



Optimera försörjningskedjan för GROT

*Supply Chain Optimisation of
GROT (forest residues)*

ERIK THORNGREN



Examensarbete i skogshushållning, 15 hp

Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2025:11

SLU-Skogsmästarskolan

Box 43

739 21 SKINNSKATTEBERG

Tel: 0222-349 50

Optimera försörjningskedjan för GROT

Supply Chain Optimisation of GROT (forest residues)

Erik Thorngren

Handledare: Staffan Stenhag, SLU Skogsmästarskolan

Examinator: Eric Sundstedt, SLU Skogsmästarskolan

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Självständigt arbete (examensarbete) med nivå och fördjupning G2E med möjlighet att erhålla kandidat- och yrkesexamen

Kurstitel: Kandidatarbete i Skogshushållning

Kursansvarig institution: Skogsmästarskolan

Kurskod: EX0938

Program/utbildning: Skogsmästarprogrammet

Utgivningsort: Skinnskatteberg

Utgivningsår: 2025

Omslagsbild: Informationsskyltar gjorda för lastbilsförare. Statkraft AB, värmeverk i Trosa. Foto: Erik Thorngren

Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Serietitel: Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

Delnummer i serien: 2025:11

Nyckelord: Bioenergi, skogsbränsleflöde, grönrisskotning



Sveriges lantbruksuniversitet
Skogsvetenskapliga fakulteten
Skogsmästarskolan

Sammanfattning

En intervjustudie har genomförts som ett examensarbete med Holmen Skog AB som uppdragsgivare. Arbetet behandlar handel och hantering av grot (grenar och toppar) som är ett fast primärt biobränsle.

Syftet med arbetet har varit att få en fördjupad kunskap inom branschen och därmed förstå hela försörjningskedjan kring grot och synliggöra hur olika aktörer arbetar med framställningen. På så vis kommer ny kunskap tas fram som Holmen Skog AB kan använda i sin verksamhet, detta främst med kapitallagring, fukthalter, leveranskrav och leveranssäkerhet i beaktande. Ämnet är viktigt då branschen växer och groten blir alltmer viktig.

Fasta skogsbränslen används i stor utsträckning till el- och värmeproduktion och biobränslepriserna varierar mycket eftersom de följer konjunkturcyklerna i samhället. Urvalet av informanter har skett i Mellansverige tillsammans med biobränslechef och ansvarig för kundkontakt för sekundära biobränslen på Holmen. Värmeverkskunder i olika storlek och med olika förbränningstekniker har inkluderats. Även åkerier för transport av flisad och oflisad grot. Vidare har olika tekniker för flisning och skotning ingått i studien. Köpchef för Mälardalen har representerat Holmen i intervjuerna.

Kvalitetskrav från kunder och leveranssäkerhet är centrala i hanteringen. Kvaliteten på grot är varierande. Lagringsförutsättningarna på anläggningarna i studien har visat sig vara mycket begränsade samtidigt som bristande traktbanker hos entreprenörer har konstaterats. En stor traktbank innebär större valmöjligheter och en bättre torkning som leder till ett högvärdigt bränsle som tål längre transportavstånd. Här finns det mycket att vinna enligt informanterna. Även användandet av returfrakter har visat sig vara effektivt. Nuvarande fenomen styr för mycket mot leveranser till värmeverken, "Just-In-Time" vilket ger ett mer sårbart system. Större pannor har visat sig vara betydligt mer toleranta än mindre gällande grotens fukthalt, fraktioner, kvävehalter, föroreningar och asksmältpunkter. Större anläggningar har inte heller samma problem med att elda färsk, grön grot, beroende på säsong. Efterfrågad fukthalt varierar, delvis beroende på hur hög effekt man önskar få ut från rökgaskondensor kontra direktkondensering.

En oklarhet och oro kring kväverikt bränsle och NO_x-utsläpp, dvs. kväveoxider, har konstaterats. Det har även konstaterats att grot är en mycket känslig produkt där årstid, skotningsplanering, ersättningsform för skördarförarna, bra vältplatser, optimal hantering och planering kring transporter spelar särskilt stor roll. Att ta fram sortimentet grot är kostsammare jämfört med sekundära biobränslen; därför bör det också vara torrt med ett högre effektivt värmevärde. Erfarenhetsmässigt krävs generellt en sommars torkning. Åsikterna om skotning av grön kontra brun grot har visat sig vara delade.

Nyckelord: Bioenergi, Skogsbränsleflöde, Grönrisskotning

Abstract

A qualitative interview study has been conducted as a thesis with Holmen Skog AB as the client. The work deals with trade and handling of forest residue (branches and tops), which are a primary solid biofuel.

The aim of the work has been to gain in-depth knowledge within the industry and thereby understand the entire supply chain around forest residues and make visible how different actors work with the production. In this way, new knowledge will be developed that Holmen Skog AB can use in its operations, primarily considering capital storage, moisture content, delivery requirements and its reliability. This topic is important as the industry is growing and forest residue is becoming increasingly more important.

Solid forest fuels are widely used for electricity and heat production and biofuel prices vary greatly because they usually follow business cycles in society. The selection of informants has been made in central Sweden together with the biofuel manager and the person responsible for customer contact for secondary biofuels at Holmen. It has been desirable to have a spread of the study. Therefore, heating plant customers of different sizes and with different combustion technologies have been included. Also, haulage companies for the transport of chipped and unchipped forest residue. Furthermore, different techniques for chipping and forwarding have been included in the study. The purchasing manager for the Mälardalen region has represented Holmen in the interviews.

Quality requirements from customers and delivery reliability are central to the management. The quality for forest residues vary. Storage conditions at plants in the study have proven to be very limited, while a lack of tract banks among contractors has been found. A large tract bank means greater choice and better drying, which leads to a high-quality fuel that withstands longer transport distances. There is much to be gained here, according to the informants. The use of return freight has also proven effective. The current phenomenon is more towards a Just-In-Time approach and a more fragile system. Larger plants have proven to be significantly more tolerant than smaller ones regarding forest residues. This is mainly a matter of moisture content, fractions, nitrogen content, impurities and ash melting points. Larger plants also do not have the same problems with burning fresh, green residue, depending on the season. The required moisture content varies, partly depending on how high an output one wishes to obtain from a flue gas condenser versus direct condensation.

An uncertainty and concern about nitrogen-rich fuel and NO_x emissions, i.e. nitrogen oxides, has been noted. It has also been noted that forest residues are a relatively sensitive product where the season, forwarding planning, compensation for forwarder drivers, good tipping sites, optimal handling and planning for transport play a particularly important role. Producing the assortment forest residues is more costly compared to secondary biofuels; therefore, it should also be dry with a higher effective heating value. Experience shows that a summer of drying is generally required. Opinions on forwarding fresh green versus dry brown residue have proven to be divided.

Keywords: Bioenergy, Forest fuel flow, Green branches forwarding

Riassunto

È stato condotto uno studio basato su interviste come progetto di laurea con Holmen Skog AB come cliente. Il lavoro riguarda il commercio e la gestione di residui forestali (rami e cime), che costituiscono un biocombustibile primario solido.

L'obiettivo era quello di acquisire una conoscenza approfondita del settore e quindi comprendere l'intera catena di fornitura e rendere visibile il modo in cui i diversi attori lavorano con la produzione di residui forestali. In questo modo, verranno sviluppate nuove conoscenze che Holmen Skog AB può utilizzare nella sua attività, tenendo conto principalmente dello stoccaggio del materiale, dei livelli di umidità, dei requisiti di consegna e della sua stessa affidabilità. Questo argomento è importante poiché il settore è in crescita ed il residuo forestale diventa sempre più importante.

