

Nya terminalsystem för robusta försörjningskedjor av skogsbränsle

Är terminaler en möjliggörare för den norrländska grotpotentialen?

Raul Fernandez Lacruz & Kalvis Kons



Byggarbete och vält med skogsbränsle i Hogdalterminalen, mellan Ytterhogdal och Överhogdal i Härjedalen (september 2023).

Innehåll

Förord	3
Summary	4
Sammanfattning	5
Inledning.....	6
Bakgrund.....	6
Problembeskrivning.....	6
Syfte och Mål	7
Material och metoder	8
Beräkning av grotpotentialen	8
Design på terminalsystem.....	9
Kostnader.....	9
Resultat och diskussion	12
Vägen framåt	13
Referenser	14



Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala
skogforsk@skogforsk.se
skogforsk.se

Kvalitetsgranskning (Intern peer review) har genomförts den 5 april 2024 av Maria Iwarsson Wide, Programchef Värdekedjor. Därefter har Magnus Thor, Forskningschef, granskat och godkänt publikationen för publicering 9 september 2024.

Redaktör: Anna Franck, anna@annafranck.se
©Skogforsk 2024 ISSN 1404-305X

Förord

Denna studie har genomförts under perioden maj 2023–april 2024 med finansiering av Anna och Nils Håkanssons stiftelse. Vi vill rikta ett stort tack till finansiären, kontaktpersonerna i näringen och kollegorna på Skogforsk som har bidragit med relevanta idéer och synpunkter till denna studie.

Sävar, 2024-04-08

Projektgruppen genom projektledare Raul Fernandez Lacruz

Summary

The current situation in Europe has put issues such as security of domestic energy supply at the top of the political agenda, and several measures are required to strengthen Sweden's energy contingency during crisis or war. There is a potential to increase the use of logging residues (treetops and branches) from regeneration fellings, from today's approximately 9 TWh to 24 TWh per year, with most of the potential in northern Sweden. However, re-establishing wood chip procurement from logging residues takes time in northern Sweden due to uncertainties, previously low profitability and shortage of labour and machine resources. One uncertainty associated with logging residues is the accessibility to forest roads during the winter. The risk of material being locked up in the forest, thereby either increasing production costs or creating shortages in periods of high demand, could be minimised by transporting the residues uncomminuted to terminals, to dry out before chipping and transport to a heating plant when needed.

The aim of the study was to analyse how new systems of temporary and permanent terminals can improve flexibility in the supply chain. Results showed that the cost of using temporary terminals next to public roads in combination with a permanent terminal (next to the Swedish railway line *Inlandsbanan*) would be 4-10% higher if 15-26% of the annual chip volume were delivered via temporary terminals. The additional cost can be considered as an insurance to ensure deliveries during the high season and in the event of supply chain disruptions due to weather, breakdowns or other events. The results showed that the conditions for the location of new terminals can differ significantly within the same geographical area, so choosing a "right" location can be crucial for the entire supply chain.

Sammanfattning

Dagens säkerhetspolitiska läge har satt frågor som inhemsk energitillförsel högt upp på agendan och flera åtgärder krävs för att stärka Sveriges energiberedskap under kris eller krig. Det finns en potential att öka grotuttaget från förnygringsavverkningar från dagens cirka 9 TWh till 24 TWh per år, där huvuddelen av potentialen återfinns i Norrland. Att växla upp och återetablera grotverksamheten i Norrland tar tid på grund av osäkerheter, tidigare låg lönsamhet och brist på personal och maskinresurser. En osäkerhet kopplad till leveranser av grot är tillgängligheten till materialet i skogen under vintern. För att minimera risken för inlåsning av material i skogen när efterfrågan är som högst (som kan öka produktionskostnaderna eller leda till bränslebrist), kan groten transporteras osönderdelad till en terminal för att torkas, sönderdelas och transporteras till energikunden utifrån leveransavtal och behov.

Målet med studien var att analysera hur nya system av tillfälliga och permanenta terminaler kan leda till en ökad flexibilitet i försörjningskedjan. Resultaten visade att kostnaden vid användning av tillfälliga terminaler bredvid allmän väg i kombination med en permanent terminal vid Inlandsbanan, var mellan 4 och 10 procent högre, om 15 till 26 procent av den årliga flisvolymen skulle levereras via tillfälliga terminaler. Merkostnaden kan betraktas som en försäkring för att säkerställa leveranserna under högsäsong och vid störningar på grund av väder, haverier eller annan typ av händelser. Resultaten visade att förutsättningarna för placering av nya terminaler kan skilja sig markant inom samma geografiska område och därför kan "rätt" placering vara avgörande för hela försörjningskedjan.

