



LUND UNIVERSITY

Potential för ökad tillförsel av inhemsk biomassa i en växande svensk bioekonomi – en uppdatering

Börjesson, Pål

2021

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Börjesson, P. (2021). *Potential för ökad tillförsel av inhemsk biomassa i en växande svensk bioekonomi – en uppdatering*. Lunds universitet. Avdelningen för miljö- och energisystem.

Total number of authors:

1

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00



LUNDS UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

Institutionen för teknik och samhälle
Avdelningen för miljö- och energisystem

Potential för ökad tillförsel av inhemsk biomassa i en växande svensk bioekonomi – en uppdatering

Pål Börjesson

Rapport nr. 121

April 2021

ISSN 1102-3651
ISRN LUTFD2/TFEM--21/3112--SE + (1-19)
ISBN 978-91-86961-47-3

Dokumentutgivare, Dokumentet kan erhållas från LUNDS UNIVERSITET Miljö- och energisystem Box 118 221 00 Lund, Sverige Telefon: int+46 46-222 00 00	Dokumentnamn Rapport
	Utgivningsdatum April 2021
	Författare Pål Börjesson

Dokumenttitel och undertitel

Potential för ökad tillförsel av inhemsk biomassa i en växande svensk bioekonomi – en uppdatering

Sammanfattning

I denna studie genomförs en uppdaterad analys av potentialen för en ökad tillförsel av biomassa från skog, jordbruk och akvatiska system i Sverige till 2030 respektive 2050. Studien tar sin utgångspunkt i en tidigare potentialstudie från 2016 men där potentialen för respektive biomassakategori justerats efter de omvärldsförändringar som skett och ny kunskap som tagits fram under de senaste fem åren.

Potentialuppskattningarna beaktar aktuella tekniska, ekonomiska och ekologiska begränsningar så långt det är möjligt. Den totala ökade tillförselpotentialen till 2030 bedöms uppgå till i genomsnitt cirka 50 TWh/år, med ett intervall om 41-59 TWh/år, vilket ligger i nivå med den tidigare uppskattningen från 2016. Dock har förändringar skett när det gäller potentialen för olika biomassakategorier där t ex potentialen i form av stubbar har exkluderats medan potentialen i form av biprodukter inom skogsindustrin har ökat. För jordbruksbaserad biomassa har potentialen i form av slytäkt tillkommit medan potentialen i form av energigrödor från åkermark minskat. Skogsbaserad biomassa utgör cirka två tredjedelar medan jordbruksbaserad biomassa utgör cirka en tredjedel. Den ökade tillförselpotentialen av biomassa till 2050 uppskattas till i genomsnitt 67 TWh/år, med ett intervall om 56-79 TWh/år, vilket är knappt 20% lägre än den tidigare uppskattningen från 2016. Det främsta skälet till detta är en minskad uppskattad potential i form av energigrödor på åkermark. Andelen skogsbaserad biomassa utgör i detta fall cirka 60% medan jordbruksbaserad biomassa utgör cirka 40%. Potentialen för akvatisk biomassa bedöms vara liten, cirka 1 TWh/år till 2050, vilket är oförändrat jämfört med den tidigare studien. Hur stor del av de uppskattade ökade tillförselpotentialerna som kommer att realiseras beror till stor del på utvecklingen av såväl nationella som EU-styrmedel inom energi-, klimat- och jordbrukspolitiken under de närmaste åren.

Nyckelord

Biomassa, potential, skog, jordbruk, akvatiska system, Sverige

Omfång 19 sidor	Språk Svenska Engelskt abstract	ISRN ISRN LUTFD2/TFEM--21/3112--SE + (1-19)
ISSN ISSN 1102-3651	ISBN ISBN 978-91-86961-47-3	

Intern institutionsbeteckning

Rapport nr. 121

Organization, The document can be obtained through LUND UNIVERSITY Department of Environmental and Energy Systems Studies P.O. Box 118 SE-221 00 Lund, Sweden Telephone: int+46 46-222 00 00	Type of document Report
	Date of issue April 2021
	Author Pål Börjesson

Title

The potential of an increased supply of domestic biomass in a growing Swedish bio-economy – an update

Abstract

This study include an updated analysis of the potential increase in the supply of biomass from forest, agriculture and aquaculture in Sweden until 2030 and 2050, respectively. The study is based on a previous assessment from 2016 but where the potential of different categories of biomass feedstocks is revised according to new knowledge and changed conditions during the last five years. The estimated potentials include technical, economic and ecological restrictions. The potential increase in biomass supply until 2030 is estimated to, on average, 50 TWh/yr (41-59 TWh/yr), which is equivalent to the previous assessment from 2016. However, there are changes regarding the supply from different biomass categories where, for example, the potential in form of stumps has been excluded but where the potential in form of by-products from the forest industry has increased. Regarding agriculture-based biomass feedstocks, the potential of brushwood harvesting has been added whereas the potential in form of energy crops on cropland has been reduced. Forest-based biomass account for two thirds of the total biomass potential whereas agriculture-based account for one third. The potential increase in biomass supply until 2050 is estimated to, on average, 67 TWh/yr (56-79 TWh/yr), which is almost 20% lower than the previous assessment from 2016. The main reason for this is a reduced potential in form of energy crops on cropland. In this case, forest-based biomass account for 60% of the total biomass potential whereas agriculture-based account for 40%. The potential of aquatic-based biomass is estimated to be rather small, around 1 TWh/yr 2050, which is similar to the previous assessment. How large share of the estimated biomass potentials that will be realized depends mainly on the development of EU and national political incentives within energy, climate and agriculture policies during the coming years.