I combustibili solidi forestali sono ampiamente utilizzati per la produzione di elettricità e calore, ed i prezzi dei biocarburanti variano notevolmente, poiché generalmente seguono i cicli economici della società. La selezione degli informatori è stata condotta nella Svezia centrale insieme al capo del settore biocarburanti e al responsabile del contatto coi clienti per i biocarburanti secondari di Holmen. Si è deciso di includere clienti d'impianti di riscaldamento diversi per dimensioni e per tecnologie di combustione e aziende di autotrasporti di residui interi e di cippato. Inoltre, nello studio sono state incluse varie tecniche di cippatura e spostamento con Forwarder. Il responsabile acquisti per la regione di Mälardalen ha rappresentato Holmen nelle interviste.

I requisiti di qualità richiesti dai clienti e l'affidabilità delle consegne sono fondamentali per la gestione. La qualità varia. Le condizioni di stoccaggio presso gli impianti nello studio si sono rivelate limitate, mentre sono state identificate riserve di terreni inadeguate tra gli appaltatori che raccolgono i residui con i trattori Forwarder. Un'ampia riserva di terreni implica una maggiore scelta e migliore essiccazione, che si traducono in un combustibile di alta qualità ed in grado di resistere a distanze di trasporto più lunghe. Qui c'è un grande margine di guadagno secondo gli informatori. Anche l'uso della spedizione di ritorno si è dimostrato efficace. Il fenomeno attuale è troppo orientato alle consegne "Just-In-Time" agli impianti, il che rende il sistema più vulnerabile. Gli impianti più grandi hanno dimostrato di essere notevolmente più tolleranti delle piccole considerando i residui forestali. Ciò vale per il contenuto di umidità, le frazioni, il contenuto di azoto, le impurità ed i punti di fusione delle ceneri. Gli impianti più grandi, inoltre, non hanno problemi a bruciare residui freschi e verdi, a seconda della stagione. Il contenuto di umidità richiesto varia, in parte, a seconda di quanta potenza si desidera ottenere da un condensatore di gas di combustione rispetto alla condensazione diretta.

Sono emerse incertezza e preoccupazione circa i combustibili ricchi di azoto e le emissioni di NO_x, ossia ossidi di azoto. Si è inoltre scoperto che il residuo forestale è un prodotto molto sensibile, per il quale la stagione, la pianificazione dell'inoltro con i Forwarder, la retribuzione degli autisti degli stessi, la scelta di ubicazioni ariose e soleggiate, la maneggevolezza ottimale e la pianificazione del trasporto svolgono un ruolo particolarmente importante. Produrre l'assortimento residuo forestale è più costoso rispetto ai biocarburanti secondari; di conseguenza risulta preferibile un residuo secco e con un valore calorifico effettivo più elevato. L'esperienza dimostra che generalmente è necessaria un'estate di essiccazione. I pareri sull'inoltro di residui freschi e verdi, rispetto a quelli marroni secchi, si sono rivelati discordi.

Parole chiave: Bioenergia, Flusso di combustibile forestale, Spedizione di rami verdi

Förord

För drygt fyra år sedan hade jag inte mer koppling till skogsbruk än vedhuggning och eldning och det jag själv iakttagit under fiske, jakt, kajakpaddling och löpning. När jag under ett år bosatte mig i en tältkåta i Jämtland hade jag kontinuerlig kontakt med maskinförare och skogsvaktare på skogsbolaget som ägde marken där. På så vis fick jag upp ögonen för branschen och de många jobbmöjligheter som ryms inom ämnet skog. Nu står jag här efter ett skogligt basår, med månaders praktikerfarenhet, en utbytetermin vid Università degli Studi di Padova och tre år med klassen 22/25 på skogsmästarskolan. Det har gett mig en helt annan erfarenhet, inblick och förståelse för hur komplext, mångsidigt och intressant detta ämne är. För tre år sedan förstod jag inte hur jag skulle kunna klara av alla tuffa perioder av utbildningen som för mig bestått av teoretiska ämnen som matematik, statistik och ekonomi. Att jag dessutom klarat att orientera mig bland olika arbeten, kurser och tentamina på ett annat språk hade jag inte ens kunnat föreställa mig i början av utbildningen. Därför är det med stor glädje och tillfredsställelse jag nu i slutet av min sista kurs och därmed också skogsmästarutbildningen kan presentera mitt kandidatarbete som handlar om skogsbränslen.

Jag har alltid varit fascinerad av eld och förbränningstekniker. Att få fördjupade kunskaper inom biobränslen och värmeproduktion i större skala har varit intressant och något som jag länge haft frågor kring. Tack vare de inom branschen som ställt upp och tagit sig tid att intervjuas har detta arbete gått att genomföra. Därför vill jag ägna ett särskilt stort tack till er. Jag vill även tacka Jesper Hulterström och Emma Karlsson på Holmen Skog AB som varit min uppdragsgivare och mina kontaktpersoner genom processen. Utan er hade det blivit svårt att genomföra detta arbete. Slutligen vill jag tacka Staffan Stenhag på Skogsmästarskolan som varit min handledare under denna period. Tack!

Tyresö, juni 2025
Erik Thorngren

“Lo spirito è quello di provare a noi stessi che possiamo farcela”

Lucio Battisti

Innehåll

1. INLEDNING	1
1.1 BAKGRUND	1
1.2 BIOBRÄNSLE	1
1.3 TIDIGARE STUDIER OM GROT	3
1.3.1 MILJÖASPEKTER	3
1.3.2 MARKNADEN FÖR GROT	4
1.3.3 SKOTNING, MASKINSYSTEM OCH PLANERING I FÄLT FÖR GROT	5
1.4 LAGRING	6
1.4.1 HYGESLAGRING	6
1.4.2 FUKTHALTER I GROT	7
1.5 PRAKTISKA ASPEKTER	9
1.5.1 SVAMPTILLVÄXT OCH VÄRMEUTVECKLING	9
1.5.2 TRANSPORTER	9
1.6 SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR	9
2. MATERIAL OCH METOD	11
2.1 METODIK	11
2.2 TRANSKRIBERING	12
2.3 MATERIAL	12
3. RESULTAT	13
3.1 VATTENFALLS PANNA I UPPSALA	13
3.1.1 TYP AV GROT	13
3.1.2 TRANSPORTAVSTÅND	14
3.1.3 LAGRING	14
3.2 STATKRAFTS PANNA I TROSA	15
3.2.1 TYP AV GROT	15
3.2.2 TRANSPORTAVSTÅND	16
3.2.3 LAGRING	16
3.3 STATKRAFTS PANNA I KUNGSBACKA	16
3.3.1 TYP AV GROT	16
3.3.2 TRANSPORTAVSTÅND	18
3.3.3 LAGRING	19
3.4 FRAKT OCH PLATS FÖR FLISNING	19
3.5 SKOTNING	21
3.6 VÄG- OCH SKOGLAGER	23
3.7 GROTKÖPARENS PLANERING	24
4. DISKUSSION	27
4.1 LEDTIDER UTIFRÅN KUNDKRAV	27
4.2 METODDISKUSSION	30

4.3 SLUTSATSER	31
REFERENSER	33

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Föreliggande arbete syftar till att övergripande studera och komma med förslag till effektivisering av försörjningskedjan för biobränslet grot. Det är tydligt att samhällsintresset för bioenergi och biobränslen ökar. Förnybara bränslen är nu viktigare än någonsin och kommer att förbli ett aktuellt ämne. I Sverige har tillförseln av biobränsle tredubblats under de senaste 40 åren. De största användarna är fjärrvärme- och industrisektorn som tillsammans står för 67 procent av användningen (Statens energimyndighet 2020b). Biobränsle står idag för över 30 procent av den totala energianvändningen i Sverige.

Effektiviteten kring hur skogliga restprodukters energiinnehåll utnyttjas har visat sig variera stort mellan olika länder, likaså i vilken utsträckning avverkningsrester används för energiändamål (Skogsstyrelsen 2017). Förbränningen av biomassa ökar i Sverige och även utsläppen till följd av denna. Massa- och pappersindustrin står för merparten av dessa utsläpp (Rosa et al. 2021; Naturvårdsverket 2021b). Inom enbart el- och fjärrvärmeproduktion skedde en kraftig ökning av de biogena koldioxidutsläppen fram till 2010, för att sedan plana ut. 2010 låg nivån på omkring 17 miljoner ton för att sedan år 2023 fortfarande ligga på omkring samma värde.