Inledning

Bakgrund

Dagens säkerhetspolitiska läge har satt frågor som inhemsk energitillförsel högt upp på agendan och flera åtgärder krävs för att stärka Sveriges energiberedskap under kris eller krig (Larsson & Carlsson 2024). Bioenergi i form av skogliga restprodukter har en central roll för Sveriges och EU:s försörjningstrygghet och klimatomställning (Björheden & Eckerberg 2024). I mars 2023 slöt Europaparlamentet och Ministerrådet en gemensam överenskommelse gällande revideringen av EU:s Förnybarhetsdirektiv RED III. Där fastslogs att skogliga restprodukter som grenar och toppar (grot) kan fortsätta klassas som förnybara resurser för energiändamål (North Sweden 2023). De senaste skogliga konsekvensanalyserna (SKA22) indikerar att det finns en potential att öka uttaget av grot från föryngringsavverkningar från dagens cirka 9 TWh till 24 TWh per år, inklusive ekologiska restriktioner (Skogsstyrelsen 2022). Huvuddelen av potentialen återfinns i Norrland. En högre efterfrågan är dock svår att möta upp, då verksamheten i Norrland är liten eller obefintlig. Intresse att köpa lokala bränslen finns, men på grund av osäkerheter och tidigare låg lönsamhet tvekar entreprenörer att starta upp igen (Esping 2023). På kort sikt kommer en ökad produktion begränsas av personalbrist och maskinresurser, eftersom nya investeringar behövs och ledtiderna i grotproduktionskedjan är långa (cirka 6–18 månader) till skillnad från rundvirke (cirka 4–6 veckor) (Johannesson m.fl. 2023).

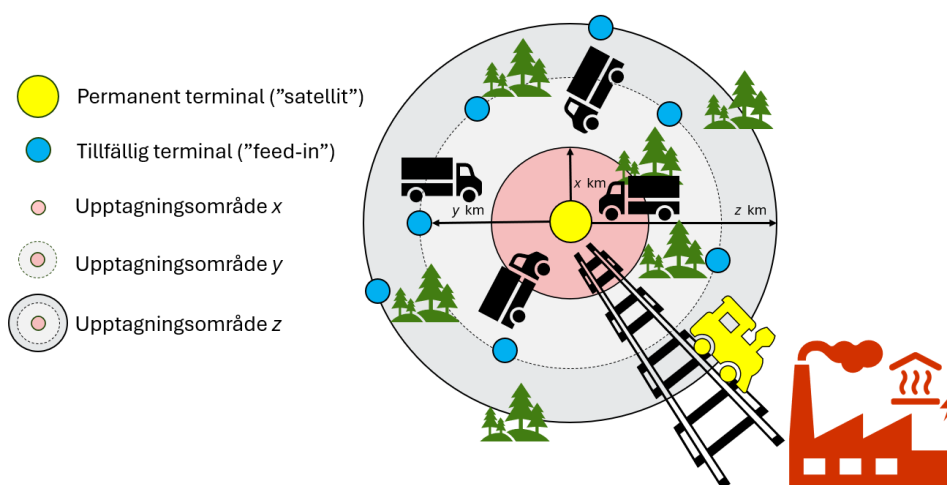
Problembeskrivning

En osäkerhet kopplad till grot är tillgängligheten till materialet såväl på hygget (skogslager) som i vältan vid skogsbilväg (väglager) under vintern. Kostnaden för vinterunderhåll (snöröjning m.m.) av skogsbilvägar (det vill säga funktionella väglager 7–9, Skogskunskap 2021) är hög i Norrland, som en följd av att den långa vintersäsongen medför upprepade snöröjningar. Framkomligheten på skogsbilvägar minskar också under vår- och höstförfallet, och detta gäller för hela landet. I kombination med ett lägre grotutfall per hektar och längre avstånd till energikunderna, är lönsamheten och därmed incitamentet för att öka grotuttaget lägre i norra än södra Sverige. Avståndet till energikunderna är en begränsande faktor för att nyttja mer skogsbränsle, men Inlandsbanan kan utgöra en potentiell transportled för skogsbränsle från Norrlands inland (Enström m.fl. 2010, 2016).