Keywords

Biomass, potential, forest, agriculture, aquaculture, Sweden

Number of pages 19	Language Swedish English abstract	ISRN ISRN LUTFD2/TFEM--21/3112--SE + (1-19)
ISSN ISSN 1102-3651	ISBN ISBN 978-91-86961-47-3	

Department classification

Report no. 121

ISSN 1102-3651
ISRN LUTFD2/TFEM--21/3112--SE + (1-19)
ISBN 978-91-86961-47-3

Förord

Under 2016 genomfördes en studie på uppdrag av Näringsdepartementet, Enheten för skog och klimat, med titeln ”Potential för ökad tillförsel och avsättning av inhemsk biomassa i en växande svensk bioekonomi”. Syftet var att göra en bred sammanställning och analys av potentialen för ökad tillförsel av biomassa från skog, jordbruk och akvatiska system i Sverige inom tidsperspektivet 2030 respektive 2050, samt potentialen för ökad avsättning för att ersätta fossil energi och råvaror inom olika sektorer. Projektet finansierades av Näringsdepartementet och publicerades som en rapport vid Avdelningen för Miljö- och Energisystem, Lunds Universitet (se Börjesson, 2016).

Föreliggande studie är en uppdatering av Börjesson (2016) men där enbart potentialen för ökad tillförsel av inhemsk biomassa är inkluderad. Denna rapport är framtagen med finansiering från Energimyndigheten.

Lund, april 2021

Pål Börjesson

Innehållsförteckning

1	INTRODUKTION	3
2	METOD OCH AVGRÄNSNINGAR	3
3	RESULTAT	4
3.1	Skogsbaserad biomassa 2030	4
3.2	Skogsbaserad biomassa 2050	6
3.3	Jordbruksbaserad biomassa 2030	7
3.4	Jordbruksbaserad biomassa 2050	9
3.5	Akvatisk biomassa 2050	11
3.6	Sammanlagd ökad tillförselpotential 2030 och 2050	11
4	SLUTSATSER OCH DISKUSSION	12
5	REFERENSER	13

1 INTRODUKTION

Under 2016 genomfördes en studie på uppdrag av Näringsdepartementet, Enheten för skog och klimat, för att sammanställa och analysera aktuella potentialuppskattningar för ökad tillförsel av inhemsk biomassa från skog, jordbruk och akvatisk biomassa när tekno-ekonomiska och ekologiska begränsningar inkluderades. Tidsperspektivet var 2030 respektive 2050. I studien analyserades också potentialen för ökad avsättning av biomassa för att ersätta fossil energi och råvaror inom olika sektorer. Resultaten från denna studie är publicerad i följande rapport: *Börjesson P. (2016). Potential för ökad tillförsel och avsättning av inhemsk biomassa i en växande svensk bioekonomi. Rapport Nr 97, Miljö- och energisystem, Lunds Universitet.*

Sedan 2016 har ny kunskap tillkommit och olika omvärldsförändringar skett som motiverar en revidering av de potentialuppskattningar som gjordes i Börjesson (2016). Syftet med föreliggande studie är därför att uppdatera potentialuppskattningen för ökad tillförsel av inhemsk biomassa från skog, jordbruk och akvatiska system när tekno-ekonomiska och ekologiska begränsningar beaktas. Föreliggande studie inkluderar inte analyser av potentialen för ökad avsättning av biomassa inom olika sektorer. Denna frågeställning har behandlats vidare i andra studier, t ex i Fossilfritt Sverige där färdplaner för olika sektorer tagits fram (se t ex Fossilfritt Sverige, 2020). Tidsperspektivet i föreliggande studie är oförändrat, d v s 2030 respektive 2050.

2 METOD OCH AVGRÄNSNINGAR

Studiens tar sin utgångspunkt i Börjesson (2016), d v s för en mer fullständig beskrivning av bakomliggande sammanställd litteratur, analys och syntes hänvisas till denna rapport. I föreliggande rapport inkluderas därför huvudsakligen bara de nya referenser som kopplar till de förändringar som görs i denna uppdaterade potentialuppskattning. Dataunderlaget utgörs av vetenskapliga publikationer, branschrapporter, intervjuer med nyckelpersoner mm. Potentialuppskattningarna för respektive biomassaråvara presenteras i ett intervall som speglar den osäkerhet som bedöms finnas i uppskattningarna. Resultaten presenteras först i tabellform och följs därefter av en beskrivning av de förändringar som skett avseende potentialen för respektive råvarukategori och i jämförelse med Börjesson (2016).

