom i centraleuropa) har låg efterfrågan på skogsindustrins biprodukter.

En god balans (Figur 30) mellan den fiberbaserade och den trämekaniska skogsindustrin och energisektorn är viktig för utvecklingen av alla dessa industrier och den goda efterfrågan på energisortiment stärker det svenska skogsklustret.



**Figur 30.** Principiell bild på samarbetet mellan skogsindustrin olika delar och energisektorn.

## 5 REFERENSER

- Claesson, S., Duvemo, K., Lundström, A. & Wikberg, P.E., 2015. Skogliga konsekvensanalyser 2015 – SKA 15. Skogsstyrelsen. Rapport 10/2015. ISSN 1100-0295.
- EC: 2030 Energy Strategy. *2030 Energy Strategy*. 2015. <http://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy/2030-energy-strategy> (använd 12 2015).
- EC: 2050 low carbon economy. *2050 low-carbon economy*. 2015. [http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050/index_en.htm) (använd 12 2015).
- EC: Consultation document. *Preparation of a new renewable energy directive for the period after 2020*. Consultation document, Europeiska kommissionen, 2015.
- EC: Energy Efficiency. *Energy Efficiency*. 2015. <http://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency> (använd 12 2015).
- Energimyndigheten. *Scenarier över Sveriges energisystem, Referensfall*. Energimyndigheten, 2014.
- Energimyndigheten. *Produktion av oförädlade trädbränslen 2013 (ES 2014:09)*. Energimyndigheten, 2014.
- Energimyndigheten. *Scenarier över Sveriges energisystem, ER 2014:19*. Energimyndigheten, 2014.
- Energimyndigheten. *Årlig energibalans – beskrivning och dokumentation, Referensperiod: 2005-2013*. Statistik, Energimyndigheten, 2014.
- Energimyndigheten. *Årlig energibalans*. Statistik, Energimyndigheten, 2015.
- Energimyndigheten, muntlig referens. *Muntlig referens från Energimyndigheten* (Januari 2016).
- ET2015:08. *Energiläget i siffror 2015*. statistik, Energimyndigheten, 2015.
- EU. *Energy Roadmap 2050*. EU, 2012.
- Europeiska kommissionen. *Europeiska kommissionen*. 2015. <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy> (använd den 11 November 2015).
- Europeiska kommissionen. *Färdplan för ett konkurrenskraftigt utsläppsnått samhälle 2050*. KOM(2011) 112 slutlig, Bryssel: Europeiska kommissionen, 2011.
- Eurostat. *Eurostat Energy Statistics*. den 9 March 2015. <http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/database> (använd den 11 November 2015).
- FSC Sverige. 2011. <https://se.fsc.org/preview.begraensad-foersoeksverksamhet-med-stubbrytning.a-285.pdf> (använd 12 2015).
- Jacobsson, J. *En uppdatering av kunskapsläget beträffande tillgång och efterfrågan på biobränsle*. Rapport, Sigtuna: JJ Forestry, 2005.
- Naturvårdsverket. *2050 Ett koldioxid-neutralt Sverige*. Naturvårdsverket, 2013.
- Naturvårdsverket. ”Konsekvensanalyser av EU:s klimat-och energiramverk 2030.” Skrivelse 2014-10-30, Stockholm, 2014.





- . *Naturvårdsverket - Så mår miljön*. den 12 Februari 2015.  
<http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Avfall-import-och-export-2004-2013/> (använd den 10 December 2015).
- Naturvårdsverket. *Underlag till en färdplan för ett Sverige utan klimatutsläpp 2050*. Rapport 6537, Naturvårdsverket, 2012.
- prop 2008/2009:162. ”prop 2008/2009:162.” Regeringens proposition, Stockholm, 2009.
- Regeringskansliet. *Sveriges sjätte nationalrapport om klimatförändringar*. Ds 2014:11, Regeringskansliet, Miljödepartementet, 2014.
- SCB. *Bränsleanvändning, terajoule (TJ), inom utvinning av mineral, tillverkningsindustri, terajoule (TJ) efter näringsgren SNI 2007, bränsletyp och år*. Statistik, SCB, 2014.
- Skogforsk. 2015. <http://www.skogforsk.se/kunskap/kunskapsbanken/2015/bransleskorden/>,  
<http://www.skogforsk.se/kunskap/kunskapsbanken/2015/miljoeffekter-av-stubbskord/>.
- Skogsstyrelsen. *Anmälan om föryngringsavverkning (JO0314)*. Statistik, Skogsstyrelsen, 2014.
- Skogsstyrelsen. *Skogsstyrelsen - Statistik - Trädbränsle*. u.d.  
<http://www.skogsstyrelsen.se/Myndigheten/Statistik/Amnesomraden/Tradbransle/Tabeller--figurer/> (använd den 15 December 2015).
- Svensk Fjärrvärme. *Svensk Fjärrvärme - Statistik och pris*. 2015.  
<http://www.svenskfjarrvarme.se/Statistik--Pris/> (använd den 10 December 2015).
- Thuresson, T. *Bioenergi från skog*. Rapport, Kumla: Zephyr Skogskonsult, 2010.







