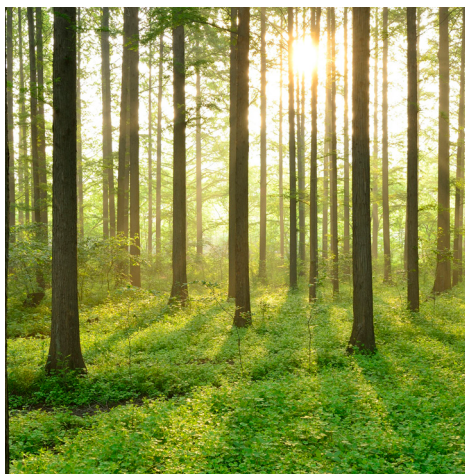


FRAMTIDSBILDER ENERGI- OCH TRANSPORTSEKTORN

RAPPORT 2021:824



Framtidsbilder energi- och transportsektorn – Konkurrensen om den svenska skogsråvaran

MARTIN HAGBERG OCH THOMAS UNGER

ISBN 978-91-7673-824-5 | © Energiforsk december 2021

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: kontakt@energiforsk.se | www.energiforsk.se

Förord

Råvaror från skogen har en nyckelroll i omställningen av Sverige till ett koldioxidneutralt samhälle. Skogsråvara kan användas för en rad ändamål, bland annat förtillverkning av massa, papper, sågade trävaror, biobränslen och som industriell insatsråvara. Allt fler industrier ser också bioråvaror som ett viktigt substitut för att kunna fasa ut fossila råvaror och bränslen. Mycket talar därför för att både den nationella och den internationella efterfrågan på skogsråvaror från den svenska skogen kommer att öka i framtiden. Men det finns också flera orosmoln. Det gäller både det möjliga framtida uttaget av skogsråvaror och synen på dessa när det gäller klimatneutralitet.

Energiforsk har i en stor forskningssatsning samlat ledande experter för att genomföra en sektorsövergripande analys av hur efterfrågan på den svenska skogsråvaran för olika ändamål kan komma att utvecklas i framtiden och vilka förutsättningar det finns för att möta den ökade efterfrågan när olika intressen ställs mot varandra. Resultaten redovisas i fem delrapporter och en sammanfattande syntesrapport.

För den här delrapporten ansvarar Martin Hagberg och Thomas Unger på PROFU. Huvudprojektledare för satsningen har varit Mattias Bisaillon (Profu) och analyserna har utförts av ett 20-tal forskare och experter från Profu, IVL Svenska Miljöinstitutet, Chalmers Tekniska Högskola, Lunds universitet och SLU. Bo Diczfalusy, Bodiz Consulting AB har varit projektets ordförande. Projektet har genomförts i nära samverkan och dialog med ett trettiotal företag, organisationer och myndigheter som medverkat i projektets styrgrupp.

Energiforsk vill rikta ett stort tack till alla medverkande i projektet. Energiforsk vill också rikta ett särskilt tack till Energimyndigheten samt deltagande företag och organisationer som har finansierat projektet.

Det är rapportförfattarna som ansvarar för innehållet.

Sammanfattning

Denna rapport beskriver en möjlig framtida utveckling för användandet av skogsråvara inom energisektorn och transportsektorn.

Projektet "Konkurrensen om den svenska skogsråvaran (KOS)" syftar till att ge framtidsbilder av hur skogsbruket och efterfrågan på den svenska skogsråvaran kan komma att se ut 2030 och 2045 beroende på politiska mål, styrmedel och utvecklingen i näringsliv och samhälle. Totalt omfattar projektet 10 delprojekt. De övergripande resultaten och slutsatserna för hela projektet baseras på en sammanvägning av resultaten från de olika delprojekten och presenteras i rapporten "Konkurrensen om den svenska skogsråvaran – syntesrapport".

Denna rapport redovisar resultaten av delprojekt 3 och 4 som ger en bild av hur efterfrågan på biomassa med ursprung i skogen kan komma att utvecklas för den svenska energisektorn och transportsektorn i ett scenario där Sveriges klimatmål uppnås.

För fjärrvärmesektorn ses fram till 2030 en viss minskning av den biobränslebaserade fjärrvärmeproduktionen och i stället ses en ökad användning av spillvärme och värmepumpar. Framför allt minskar inslaget av biobränsleeldade hetvattenpannor medan produktion från biokraftvärme ligger relativt konstant. På längre sikt ökar produktionen av biokraftvärme och den totala biobränslebaserade fjärrvärmeproduktionen ligger år 2045 på liknande nivå som idag. Tillförseln av fast träbaserat biobränsle till fjärrvärmesektorn ligger i scenariot på 30 TWh år 2030 och 33 TWh år 2045 (inklusive RT-flis). Tillförsel av biobränsle till industriellt mottryck uppgår till 7 TWh 2030 och 6 TWh 2045.

För de analyserade delarna av transportsektorn, vilket inkluderar inrikes transporter och utrikes flyg (utrikes sjöfart är inte inkluderat i den här rapportens huvudsakliga analys), visar scenariot ett ökat biodrivmedelsbehov från idag till 2030. Därefter minskar biodrivmedelsefterfrågan inom vägtransporter på grund av ett allt större inslag av elfordon och vätgasdrivna bränslecellsfordon medan behovet i sjöfart och luftfart fortsatt ökar. Tillförseln av träbaserat biobränsle till bioraffinaderier stiger från dagens ca 1,5 TWh till 18 TWh till 2030. Även år 2045 tillförs 18 TWh. De producerade biodrivmedlen baserat på denna tillförsel står för 30% av biodrivmedelsbehovet år 2030 och ca 70% år 2045.

Nyckelord

Biobränsle, biodrivmedel, efterfrågan, scenario, skogsråvara, transport, energi, fjärrvärme

Summary

This report describes a possible future development for the use of forest-based bioenergy in the energy sector and the transport sector.

The project “Competition for the Swedish forest raw material (KOS)” aims to provide insights of what forestry and demand for the Swedish forest raw material may look like in 2030 and 2045 depending on political goals, instruments and developments in business and society. In total, the project comprises 10 sub-projects. The overall results and conclusions for the entire project are based on the results from the various sub-projects and are presented in the report “Competition for the Swedish forest raw material – synthesis report”.

This report presents the results of subprojects 3 and 4, which provide insights to how the demand for biomass originating in the forest may develop for the Swedish energy sector and transport sector in a scenario where Sweden’s climate goals are achieved.

For the district heating sector, a small reduction in biofuel-based district heating production is projected until 2030 and instead an increased use of waste heat and heat pumps is seen. More specifically the use of biofuel-fired hot water boilers is decreasing, while production from bio-cogeneration is relatively constant. In the longer term, the production of bio-cogeneration is increasing and the total biofuel-based district heating production in 2045 is at a similar level as of today. In the scenario, the supply of solid wood-based biofuel to the district heating sector amounts to 30 TWh in 2030 and 33 TWh in 2045 (including recovered wood waste). The supply of biofuel to industrial back pressure amounts to 7 TWh in 2030 and 6 TWh in 2045.

For the analyzed parts of the transport sector, which includes domestic transport and international aviation (international shipping is not included in this report’s main analysis), the scenario shows an increased need for biofuels from today to 2030. Thereafter, biofuel demand in road transport decreases due to an increasing share of electric vehicles and hydrogen fuel cell vehicles while the need in shipping and aviation continues to increase. The supply of wood-based biomass to biorefineries increases from the current levels of about 1.5 TWh to 18 TWh by 2030. Also in 2045, the supply is 18 TWh. The biofuels produced based on this supply account for 30% of the transport biofuel demand in 2030 and about 70% in 2045.

Innehåll

1	Introduktion	7
1.1	Bakgrund och syfte	7
1.2	Metod och modell	7
1.3	Avgränsningar	8
2	Energisektorn	9
2.1	Nuläge	9
2.2	Framtidsscenario	10
2.2.1	Fjärrvärmeproduktion	10
2.2.2	Elproduktion	11
2.2.3	Samlad efterfrågan på biobränslen inom el- och fjärrvärmeproduktionen	13
2.3	Betalningsvilja	14
3	Transportsektorn	17
3.1	Nuläge	17
3.1.1	Slutlig energianvändning	17
3.1.2	Skogsråvara till biodrivmedel	18
3.2	Framtidsscenario	19
3.2.1	Transportefterfrågan	19
3.2.2	Slutlig energianvändning	20
3.2.3	Tillförsel biodrivmedel och skogsråvara	22
3.3	Betalningsvilja	24
4	Referenslista	25

1 Introduktion

Hur stor är den framtida efterfrågan på skogsråvara från energi- och transportsektorn? Denna rapport beskriver en möjlig utveckling för användandet av skogsråvara inom energisektorn och transportsektorn. Rapporten utgör en delrapportering inom projektet "Konkurrensen om den svenska skogsråvaran (KOS)".