3 RESULTAT

3.1 Skogsbaserad biomassa 2030

I Tabell 1 sammanfattas den ökade tillförselpotentialen för skogsbaserad biomassa till 2030. Den ökade tillförseln till 2030 bedöms kunna uppgå till mellan 27 och 37 TWh per år med ett genomsnitt om cirka 32 TWh per år. Denna potential är drygt 10% högre än den tidigare uppskattningen av Börjesson (2016). De största förändringarna är att potentialen av biprodukter inom skogsindustrin har ökat liksom potentialen skadad rundved medan potentialen grot (grenar och toppar) har minskat något samtidigt som potentialen stubbar exkluderats.

Tabell 1. Ökad tillförselpotential av skogsbaserad biomassa till 2030.

Biomassaråvara	TWh per år
Grenar och toppar – grot (föryngringsavverkningar)	16-18
Skadad rundved (insekter, storm mm)	3-4
Klen rundved (eftersatta röjningar mm)	2-3
Biprodukter inom skogsindustrin (bark, spån, lignin mm)	6-12
SUMMA	27-37
<i>Medeltal</i>	32

När det gäller grot har denna potential reducerats något till 16-18 TWh (från 18-25 TWh i Börjesson, 2016) genom beaktande av en uppdaterad kunskapsyttes avseende miljöeffekter vid skogsbränsleuttag (de Jong m fl., 2017; 2018). Grot-uttag bedöms vara miljömässigt hållbart på cirka 50% av avverkningsytorna samtidigt som askåterföring sker i ökad skala. Under dessa förutsättningar bedöms påverkan på biodiversitet och markförurning vara acceptabla. En liknande bedömning görs i en studie av EU's Joint Research Centre (Camia et al., 2021) avseende hur stor andel av grenar och toppar som kan skördas på ett långsiktigt hållbart sätt.

I denna uppdaterade potentialuppskattning har uttag av stubbar exkluderats (utgjorde 4-6 TWh i Börjesson, 2016). Anledningen till detta är att storskalig stubbskörd inte bedöms vara aktuellt under kommande decennium, bl a för att stubbskörd inte är förenligt med FSC-certifierat skogsbruk. Arealen produktiv skogsmark som är FSC-certifierad i Sverige uppgår till cirka 12,1 miljoner hektar vilket motsvarar drygt hälften av den totala produktiva skogsmarksarealen (FSC, 2021). En annan anledning är bedömningen i JRC-studien av Camia et al. (2021) där stubbskörd bedöms ge negativa effekter på den biologiska mångfalden och därför bör undvikas.

Potentialen för ökat uttag av skadad rundved, så kallade energived, har ökat i denna uppdateringen och bedöms uppgå till 3-4 TWh (utgjorde 0 TWh i Börjesson, 2016). Orsaken till detta är de ökade insektsskadorna på framför allt gran (barkborreangrepp) som skett under de senaste åren men också bedömningen att risken för stormskador mm har ökat pågående klimatförändringar. Denna mängd ökad skadad rundved som inte bedöms kunna användas som råvara inom skogsindustrin motsvarar cirka 2% av totala rundvedsuttaget per år i Sverige. En inventering visar att volymen barkborreskadad granskog uppgick till 7,9 miljoner kubikmeter i Götaland och Svealand under 2020, vilket i energitermer motsvarar cirka 17 TWh (Wulff och Roberge, 2020).

Potentialen för ökat uttag av klen rundved i eftersatta röjningar är oförändrad i denna uppdatering jämfört med Börjesson (2016). De miljömässiga förutsättningarna bedöms vara likvärdiga liksom röjningsbehovet jämfört med tidigare. Teknikutvecklingen med klippaggregat för effektiv skörd av klen rundved fortsätter alltjämt (se t ex Grönlund, 2018), vilket tillsammans med utvecklade logistiksystem bedöms medföra lägre kostnader. Denna utveckling drivs också av ökat intresse för slytäkt i jordbrukslandskapet mm (Ebenhard et al., 2017).