För att minimera risken för inlåsning av grot i skogen under vintern när efterfrågan är som högst och för att säkra tillgången, kan materialet transporteras osönderdelat som lösgrot till en terminal, antingen direkt efter avverkning (grön grot) eller efter hyggeslagring (brun grot). Genom att samla grot från flera trakter till en och samma yta underlättas logistikplaneringen och där kan materialet torkas, avbarras, sönderdelas och transporteras till kunden utifrån leveransavtal och behov. Ekonomin i lösgrotsystemet är dock känslig för transportavståndet, på grund av relativt låga nettolastvikter i grotbilar (Johannesson m.fl. 2023) och därför är flisning i skogen det vanligaste alternativet (Brunberg 2014). En effektiv sönderdelning vid terminal kan dock i vissa fall kompensera för den dyrare transporten, genom minskade etableringskostnader och jämnare arbete över året, som ökar utnyttjandegraden av maskinparken.

I denna studie presenterar vi ett koncept på terminalnätverk bestående av tillfälliga terminaler och en permanent järnvägsterminal (Figur 1). En tillfällig terminal kan definieras som ett mindre mellanlager (i denna studie ≤ 3 ha) för lagring och

sönderdelning, placerad vid en allmän väg. Dessa terminaler kan betraktas som "feed-in"-terminaler med tanke på deras storlek och roll i kedjan. Exempel på dessa ytor (oftast ≤ 1 ha) kan vara nedlagda grustäckor, grusade industriområden (i bästa fall asfalterade och/eller med tak) och även nedlagda flygfält. Dessa ytor bör inte behöva nya investeringar eller regelbundet underhåll och kan läggas ner "igen" när lagringsbehovet upphör. Däremot kan en permanent terminal betraktas som en stor yta (i denna studie >10 ha) för lagring, sönderdelning och byte från väg- till järnvägstransport (och vice versa), motsvarande "satellit"-terminaler. Dessa ytor har regelbundet underhåll, maskinresurser (exempelvis en truck för hantering av rundvirke och en hjullastare för skogsbränsle) och mätsystem. Som exempel på permanent terminal valdes den nybyggda Hogdalterminalen (mellan Ytterhogdal och Överhogdal i Härjedalen), som är ansluten till Inlandsbanan och öppen för alla aktörer i branschen (Inlandsbanan AB 2023).



Figur 1. Koncept på terminalnätverk, med tre olika upptagningsområden som exempel. Sju tillfälliga terminaler ("feed-in") betjänar en permanent terminal ("satellit") med järnvägsanslutning till kund.

Traditionellt har man försökt undvika terminaler på grund av omlastningskostnader, kapitalkostnader och substansförluster för flisat material, som oundvikligen ökar den totala leveranskostnaden. Men i praktiken är terminaler en nödvändighet i brist på lagringsutrymme hos energikunden eller vid långa transportavstånd från råvaran till kunden. Frågan om hur terminaler kan utformas och upprätthållas för att öka flexibilitet, kostnadseffektivitet och leveranssäkerhet väcks därför på nytt.

Syfte och Mål

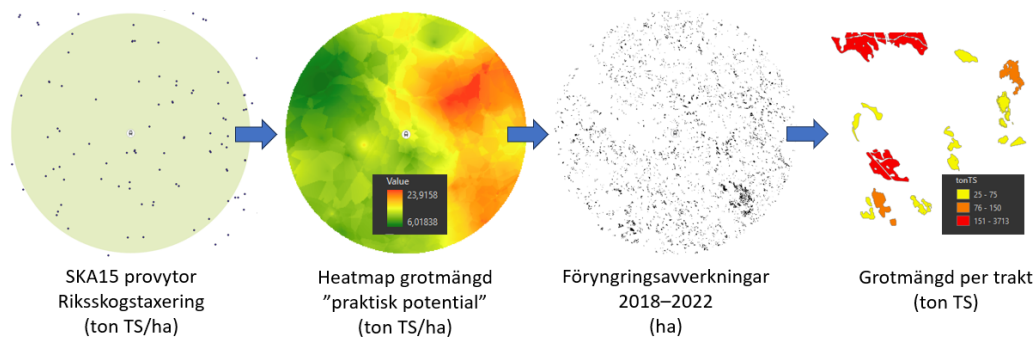
Det övergripande syftet var att ta fram nya beslutsunderlag för att öka grotuttaget i Norrland och därigenom den nationella försörjningstryggheten. Målsättningen var att analysera hur nya system av tillfälliga och permanenta terminaler kan leda till en ökad robusthet och flexibilitet i försörjningskedjan. De specifika frågeställningarna var:

1. Hur mycket grot finns att ta tillvara inom ett avgränsat område i Härjedalen?
2. Hur många tillfälliga terminaler kan behövas?
3. Hur mycket dyrare blir leveranskostnaden av grotflis via tillfälliga terminaler jämfört med direkta leveranser från skogen till en permanent järnvägsterminal?