Ofta jämförs biobränslen med fossila bränslen och läggs fram som en lösning på en ökande klimatpåverkan. Det är tydligt att vi idag vet mycket men det framgår också att det behövs mer forskning på området. Det är viktigt att förstå betydelsen av bioenergi globalt, nationellt och lokalt, men även att förstå användningen historiskt fram till dagens försörjningskedja, från källa till marknad. Först när detta är klarlagt kan processerna effektiviseras på ett hållbart och långsiktigt sätt. Enligt Holmen, som likt många andra företag och organisationer i Sverige håller på med bioenergi är detta ett mycket aktuellt ämne som det krävs mer forskning kring. Många företag är tidspressade och även om det ligger i deras intresse att effektivisera processerna från skog till värmeverk, saknas ofta tiden för detta.

1.2 Biobränsle

Biobränsle är ett ganska brett begrepp. Med biobränsle menas ett bränsle från förnybart organiskt material. Det kan vara från växtdelar, slam från reningsverk eller slaktavfall. Biogas är en typ av biobränsle i gasform. Etanol är ett exempel på flytande biobränsle. Denna studie kommer att handla om primära, fasta biobränslen från skogen. Primära biobränslen är bränslen som kan ses som direkta biprodukter från avverkning, det vill säga icke förädlade. Hit hör grot (grenar och toppar), rötskadad ved (brännved), stubbar och klena träd. Sekundära biobränslen är biprodukter från industrin. Dessa är mer eller mindre förädlade. Hit hör spån och bark. Även kutterspån och torrflis (Leijonhufvud 2022).

Olika träslag och biomassatyper såsom flis, sågspån, bark och spån har olika egenskaper, energiinnehåll, fukthalt, partikelstorlek, aska och föroreningshalt,

vilket påverkar ekonomin i ett bioenergi- och biobränsleprojekt (Cambero et al. 2014). Bioenergi, alltså energi från biomassa, brukar räknas som en förnybar energikälla eftersom biomassan kontinuerligt nybildas. Eldning av exempelvis avverkningsrester släpper vid förbränning ut koldioxid. Denna koldioxid har tagits upp av träden under de senaste ca. 80 åren och hade ändå släppts ut i atmosfären inom ett antal år om de lämnats kvar i skogen. Ur denna aspekt bidrar inte denna cykel till någon negativ klimatpåverkan (Naturvårdsverket 2024a). Därför anses biobränslen på många håll kunna lösa vissa av energiproblemen i samhället. Om man tittar på den tillförda energin för fjärrvärmeproduktion i Sverige 1970 – 2018 är det tydligt att biobränslen har ökat absolut mest och står för betydligt mer än hälften av energin exempelvis jämfört med 1990 då biobränslen stod för cirka tio procent. 1990 stod biobränslen för ca. 6 TWh jämfört med knappt 40 TWh 2018 (Statens energimyndighet, 2020b).

Naturvårdsverket (2024b) nämner att ”Biobränsle är idag det vanligaste bränslet i sektorn och stod för omkring 80 procent av använda bränslen 2023. Biobränslena är till största delen inhemska.” Statens energimyndighet (2024) skriver att biobränslen tillsammans med avfall idag står för nära 80 procent av fjärrvärmeproduktionen i Sverige. Energibehovet ökar i samhället och det är framför allt dessa källor som ska möta samhällets nuvarande men också framtida krav. Det som begränsar skogsindustrin är mängden tillgänglig biomassa. Detta är en bransch som annars generellt sett har varit väldigt okänslig för konjunktursvängningar (Statens energimyndighet 2024).

I Sverige ökar produktionskapaciteten för biodrivmedel från 1,1 till 2,3 miljoner kubikmeter när två nya stora anläggningar tas i drift. Det handlar om Preem i Lysekil och FlagShipOne i Örnsköldsvik. Dessa tillsammans fördubblar produktionskapaciteten i Sverige till cirka 22 TWh drivmedel, planerade projekt har en kapacitet på ytterligare 49 TWh (Energimyndigheten 2024). Samtidigt har det politiska beslutet om sänkning av reduktionsplikten (Tidöavtalet, 1 januari 2024) som är ett styrmedel för att öka inblandningen av biodrivmedel, gjort att efterfrågan på biodrivmedel för vägtransporter beräknats minska. Man prognostiserade en sänkning på 1,6 miljoner kubikmeter under 2024 (Energimyndigheten 2024).

Det finns många intressenter på marknaden för biobränslen idag och historiskt sett är efterfrågan hög. Priserna är fortsatt stigande på skogsråvara (Energimyndigheten 2024). Detta samtidigt som biobränslen i hög grad är beroende av skogsindustrin. Statens energimyndighet framhåller, precis som flera skogsbolag (Holmen Skog, Statkraft AB, Råby Skoog AB m.fl.) att det finns en förbättringspotential inom området. De nämner att:

- Biomassa behöver produceras på ett hållbart sätt som minskar utsläppen av växthusgaser utan att hota andra miljömål.
- Hantering och logistik kan bli energi- och kostnadseffektivare.

- Biobränslebaserad värme- och elproduktion måste vara effektiv och miljövänlig.

(Statens energimyndighet 2020a)

1.3 Tidigare studier om grot

Utifrån en amerikansk studie av Bays et al. (2024) har undersökning av den existerande litteraturen inom ämnet visat på en brist på forskning som utvärderar effekterna av grotskörd i USA. Några studier har berört ämnet skörd av biomassa men detta bara på ett övergripande plan.

Enligt Cambero et al. (2014) har rester från skogsbruket stor potential att ersätta fossila bränslen utöver el- och värmeproduktion, men en stor utmaning är den höga kostnaden i produktionskedjan, vilket hindrar den intensifierade användningen av grot. Oavsett hur bra allt sköts kommer råvarutillgången variera och marknadsförhållandena att förändras. Då gäller att anläggningarna kan ändra inställningar för att anpassa sin verksamhet efter verkligheten. Här nämns installationsperioden som en viktig faktor.

1.3.1 Miljöaspekter

Under det senaste decenniet har direktiv om förnybar energi inom EU drivit på frågan om bioenergi och genererat en ökning i efterfrågan på hållbara råvarualternativ. Noterbar är ökningen av vedartad biomassa. Denna ökning i efterfrågan ses på en global nivå. I sydöstra USA har expansionen av grotskörd väckt stor oro. Det gäller skörd, distribution och rumslig fördelning av grot efter avverkning som leder till potentiella konsekvenser för näringsutarmning och biodiversitet. Ökad erosion ses som ett hot och försämrad vattenkvalitet som en konsekvens av detta som oroar (Bays et al. 2024).

Som framgått är svenskarna inte ensamma om att se en brist på forskning inom vissa områden vad gäller bioenergi och grot. Dock är grot ett aktuellt ämne som det idag i flera länder pågår viss forskning om.