1.1 BAKGRUND OCH SYFTE

Projektet "På väg mot en biobaserad samhällsekonomi. Hur påverkas konkurrensen om den svenska skogsråvaran?" eller kortare "Konkurrensen om den svenska skogsråvaran (KOS)" genomförs av Energiforsk i samverkan med Chalmers, Lunds universitet, IVL Svenska Miljöinstitutet, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) och Profu. Projektet samfinansieras mellan energiföretag, industri och myndigheter. Det övergripande syftet i projektet är att ge framtidsbilder av hur skogsbruket och efterfrågan på den svenska skogsråvaran kan komma att se ut 2030 och 2045 beroende på politiska mål, styrmedel och utvecklingen i näringsliv och samhälle. Totalt omfattar projektet 10 delprojekt. De övergripande resultaten och slutsatserna för hela projektet baseras på en sammanvägning av resultaten från de olika delprojekten och presenteras i rapporten "Konkurrensen om den svenska skogsråvaran – syntesrapport".

Delprojekt 3 "Framtidsbild Energi" och delprojekt 4 "Framtidsbild Transport" syftar till att ge en bild av hur efterfrågan på biomassa med ursprung i skogen kan komma att utvecklas för den svenska energisektorn respektive den svenska transportsektorn i tidsperspektiven 2030 och 2045. Resultaten från delprojekten utgör grund för projektets samlade analys och bedömning av det framtida utbudet och den framtida efterfrågan av den svenska skogsråvaran.

1.2 METOD OCH MODELL

Utifrån det inom KOS-projektet gemensamma omvärldsscenariot (se projektets syntesrapport¹), som beskriver antaganden om grundläggande scenarioföresättningar, har inom delprojekt 3 och 4 framtidsscenario tagits fram för energi- och transportsektorn. Projektets omvärldsscenario definierar att klimatpåverkan och åtgärder för att minska klimatpåverkande utsläpp står högt på den internationella arenan och utvecklingen följer de ambitioner och utfästelser som görs inom ramarna för det internationella klimatarbetet. Detta innebär bland annat för Sveriges del att målet om att senast år 2045 inte ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären antas nås.

Inom delprojekt 3 och 4 tas utifrån ovannämnda förutsättningar kvantitativa energiscenarierna fram för energi- och transportsektorn. Energiscenarierna tar hänsyn till utvecklingen av efterfrågan på energitjänster inom dessa sektorer (el, värme och transporter) samt de möjligheter som finns för att möta denna

¹ Bissaillon et al. (2021). Konkurrensen om den svenska skogsråvaran – Syntesrapport. Energiforsk.

efterfrågan, avseende olika energibärare och energitekniker. För beräkningarna används energisystemmodellen Times-Nordic².

Times-Nordic beskriver det nordiska energisystemet med särskilt fokus på Sverige **där också transportsektorn ingår**³. Times-Nordic är en väl etablerad modell som har använts inom en rad forskningsprojekt (till exempel NEPP⁴) och analysuppdrag (till exempel Energimyndighetens långsiktiga scenarier⁵).

Times-Nordic är en dynamisk linjärprogrammeringsmodell som optimerar det tekniska energisystemets utveckling under den studerade perioden, utifrån (1) en bestämd målfunktion (i detta fall utgörs målfunktionen av en minimering av systemkostnaden) (2) prognoser eller framskrivningar för utvecklingen i systemets omvärld och (3) bestämda randvillkor eller bivillkor. Modellen beräknar den kostnadseffektivaste utvecklingen av energisystemet. Modellen optimerar hela systemet samtidigt och för hela den studerade perioden, varför den kan identifiera samordningsvinster mellan olika delar av systemet.

1.3 AVGRÄNSNINGAR

Analysen av energisektorn inkluderar elproduktion och fjärrvärmeproduktion. Energianvändning för elproduktion genom mottryck i industrin inkluderas men övrig energianvändning inom industri för till exempel processvärmeproduktion inkluderas inte.

Analysen av transportsektorn inkluderar inrikes transport inklusive vägtransport, bantrafik, sjöfart, och flyg. Dessutom inkluderas energianvändning i utrikes flyg (avgående från Sverige) i analysen av skälet att i utrikes flyg ingår i den svenska reduktionsplikten och därmed avseende användning av alternativa drivmedel är tätt sammankopplad med inrikes flyg. Utrikes sjöfart (avgående från Sverige) inkluderas inte i den huvudsakliga analysen men berörs översiktligt. Arbetsmaskiner inkluderas inte inom denna analys utan hanteras i andra delar av projektet och resultatet redovisas i projektets syntesrapport.

Den modellering som scenarioanalysen bygger på inkluderar tidsperioden 2005 till 2050.

² Profu. Analys med TIMES-NORDIC. < <http://www.profu.se/times.htm> >

³ Modellens transportsektor har utvecklats under 2020–2021 och denna rapport presenterar de första publika resultaten från denna utveckling.

⁴ North European Energy Perspectives Project (NEPP) < <http://www.nepp.se/> >

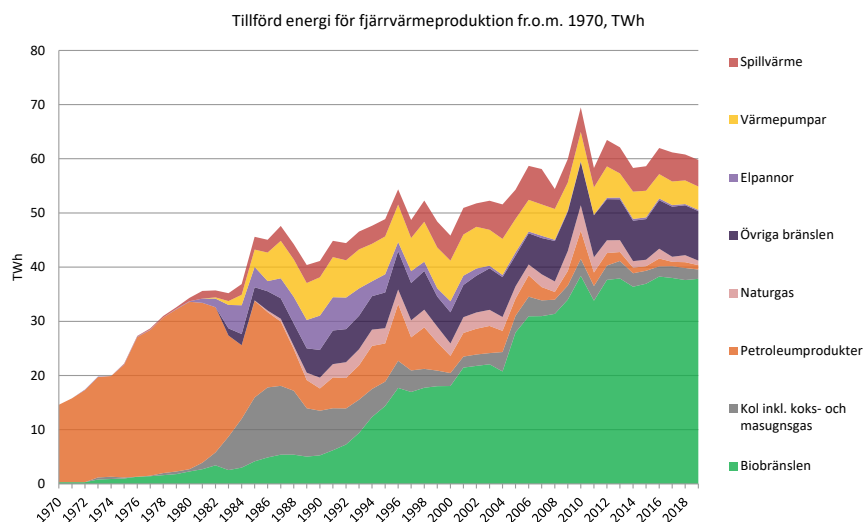
⁵ Energimyndigheten (2021). Scenarier över Sveriges energisystem 2020. ER2021:6.

2 Energisektorn

I detta avsnitt redovisas resultatet av scenarioanalysen av energisektorns framtida utveckling och en bedömning för hur efterfrågan på biobränsle för el- och fjärrvärmeproduktion kan komma att utveckla sig. Avsnittet börjar med en genomgång av dagens situation och därefter presenteras det framtagna framtidsscenariot.

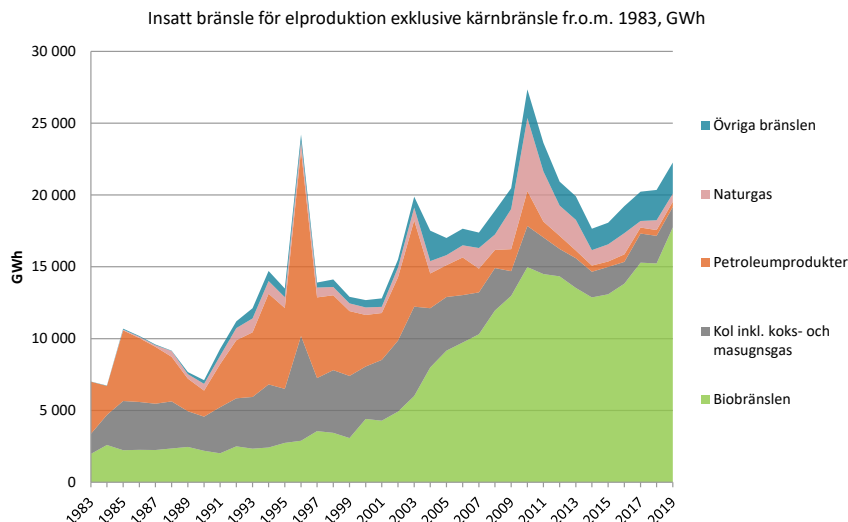
2.1 NULÄGE

Sedan 1980-talet har användningen av biobränsle stadigt ökat i såväl fjärrvärmeförseln som i eltillförseln i Sverige (Figur 1 och Figur 2). En bidragande orsak till denna utveckling är styrmedelspolitiken. Sedan 2003 har Sverige haft ett elcertifikatsystem i bruk som stöttat förnybar elproduktion, vilket gav ett tydligt uppsving för biobränsleanvändningen inom elproduktionen (Figur 2). På fjärrvärmesidan har det främst varit koldioxid- och energibeskattningsregler av fossila energislag som drivit utvecklingen mot mer biobränslen i fjärrvärmemixen. Den svenska koldioxidskatten infördes 1991 och det var ungefär då som konverteringen till biobränslen i fjärrvärmeproduktionen satte fart på allvar. För kraftvärme har det funnits vissa nedsättningsregler som varierat sedan skatten infördes, vilket har inneburit att man under vissa år endast betalade en liten andel av den nominella koldioxidskatten. Sedan 2019 betalar dock kraftvärmeverken nästintill full andel (91%) av den nominella koldioxidskatten på användning av fossila bränslen för fjärrvärmeproduktionen. Även det europeiska handelssystemet för utsläppsätter för koldioxid, som infördes 2005, har haft betydelse eftersom så gott som all el- och fjärrvärmeproduktion omfattas av detta system.