Material och metoder

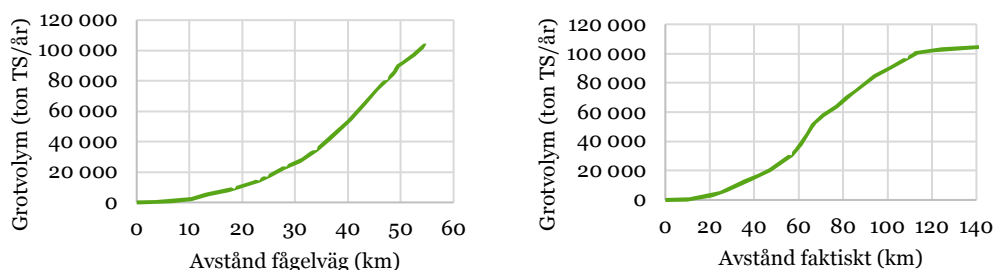
Beräkning av grotpotentialen

Den årliga grotpotentialen från föryngringsavverkningar beräknades för ett upptagningsområde på 9 500 km² (55 km radie fågelvägen) runt Hogdalsterminalen (Figur 2). Som grunddata användes SKA15-resultat ("Dagens skogsbruk" scenario) som gav en bruttogrotvolym vid enskilda provytor, ton torrs substans (TS) per hektar (ha). Värdena interpolerades, och ett färgdiagram (*heatmap*) skapades för hela upptagningsområdet. Den beräknade potentialen avser en "praktisk" potential, inklusive ekologiska restriktioner, på produktiv skogsmark som inte innefattas av reservat, frivilliga avsättningar eller hänsynsytor. Till denna togs hänsyn till Skogsstyrelsens rekommendationer vid uttag av skogsbränsle och förluster som oundvikligen sker från hygget till vältan, som i Fernandez-Lacruz m.fl. (2023). Polygoner för alla utförda avverkningar under perioden 2018–2022 hämtades från Skogsstyrelsen (2023) och till dessa allokerades värdena i färgdiagrammet för att beräkna grotutfallet, ton TS per trakt. Små trakter (<25 ton TS) togs bort i enlighet med den lägsta gränsen för grotuttag som i Eriksson m.fl. (2024). Den beräknade "praktiska" potentialen i studieområdet motsvarade cirka 60 procent av bruttopotentialen.



Figur 2. Arbetsflöde för beräkning av grotpotentialen i studieområdet.

Potentialen presenterades som en funktion av avstånd fågelvägen och faktiskt avstånd från skogen till Hogdalsterminalen (Figur 3). Potentialen uppgick till 104 634 ton TS/år, motsvarande cirka 0,5 TWh/år eller 4 tåg med grotflis i veckan (för ett tågset med 22 vagnar med 3 containrar per vagn, som ger en nettolastvikt på cirka 500 ton TS/tågset).



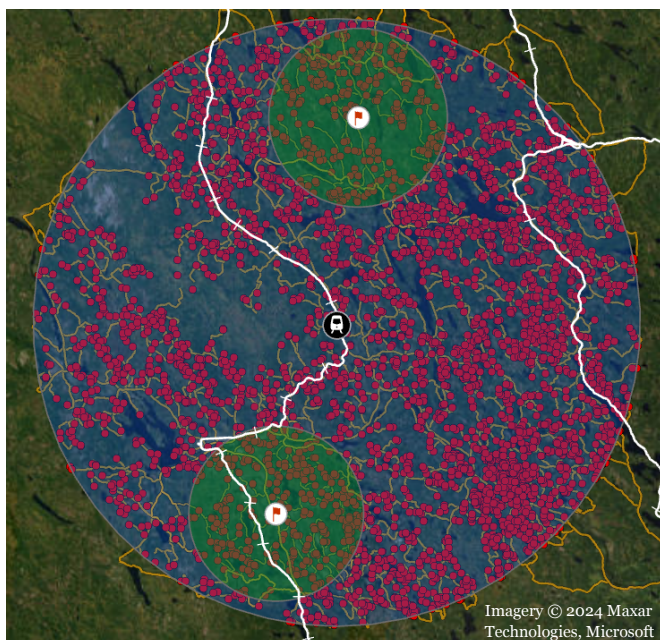
Figur 3. Potentiell grotvolym som en funktion av avståndet fågelvägen (till vänster) och faktiskt avstånd (till höger) från vältan vid väg i skogen till Hogdalsterminalen. I genomsnitt var slingerfaktorn 1,8, vilket förklarar skillnaden mellan fågelvägen och faktiskt transportavstånd.