## 6 BILAGA 1

I tabellen nedan ges en översikt av mål och riktlinjer inom klimat- och energi inom EU och i Sverige.

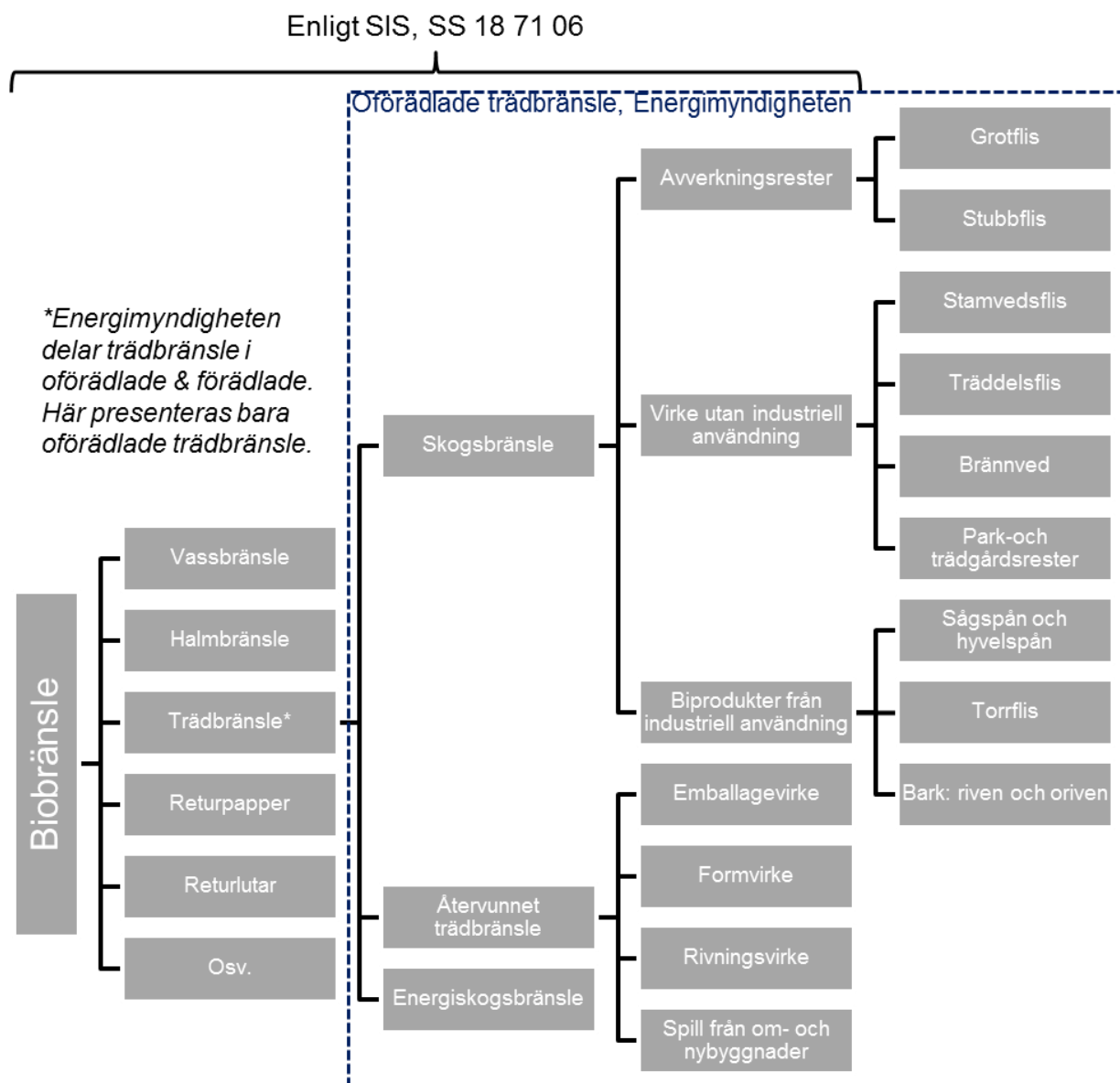
**Figur 31.** En mycket sammanfattande tabell över det politiska ramverket och visionerna kring förnybara bränslen.