Figur 1: Tillförd energi för fjärrvärmeproduktion fr.o.m. 1970, TWh⁶

⁶ Energimyndigheten (2021). Energiläget i siffror 2021



Figur 2: Insatt bränsle för elproduktion exklusive kärnbränsle fr.o.m. 1983, GWh⁷

2.2 FRAMTIDSSCENARIO

I detta avsnitt redogör vi för ett antal modellresultat som beskriver den långsiktiga utvecklingen för el- respektive fjärrvärmeförseln baserat på de omvärldsförutsättningar som vi utgått från i KOS-projektet. Avslutningsvis redogör vi även för vad denna utveckling innebär för biobränsleanvändningen inom el- och fjärrvärmeförseln. I den sammanställningen kan man också utläsa vilken volym som utgörs av skogsbränslen.

2.2.1 Fjärrvärmeproduktion

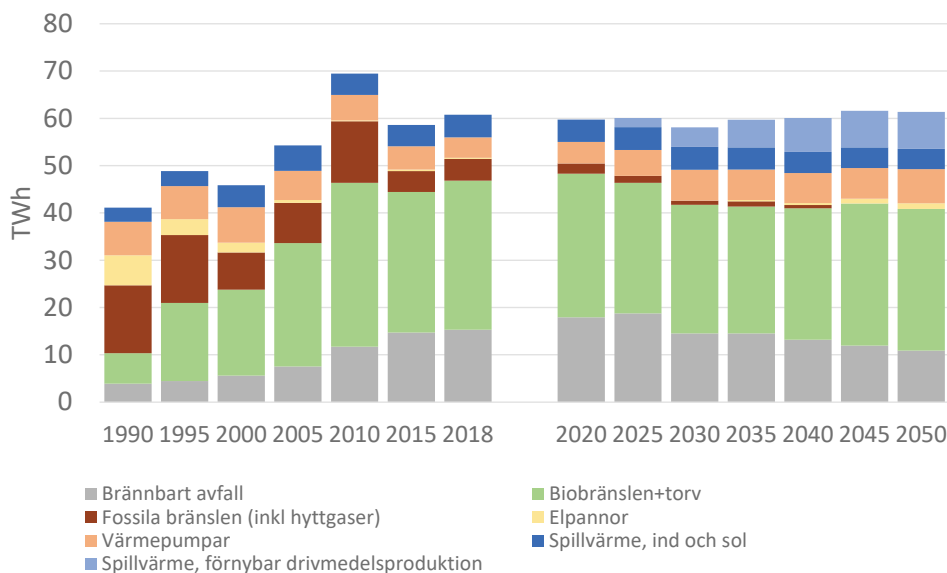
Som vi kunde konstatera tidigare så är det viktigaste bränslet i den svenska fjärrvärmeproduktionen idag biobränslen där den klart största andelen utgörs av skogsbränslen. Biobränslenas betydelse ser ut att minska något inledningsvis i vårt scenario till följd av ökad konkurrens om bioråvaran (från transportsektorn) samtidigt som alternativ fjärrvärmeproduktion växer i omfattning (Figur 3). På kort sikt (2025) gäller det främst avfallsförbränning till följd av (inledningsvis) ökande volymer av brännbart avfall och på längre sikt spillvärme från förnybar drivmedelsproduktion, såväl produktion av biodrivmedel som av vätgas genom elektrolys.⁸ När det gäller avfallsförbränning så antar vi att utsorteringen av plast förbättras väsentligt efter 2025 och att plastinnehållet minskar rejält. Det antas medföra att avfallsförbränningens bidrag till fjärrvärmeproduktionen minskar efter år 2025. På längre sikt växer återigen användningen av biobränslen något, i bland annat kraftvärmeförsörjningar som ett resultat av stigande elpriser (efter 2030). Produktionen från värmepumpar ökar över tid bland annat beroende på att nya lågtemperaturkällor utnyttjas, exempelvis spillvärme från datahallar. I Figur 3 kan man också se att den lilla mängden fossila bränslen, vid sidan om plastinnehållet och annat fossilt material i det blandade avfallet, helt försvinner ur

⁷ Energimyndigheten (2021). Energiläget i siffror 2021

⁸ I modellbeskrivningen saknas i nuläget eventuell spillvärme från industriella vätgastillämpningar som exempelvis Hybrit.

produktionsmixen. Torv som bränsle fasas helt och hållet ut ur fjärrvärmemixen (och elproduktionen) från och med modellår 2025 som ett resultat av stigande priser inom EU ETS. Elpannornas bidrag i fjärrvärmeproduktionen är litet men något stigande över tid till följd av växande variabilitet på elmarknaden där elpriset periodvis kan vara mycket lågt.

Det samlade fjärrvärmeunderlaget minskar något över tid fram till 2030. Det beror på ökad konkurrenskraft från andra (individuella) uppvärmningsalternativ och effektiviseringsåtgärder bland slutkunderna. Dessutom förutsätter vi att klimatförändringarna leder till ett minskat uppvärmningsbehov rent generellt, vilket också minskar behovet av fjärrvärme. På längre sikt ökar dock fjärrvärmeanvändningen och landar runt 2050 på ungefär samma nivå som idag.⁹ Orsaken är att de relativt höga elpriserna (speciellt vintertid) efter 2040 stärker fjärrvärmens konkurrenskraft något gentemot elbaserad uppvärmning.



Figur 3: Den långsiktiga utvecklingen för svensk fjärrvärmeproduktion ("Spillvärme, ind och sol" utgörs av industriell spillvärme och solvärme)

2.2.2 Elproduktion

Den svenska elproduktionens långsiktiga utveckling redovisas i Figur 4. Den snabba ökningen i elförbrukning är väldigt tydlig och beror på den omfattande elektrifieringen inom industri och transporter som utgör en grundförutsättning för denna studie (linjen i diagrammet).¹⁰ Men man kan också se att den årliga svenska

⁹ Fjärrvärmeanvändningen är ett resultat av dels antaganden om efterfrågan på värme generellt, dels konkurrensen mellan olika uppvärmningsalternativ och effektiviseringar. En liten del av fjärrvärmebehovet, det som efterfrågas av industrin, väljs exogent i modellen och antas vara relativt konstant fram till 2050.

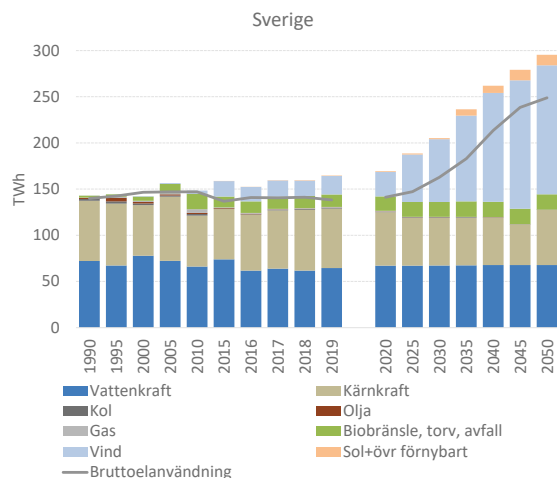
¹⁰ En omfattande elektrifiering inom industrin är ett antagande som görs exogent i modellanalysen (det vill säga det utgör en del av indatauppsättningen). För transportsektorn är däremot elektrifieringens genomslag ett modellresultat som dock bygger på antagandet att en relativt snabb omställningstakt är möjlig i transportsektorn.

elproduktionen genomgående ligger högre än bruttoelförbrukningen. Det innebär att Sverige även framgent i detta scenario är en stor (årlig) nettoexportör av el.

Under vissa perioder inom ett år kan dock importen vara betydande.