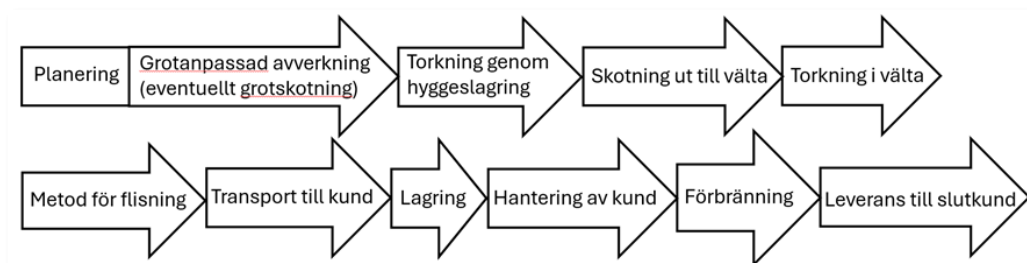
I en analys av reglerna kring hantering av grot i autonoma regioner och provinser i Italien framkommer att man saknar en kvantitativ definition av vad som ska lämnas kvar på hygget efter grotuttag. Samtidigt erkänner man svårigheter med att definiera en standard med tanke på de många trädarterna som finns i landet. Denna svårighet kan dock övervinnas genom att använda den litteratur som redan finns inom ämnet och utefter den utforma gränser för minimikvantiteter som måste lämnas kvar efter grotskörd. Detta för att inte äventyra den positiva effekten av restprodukter på marken utifrån aspekten biodiversitet men också med tanke på markprocesser. Man ser att den nuvarande lagstiftningen inte tar hänsyn till nyckelaspekten som kopplar skogsrester till mångfald, även om detta sedan länge betonats i vetenskaplig litteratur. Man ser en bristande samordning mellan de områden som omfattas av regelverken, exempelvis förvaltning inom Natura 2000-områden. Den analys som gjorts om grot har även i Italien lyft fram komplexiteten inom ämnet bioenergi som övergripande omfattar många områden kopplade till skogsförvaltning. Man nämner bristen på samstämmighet inom de olika

institutionella nivåerna som ett hinder för att kunna ge svar på specifika frågor och sammanhang inom ämnet (Casera, Udali & Gatto 2024).

1.3.2 Marknaden för grot

Det är många faktorer som påverkar den totala vinsten för försörjningskedjorna för bioenergi och biobränsle. Påverkande faktorer är varifrån groten kommer, anläggningarnas placering och kapacitet och teknologier som används, produktspecifikation och var marknaderna finns där produkten ska säljas. Dessutom måste optimala beslut tas gällande mängden insamlad och transporterad biomassa. Här pratar man om vikten av optimala materialflöden, kvantiteten av biobränsle och bioenergi som produceras och transporteras per tidsperiod.

Sortimentet grot är en konkurrensutsatt och priskänslig resurs som konkurrerar dels med fossila bränslen, dels med andra biologiska bränslen, exempelvis sågspån. Grot har en förhållandevis hög hanteringskostnad och ett lågt värde, vilket gör att detta sortiment ofta blir lågt prioriterat. Flera parametrar måste stämma in för att lyckas med utmaningar kring effektivitet och miljöhänsyn (se Figur 1). Routa et al. (2013) hävdar i en studie om bioenergiproduktion att flaskhalsen för utökad bioenergiproduktion i Sverige och Finland handlar om effektiviteten för långdistanstransporter. Vidare nämns att detta endast kan lösas med en effektivare koncentration och förbättring av materialvärdet. Torkning, förvaring, sortering, densitet, homogenitet och kontroller nämns som viktiga faktorer för att lyckas med effektivisering genom storskaliga transporter.



Figur 1. Bild som visar på komplexiteten i försörjningskedjan för grot, från källa till marknad. Jämfört med rundvirke är det fler steg och fler lagringsplatser, vilket gör flödet för skogsbränsle mer sårbart.’

Vid materialvärdet är det kalorimetriska kontra det effektiva värmevärdet av betydelse. Kalorimetriskt värmevärde är det teoretiska värmevärdet totalt för exempelvis ett vedträ, medan det effektiva värmevärdet är vad du får ut för effekt om du eldar upp vedträet just nu med nuvarande fukthalt. Alltså varierar det effektiva värmevärdet med fukthalten i vedträet och detta är därför det mest intressanta och det som också används i störst utsträckning. Vid rökgaskondensering tar man dock tillbaka energin från vattenånga i rökgaserna vilket gör att det effektiva värmevärdet ökar trots ett blött bränsle, medan det kalorimetriska värdet förblir detsamma.

Grotens beroende av konventionella avverkningar är en viktig faktor som inverkar på tillgängligheten lokalt, även om potential finns i ett större perspektiv. Därför bör kommunikation och samarbete inte underskattas som ett medel för att minska

dubbeljobb och kostnader. Effektiviteten kan på så sätt ökas i ett storskaligt perspektiv. Trots den forskning som faktiskt bedrivs om grot och hur stor andel som kan tas ut på olika marker utan att påverka de ekologiska värdena negativt, beror uttaget i hög grad på faktorer som längd på transportväg och pris på alternativa bränslen (Statens energimyndighet 2020a).

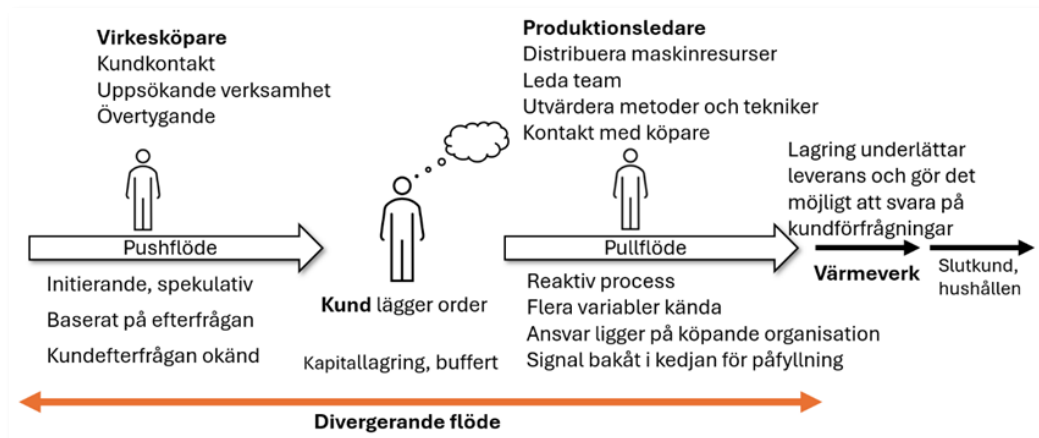
Leijonhufvud (2022) förklarar produktionen av grot som ett divergerande flöde, medan konsumtionen är i ett sammansatt flöde, vilket kan bidra till den komplexa hanteringen. Problematiken förstärks menar Windisch (2015) där det framgår att höga kostnader och ett lågt produktvärde gör ekonomin osäker. Man har konstaterat att användningsgraden av flishugg är högst vid en centraliserad flisning vid terminal, men eftersom densiteten är väldigt mycket lägre vid transport av oflisad grot orsakar detta höga transportkostnader, vilket styr mot korta transportavstånd (Windisch 2015).

1.3.3 Skotning, maskinsystem och planering i fält för grot

Grot måste användas som markskonande material att köra på. I andra hand ska det tas ut som ett sortiment. En problematik i grothantering är de utmanande volymeräkningarna. De data som fås från skördaren håller relativt hög precision men i praktiken finns det fler parametrar som spelar in. Slutvolymen påverkas av övriga faktorer som hur stor del av groten som används att köra på men även temperaturer och materialförluster på hygget (Johannesson et al. 2023).

I en arbetsrapport från forskningsinstitutet Skogforsk tas de långa ledtiderna upp som ett hinder i en effektiv hantering av grot (Eriksson et al. 2015). I ett skogsbränsleflöde finns betydligt fler inblandade aktörer jämfört med rundvirkeshanteringen. Längden på ledtiden på hygget beror också på om groten hyggeslagras eller skotas ut färsk till välta (Johannesson et al. 2023).

I en fallstudie som behandlar skogsbränsleförsörjningen hos Södra Skogsägarna har Leijonhufvud (2022) identifierat skogsinspektorernas nyckelroll för anskaffningen av grot och för den inledande traktplaneringen. Vidare har framkommit att även skogsvårdsledarna på Södra har en nyckelroll i försörjningskedjan för biobränsle. Detta såväl under det inledande pushflödet som senare under pullflödet. Här framhävs betydelsen av koordinering av maskinresurser för att kunna möta inkommande kundbeställningar (se Figur 2).



Figur 2. Exempel på en push- och pullprocess för att minimera materialkostnader och få en effektiv kontroll över lagernivåer, komponenter och kapital mellan processer. Inspirerad av Nunes et al. 2022.