	2020 politiken	2030 politiken	2050 politiken
<b>UTSLÄPPEN AV VÄXTHUSGASER</b>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 20% minskning av EUs växthusgasutsläpp jämfört med 1990</li> <li>• 21 % minskning inom EU-ETS jämfört med 2005.</li> <li>• 10% minskning inom icke- ETS sektorn jämfört med 2005. Bindande mål som varierar mellan länder.</li> <li>• Hållbarhetskriterier för flytande biobränslen och biodrivmedel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 40% minskning av EUs växthusgasutsläpp jämfört med 1990</li> <li>• 43 % minskning inom EU-ETS sektor jämfört med 2005. EU ETS är att reformeras och stärkas efter 2020 för att förhindra CO2 prissläppa.</li> <li>• 30% minskning inom icke-ETS sektorn jämfört med 2005. Bindande mål som varierar mellan länder.</li> <li>• EU vill utveckla hållbarhetskriterier också för fast biomassa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 80 % utsläppsminskning till 2050 jämförd med 1990 nivå (och 60% minskning till år 2040) inom EU.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 40% minskning av växthusgasutsläpp inom icke-handlade sektorn jämfört med 1990. CO2-skatt för icke-ETS sektor styr till målet.</li> <li>• EU ETS för de berörda sektorerna</li> <li>• Upphandling av teknik och investeringsstöd</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Icke-ETS sektor: Ansvaret för utsläppsminskningen fördelas mellan medlemsländerna. Vid en möjlig fördelning baserad på ländernas BNP/capita nivå bör Sverige vara beredda att ta ett ansvar på ca 40 % utsläppsminskning jämfört med 2005 (Naturvårdsverket 2014)</li> <li>• År 2030 bör Sverige ha en fordonsflotta som är oberoende av fossila bränslen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sveriges Klimatfärdplan 2050: inga nettoutsläpp av växthusgaser år 2050</li> </ul>

FÖRNYBAR ENERGI			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>20 % av slutligt energivändningen från förnybar energi år 2020. Bindande mål som varierar mellan länder.</li> <li>10% förnybar energi i transportsektorn år 2020.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>27% av slutligt energivändningen från förnybar energi år 2030. Bindande på EU nivå.</li> <li>Inget specifikt mål för förnybar energi i transportsektor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>~65% eller 2/3 av energi kunde komma från förnybara källor.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>50 % av slutlig energivändning en kommer från förnybar energi år 2020</li> <li>Elcertifikatsystemet</li> <li>Beskattning som stöder användningen av förnybar energi och bränslen</li> <li>Upphandling av teknik och investeringsstöd</li> <li>10% förnybar energi i transportsektorn år 2020 (bindande mål)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EU förväntar sig nationella åtaganden gentemot EU-nivå bindande 27 % -målet.</li> <li>Nationalt stödsystem (som elcertifikatsystem) skulle fortfarande tillåts av EU men systemen borde vara tidsbegränsad och konstruerad enligt EU:s riktlinjer om statligt stöd.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sveriges Klimatfärdplan 2050: elproduktion ska gå över till vindkraft, vågkraft, biokraftvärme och solceller</li> </ul>
ENERGIEFFEKTEVISERING			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>20% lägre energianvändning år 2020 jämfört med modellerad användning av energi år 2020.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>27% lägre energianvändning år 2030 jämfört med EU kommissionens tidigare referensscenario från 2007.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utsläpp från hus och kontorsbyggnader kunde minskas med ca 90% under 2050.</li> <li>Ökad energieffektivitet inom transportsektorn och industrin förväntat.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>20 % effektivare energianvändning år 2020 (jämförd med år 2008)</li> </ul>		

Källor: (EC: Energy Efficiency 2015), (EC: 2030 Energy Strategy 2015), (EC: 2050 low carbon economy 2015), (EC: Consultation document 2015) (Naturvårdsverket 2013), (Naturvårdsverket 2014), (EU 2012)

7 BILAGA 2



**Figur 32** Biobränslekategorier enligt SIS, SS 18 71 06 & Energimyndigheten (Skogssyrelsen u.d.), (Energimyndigheten 2014), (Energimyndigheten 2014).