Elöverföringskapaciteten mellan Sverige och grannländerna, i synnerhet de kontinentala länderna, ökar till följd av investeringar som görs från och med 2030 och framåt och på grund av betydande elprisskillnader mellan länderna (är ett modellresultat). Goda förutsättningar för ny vindkraft förklarar den omfattande utbyggnaden där den totala vindkraftsproduktionen närmar sig 100 TWh år 2035. Förutom vindkraft byggs även solelen ut och hamnar på runt 7 TWh år 2035. På ännu längre sikt blir frågan om förutsättningar för såväl ny som befintlig kärnkraft en viktig faktor. Givet att kostnadsbilden för ny kärnkraft sjunker väsentligt jämfört med det som är utmärkande för dagens projekt i västvärlden så kan det finnas förutsättningar för sådana investeringar när vi passerar 2040, i synnerhet mot bakgrund av den omfattande elektrifieringen. För de befintliga reaktorerna blir livstidsförlängningar (mot 80 års drifttid) genomgående lönsamma med de kostnadsantaganden vi gör och givet att statusen på reaktorerna möjliggör den typen av livstidsförlängningar, det vill säga ett "normalt" åldrande fram till dess. Även förutsättningar för annan kraftproduktion påverkar naturligtvis den långsiktiga bilden. Om vi utgår från en fortsatt gynnsam utveckling för ny vindkraft med avseende på investeringskostnader så kan vindkraftsproduktionen bli ännu större än det som visas här samtidigt som lönsamheten för exempelvis ny kärnkraft försvinner. I det här fallet har vi dock valt en mer försiktig syn på kostnadsbilden för ny vindkraft och antar att dagens kostnader gäller även i framtiden. Denna balans påverkar inte förutsättningarna för ny biobränslekraft i någon avgörande riktning förutom att lönsamheten för biobränslekraftvärme generellt sett är något högre ju mindre annan styrbar elproduktion (som exempelvis kärnkraft) som finns tillgänglig. I övrigt så sker inga dramatiska förändringar för biobränslekraft under den studerade tidsperioden. På grund av högre elpriser efter 2030 så ökar dock incitamenten för biobränslekraftvärme något. Den helt dominerande delen av biobränslebaserad kraftvärme utgörs av anläggningar som eldar skogsbränslen. För biobränslebaserad mottrycksproduktion inom industrin antar vi en viss minskning över tid till följd av ökade effektiviseringar och processförändringar inom industrin. Där är det i huvudsak avlutar som utgör bränslet.

Även om biobränslekraft ger ett litet bidrag jämfört med de andra kraftslagen så är effektvärdet icke desto mindre stort. Det gäller i synnerhet under ansträngda perioder där exempelvis hög elefterfrågan sammanfaller med låg vindkraftsproduktion. Sådana perioder blir mer relevanta i en framtid där vindkraften blir det dominerande kraftslaget och där elefterfrågan (och efterfrågan på effekt) är större än idag.



Figur 4: Elproduktionens utveckling i Sverige ("Sol+övr förnybart" omfattar solex och vågkraft där det senare inte är lönsamt i detta scenario)

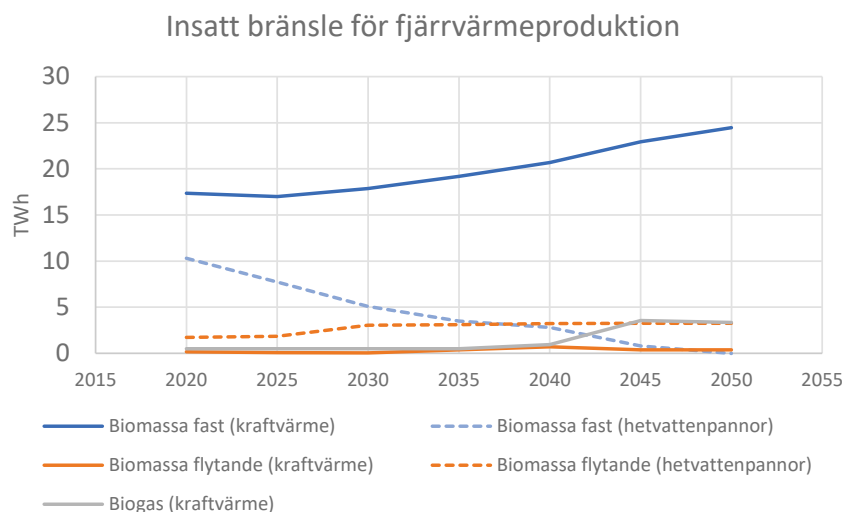
2.2.3 Samlad efterfrågan på biobränslen inom el- och fjärrvärmeproduktionen

En samlad bild för användningen av biobränsle per el- och FV-sektor återfinns i Figur 5 och Figur 6. Allokeringen mellan el och fjärrvärme (eller ånga i industriella anläggningar) görs i proportion mot alfavärdet, det vill säga förhållandet mellan elproduktionen och fjärrvärmeproduktionen (eller ångproduktionen). Bägge figurer visar tydligt att det är fasta biobränslen som står för den klart största andelen. Gruppen "fasta biobränslen" domineras helt av skogsbränslen men inkluderar även en mindre andel RT-flis. Man kan också se att användningen av fasta bränslen ökar något i kraftvärmeverken men däremot minskar användningen inom hetvattenpannor. Förklaringen till detta är stigande elpriser efter 2030 samtidigt som alternativ fjärrvärmeproduktion blir mer lönsam, inte minst spillvärme från biodrivmedelsproduktion. Användningen av "flytande biobränslen" i hetvattenpannor ökar något från dagens nivå som en konsekvens av att fossileldad topplastproduktion blir allt mindre lönsamt (det finns dessutom en stark styrning bort från den återstående användningen av fossila bränslen av andra skäl än strikt ekonomiska). I fjärrvärmeproduktionen utgörs dessa så gott som uteslutande av restbioolja fram till 2030. Därefter ökar andelen skogsbränslebaserade bränslen som faller ut som biprodukter i vissa biobränslebaserade drivmedelsfabriker. Dessa utgör omkring hälften av användningen av flytande biobränslen som redovisas i Figur 5 och Figur 6 från och med 2035.¹¹ De andra halvan utgörs fortsatt av restbioolja. Även biogasanvändningen ökar, i synnerhet mot slutet av beräkningsperioden. En förklaring till detta är att transportsektorns efterfrågan på biodrivmedel, inklusive biogas, bygger upp en infrastruktur för biogas som sedan utnyttjas av fjärrvärmesektorn när vägtransporterna minskar sin efterfrågan på biogas och andra biodrivmedel i takt med att elektrifieringen får allt större genomslag (se avsnitt 3.2). Biogasen baseras uteslutande på rötning av slam, avfall eller rester

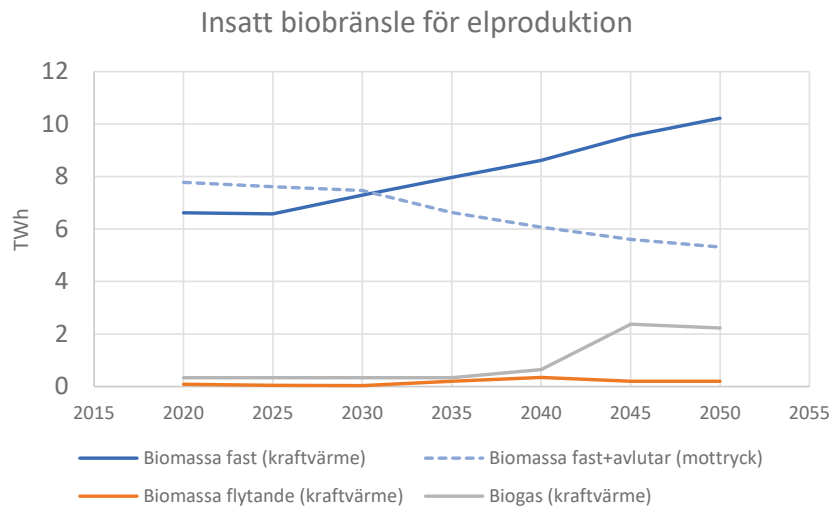
¹¹ Den totala primärenergiinsatsen (i form av skogsbränslen) för denna del av de flytande biobränslena allokeras i denna rapport till transportsektorn och redovisas som tillförsel till bioraffinaderier i avsnitt 3.2.3. Detta då denna del kan ses som biprodukter i biodrivmedelsfabriker där den primära produktionen utgörs av drivmedel till transportsektorn.

som uppstår vid reningsverk eller inom jordbruket samt på grödor. Produktion av biometan från skogsbränslebaserade förgasningsprocesser är inte lönsamt i detta scenario.

Av skäl som nämndes i föregående avsnitt minskar användningen av fasta biobränslen och avlutar inom den industriella mottrycksproduktionen.