Maskinsystem för transport och sönderdelning kan betecknas som ”kalla” eller ”heta”. Med kalla system avses maskinerna kunna arbeta oberoende av varandra, vilket inte är fallet vid heta system. Sönderdelning, eller flisning, kan ske i terrängen vid hygget, vid en bilväg i anslutning till hygget, vid en terminal eller exempelvis vid mottagande värmeverk (Leijonhufvud 2022). Ju fler personer och fordon, ju ”hetare” blir systemet, vilket också innebär ett mer sårbart system, då köbildning, vilotider för chaufförer, driftstopp m.m. påverkar övriga aktörer. I dessa system är det oftast samkörningen mellan transporter och sönderdelning som är utmanande (Johannesson et al. 2023).

1.4 Lagring

1.4.1 Hyggeslagring

Rekommendationen sedan 1980-talet har varit att grot ska hyggeslagras under en sommar för att ”barra av” (Nilson & Eliasson 2015a). Hyggeslagring av grot innebär en kostnadsökning eftersom det ibland krävs en extra maskinflytt då grotskotningen och avverkningen sker vid två separata tillfällen. Man har också konstaterat att markberedning blir senarelagd när grotskotning endast sker under barmarksperiod. Att skotningen koncentreras till barmarksperioden är problematiskt vid trakter med dålig bärighet. Avverkningar av grottrakter under vinterhalvåret blir mer svårplanerade eftersom skotningen i regel sker efter sommaren, på hösten. Detta enbart för att man önskar att groten ska ”barra av”. Hade i stället groten skotats ut till väg direkt vid avverkning hade problematiken eliminerats, förutsatt att vägen som groten lagrats vid går att använda. Det som talar emot grotskotning ut till väg direkt i samband med avverkning är näringsbalansen i marken, då barren inte hamnar på hygget. Med detta sagt bör tas i beaktande att hyggeslagring inte alls är någon garanti för att alla barr faller av och förblir på hygget (Nilsson & Eliasson 2015a). Erlandsson (2008) förklarar att lagringsförhållandena är svåra att kontrollera vad gäller yttre faktorer. Tidpunkten

för skotning och flisning spelar större roll för fukthalt jämfört med exakt lagringstid.

Vidare har konstaterats att mer än 20 procent av biomassan i groten blir kvar på hygget, oavsett uttagsstrategi (Drott et al. 2019). De lyfter fram den biologiska aspekten och att minst 20 procent av grotmängden bör lämnas kvar på hygget efter ett grotuttag, med tanke på vedlevande organismer. Dessutom kan plantering göras minst ett år tidigare om hygget frigörs från grot direkt vid avverkning, jämfört med hyggeslagring. Detta bör kompensera för de negativa effekter som det ökade näringsuttaget medför (Nilsson & Eliasson, 2015a).

Barrprocenten blir högre (8,3 %) i grot lagrad i vält direkt vid avverkning jämfört med hyggeslagrad grot (3,8 %). Detta ses i båda fallen som en låg barmängd, men man uppfattar ändå att vältlagrad grot direkt i samband med avverkning kommer att medföra en betydande förlust av barr. I likhet med Statens energimyndighet (2020) kan man konstatera en allt större acceptans för vältlagrad grot. Man tror att det skulle skapa möjligheter för bioenergiindustrin till minskade kostnader och därmed möjliggöra användande av ny teknik. En större mängd biomassa skulle kunna utvinnas. Man ser dock också att framtida studier krävs för att ta reda på om vältlagrad grot kan fungera som acceptabel biomassa för industrin och hur utvinning av grot kan öka om en effektiv hanteringsmetod för vältlagring skulle implementeras. Detta i stället för hyggeslagrad grot (Nilsson et al. 2013).

Sammanfattningsvis kan konstateras, gällande barrprocenter i olika skeden i försörjningskedjan, att stor spridning finns mellan olika trakter. Fukthalter och lokal hantering vid lastning/skörd har stor inverkan på barrprocenten i grot. Skillnaden mellan olika system och tekniker är svårdefinierad. Perspektivet på det specifika ämnet är varken svart eller vitt.

”Om man antar att 20 procent av groten lämnas på hygget mellan högarna och 30 procent av barren i högarna faller av under hyggeslagringen blir 44 procent av den totala barmängden kvar vid hyggeslagring jämfört med 20 procent vid skotning av färsk grot.”

(Nilsson & Eliasson 2015b, sid. 8)

Inom branschen pratar man om substansförlust på två ställen i kedjan, dels under skotnings- och flisningsprocessen, dels till följd av mikroorganismer vid lång lagring. Att material blir kvar på hygget kan vara önskvärt, men mikroorganismer som orsakar substansförlust bör undvikas. Det är ett mått på mängden brännbart material som går förlorat under lagring (Erlandsson 2008).

1.4.2 Fukthalter i grot

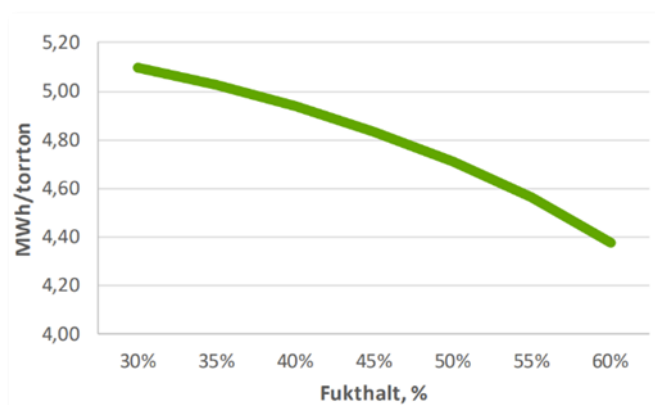
Det har även framkommit att skillnaden i fukthalt för hyggeslagrad grot och grot lagrad i vält är marginell. Väder- och skogsförhållanden har större inverkan på fukthalten i grot än hanteringsmetoden. (Nilsson & Eliasson 2015a; Nilsson et al. 2013). Studiernas resultat visar att hyggeslagrad grot torkar mycket bra, men dessa grothögar återfuktas även snabbt vid regn, medan grot i vält inte är lika

känslig tack vare att dessa vältor täcks med en slags papp. Hyggeslagrad grot behöver därför inte vara torrare än vältagrad vid leverans.

Hofsten et al. (2018) har konstaterat att förlusten vid 55 procents fukthalt visat sig vara större än vinsten vid 35 procents fukthalt. Placering av avläggsplats har visat sig spela större roll än det exakta skotningsavståndet. Vidare nämns flishuggen som den känsligaste kostnadsposten i systemet, men bra förutsättningar för torkning är nästan lika betydelsefullt som att flisningen kan ske effektivt. Det är känt att det är problematiskt att lagringen sker nära avverkningstrakten, då torkningsförutsättningarna skiljer mycket mellan trakter.

Erlandsson (2008) har med hjälp av insamlade data från 38 objekt konstaterat att grot som vältagrats och hyggeslagrats torkat likvärdigt. Dock har även konstaterats att grot som skotats ihop i välta direkt i samband med avverkning också återfuktades snabbast på hösten. Man ser ett samband mellan mängd finfraktion och återfuktning. Mängden finfraktioner har konstaterats vara högre i vältor jämfört med högar på hygget och finfraktioner återfuktas lättare jämfört med grövre fraktioner. Här handlar finfraktionerna om barr.

Mars, april, maj och juni är bra torkmånader med lägre luftfuktighet. Redan i augusti – september börjar torkningsförutsättningarna försämrats. Detta visar flera rapporter. Vindåtkomst och solinstrålning har störst inverkan på torkningsresultatet. Även täckning av välta spelar in men den har visat sig vara viktigare i skog jämfört med på öppna ytor (Erber et al. 2014). Man har konstaterat att täckning av grot spelar större roll i områden som Skottland och Skandinavien jämfört med Italien (Erber et al. 2014; Nurmi & Hillebrand 2007; Pettersson & Nordfjell 2007; Röser et al. 2010; Filbakk et al. 2011). Därför bör optimal bredd på täckpapp kunna motiveras.