Potentialen för ökat uttag av biprodukter inom skogsindustrin har bedömts vara betydligt högre i denna uppdatering jämfört med Börjesson (2016), eller 6-12 TWh jämfört med 0 TWh i den tidigare uppskattningen. I Börjesson (2016) antogs potentialen biprodukter framför allt öka efter 2030. Anledningen till denna förändring är att energieffektiviseringen inom skogsindustrin redan idag ligger på en relativt hög nivå och att den fortsatta effektiviseringspotentialen bedöms vara betydande. Drivkrafterna för att allt mer frigöra och förädla biprodukter som spån, bark och lignin till t ex biodrivmedel och bioflygbränslen har också ökat i takt med införandet av nya styrmedel som reduktionsplikt inom vägtransport- och flygsektorn. En ytterligare drivkraft för t ex utvinning av lignin vid sulfatmassabruk är frigörelse av kapacitet i sodapannan vid expansionsinvesteringar (se t ex Pöyry, 2016). Den interna användningen av biomassa för el- och värmeproduktion inom sågverks- och massaindustrin uppgår till cirka 55 TWh per år, varav cirka 8 TWh förbrukas inom sågverk och cirka 47 TWh inom massabruk (Svebio, 2020). 6 respektive 12 TWh biprodukter motsvarar en energieffektiviseringstakt om en respektive två procent per år. I denna uppdatering bedöms effektiviseringstakten fortsatt ligga på en nivå kring 1% till 3% per år till 2030. Denna bedömning baseras bl a på data från Södra som visar på en energieffektiviseringstakt om cirka 3% per år under de senaste fem åren avseende värmeförbrukning vid produktion av pappersmassa och sågad vara samt mellan 1% till 1,5% per år avseende elförbrukning (Södra, 2020). Energieffektiviseringen inom andra skogsindustribolag (t ex Stora Enso, SCA, Holmen m fl) är något svårare att utläsa från publicerad data (t ex miljö- och hållbarhetsredovisningar) då förändrad förädling till olika slutprodukter, t ex ökad produktion av förpackningar i stället för tryckpapper eller korslimmat trä i stället för sågad vara, påverkar (ökar) den interna energianvändningen. En uppskattning är dock att ett strukturerat energieffektiviseringsarbete inom skogsindustrin resulterar i en årlig effektivisering om cirka 1,5-2% (Dernegård, 2021). En doktorsavhandling av Andersson (2020) beskriver också energieffektiviseringspotentialer inom den svenska skogsindustrin

utifrån olika perspektiv där dessa bedöms kunna uppgå till cirka 20% avseende biobaserad energi respektive cirka 15% inklusive el. Energieffektiviteten i svensk industri som helhet ökade med 36% mellan 1993 och 2010, d v s med drygt 2% per år och där massa- och pappersindustrin står för cirka 50% av totala energianvändningen (IVA, 2020).

3.2 Skogsbaserad biomassa 2050

I Tabell 2 sammanfattas den ökade tillförselpotentialen för skogsbaserad biomassa till 2050. Den ökade tillförseln till 2050 bedöms kunna uppgå till mellan 34 till 45 TWh per år med ett genomsnitt om cirka 40 TWh per år. Denna potential är knappt 10% lägre än tidigare uppskattning av Börjesson (2016). De största förändringarna är även i detta fallet att potentialen av biprodukter inom skogsindustrin har ökat medan potentialen av grot (grenar och toppar) minskat och stubbar exkluderats.

Tabell 2. Ökad tillförselpotential av skogsbaserad biomassa till 2050.

Biomassaråvara	TWh per år
Grenar och toppar – grot (föryngringsavverkningar)	18-21
Skadad rundved (insekter, storm mm)	3-4
Klen rundved (eftersatta röjningar mm)	3-4
Biprodukter inom skogsindustrin (bark, spån, lignin mm)	10-16
SUMMA	34-45
<i>Medeltal</i>	<i>40</i>

Potentialen för ökat grot-uttag bedöms vara cirka 15% högre 2050 jämfört med 2030 i denna reviderade uppskattning (se Tabell 1), vilket följer den tillväxtökning som bl a SKA-15 (Skogsstyrelsen, 2015) bedömer för skogstillväxten generellt till 2050 (och som antas i Börjesson, 2016). Jämfört med den tidigare grot-potentialen för 2050 i Börjesson (2016) så är denna reviderade uppskattning i Tabell 2 cirka 20% lägre. Den produktiva skogsarealen där grot-uttag bedöms vara möjlig när ekologiska och andra restriktioner beaktas bedöms vara relativt oförändrad till 2050. En eventuell ökad andel skyddad skogsmark (både frivillig och legal) bedöms framför allt utgöras av den andel skogsmark (cirka 50%) där grot föreslås lämnas kvar för att bl a stärka biologisk mångfald mm (se avsnitt 3.1 och de Jong m fl., 2017; 2018).

Potentialen för ökat uttag av skadad rundved antas vara oförändrad jämfört med 2030 i denna revidering. Anledningen till detta är att en eventuell ökning av insektsangrepp, stormskador mm p g a klimatförändringar bedöms kompenseras av att tekniska processer utvecklas för att

kunna använda en ökad andel av denna skadade rundved som råvara i skogsindustrin, t ex som massaved tillsammans med frisk massaved. Detta i sin tur drivs av ett framtida ökat behov av skogsråvara inom skogsindustrin då denna bedöms fortsätta att expandera. Som jämförelse bedömdes potentialen för ökat uttag av skadad rundved 2050 till 2 TWh i Börjesson (2016).

Potentialen för ökat uttag av klen rundved i röjningar 2050 bedöms öka något jämfört med 2030 i denna reviderade uppskattning baserat på en generell ökad skogstillväxt samt fortsatt teknikutveckling för kostnadseffektiva och miljöanpassade skördesystem för klen rundved. Detta är i linje med Börjesson (2016) som uppskattade en motsvarande ökning.