Figur 5: Insatt biobränsle för fjärrvärmeproduktionen uppdelad i bränsletyp och produktionsslag

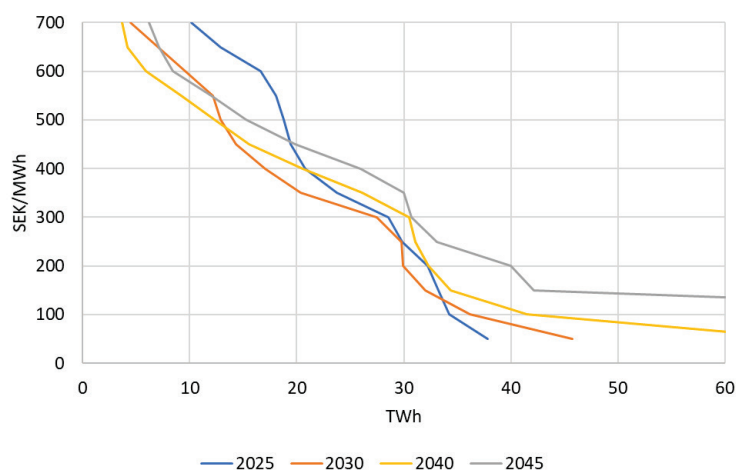


Figur 6: Insatt biobränsle för elproduktionen uppdelad i bränsletyp och produktionsslag

2.3 BETALNINGSVILJA

Användningen av biobränsle inom en viss sektor, som till exempel inom el och fjärrvärme, är inte fix utan beror av biobränslepriset. Priset för biobränsle är i sin tur en konsekvens av hur utbudet ser ut och den samlade efterfrågan på biobränsle inom samtliga användarsektorer vilka, förutom el- och fjärrvärmesektorn, också inkluderar exempelvis industrisektorn och transportsektorn.

Scenariot för bibränsleanvändningen inom el- och fjärrvärmesektorn som presenterats i föregående avsnitt har samordnats med andra delprojekt inom KOS-projektet som analyserat utbudet av skogsråvara samt efterfrågan i andra sektorer. Som ytterligare komplement har här också analyserats efterfrågan på oförädlad skogsbaserat biobränsle i el- och fjärrvärmesektorn som funktion av pris på skogsbaserat biobränsle, eller omvänt, betalningsviljan för skogsbaserat biobränsle vid en viss nivå av efterfrågan på densamma. Efterfrågekurvorna (Figur 7) har liksom det presenterade framtidsscenario tagits fram med hjälp av beräkningar med Times-Nordic. Kurvorna inkluderar här RT-flis som antas vara fullt substituerbart med skogsbränsle förutsatt att man gjort tilläggsinvesteringar för förbränning av RT-flis (i modellverktyget beskriver vi alltså inte pannor som uteslutande eldar RT-flis).¹²



Figur 7: Efterfrågan på oförädlad biobränsle (inklusive RT-flis) som funktion av pris för el- och fjärrvärme exklusive industriellt mottryck.

För den använda mängden oförädlad biobränsle inom el- och fjärrvärme inom scenariot (här exklusive industriellt mottryck) år 2030, motsvarande knappt 30 TWh, beräknas betalningsviljan till drygt 250 kr/MWh (Figur 7). För 2045 är betalningsviljan för 30 TWh oförädlad biobränsle ca 350 kr/MWh. Bidragande orsaker till den ökande betalningsviljan för de här aktuella kvantiteterna av biobränsle är bland annat en ökande efterfrågan på biobränsleeldad kraftvärme, inte minst i kombination med koldioxidinfångning som i den senare delen av den studerade perioden får ett mer betydande genomslag (ca 25% av den biobränslebaserade kraftvärmens har i scenariot koldioxidinfångning år 2045).

Det kan noteras att efterfrågan har högre priselasticitet på lång än på kort sikt, det vill säga en prisförändring får större konsekvens på biobränsleefterfrågan (kurvorna i Figur 7 är flackare vid senare årtal). Detta är en konsekvens av systemets ökande förmåga att anpassa sig, till exempel genom att ställa om

¹² Användningen av RT-flis uppgår idag till ca 6 TWh. En exkludering av RT-flis från kurvorna innebär i princip att kurvorna förskjuts åt vänster. Detta förutsatt att RT-flis (på grund av lågt pris) används före andra oförädlade biobränslefraktioner.

produktionen av fjärrvärme. Också slutanvändarledets efterfrågan på fjärrvärme kan i högre grad påverkas på längre sikt, där ett högt biobränslepris kan leda till minskad fjärrvärmeefterfrågan genom en ökad effektiviseringsgrad och högre värmepumpsanvändning.

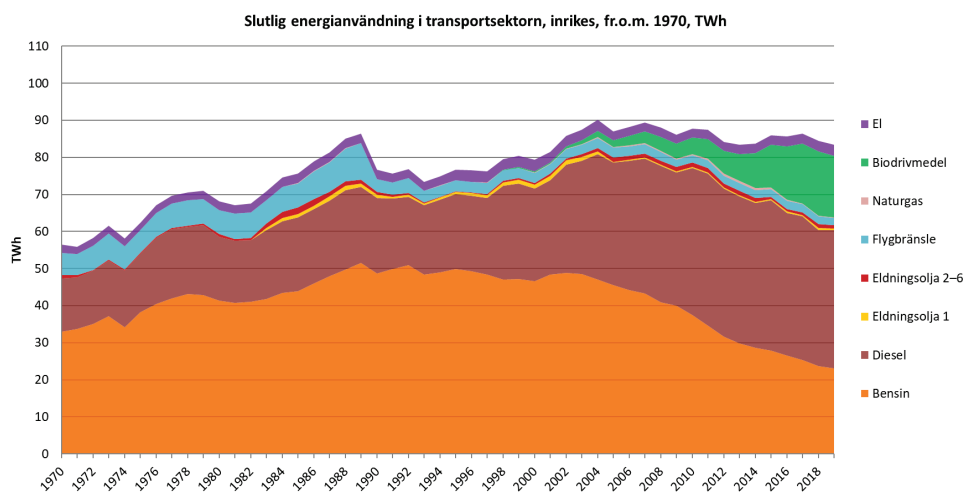
3 Transportsektorn

I detta avsnitt redovisas resultatet av scenarioanalysen för transportsektorns framtida utveckling och en bedömning av hur stor efterfrågan på skogsråvara till bioraffinaderier kan bli. Avsnittet börjar med en genomgång av dagens situation och därefter presenteras det framtagna framtidsscenariot.

3.1 NULÄGE

3.1.1 Slutlig energianvändning

I mitten av 00-talet bröts en sedan lång tid trendmässig ökning av energianvändningen i inrikes transporter och har sedan dess stagnerat och till och med minskat något till idag, se Figur 8. Samtidigt har en övergång från fossila bränslen till en högre andel biodrivmedel skett. Från 2004 till 2019 minskade användningen av bensin och diesel för inrikes transporter med ca 25%. Andelen biodrivmedel ökade under samma period från 2% till 20% och uppgick 2019 till 17 TWh. Biodiesel dominerar biodrivmedelsanvändningen och stod 2019 för 85% av denna, se Figur 9. Biodiesel domineras idag av HVO-diesel. Även biogas har ökat i användning, från 2014 till 2019 ses en ökning med ca 50%. År 2019 användes ca 1,5 TWh biogas inom inrikes transporter.¹³

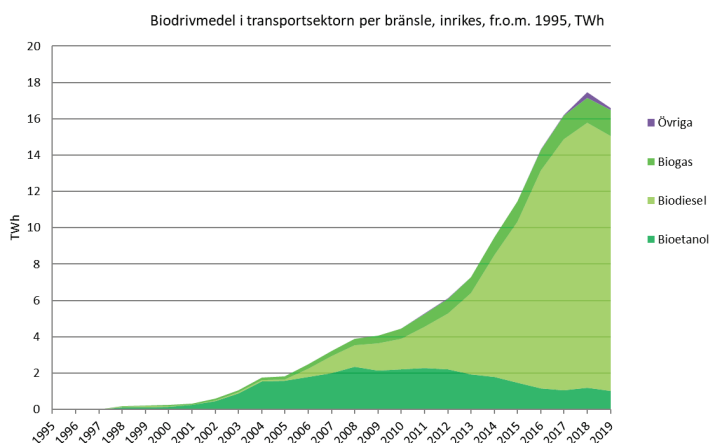


Figur 8. Slutlig energianvändning i transportsektorn enligt Energimyndigheten. Fram till 1990 ingår utrikes flyg i figuren, därefter endast inrikes trafik.¹³

Utöver de inrikes transporterna bunkrade sjöfart och flyg avgående från Sverige till utlandet 24 TWh respektive 10 TWh år 2019. I kontrast mot de inrikes transporterna ses här ingen trendmässig nedgång i energianvändning. Utrikes flyg ökade under 2004 till 2019 energianvändningen med 43%. Under samma period ökade bunkringen för utrikes sjöfart med 7% (här finns emellertid en

¹³ Energimyndigheten (2021). Energiläget i siffror 2021.

förhållandevis stor variation mellan åren som förutom förändringar i transportarbete också kan bero på förändringar i bunkringsmönster¹⁴).¹³