Design på terminalsystem

Två scenarier definierades i syfte att jämföra leveranskostnaden av grothflis:

- Scenario 1: leverans från skogen till Hogdalterminalen, direkt.
- Scenario 2: leverans från skogen till Hogdalterminalen, via tillfälliga terminaler.

För scenario 2 undersöktes ett flertal kombinationer av tillfälliga terminaler med varierande storlek på lagringsytan (mellan 0,5 och 3 ha). För varje storlek beräknades en teoretisk lagringskapacitet för lösgrot, med omräkningstalet 1,25 MWh/m² (Virkkunen m.fl. 2015). Placering av de tillfälliga terminalerna slumpades ut i studieområdet, med kravet att de placerades bredvid en allmän väg och inte överlappade varandras upptagningsområde. Den nationella vägdaten (NVDB) och nätverksanalyser (*closest facility*) användes för att beräkna rutterna och längden på transportsträckan som går via skogsbilväg respektive allmän väg (Figur 4).



Figur 4. Exempel på resultat från nätverksanalys (orange färgade linjer) från vältor vid skogsbilväg (röda punkter) till två tillfälliga terminaler (flaggor) och Hogdalterminalen (tågsymbolen). Den teoretiska utsträckningen på upptagningsområdena (gröna cirklar) begränsas av storleken på lagringsytan hos de tillfälliga terminalerna. Den blå cirkeln avgränsar studieområdet och den vita linjen representerar järnvägen.

Kostnader

Jämförelsen mellan Scenario 1 och 2 begränsades till kostnader för sönderdelning och transport, beroende på transportavstånd och grottmängd vid vältor eller tillfällig terminal. Kostnader och antaganden från Eriksson m.fl. (2024) för två system användes: en huggbil, som både flisar och transporterar (Figur 5), och en större lastbilsmonterad hugg med två flisbilar för transport (Figur 6).



Figur 5. Arbete med en huggbil. Foto: Raul Fernandez Lacruz.



Figur 6. Arbete med en större lastbilsmonterad flishugg och en flisbil. Foto: Torbjörn Esping (Bioenergitidningen).

Specifikt för scenario 1 tillkom en kostnad för snöröjning av skogsbilvägarna, för alla vältor som skulle flisas under vintern. Med SMHI:s observationsdata för väderstationen i Ytterhogdal (stationsnummer 124110, period 2013–2023) faställdes att plogningssäsongen i studieområdet börjar i november och sträcker sig till slutet av april. Snödjupet under säsongen beräknades till 31 cm i genomsnitt, men kan vara mer än dubbelt så stort längre in på vintern. Variation i längden av plogningssäsongen och snödjupet förekommer inom samma geografiska område och mellan år. Kostnad för plogning av skogsbilvägarna beror i stort sett på snödjupet och längden av vägen. Plogningsavståndet beräknades från varje vältor vid skogsbilväg till närmsta korsning vid allmän väg. Baserad på uppgifter från praktiken användes en genomsnittlig snöröjningskostnad på 0,5 kr/m. Denna kostnad måste dock betraktas som en indikation och justeras från fall till fall, eftersom det i verkligheten finns en stor variation mellan "lätta" och "svåra" snöröjningar.