Potentialen för ökat uttag av biprodukter från skogsindustrin bedöms fortsatt öka efter 2030 men i en långsammare takt trots att energieffektiviseringen bedöms fortsätta i ungefär samma takt till 2050. Anledningen till detta är att trenden med en ökad förädling inom skogsindustrin bedöms fortgå vilket kräver mer intern energi, t ex vid en ökad produktion av förpackningar i stället för tryckpapper, ökad förädling av sågad trävara till korslimmat trä, utvinning av metanol och andra högvärdiga kemikalier från svartlut mm. Som jämförelse är potentialen av biprodukter 2050 i denna reviderade uppskattning cirka 60-100% högre än i Börjesson (2016) där potentialen uppskattades till 5-10 TWh.

3.3 Jordbruksbaserad biomassa 2030

I Tabell 3 sammanfattas den ökade tillförselpotentialen för jordbruksbaserad biomassa till 2030. Den ökade tillförseln till 2030 bedöms kunna uppgå till mellan 14 till 22 TWh per år med ett genomsnitt om cirka 18 TWh per år. Denna potential är i nivå med den tidigare uppskattning av Börjesson (2016) men där en omfördelning mellan olika biomassaråvaror skett. Den största förändringen är att slytäkt inkluderats i denna reviderade uppskattning medan potentialen av biomassa från åkermark minskat.

Tabell 3. Ökad tillförselpotential av jordbruksbaserad biomassa till 2030.

Biomassaråvara	TWh per år
Halm (spannmål och oljeväxter)	2-4
Gödsel & organiska restprodukter (biogas)	4-6
Biomassa från ekologiska fokusarealer & outnyttjad åkermark	3-4
Slytäkt (åkerkanter, igenväxande betesmarker, ledningsgator mm)	5-8
SUMMA	14-22
<i>Medeltal</i>	<i>18</i>

Potentialen för ökat uttag av halm är oförändrad jämfört med Börjesson (2016). En skillnad är dock att intervallet är större i denna revidering för att bättre spegla de årsmånsvariationer som bedöms ha ökat p g a klimatförändringar (långvarig torra, ihålliga nederbördsperioder mm).

Potentialen för ökat utnyttjande av organiska (blöta) restprodukter som gödsel, växtrester (blast mm) och avfall från livsmedelsindustri, uttryckt som biogas, är oförändrad jämfört med Börjesson (2016). Biogasanvändningen i Sverige har visserligen ökat något sedan 2016 men denna ökning baseras framför allt på en ökad import av biogas från Danmark och inte en ökad inhemsk produktion baserat på de substrat som inkluderas ovan.

Potentialen för ökad produktion av biomassa på åkermark som inte utnyttjas för livsmedelsproduktion inkluderar i denna reviderade uppskattning ”ekologiska fokusarealer” (EFA), som kan liknas med ”trädesmark” i Börjesson (2016), samt ”överskottsmark av vallodling” som var en egen kategori i Börjesson (2016). Den totala potentialen biomassa från denna sammanslagna kategori av åkermark är i denna reviderade uppskattning lägre än i Börjesson (2016), eller motsvarande cirka en tredjedel. En orsak till denna förändring är att skördenivåerna av biomassa i EFA bedöms variera mer och att enbart delar av denna areal är tillgänglig för biomassaskörd vilket totalt sett leder till en lägre potential jämfört med Börjesson (2016) avseende den tidigare kategorin trädesareal. I nuvarande jordbruksstödsystem (CAP, Common Agriculture Policy) är huvudsyftet med EFA att gynna miljömål som biologisk mångfald mm men där det är tillåtet att skörda denna biomassa för energiändamål. EFA kan inkludera träda, blommande träda, salix, kvävefixerande grödor, obrukade fältkant, vall-insådd i en huvudgröda samt mellangröda (Jordbruksverket, 2021). Arealen EFA uppgår till cirka 130 000 hektar åkermark idag vilket ungefär motsvarar arealen träda i Börjesson (2016). En ytterligare orsak till den lägre biomassapotentialen från åkermark i denna reviderade uppskattning är att förutsättningarna för att utnyttja biomassa från överskottsmark av vallodling bedöms till stor del hänga samman med utbyggnaden av inhemsk biogasproduktion. Anledningen till detta är att gräsbiomassa lämpar sig bäst som råvara för biogasproduktion (och inte för t ex förbränning) samt att berörda jordbrukare framför allt är benägna att fortsätta odla vall baserat på befintlig kunskap och maskinutrustning samt aktuella odlingsförhållanden. Överskottsarealen av vallodling bedöms vara relativt oförändrad sedan 2016 (cirka 250 000 hektar) men antas således i denna reviderade uppskattning i mindre omfattning komma att utnyttjas för energiproduktion det kommande decenniet p g a kopplingen till investeringstakten i inhemsk biogasproduktion.