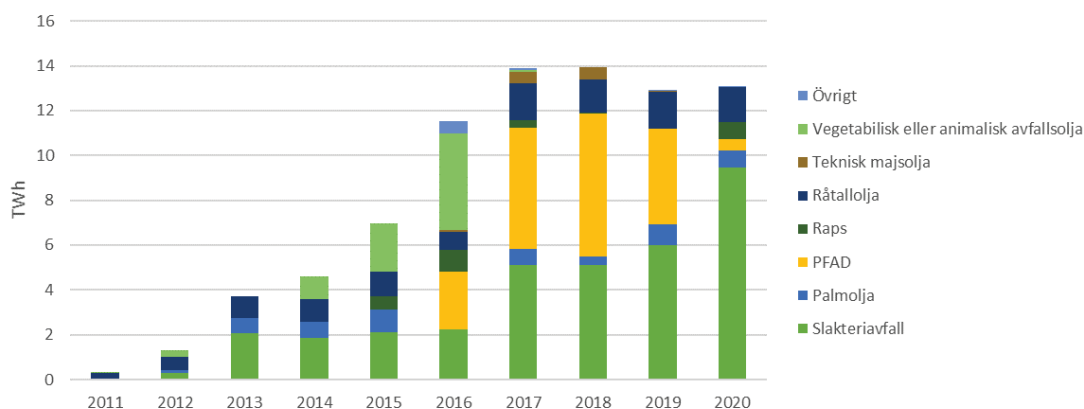


Figur 9. Biodrivmedel i inrikes transporter enligt Energimyndigheten¹³

3.1.2 Skogsråvara till biodrivmedel

Huvuddelen av det biodrivmedel som använts i Sverige idag baseras på utländska råvaror, exempelvis baseras år 2019 endast ca 5% av biodieseln på inhemska råvaror och för etanol var motsvarande siffra 13%.¹³

Endast en liten andel av biodrivmedlen baseras idag på råvaror med ursprung i skogen. I princip utgörs de skogsråvarubaserade drivmedlen idag av HVO baserad på råttalolja, en biprodukt från pappers- och massaindustrin. De senaste åren har råttalolja till HVO uppgått till ca 1,5 TWh, se Figur 10.



Figur 10. Utvecklingen för användning av råvaror till HVO från 2011 till 2020. Källa: Energimyndigheten¹⁵

Skogsnäringen anger i sin "Färdplan för fossilfri konkurrenskraft" att det finns konkreta planer på att det i närtid öka produktionen av biodrivmedel baserad på

¹⁴ Trafikanalys (2019). Växthusgasutsläpp från internationell sjötrafik. PM 2019:10.

¹⁵ Energimyndigheten (2021). Drivmedel 2020.

skogsråvara till ca 5 TWh. Till 2030 bedömer man att det är möjligt att nå en produktion på 10 TWh. På ännu längre sikt har man en vision att nå en produktion på 20 TWh.¹⁶

3.2 FRAMTIDSSCENARIO

För att bedöma en möjlig framtida efterfrågan på biodrivmedel och i sin tur efterfrågan på skogsråvara till biodrivmedel har en rad faktorer tagits i beaktande och inkluderats i Times-Nordic-modellen. Dessa inkluderar bland annat efterfrågeutveckling för transporter, effektivitet och kostnader för olika typer av fordonsdrifttekniker och drivmedelsproduktion såväl som bedömningar av hastigheten för möjlig uppskalning av exempelvis elfordonsparken och biodrivmedelsproduktion. Scenarioutfallet är, avseende exempelvis val av drivmedel och fordonsdrifttekniker, ett resultat av modellens kostnadsminimering utifrån indataantaganden och scenariots måluppfyllande förutsättning om utfasning av fossila bränslen.

3.2.1 Transportefterfrågan

Efterfrågan på transportarbete i form av persontransporter (person-km) och godstransporter (ton-km) antas i vårt framtidsscenario generellt att öka som en följd av bland annat befolkningstillväxt och ökande BNP.

Efterfrågeprojektionerna baseras i första hand på Trafikverkets basprognoser¹⁷ och Energimyndighetens långsiktsprogner¹⁸. Persontransporter bygger i första hand på Trafikverkets prognoser medan godstrafik med tunga lastbilar bygger på Energimyndighetens scenario, vilken har en något försiktigare tillväxtutveckling. Kompletterande antaganden för flygtrafik har gjorts baserat på scenarier från Swedavia¹⁹ och Transportstyrelsen²⁰, där också en dämpad efterfrågan till följd av Covid-19-pandemin har vägts in.

Figur 11 presenterar scenariots efterfrågeutveckling för transportarbete för personbilar och tunga lastbilar.

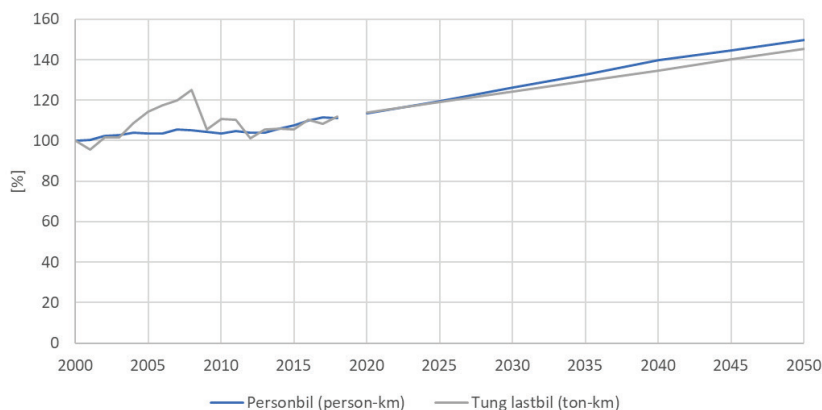
¹⁶ Skogsindustrierna och Fossilfritt Sverige (2018). Färdplan för fossilfri konkurrenskraft – Skogsnäringen.

¹⁷ Trafikverket (2020). Trafikverkets basprognoser. Gällande basprognoser från och med den 15 juni 2020.

¹⁸ Energimyndigheten (2021). Scenarier över Sveriges energisystem 2020. ER2021:6.

¹⁹ Swedavia (2019). Swedavias långsiktsprogner 2019-2050.

²⁰ Transportstyrelsen (2020) Passagerarprognos 2020-2026, Trafikprognos för svensk luftfart.



Figur 11. Transportarbetets utveckling för personbilar och tunga lastbilar. Åren 2000 till 2018 är historisk utveckling medan 2020 till 2050 är framtidsprojektioner.

3.2.2 Slutlig energianvändning

Trots en ökande transportefterfrågan ses, som en följd av en alltmer energieffektiv fordonspark, en minskande slutlig energianvändning för transportsektorn i framtidsscenarioet (Figur 12). Detta är framför allt en följd av en växande andel elfordon och, på längre sikt, vätgasdrivna bränslecellsfordon. I slutanvändarledet har dessa alternativ mycket hög energieffektivitet. Även flottan av förbränningsmotorfordon genomgår dock en effektivisering.

Elektrifieringen av vägtransportsektorn är omfattande i scenarioet. Som andel av den lätta fordonsflottan (personbilar och lätta lastbilar) står batterifordon, plug-in hybrider och bränslecellsfordon för 42% år 2030 och 99% år 2045. För tunga transporter (tunga lastbilar och bussar) är motsvarande andel 7% år 2030 och 83% år 2045.

Vätgasdrivna bränslecellsfordon får i slutet av perioden ett betydande genomslag för tunga långväga lastbilstransporter. Kostnadsskillnaderna i transportarbete (kostnad per ton-km) mellan framtida batteridrivna respektive bränslecellsdrivna lastbilstransporter är i beräkningarna dock relativt små. För långväga transporter krävs stora och förhållandevis kostsamma batterier för el-lastbilar vilket gör att kostnadsbilden sammantaget väger över till bränslecellslastbilarnas fördel. Detta trots att de energirelaterade kostnaderna är högre för bränslecellslastbilarna (det vill säga produktion och distribution av vätgas är dyrare än motsvarande för el). Vätgas till transportsektorn produceras i scenarioet genom elektrolys. För kortväga lastbilstransporter är i stället batteridrivna el-lastbilar mer kostnadseffektiva än bränslecellslastbilar.