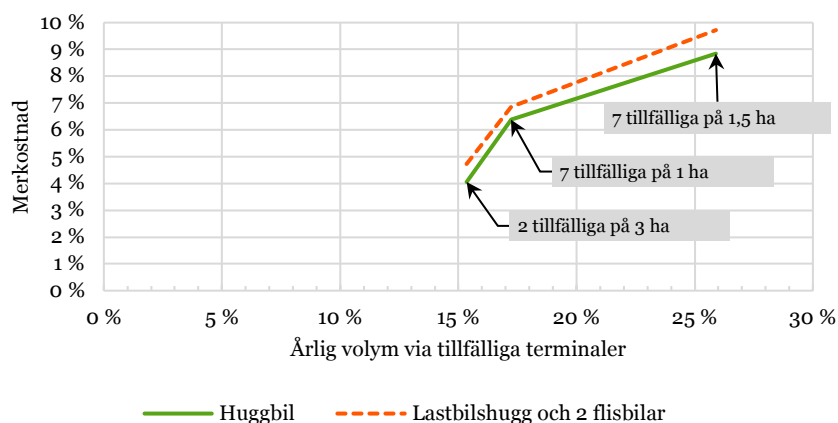
Specifikt för scenario 2 tillkom en kostnad för transport av lösgrot med en grotbil (Figur 7) från vältan till de tillfälliga terminalerna. Normalt sett är volym den begränsande faktorn vid transport av lösgrot eftersom det är ett skrymmande sortiment. Baserat på inmättningsdata från Biometria, användes en genomsnittlig vikt på 25 råton för ett fullt lass av grön grot under vinterhalvåret. I praktiken förekommer en variation på lastvikter, beroende på fukthalt, säsong och hantering. Kostnaden per transporterad ton TS längs en sträcka, som längst 50 km (enkelväg), beräknades vara 44 procent högre för en grotbil än motsvarande kostnad för en skopbil (det vill säga en flisbil med självlastande skopa) som i studien av Eriksson m.fl. (2024). I jämförelsen mellan scenario 1 och scenario 2 antogs det att kostnaden för snöröjning av skogsbilvägar uteblev vid användning av tillfälliga terminaler. Detta eftersom terminalerna skulle placeras bredvid allmän väg och transportererna med grotbilen vintertid skulle ske direkt efter avverkningen (alternativt under barmarkssäsongen).



Figur 7. Arbete med en grotbil. Foto: Raul Fernandez Lacruz.

Resultat och diskussion

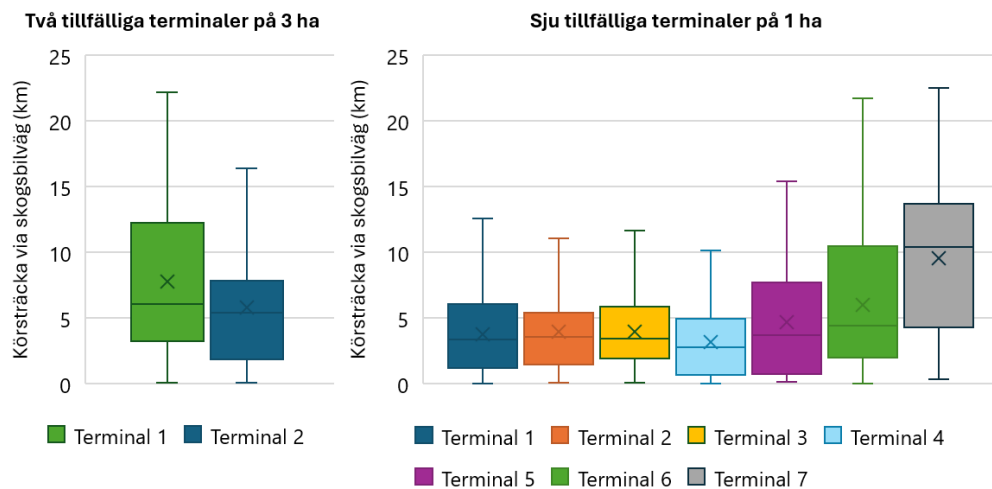
Kostnaden för flisleveranser via tillfälliga terminaler var mellan 4–10 procent högre jämfört med direkta leveranser från skogen till den permanenta terminalen (Figur 8). Den högre kostnaden var en följd av den extra omlastningen som oundvikligen sker med grotbilen. Merkostnaden berodde i hög grad på andelen av den årliga volymen som gick via tillfälliga terminaler (mellan 15–26 procent, för tre utvalda terminalsystem). I sin tur berodde detta på antal, storlek och placering av tillfälliga terminaler i förhållande till varandra och till järnvägsterminalen. Skillnaden mellan flisningssystem med huggbil eller lastbilshugg med två flisbilar var små (cirka 1 procent), vilket innebär att båda systemen var jämlika under studiens förutsättningar. Trots den högre leveranskostnaden via tillfälliga terminaler (i linje med merkostnaden för terminaler i överhuvudtaget, se Fernandez-Lacruz m.fl. 2019 och Enström m.fl. 2021), kan dessa ändå utgöra ett alternativ till väglagringen och kan betraktas som en försäkring för en hög leveranssäkerhet. Andra kostnader kopplade till terminalhantering som inte ingick i jämförelsen (iordningställning av plats, markhyra, administration, mätning, substansförluster, etcetera) kan ändra kostnadsjämförelsen.