Figur 3. Bild som visar på förhållandet mellan energiinnehåll och fukthalt i grot (Hofsten, Eliasson och Johannesson 2018).

I en studie på Södra Skogsägarnas regioner öst, väst och syd har det tagits prover för att mäta fukthalten vid välttorkning och lagring kontra torkning av groten i högar på hygget. Man har konstaterat att det går att spara både pengar och tid med skotning av grönt material, då man kan hoppa över ett steg i processen och därmed en maskinflytt. Angående frågan om grönt skotat bränsle håller samma kvalitet som brunt skotat bränsle har man kommit fram till att de grönrisskotade

vältorna i det långa loppet verkar nå ungefär samma fukthalt som de brunrisskotade.

”Metoden att lagra grönrisskotat skogsbränsle anses därför vara minst lika bra som metoden att lagra brunrisskotat skogsbränsle för syftet att torka skogsbränsle på hyggen.”

(Hafmar & Eliasson 2010, sid. 26)

1.5 Praktiska aspekter

1.5.1 Svamptillväxt och värmeutveckling

Då skotning av färsk grot övervägs bör även tas i beaktning svamptillväxt. I trä finns inte särskilt mycket kväve jämfört med den höga kvävehalt som barren innehåller. Därför bör inte problematik till följd av blånads- och mögelsvampar förbises (Hafmar & Eliasson 2010). Mögelsvampar är huvudsakligen saprofyter och livnär sig på döda växtdelar. Vanligen hämtas näring från kolhydrater. Den andra viktiga näringskomponenten är kväve. Kväverika barr som substrat att växa på och livnära sig på är alltså inte otänkbart (Johannesson 2003). Att grot och grotflis påverkas av svampväxt och värmeutveckling har även Erber et al. (2014) konstaterat. Problem kopplade till arbetsmiljö till följd av mögel och partiklar verkar dock inte enbart vara kopplade till vältagring. Bergqvist (2025) nämner aspekten vid hyggestorkning av grot och den ökade markkontakt som groten då får jämfört med torkning i välta. Bergqvist förklarar att det alltid bildas mögel i den del av högarna som ligger i kontakt med marken. Eftersom detta är i början av kedjan finns alltså ett arbetsmiljöproblem kopplat till hanteringen i de nästkommande stegen.

Värmeutveckling i välta till följd av mikrobiell aktivitet ses också som en aspekt att ta hänsyn till. Vid nedbrytning av exempelvis löv och barr kan en högre temperatur nås (Hafmar & Eliasson 2010). Att självantändning sker i luftiga högar med grot är inte så vanligt, då ventileringen ofta är så pass stor och därmed inte lika höga temperaturer uppnås. Dock kan materialförlust uppstå. Materialstorlek, fukthalt, syretillgång samt pyrofora metaller är faktorer som kan påverka risken för självantändning (Hafmar & Eliasson 2010).

1.5.2 Transporter

Exempel på andra praktiska aspekter som kan behöva tas hänsyn till kan vara Trafikverkets regler gällande avlägg och vältor intill allmänna vägar. Att de flesta huggbilar bara har inmatning från höger i färdriktningen kan också spela in då en fullastad lastbil kan ha svårare att vända. Väntetider i de olika systemen är något som kostar. Exempelvis kan en flishugg få vänta på en lastbil eller vice versa. Ett exempel är en skotarmonterad hugg som jämfört med en separat flisare har högre timkostnad och lägre produktion under arbete. Detta resulterar i brant stigande kostnader när väntetid uppstår i brist på transportkapacitet (Hofsten et al. 2018).

1.6 Syfte och frågeställningar

Syftet med arbetet har varit att förstå hela försörjningskedjan kring grot och synliggöra hur olika aktörer arbetar med framställningen och genom detta ta fram

ny kunskap som Holmen Skog AB kan använda i sin verksamhet. Detta främst med kapitallagring, fukthalter, leveranskrav och leveranssäkerhet i beaktande. Genom en kvalitativ studie ska branschen undersökas så grundligt att det går att belysa nuvarande problem och lyfta möjligheter för en mer arbets- och kostnadseffektiv hantering av grot.

De huvudsakliga frågeställningarna handlar om ledtider och huruvida dessa går att optimera, från avverkning till inmätning av bränslet.

Målsättningen är att, på uppdrag av Holmen Skog AB, försöka besvara följande frågeställningar.

- Vilka olika panntyper kan Holmen Skog leverera till och hur vill dessa värmeverk att groten ska levereras?
- På vilket sätt och hur länge ska groten lagras i fält?
- Ska Holmen erbjuda att hålla skogslager eller ska groten lagras vid värmeverken?

2. Material och metod

2.1 Metodik

I denna fallundersökning av kvalitativ typ ska djupintervjuer användas som huvudsaklig forskningsmetod.

”Att använda sig av intervjun som forskningsmetod är inget mystiskt: en intervju är ett samtal som har en struktur och ett syfte. Intervjun går utöver det spontana vardagliga utbytet av åsikter och blir ett sätt för intervjuaren att genom omsorgsfullt ställda frågor och lyhört lyssnande erhålla grundligt prövade kunskaper. Forskningsintervjun är inte ett samtal mellan likställda parter, eftersom det är forskaren som definierar och kontrollerar situationen”
(Kvale 1997)

Intervjun är en komplex forskningsmetod som kan delas upp i många olika delar. Merriam (1994) beskriver verkligheten som mycket subjektiv och att den därför måste tolkas i stället för att mätas. Detta är en anledning till att många kvalitativa forskare är mer inriktade på processerna och vägen fram till resultatet snarare än resultatet i sig. Då forskaren själv är det främsta instrumentet kan denne omedelbart bearbeta och upptäcka information som uppfattas som motsägande och under tiden klargöra oklarheter. Djupintervjuer är en typ av kvalitativ metod som innebär att två eller några sedan tidigare okända personer (en intervjuare och respondenten) träffas på en neutral plats och ingår ett längre samtal där olika grad av kontroll över ingående variabler kan förekomma. Ett sådant samtal skulle kunna liknas vid ett vardagligt samtal, men med olikheten att samtalet alltid har ett mycket specifikt syfte (Ahrne & Svensson 2015). En parameter som har stor betydelse för en sådan här studies resultat och trovärdighet är förutom intervjufrågor och intervjumetod vilka personer som intervjuas och hur urvalet har gått till.

I detta fall har urvalet skett tillsammans med biobränslechef och chefen för kundkontakt för sekundära biobränslen på Holmen Skog. Tillsammans har värmeverkskunder med olika förbränningsteknik tagits fram. Även köpchef, skogsentreprenörer och två olika åkerier med olika flisningsmetoder har ansetts vara relevanta och kunna tillföra något till undersökningen.

Intervjuerna har skett på olika sätt och på olika platser. Exempelvis på kontor, i mötesrum, utomhus, i bil och hemma hos respondent. Angående val av plats har respondenterna fått välja var intervjun skulle ske. Gemensamt har varit att platserna har varit lugna och ingen tidsbrist har funnits. Sju av intervjuerna har skett på plats, medan en åttonde intervju har skett via Teams. Sex av intervjuerna kan räknas som djupintervjuer på plats. Intervjuerna har transkriberats direkt efter intervjutillfället och endast en intervju om dagen har gjorts. Majoriteten av intervjutillfällena har inletts med fika och samtal om andra ämnen, för att sedan övergå till det för studien relevanta ämnet som också spelats in. Inspelningarna har sparats även om transkription finns från samtliga intervjuer då detta upplevts som mest trovärdigt. Inledande frågor har funnits för att få i gång samtalet och

stärka trovärdigheten genom att kunna jämföra intressenterna mellan varandra. Dessa har till viss del använts, men i de flesta fall har samtalet lyft andra vinklar och tagit andra vägar än de exakt förutbestämda frågeställningarna. Under processens gång har nya kunskaper och vinklar uppstått som tagits med till nästkommande intervjuer.