En ny kategori biomassa har tillkommit i denna reviderade potentialuppskattning jämfört med Börjesson (2016) och då i form av så kallad slytäkt. Med slytäkt menas skörd av vedbiomassa i form av buskar och kläna träd i åkerkanter, igenväxande odlings- och betesmarker, naturreservat, ledningsgator, kantzoner utmed vägar och järnvägar mm. Potentialen för en ökad tillförsel av vedbiomassa i form av slytäkt bedöms i denna revidering uppgå till 5-8 TWh till 2030. Denna bedömning baseras på studier av Ebenhard m fl. (2017) samt Emanuelsson m fl. (2014) som visar på en stor teoretisk tillgänglig biomassapotential från slytäkt i Sverige (cirka 60-100 TWh) men där den praktiska potentialen uppskattas till mellan 5 och 10 TWh. Anledningen att inkludera potentialen för ökad slytäkt i denna reviderade uppskattning är flera samverkande faktorer. En faktor är pågående igenväxning av

odlingslandskapet p g a en kontinuerlig strukturomvandling inom jordbruket som leder förändrad markanvändning, färre betesdjur osv som i sin tur kan leda till negativa effekter på biologisk mångfald, kulturmiljöer mm. Ett sätt att motverka detta och hålla natur- och kulturmarker öppna är via mekanisk slytäkt. En annan faktor är teknikutveckling av effektiv skördeteknik med hjälp av klippaggregat som möjliggör alltmer kostnadseffektiva skördesystem (se avsnitt 3.1 avseende skörd av klen rundved i röjningar och Grönlund, 2018). En tredje faktor är en ökad efterfrågan på vedbiomassa för nya energiändamål (t ex biodrivmedel och bioflygbränslen, se avsnitt 3.1) och som uppfyller aktuella hållbarhetskriterier och som också kan ha god tillgänglighet i områden där skogsbränslen som grot redan utnyttjas i hög grad (t ex södra och mellersta Sverige).

3.4 Jordbruksbaserad biomassa 2050

I Tabell 4 sammanfattas den ökade tillförselpotentialen för jordbruksbaserad biomassa till 2050. Den ökade tillförseln bedöms kunna uppgå till mellan 21 till 33 TWh per år med ett genomsnitt om cirka 27 TWh per år. Denna potential är knappt 30% lägre än den tidigare uppskattningen i Börjesson (2016) och där den största förändringen är att potentialen av biomassa från åkermark som inte används för livsmedelsproduktion bedöms lägre i denna reviderade uppskattning.

Tabell 4. Ökad tillförselpotential av jordbruksbaserad biomassa till 2050.

Biomassaråvara	TWh per år
Halm (spannmål och oljeväxter)	2-3
Gödsel & organiska restprodukter (biogas)	4-6
Biomassa från ekologiska fokusarealer & outnyttjad åkermark	5-10
Slytäkt (åkerkanter, igenväxande betesmarker, ledningsgator mm)	8-10
Snabbväxande lövträd – nedlagd åkermark (poppel, hybridasp mm)	2-4
SUMMA	21-33
<i>Medeltal</i>	27

Potentialen av halm bedöms minska något jämfört med 2030 beroende på en något minskad spannmålsareal och en fortsatt växtförädling med minskad andel halm jämfört med kärnskörd (minskad halm/kärn-kvot). Denna uppskattning är oförändrad jämfört med Börjesson (2016).

Potentialen av gödsel och organiska restprodukter antas vara oförändrad jämfört med 2030 vilket är i linje med tidigare uppskattning i Börjesson (2016). Antalet nötkreatur antas fortsätta minska till 2050 med minskad mängd gödsel som följd men detta antas kompenseras

av större enheter vilket gör att en större andel av gödseln är ekonomiskt tillgänglig för biogasproduktion. Mängden organiskt avfall från livsmedelsindustri mm bedöms minska något men detta antas kompenseras av en ökad mängd slam från en fortsatt utvecklad avloppsvattenrening inom olika sektorer.

Potentialen av biomassa från ekologiska fokusarealer, inklusive överskottsareal av vallodling, bedöms öka jämfört med 2030 genom något ökade arealer som är tillgängliga för biomassaproduktion samt generellt förbättrade och anpassade system för skörd av biomassa från dessa arealer. Till exempel antas förekomsten av mellan- och fånggrödor öka (som bl a möjliggörs av längre växtsäsonger p g a klimatförändringar) för minskat näringsläckage där också biomassa för energiändamål tas ut. Dessutom antas förekomst av odlingssystem som både ger biologisk mångfald och hög biomassaproduktion (t ex salix) öka liksom andelen vall för ökad markkolsinbindning (t ex i spannmålsväxtföljder) som också utnyttjas för t ex biogasråvara. Jämfört med Börjesson (2016) är dock den uppskattade potentialen av biomassa från åkermark i denna revidering tre till fem gånger lägre. I Börjesson (2016) antogs en stor ökad biomassapotentia l från åkermark som succesivt togs ur livsmedelsproduktion fram till 2050 p g a försämrad lönsamhet (bl a genom succesivt lägre stöd från EU's CAP mm). Denna tidigare uppskattning baserades också på modellberäkningar av Jordbruksverket (2012) som visade på konsekvenserna av en fortsättning av pågående trend med sjunkande lönsamhet där uppemot en tredjedel av åkermarken inte skulle brukas för livsmedelsproduktion kring 2050. Som beskrivs i avsnitt 3.3 är anledningen till att den ökade biomassapotentia l från åkermark reducerats i denna reviderade uppskattning att en tydligare koppling gjorts till begränsningar i omvandlingskapacitet av producerad biomassa, framför allt biogasproduktion från vall. Osäkerheterna är dock stora vilket indikeras av intervallet i bedömningen (se Tabell 4) och om omvärldsförändringar sker som leder till ökade drivkrafter och ökad lönsamhet för odling av biomassa för energiändamål på åkermark så kan potentialen vara betydligt större än vad som bedöms i denna reviderade uppskattning.