Figur 8. Merkostnad för leverans av grothflis via tillfälliga terminaler som funktion av andel av årlig volym (104 634 ton TS) som går via tillfälliga terminaler, uppdelad per flisningssystem. Antal tillfälliga terminaler och storlek per terminal indikeras för tre utvalda terminalsystem.

Transportarbetet påverkades markant av terminalsystemet. För scenario 1 (om allt material flisades och kördes från skogen till Hogdalsterminalen) beräknades ett volymviktat medeltransportavstånd på 69 km enkelväg (med en genomsnittlig längd på transport som går via skogsbilväg på 7,5 km). Medeltransportavståndet minskade med 11 procent vid användning av två tillfälliga terminaler på 3 ha, 15 procent (sju tillfälliga på 1 ha) och 23 procent (sju tillfälliga på 1,5 ha).

För grotbilen i scenario 2 var medeltransportavståndet 29 km enkelväg (två tillfälliga terminaler på 3 ha), 11 km (sju tillfälliga på 1 ha) och 15 km (sju tillfälliga på 1,5 ha). Även om studien avgränsades till samma geografiska område, förekom en variation på längden av transportsträckan som går via skogsbilväg respektive allmän väg för olika placeringar (Figur 9). Därför är det viktigt att välja "rätt" terminalplacering för att minimera transportkostnader.



Figur 9. Lådagran över transportsträckan (enkelväg) som går via skogsbilväg (funktionella väglklasser 7–9), från vält vid väg i skogen till tillfälliga terminaler, för två utvalda terminalsystem. Medianen representeras med ett streck genom lådan och medelvärde med ett kryss.

Vägen framåt

Inför etableringen av nya terminaler och industrianläggningar kan nya optimeringsverktyg utvecklas och användas i planeringsfasen för att jämföra mellan olika placeringar (Eriksson m.fl. 2024). Detta kan genomföras med hänsyn till flera mål och faktorer, bland annat tillgänglighet och kvalitet på råvaran, infrastruktur, kunderna, kostnader, vatten och miljöfrågor (exempelvis för att minimera damm-, lukt- och bullerförekomst, se Hedlund & Andersson 2013) och sociala hållbarhetsaspekter. I praktiken krävs det miljötillstånd från kommunen/Länsstyrelsen för att etablera nya terminaler, vilket innebär att processen och handläggningstiderna kan skilja sig mellan regioner i Sverige. Detta gör det ännu viktigare att välja ”den bästa” platsen från början.

Den tillgängliga grotpotentialen i denna studie antar att avverkningsnivåer och skogsskötsel i framtiden är liknande som det ser ut idag, men detta kan påverkas av ny nationell och EU-lagstiftning. Figur 3 visade att knappt 20 procent av grotpotentialen fanns inom 40 km (faktiskt avstånd) från Hogdalterminalen. Detta innebär att om man bortser från tillfälliga terminaler, bör den största andelen av groten behöva flisas i skogen för en kostnadseffektiv transport till järnvägsterminalen. Detta kan ställa större krav på logistikplaneringen och tillgänglighet på lagringsyta hos Hogdalterminalen, som vid tillfälle kan behöva prioriteras för andra sortiment med större ekonomiska marginaler än grotflis (till exempel massaved, timmer eller färdiga gods). För det flisade materialet bör man också räkna med substansförluster under lagring (Eliasson & Anerud 2018). Ett alternativ kan vara att jobba med prioriteringsordning: grot från trakter med de bästa förutsättningarna avseende grotmängd och transportavstånd reserveras för direkta leveranser till Hogdalterminalen under högsäsong, medan grot från trakter med sämre förutsättningar transporteras till tillfälliga terminaler under lågsäsong och flisas vid behov.