Tabell 1. Respondenter, längd på intervjuer och roll eller befattning för de intervjuade.

Respondent	Roll/Befattning vid intervjutillfället	Intervju-längd	Typ av intervju	Datum
Tommy Bruzell	Driftschef	63 min	Djupintervju på plats	2025-03-17
Johan Ambjörn	Grotskotarförare	40 min	Djupintervju på plats	2025-03-27
Tommy Johannesson	Bränsleinköpare	78 min	Djupintervju på plats	2025-03-31
Mikael Bergqvist	Vägansvarig	15 min	Samtal på plats	2025-04-09
Jörgen Nordlund	Bränsleinköpare	93 min	Intervju via Teams	2025-04-15
Martin Eck	Köpchef	51 min	Djupintervju på plats	2025-04-28
Niklas Hansson	Hanssons Åkeri AB	58 min	Djupintervju på plats	2025-05-06
Stefan Jonsson	Jonsson i Vadsbro AB	40 min	Djupintervju på plats	2025-05-20

Denna studie är mer av en intervjustudie än en fallstudie då en bred ingång har funnits snarare än studerandet av specifika fall.

2.2 Transkribering

Samtliga samtal har spelats in via ”ljudinspelaren” på en bärbar dator och telefonen och transkriberats via funktionen ”transkribera” i programmet Word. Vid kraftigare dialekt har det mesta i stället skrivits ner för hand.

2.3 Material

Personbil har använts för att ta sig till de olika platserna där intervjuerna skett.

3. Resultat

Först kommer här de fysiska förutsättningarna för Holmen Skog att leverera till tre olika pannor att beskrivas; Vattenfalls panna i Uppsala och Statkrafts panna i Kungbacka och i Trosa. Därefter diskuteras aspekter på arbetet i fält vid skörd av grot och slutligen hur perspektivet ser ut från köparna på Holmen Skog AB.

3.1 Vattenfalls panna i Uppsala

3.1.1 Typ av grot

Grotpannan man använder sig av på Vattenfall AB i Uppsala är en 90-megawatts bubbelbädd, det vill säga en BFB-panna (Bubblande Fluidiserad Bädd). Det är en väldigt modern panna som startades 2021 och som nu 2025 är inne på fjärde året. Denna typ av panna är den som framstår som mest tolerant, vilket betyder att kvaliteten på groten inte spelar så stor roll. Denna anläggning är den enda i studien som har en mycket effektiv blandning av bränslet innan det åker in i pannan. Groten blandas tillsammans med andra bränslen i flera omgångar innan en optimal bränslemix åker in i pannan. Bränslet krossas även i flera extra omgångar om så behövs för att uppnå en jämn fraktion. Man har inga problem vid eldning av olika kvaliteter och fukthalter. Fukthalter som vid inmätning är under 25 procent eller över 65 procent är ovanliga. En aspekt i det hela är bildningen av NO_x . Dessa har en indirekt inverkan på växthuseffekten och är något som bildas vid förbränning i höga temperaturer där kraftverk, motorfordon och industriella förbränningsprocesser står för en betydande del av utsläppen. Till begreppet räknas kvävemmonoxid och kvävedioxid (NO och NO_2).

På Vattenfall AB i Uppsala jobbar man med additiver från tid till annan för att undvika för höga NO_x -värden. Detta framför allt på avfallshanteringssidan där både kväve- och föroreningshalter är högre. Hur man jobbar med olika kemier för att balansera utsläppen är en hel vetenskap i sig och det finns kemister på anläggningen i Uppsala som jobbar enbart med det.

Man blandar ofta in olika bränslen. Prismässigt ligger barken i botten. Sedan kommer returträ, grotflis och bränslevedsflis i den ordningen. Efter det kommer man in på pellets men då är det också en annan panna som används.

Det svåra är att försöka blanda de här ingångsbränslena på ett bra sätt, beroende på behov. Tittar man på ett scenario för grotpannan i Uppsala under vintern då det är kallt och mycket varmvatten ska ut på nätet fort, då körs direktkondenseringen så hårt som möjligt. Det innebär att pannan går torrare och rökgaskondensorn får backa då fokus ligger på direktkondensering. I ett sådant scenario eldas ungefär 60 procent returträ och resten en mix av bark, grot och energivedsflis. Detta innebär att inte lika mycket grot går åt. Returträ är ett bra bränsle men man behöver tillstånd för eldning då det räknas som avfall, vilket Vattenfall i denna studie är ensamma om att ha.

I ett annat scenario där pannan inte går lika hårt kan rökgaskondensorn utnyttjas mer, då med användandet av ett fuktigare bränsle. I detta fall förbrukar man mer grot.

”Den här pannan är väldigt tolerant både mot fraktion, fukthalt och råvara. Vi skulle kunna köra den 100 procent returträ eller 100 procent grot. 80 procent bark uppblandat med någonting lite torrare skulle också fungera. Vi kan snyggt reglera fukthalter från 25 – 30 procent ända upp till 70 procent. Vi har inte heller några problem med färsk grot eller kväverika barr.”

(Johannesson 2025)

3.1.2 Transportavstånd

Kruxet med att elda färsk grot i Uppsala har med transportkostnader att göra. Transportkostnaden slår direkt på leverantören, men även på kunderna i en förlängning eftersom det i slutändan blir privatpersoner och fjärrvärmekunder som får betala för det. Dock skulle färsk grot som fångats upp i närområdet inte framstå som problematiskt att ta emot för Vattenfall i Uppsala.

Att få upp energivärdet tas upp då ledtider lyfts. Är bränslet torrare ökar också det effektiva värmevärdet. Leverantören kör alltid in en viss mängd vatten till industrin, vilket det betalas ett tonkilometerspris för. En kubikmeter färsk flis stjälpt mått innehåller 0,85 – 0,87 MWh per m³s. Samma flishög om den är torr ligger på 0,92 – 0,93 MWh för samma volym. Torra transporter tål längre fraktavstånd.

Som ett led i att få upp det effektiva värmevärdet bör man använda rätt täckpapp på rätt sätt, vilket inte görs fullt ut ute i branschen.

”Du får betalt för megawattimmarna. Du får inte betalt för volymen.”

(Johannesson 2025)

3.1.3 Lagring

På Vattenfall i Uppsala önskar man större lagringsytor. Vid en första anblick syns ingenting i bränsleväg på anläggningen. Man har mycket små lager och allt tippas direkt i tippfickor. Här tar man bara emot flisat material. På Vattenfall har man däremot också terminaler där man tar emot helgrot, flisar upp och kör vidare därifrån i egen regi. Leverantören står då för intransporten och de fångar då in allt i närområdet eftersom helgrot är känsligt för långa transportavstånd. Vattenfall flisar i egen regi för att få upp lastvikter och energiinnehåll. Sedan kan de transportera groten vidare. En fördel i detta är att så länge det ligger där som grot och trädelar är det lagringsbart, ligger täckpappen på och plats finns kan det vara lika värdefullt som ett lager av bränsleved. Ett problem vid lagring är när det finns mycket finfraktioner i ett material. Då lagras det inget bra, vilket har skapat problem kopplade till materialförlust. I Uppsala lagras endast upp material inför långhelger. Annars är det mycket ”Just-In-Time”.

”Vi brukar säga det här i Uppsala att ett lass på backen är ett misstag. Tanken är ju att allt ska lastas i tippfickorna. Här finns ingenting. Alltså, du skulle inte kunna grilla en korv på det bränsle du hittar här.”

(Johannesson 2025)

3.2 Statkrafts panna i Trosa

3.2.1 Typ av grot

Till skillnad från Vattenfall AB använder man sig på Statkraft av betydligt mindre pannor. I Trosa har man en rosterpanna som hamnar precis över gränsen på 25 GWh per år för utsläpp av NO_x, vilket betyder att man betalar för utsläpp av kväveoxider. I denna storleksklass är det rosterpannor (sågverkspannor) man pratar om. För en fluidiserande bädd krävs betydligt större anläggningar. Rosterpannor är generellt sett billigare men ställer högre krav på kvaliteten på bränslet. I Trosa använder man sig inte av AdBlue (urea) eller liknande utan man jobbar i stället med bränslekvaliteten och mixen av bränslen. Det är huvudsakligen grot och spån man eldar.