Potentialen av slytäkt antas också öka något jämfört med 2030 genom fortsatt utveckling av skördeteknik och skördesystem som leder till lägre kostnader (se avsnitt 3.2 och skörd av klen rundved i röjningar) samt ökat behov av t ex natur- och kulturvårdsåtgärder i odlingslandskapet genom fortsatt ökad igenväxning av odlings- och betesmarker. Dessutom bedöms behovet av vedbaserad biomassa som uppfyller gällande hållbarhetskriterier att fortsatt öka för befintliga och nya energiändamål.

Potentialen av snabbväxande lövträd (framför allt poppel och hybridasp) på nedlagd åkermark är oförändrad jämfört med Börjesson (2016) och en anledning till detta är att arealen nedlagd åkermark snarare ökar än minskar jämfört med 2016. Anledningen till att denna potential inte finns med för 2030 är att omloppstiden är cirka 20-25 år från plantering till avverkning. Förutom cirka 100 000 hektar nedlagd åkermark (som inte uppbär EU-stöd eller omvandlats till skogsmark) finns en ungefär lika stor areal nedlagd betesmark. Denna areal nedlagd betesmark antas, likt i Börjesson (2016), inte vara lämplig för odling av snabbväxande lövträd p g a negativa effekter på biologisk mångfald mm. Däremot kan dessa marker vara aktuella för slytäkt för att motverka igenväxning (se ovan).

3.5 Akvatisk biomassa 2050

I Tabell 5 sammanfattas den ökade tillförselpotentialen för akvatisk biomassa till 2050. Den ökade tillförseln bedöms kunna uppgå till cirka 1 TWh per år vilket är oförändrat jämfört med den tidigare uppskattningen i Börjesson (2016).

Tabell 5. Ökad tillförselpotential av akvatisk biomassa till 2050.

Biomassaråvara	TWh per år
Makro- och mikroalger	1
SUMMA	1

I Börjesson (2016) gjordes en litteratursammanställning och analys av olika produktionssystem för makro- och mikroalger i Sverige som inkluderade skörd av makroalger på stränder och i kustnära områden, odling av makroalger i havsbassänger, odling av mikroalger i dammar vid massa- och pappersbruk samt vid kommunala reningsverk och odling av mikroalger i slutna bioreaktorer. Slutsatsen var att potentialen är relativt liten på grund av tekniska, ekonomiska och klimatmässiga begränsningar och denna bedömning kvarstår i denna reviderade uppskattning. Sedan 2016 har inga stora förändringar skett, till exempel i form av teknikutveckling, som motiverar en ändrad bedömning.

3.6 Sammanlagd ökad tillförselpotential 2030 och 2050

I Tabell 6 sammanfattas den sammanlagda ökade tillförselpotentialen för skogsbaserad, jordbruksbaserad och akvatisk biomassa till 2030 respektive 2050. Den sammanlagda ökade tillförseln bedöms i genomsnitt kunna uppgå till cirka 50 TWh per år till 2030 (41-59 TWh) respektive 67 TWh per år till 2050 (56-79 TWh). Som jämförelse är dessa reviderade potentialuppskattningar i nivå med Börjesson (2016) avseende 2030 men knappt 20% lägre avseende 2050. Det finns dock skillnader i bidraget från olika kategorier av råvaror där vissa tillkommit eller ökat medan andra exkluderats eller minskat i denna reviderade uppskattning jämfört med Börjesson (2016). Dessa förändringar beskrivs i detalj i avsnitten ovan (se avsnitt 3.1 till 3.5).

Tabell 6. Sammanlagd ökad tillförselpotential av biomassa till 2030 och 2050 (TWh/år).

Råvara	2030	2050
Skogsråvara	27-37	34-45
Jordbruksråvara	14-22	21-33
Akvatisk råvara	-	1
SUMMA	41-59	56-79
<i>Medeltal</i>	<i>50</i>	<i>67</i>

4 SLUTSATSER OCH DISKUSSION

I jämförelse med dagens användning av biobränslen i det svenska energisystemet, som uppgår till cirka 140 TWh per år (Energimyndigheten, 2020), så innebär en potentiell ökad tillförsel om 50 TWh per år till 2030 en ökning med cirka 35%. Med en ökad tillförsel om 67 TWh per år till 2050 så blir motsvarande ökning cirka 50%. Detta skulle i sin tur innebära att den historiska årliga ökningstakten av biobränslen i det svenska energisystemet, som legat på i genomsnitt 2-3 TWh per år sedan början av 1990-talet, skulle fortgå på ungefär samma nivå.