Referenser

- Björheden, R., & Eckerberg, K. 2024. Bioenergi från skogen - möjligheter och begränsningar: Slutrapport från KSLA:s klimatgrupp för bioenergi.
- Brunberg, T. 2014. Skogsbränslets metoder, sortiment och kostnader 2013. Skogforsk, kunskapsartikel 74–2014. Tillgänglig: <https://www.skogforsk.se/kunskapsbanken/kunskapsartiklar/2014/Skogsbranslets-metoder-sortiment-och-kostnader-2013/>
- Eliasson, L. & Anerud, E. 2018. Bättre och billigare bränsle om flisstackar täcks vid lagring. Skogforsk, kunskapsartikel 68–2018. Tillgänglig: <https://www.skogforsk.se/kunskapsbanken/kunskapsartiklar/2018/battre-och-billigare-bransle-om-flisstackar-tacks-vid-lagring/>
- Enström, J., Asmoarp, V., Davidsson, A., Johansson, F., Jönsson, P. & Mohtashami, S. 2016. Transportsystemet Inlandsbanan. Skogforsk, arbetsrapport nr. 902–2016.
- Enström, J., Barth, A., Winberg, P., Fogdestam, N. & Berg, S. 2010. Inlandsbanans potential för Sveriges skogsbränsleförsörjning. Skogforsk, arbetsrapport nr. 727–2010.
- Enström, J., Eriksson, A., Eliasson, L., Larsson, A., & Olsson, L. 2021. Wood chip supply from forest to port of loading – A simulation study. Biomass and Bioenergy, 152, 106182.
- Eriksson, A., Engberg Sundström, L., Westlund, K. & Fernandez-Lacruz, R. 2024. Nytt integrerat tankesätt ger nya lösningar på framtidens logistikpussel. Skogforsk, kunskapsartikel nr. 38–2024. Tillgänglig: <https://www.skogforsk.se/kunskapsbanken/kunskapsartiklar/2024/nytt-integrerat-tankesatt-ger-nya-losningar-pa-framtidens-logistikpussel/>
- Eriksson, A., Johannesson, T. & Eliasson, L. 2024. Systemanalys av flisning och transport av grot. Riktlinjer för planering av transport och sönderdelning av grot i olika miljöer. Skogforsk, arbetsrapport nr. 1188–2024.
- Esping, T. 2023. Groten gör comeback i Norrland. ATL Skog. Publicerad den 30 januari 2023. Tillgänglig: <https://www.atl.nu/groten-gor-comeback-i-norrland/>
- Fernandez-Lacruz, R., Eriksson, A., & Bergström, D. 2019. Simulation-based cost analysis of industrial supply of chips from logging residues and small-diameter trees. Forests, 11(1), 1.
- Fernandez-Lacruz, R., Eriksson, A., Parklund, T., Davidsson, A. & Eliasson, L. 2023. Vad kostar det att ta ut mer biobränsle från skogen? Skogforsk, kunskapsartikel 11–2023. Tillgänglig: <https://www.skogforsk.se/kunskapsbanken/kunskapsartiklar/2023/vad-kostar-det-att-ta-ut-mer-skogsbiobransle/>
- Hedlund, A. & Andersson, I.-M. 2013. Bullerförekomst vid sönderdelning av skogsbränsle. Working papers in transport, tourism, information technology and microdata analysis. ISSN 1650–5581; 2013:04. Högskolan Dalarna, Akademin Industri och samhälle, Arbetsvetenskap.
- Inlandsbanan AB. 2023. Hogdalterminalen invigd 2023-12-20. Tillgänglig: <https://inlandsbanan.se/hogdalterminalen-invigd/>
- Johannesson, T., Valund, T., Eliasson, L., Eriksson, A., Anerud, E., Fernandez-Lacruz, R. & Parklund, T. 2023. Uttag av grot som skogsbränsle. SLU Skogsmästarskolans Rapportserie 2023:01. 75 s.

Larsson, A. & Carlsson, M. 2024. Uppdrag om åtgärdsförslag inom det civila försvaret inför nästa försvarspolitiska inriktningsproposition. Redovisning av regeringsuppdrag (Fö2023/01998). Energimyndigheten.

North Sweden European Office. 2023. Restprodukter från skogen får fortsatt klassas som förnybara enligt ny överenskommelse. Tillgänglig:
<https://www.northsweden.eu/nyheter/2023/restprodukter-fraan-skogen-faar-fortsatt-klassas-som-foerneybara-enligt-ny-oeverenskommelse/>

Skogskunskap. 2021. Vägklasser i skogen – Skogskunskap. Tillgänglig:
<https://www.skogskunskap.se/vagar-i-skogen/om-skogsbilvagar/skogsbilvagar-och-andra-enskilda-vagar/vagklasser-i-skogen/>

Skogsstyrelsen. 2022. Skogliga konsekvensanalyser 2022 – syntesrapport. Rapport 2022/11. Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/mer-om-skog/skogliga-konsekvensanalyser/>

Skogsstyrelsen. 2023. Skogsstyrelsens nedladdningstjänst för utförd avverkning. Tillgänglig: <https://geodpags.skogsstyrelsen.se/geodataport/feeds/UtfordAvverk.xml>

Virkkunen, M., Kari, M., Hankalin, V. & Nummelin, J. 2015. Solid biomass fuel terminal concepts and a cost analysis of a satellite terminal concept. VTT Technology, 211, 2015.