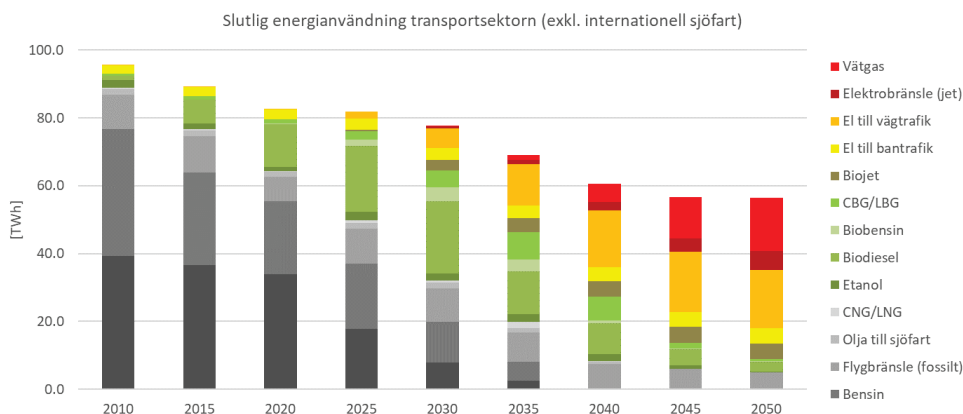
Även med en förhållandevis snabb omställning till elektrifierade fordon pekar resultaten på att en ökad användning av biodrivmedel är nödvändig för att nå transportsektorns mål om en minskning av CO₂-utsläppen med 70% till 2030 (i jämförelse med 2010). Biodrivmedelsanvändningen når i scenarioet 36 TWh år 2030 (Figur 13), bland annat som en följd av reduktionsplikten som driver upp efterfrågan. Biodiesel är det mest använda biodrivmedlet följt av biogas, biobensin, biojet och etanol. För perioden efter 2030 minskar användningen av biodrivmedel i den analyserade delen av transportsektorn som en följd av den ökande andelen el-

och vätgasdrivna bränslecellsfordon. År 2045 uppgår biodrivmedelsanvändningen till 12 TWh.

I linje med förslag inom EU:s Fit for 55-paket antas i scenariot att en del av utfasningen av fossilt flygbränsle inte tillåts ske genom biodrivmedel²¹, vilket är orsaken till att elektrobränslen för flyg används i scenariot och att biodrivmedelsanvändningen inom flygsektorn hålls tillbaka något.

Till år 2045 har alla fossila bränslen fasats ut inom inrikes transporter i scenariot (i linje med projektets övergripande förutsättningar, se avsnitt 1)²². Det fossila bränsle som återstår (i Figur 12) används inom utrikes flyg. Utrikes flyg antas fram till 2030 fasa ut fossila bränslen i linje med den svenska reduktionsplikten och därefter följa föreslagna nivåer i EU:s Fit for 55-paket²¹.

Internationell sjöfart (eller export av biodrivmedel) ingår inte i det här presenterade scenariot och hanteras i första hand inom andra delar av KOS-projektet²³. Alternativa modellkörningar med Times-Nordic, där internationell sjöfart inkluderas och där utfasning av fossila drivmedel inom sektorn antagits i linje med förslag inom Fit for 55-paketet²⁴, pekar dock på en betydande uppgång av behovet av alternativa drivmedel, såsom biodrivmedel, inom denna sektor. År 2045 uppgår i dessa beräkningar denna efterfrågan till ca 20 TWh. Detta innebär att det totala biodrivmedelsbehovet med också denna sektor inkluderad år 2045 skulle kunna uppgå till en likartad nivå som 2030.



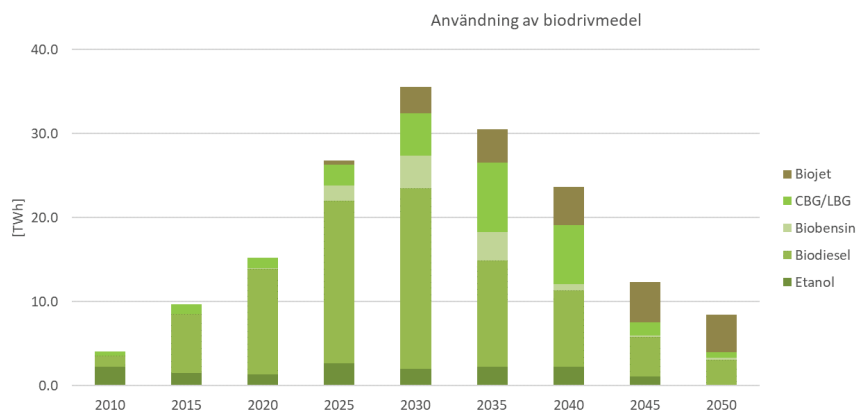
Figur 12. Slutlig energianvändning i transportsektorn inklusive inrikes transporter och internationellt flyg. Internationell sjöfart ingår inte. Även åren 2010–2020 är modellresultat och mindre skillnader mot statistik kan förekomma.

²¹ EU (2021). Proposal for a regulation of the European parliament and of the council on ensuring a level playing field for sustainable air transport. COM(2021) 561.

²² Utfasningen av fossila bränslen till 2045 skall inte tolkas som en konsekvens av dagens nuvarande styrmedel utan ytterligare restriktioner för användning av fossila bränslen utöver dagens styrmedel har införts i modelleringen.

²³ Bisaillon et al. (2021). Konkurrenten om den svenska skogsråvaran – Syntesrapport. Energiforsk.

²⁴ EU (2021). Proposal for a regulation of the European parliament and of the council on the use of renewable and low-carbon fuels in maritime transport and amending Directive 2009/16/EC. COM(2021) 562.



Figur 13. Användning av biodrivmedel i inrikes transporter och utrikes flyg. Utrikes flyg står för ca 80-85% av biojet-användningen.

3.2.3 Tillförsel biodrivmedel och skogsråvara

Produktion baserad på skogsråvara bedöms i modellberäkningarna vara ett kostnadsmässigt konkurrenskraftigt alternativ för biodrivmedel. Till 2030 antas det emellertid finnas tidsmässiga begränsningar för att få produktionskapacitet på plats. I scenariot är 10 TWh av 36 TWh biodrivmedel baserad på inhemsk produktion från skogsråvara år 2030 (Figur 14). Denna nivå på skogsråvarubaserad produktion är också i linje med skogsindustriernas mål (se avsnitt 3.1.2).

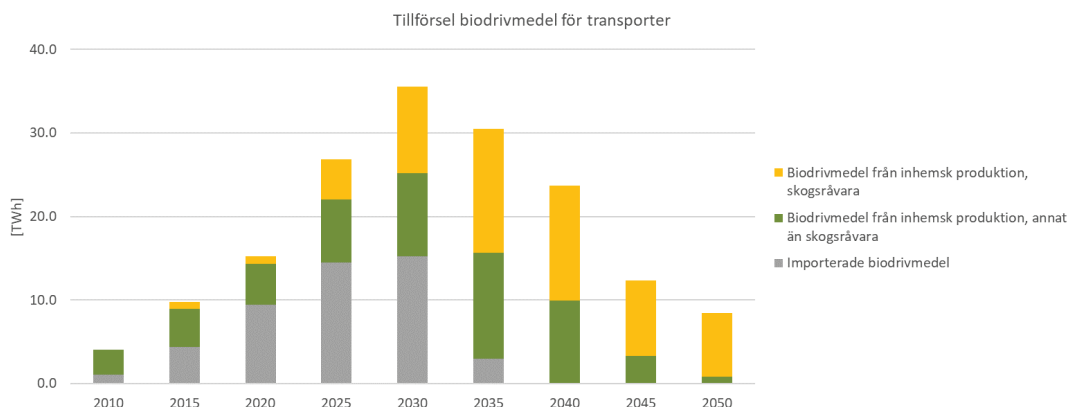
År 2030 är 10 TWh av det använda biodrivmedlet från inhemsk produktion som inte baseras på skogsråvara i scenariot. Detta inkluderar framför allt biogas från rötning och HVO-produktion baserad på en råvarubas liknande dagens, som slakteriavfall och restoljor. Resterande biodrivmedelsbehov år 2030, 15 TWh, tillgodoses genom import (Figur 14). Importerade biodrivmedel består framför allt av HVO och antas inte i någon betydande utsträckning vara baserat på skogsråvara.

Efter 2030 byggs den inhemska biodrivmedelsproduktionen ut ytterligare och importbehovet minskar. Samtidigt minskar efterfrågan på biodrivmedel från vägtransporter som en följd av elektrifiering. Den inhemska skogsråvarubaserade produktionen är i scenariot som störst år 2035 och uppgår då till 15 TWh. Till 2045 sjunker den till 9 TWh. Liksom skogsråvarubaserade drivmedel minskar användningen av andra inhemskt producerade biodrivmedel från 2040 och framåt. Som berörts i tidigare avsnitt (2.2.3) används en del av detta, framför allt biogas, i stället i stationära energisektorn.