De uppskattade potentialerna inkluderar så långt det är möjligt tekniska, ekonomiska och ekologiska begränsningar utifrån dagens förutsättningar (t ex uppfyllande av dagens hållbarhetskriterier i olika regleringar och styrdokument), d v s de presenterade potentialer bedöms vara realistiska att kunna realisera. Dock finns det olika typer av osäkerheter i bedömningarna vilket bl a speglas av de intervall som presenteras och som ungefär uppgår till +/- 20%. Hur stor del av dessa ökade tillförselpotentialer som faktiskt kommer att realiseras beror på ytterligare ett flertal faktorer. Hur stor den faktiska marknadspotentialen blir styrs till stor del av styrmedel inom t ex energi-, klimat- och jordbrukspolitiken, både nationellt och inom EU, som i sin tur påverkar lönsamhet och konkurrensen mot andra energislag samt skogs- och jordbruksbaserade produkter. De närmaste årens utvecklingen av styrmedel som direkt eller indirekt påverkar de biobränslen som inkluderas i denna reviderade potentialuppskattning kommer således att avgöra hur stor del av den ökade tillförselpotentialen som faktiskt kommer att utnyttjas för energiändamål.

5 REFERENSER

Andersson L. (2020). Enabling industrial energy benchmarking – Process-level energy end-use, key performance indicators, and efficiency potential. Dissertation No. 2076, Linköping Studies in Science and Technology, Linköping University.

Börjesson P. (2016). Potential för ökad tillförsel och avsättning av inhemsk biomassa i en växande svensk bioekonomi. Rapport Nr 97, Miljö- och energisystem, Lunds Universitet.

de Jong J., Akselsson C., Egnell G., Löfgren S., Olsson B. (2018). Miljöpåverkan av skogsbränsleuttag – En syntes av forskningsläget baserat på Bränsleprogrammet hållbarhet 2011-2016. Rapport ER 2018:02, Energimyndigheten, Eskilstuna.

de Jong J., Akselsson C., Egnell G., Löfgren S., Olsson B. (2017). Realizing the energy potential of forest biomass in Sweden – How much is environmentally sustainable? *Forest Ecology and Management*, 383, 3–16.

Camia A., Giuntoli J., Jonsson R., Robert N., Cazzaniga N.E., Jasinevicius G., Avitable V., Grassi G., Barredo J.I., Mubareka S. (2021). The use of woody biomass for energy production in the EU. JRC Science for Policy Report, Joint Research Centre, European Union, Luxembourg.

Dernegård, H. (2021). Miljöchef, Holmen. Personlig kommunikation.

Ebenhard T., Forsberg M., Lind T., Nilsson D., Andersson R., Emanuelsson U., Eriksson L., Hultåker O., Iwarsson M., Ståhl G. (2017). Environmental effects of brushwood harvesting for bioenergy. *Forest Ecology and Management*, 383, 85-98.

Emanuelsson U., Ebenhard T., Eriksson L., Forsberg M., Hansson P-A., Hultåker O., Iwarsson Wide M., Lind T., Nilsson D., Ståhl G., Andersson R. (2014). Landsomfattande slytäkt – potential, hinder och möjligheter. Rapport, Centrum för Biologisk Mångfald, Sveriges Lantbruksuniversitet och Uppsala Universitet, Uppsala.

Energimyndigheten (2020). Energiläget 2020. Eskilstuna.

Fossilfritt Sverige (2020). Färdplan för fossilfri konkurrenskraft – Sammanfattningar 2018-2020. Stockholm.

FSC (2021). <https://se.fsc.org/se-se/fscs-betydelse/statistik-och-fakta>

Grönlund Ö. (2018). Gallring och slutavverkning av rotskott från hybridasp. Arbetsrapport 963-2018. SkogForsk, Uppsala.

IVA (2020). 50 procent effektivare energianvändning 2050 – Slutrapport från IVAs projekt Ett energieffektivt samhälle. Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien, Stockholm.

Jordbruksverket (2021). <https://jordbruksverket.se/stod/lantbruk-skogsbruk-och-tradgard/jordbruksmark/forgroningsstod>

Jordbruksverket (2012). Ett klimatvänligt jordbruk 2050. Rapport 2012:35. Jönköping.

Pöyry (2016). Bioenergi från skog och skogsindustri. Stockholm.

Skogsstyrelsen (2015). Skogliga konsekvensanalyser, SKA-15. Jönköping.

Svebio (2020). Färdplan bioenergi – så möter vi behovet av bioenergi för fossilfritt Sverige. Svenska Bioenergiföreningen, Stockholm.

Södra (2020). Årsredovisning och hållbarhetsredovisning 2019. Södra Skogsägarna, Växjö.

Wulff S., Roberge C. (2020). Inventering av granbarkborreangrepp I Götaland och Svealand 2020 – Nationell Riktad Skogsskadeinventering (NRS). Arbetsrapport 521, Inst. för skoglig resurshushållning, Sveriges Lantbruksuniversitet, Umeå.