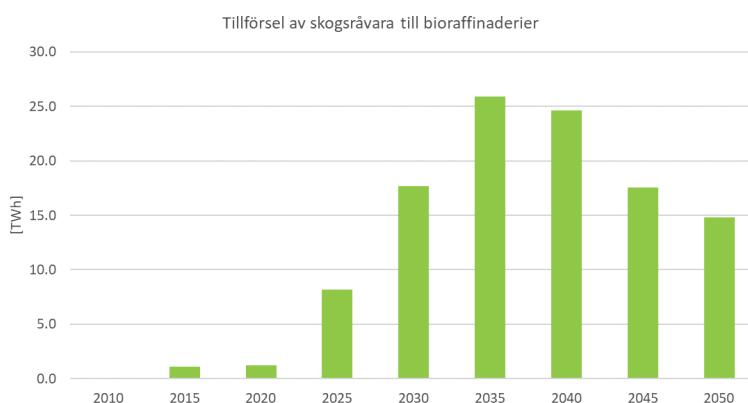
En del biodrivmedelsproduktion fasas under den senare delen av perioden ut på grund av ålder²⁵ och en del tillgänglig kapacitet används i lägre utsträckning än tidigare. Sammantaget för all biodrivmedelproduktionskapacitet sjunker andelen faktisk produktion av total tillgänglig produktionskapacitet från ca 100% år 2030–2035 till ca 80% år 2050. Som tidigare indikerats kan dock avsättningsmöjligheter som här inte analyserats, såsom utrikes sjöfart och export av biodrivmedel, mycket väl ge förutsättningar för en fortsatt hög inhemsk produktion även i ett långt

²⁵ Biodrivmedelsproduktionsanläggningar antas i modellen i de flesta fall ha en livslängd på 25 år.

tidsperspektiv. Annorlunda uttryckt kan alltså den minskade efterfrågan inom inrikes transporter också ses som att produktionskapacitet och resurser frigörs för andra användningsområden (detta berörs ytterligare i projektets syntesrapport²⁶).



Figur 14. Tillförsel av biodrivmedel inrikes transporter och utrikes flyg



Figur 15. Tillförsel av skogsråvara till inhemska bioraffinaderier som en följd av efterfrågan i inrikes transporter och utrikes flyg

Tillförseln av skogsråvara till bioraffinaderier vilka producerar de ovan angivna skogsråvarubaserade biodrivmedlen uppgår till ca 18 TWh 2030 för att sedan stiga till 26 TWh 2035 och därefter åter sjunka till ca 18 TWh 2045 (Figur 15). Av detta är drygt 1 TWh tallolja. Skogsråvaran används framför allt i pyrolysbaserad produktion av biodiesel, biobensin och biojet. Utöver biodrivmedel genererar produktionsprocesserna även andra nyttigheter såsom spillvärme och bio-LPG vilka används inom det stationära energisystemet, till exempel i fjärrvärmesektorn (se också avsnitt 2.2). Totalt uppgår dessa leveranser till ca 4 TWh spillvärme och 1-2 TWh bränslen för 2030 till 2050. Figur 15 redovisar total tillförsel av primär skogsråvara till bioraffinaderierna och vilket således inkluderar även råvara till dessa produkter. Figur 15 inkluderar inte råvara till icke-skogsråvarubaserad

²⁶ Bisaillon et al. (2021). Konkurrensen om den svenska skogsråvaran – Syntesrapport. Energiforsk.

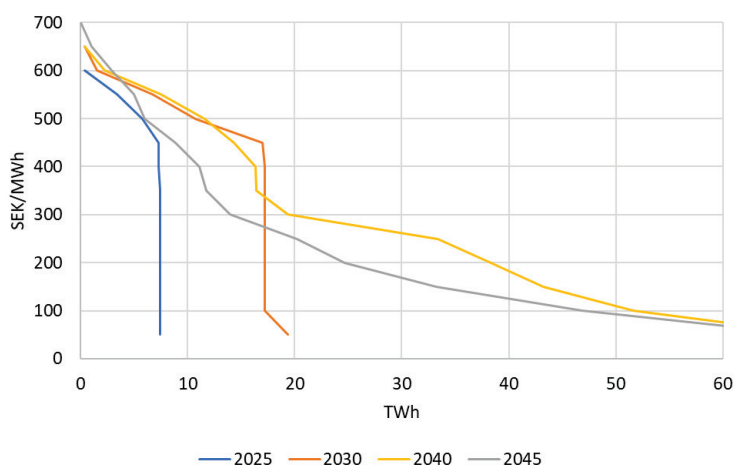
drivmedelsproduktion eller råvara till produktion av biodrivmedel som har importerats.

3.3 BETALNINGSVILJA

På samma sätt som för el- och fjärrvärmesektorn (se avsnitt 2.3) har kurvor för transportsektorns efterfrågan på oförädlad träbiobränsle som funktion av pris tagits fram (Figur 16). Mer specifikt anger kurvorna efterfrågan av oförädlad skogsråvara till bioraffinaderier drivet av efterfrågan på biodrivmedel inom inrikes transporter samt utrikes flyg (men exklusive eventuellt behov inom utrikes sjöfart och för exportändamål). Som påpekats i föregående avsnitt så ger bioraffinaderiernas produktion i vissa fall även spillvärme och bränslen användbara i stationära energianläggningar. Den efterfrågan på biobränsle som här presenteras representerar den totala tillförseln av biobränsle till bioraffinaderierna (andra produkter ses här som biprodukter).

Liksom för el- och fjärrvärmesektorn ses här en högre efterfrågeelasticitet (flackare kurvor) på lång sikt än på kort/medellång sikt. Också i detta fall är förklaringen att systemets anpassningsförmåga är högre på längre sikt. Efterfrågekurvorna för 2025 och 2030 i Figur 16 är i princip helt oelastiska för priser lägre än ca 450 kr/MWh. Detta är ett resultat av antagandet av att det finns tidsmässiga begränsningar att få till stånd en större skogsråvarubaserad produktionskapacitet under denna tidshorisont (se också avsnitt 3.2.3).

För den kvantitet oförädlad träbiobränsle på ca 17 TWh som används både 2030 och 2045 i presenterat scenario (exklusive tallolja) sjunker betalningsviljan från ca 450 kr/MWh år 2030 till ca 270 kr/MWh år 2045. Den minskande betalningsviljan är en följd av den ökande kostnadseffektiviteten för elektrifiering och vätgasintroduktion inom transportsektorn.



Figur 16: Efterfrågan på oförädlad skogsbaserat biobränsle (till bioraffinaderier) som funktion av pris för inrikes transporter och utrikes flyg

4 Referenslista

- Bisaillon et al. (2021). Konkurrensen om den svenska skogsråvaran – Syntesrapport. Energiforsk.
- Energimyndigheten (2021). Energiläget i siffror 2021.
- Energimyndigheten (2021). Drivmedel 2020. ER 2021:29.
- Energimyndigheten (2021). Scenarier över Sveriges energisystem 2020. ER 2021:6.
- EU (2021). Proposal for a regulation of the European parliament and of the council on ensuring a level playing field for sustainable air transport. COM(2021) 561.
- EU (2021). Proposal for a regulation of the European parliament and of the council on the use of renewable and low-carbon fuels in maritime transport and amending Directive 2009/16/EC. COM(2021) 562.
- North European Energy Perspectives Project (NEPP) < <http://www.nepp.se/> >
- Profu. Analys med TIMES-NORDIC. < <http://www.profu.se/times.htm> >
- Skogsindustrierna och Fossilfritt Sverige (2018). Färdplan för fossilfri konkurrenskraft – Skogsnäringen.
- Swedavia (2019). Swedavias långsiktspåskådning 2019-2050.
- Trafikanalys (2019). Växthusgasutsläpp från internationell sjötrafik. PM 2019:10.
- Trafikverket (2020). Trafikverkets basprognoser. Gällande basprognoser från och med den 15 juni 2020.
- Transportstyrelsen (2020) Passagerarprognos 2020-2026, Trafikprognos för svensk luftfart.

FRAMTIDSBILDER ENERGI- OCH TRANSPORTSEKTORN

Hur stor är den framtida efterfrågan på skogsråvara från energi- och transportsektorn? Projektet Konkurrensen om den svenska skogsråvaran har som mål att ge framtidsbilder av hur skogsbruket och efterfrågan på den svenska skogsråvaran kan komma att se ut 2030 och 2045.

Den här rapporten redovisar resultaten av ett delprojekt som fokuserar på utvecklingen inom den svenska energisektorn och transportsektorn. Resultaten visar att biobränslen från skogen kan komma att spela en viktig roll i såväl energisektorn som transportsektorn i ett scenario där Sveriges klimatmål uppnås. För fjärrvärmesektorn ses fram till 2030 en viss minskning av den biobränslebaserade fjärrvärmeproduktionen och i stället ses en ökad användning av spillvärme och värmepumpar.

För transportsektorn, analysen inkluderar inrikes transporter och utrikes flyg, visar scenariot ett ökat biodrivmedelsbehov från idag till 2030.

Ett nytt steg i energiforskningen

Energiforsk är en forsknings- och kunskapsorganisation som samlar stora delar av svensk forskning och utveckling om energi. Målet är att öka effektivitet och nyttiggörande av resultat inför framtida utmaningar inom energiområdet. Vi verkar inom ett antal forskningsområden, och tar fram kunskap om resurseffektiv energi i ett helhetsperspektiv – från källan, via omvandling och överföring till användning av energin. www.energiforsk.se



Energiforsk