I Trosa har man problem med heterogenitet i leveranser, platstillgång, damm och buller, blandning av bränslen, halter av NO_x och asksmältpunkter. Ibland är leveranser fuktiga som matjord. Att blanda upp detta med andra bränslen ses som problematiskt då man blandar manuellt med hjullastare, vilket är tidsödande och krävande. När man köper bränslen räknar man med att blanda in 50 procent sågspån. Behöver man i stället blanda in uppemot 70 procent påverkar det planeringen. 50 procents fukthalt i den slutliga bränslemixen är eftersträvänsvärt. Man använder rökgaskondensering och rökgasåterföring. Pannan är optimerad för ett fuktigt bränsle. Därför är det egentligen inte fukthalten i sig som är problematiskt, utan snarare ojämnheten i leveranser. Även torrt bränsle ställer till problem kopplade till ATEX, vilket kan kopplas till två EU-direktiv som handlar om risken för att explosiv atmosfär ska uppstå. Då bränslet är torrt blir hanteringen explosionsfarlig eftersom det då kan självantända i kontakt med varma motorer eller maskiner.

Ojämnheter i fraktioner är också ett problem. Temperaturer som överstiger asksmältpunkten för bränslet har upprepade gånger ställt till problem och driftstopp. På Statkraft behöver man bli bättre på att återkoppla och återrapportera vad som inte fungerar. Man önskar ett jämnare flöde och en jämnare kvalitet på groten. Då blir det mer förutsägbart och lättare att planera.

”Groten med sin variation, där finns det vissa beståndsdelar skulle jag tro, som har lägre asksmältpunkt, samtidigt har du också en torr fraktion i det som gör att det är lätt att nå höga temperaturer. Det är liksom en djävulsk kombination där, så trots att vi då blandar med sågspån så når vi ändå de här höga temperaturerna som ställer till problem i vår verksamhet.”

(Bruzell 2025)

3.2.2 Transportavstånd

Gällande transportavstånd får man mycket spånleveranser från Holmens sågverk i Braviken. Utöver det får man störst del grotleveranser från Holmen. Då handlar det främst om leveranser från geografin i Södermanland. Transportavstånden varierar. Korta transporter med ett högt effektivt värmevärde är eftersträfvansvärt.

3.2.3 Lagring

På Statkrafts anläggning i Trosa har man små lagringsmöjligheter. Då man blandat materialet behöver det sedan ligga en tid för att fukthalter ska jämnas ut, vilket skapat behovet av att alltid ha en stor hög för blandmaterial, dessutom måste alltid plats finnas på anläggningen för bränsleleveranser. Utöver detta används mycket plats till att lagra bränsleved på anläggningen, vilket gör att mer plats alltid önskas. Detta är svårt då man ligger i samhället.

Ett annat problem med lagring på anläggningen är klagomål från grannar då lagrat material ska flisas. Förbränningen finns det inga grannar som klagar på, men buller och damm från spån är en ständig balansgång. Detta handlar både om privatbostäder och industriell verksamhet som till exempel en bilverkstad. Statkraft har tagit hänsyn och provat att flisa på annan plats för att sedan därifrån köra till anläggningen med det flisade materialet. I längden faller miljötänket och även ekonomin för Statkraft. Köps ett material in för samma pris på två ställen och sedan ska en flisning och en transport till ovanpå det, då är det stor risk att just det bränslet faller bort.

Statkraft har en löpande dialog med leverantörer och har uttryckt funderingar kring möjligheten för Holmen att lagra bränsle åt dem i syfte att nå ett jämnare flöde. Kapitallagring kostar pengar och hittills finns det inga siffror på det förslaget, även om det från Statkrafts sida skulle vara positivt. En liknande dialog har även förts med en betydligt mindre leverantör av bränsle till en av Statkrafts mindre anläggningar i Vagnhärad. Frågor som tillstånd av kommunen när det gäller lagring har kommit upp och det finns även fler tillstånd som gjort att det idag inte ser ut på det viset, vilket skapar problem.

”Det är någonting att väga in. Billigt bränsle är inte allt. Stort underhåll eller bortfall av produktion, det är också ett jätteproblem. Vi eldar gärna billiga bränslen, men inte till vilket pris som helst.”

(Bruzell 2025)

3.3 Statkrafts panna i Kungsbacka

3.3.1 Typ av grot

I Kungsbacka har man två pannor på 14 MWh vardera, av rostertyp. En panna på 14 MWh i Kungsbacka har ungefär 50 ton sten i sig med en halvmeter tjocka väggar. Detta gör att man blir lite mer tolerant för bränslen jämfört med pannor med tunnare väggar. Det var enbart i Kungsbacka man tyckte att det fanns tillfredsställande lagringsmöjligheter. Det beror på att man där har en extern terminal med kran som underlättar uppblandning av olika bränslen, vilket är

effektivt. Vidare nämns att på terminaler vill man egentligen bara ha ved, inte grot. Ved ser man som ett bättre material att hantera på terminal.

Fukthalten på färsk grot kan vara 50 procent, beroende på när avverkningen skett. Högst är fukthalten precis innan lövsprickningen. Dock önskas inte grotleveranser med 50 procents fukthalt även om det är rätt fuktmängd för anläggningen. Torra transporter vad gäller grot är önskvärt då det gynnar alla inblandade. Inblandning av blötare bränslen sker sedan på anläggningarna. För Statkraft i Kungsbacka önskas alltid ett så blött bränsle som möjligt, till exempel bark. Finjusteringar görs sedan med något torrare, dyrare bränsle som skulle kunna vara grot. Synen på grot är att den ska vara så torr det bara går.

Vi kör pannan tills det inte går längre för att vi måste ha högre effekt, då drar vi i mer grot eller stamvedsflis. I botten har vi alltid ett så blött bränsle som möjligt.”

(Nordlund 2025)

När anläggningen i Kungsbacka går på full fart kan det exempelvis eldas 70 – 80 procent bark och resten stamvedsflis eller grot av väldigt bra kvalitet. I år har det varit varmt och det är fullt med bränsle överallt, då man inte förbrukat det man prognostiserat. För två år sedan fanns det inget bränsle alls och man tog då in båtar från Norge för att kunna försörja Kungsbacka, medan det nu är dubbelt offererat. Något som framgår från alla är att branschen är ryckig.

Pannorna i Kungsbacka är byggda för ett bränsle mellan 50 och 55 procents fukthalt, då utvinns också mycket kondensorenegi. Egentligen är det fukthalten som ska justera effekten på pannan. Behöver man pressa systemet riktigt hårt körs torrare material, men bara då. För pannan i Kungsbacka, om man pressar den hårt med torrt bränsle kanske man får ut 2,5 MWh mer ur pannan medan man tappar 0,5 MWh i kondensorn, men då blötare material är billigare lönar det sig ändå att alltid elda så fuktigt bränsle det bara går.

På vissa anläggningar vill man ha färsk flis, men man tar upp att det inte är optimalt med tanke på kostnaden, även om det är det materialet man egentligen vill ha. Det blir varken billigt för anläggning eller för leverantör. Groten förklaras som bland det dyraste bränslet man har, vilket gör att det också bör vara det torraste. Det ska vara med så mycket energi som möjligt på lasset, annars blir det fel. Fukten får då komma från något annat, billigare bränsle. Att man är rädd för grönt bränsle framkommer från flera håll, men om, och hur mycket mer kväve det verkligen är i gröna barr kontra bruna förblir oklart.

I Kungsbacka har man byggt om pannor och förberett för att använda AdBlue, då man tror att mer grot kommer att eldas framöver. Dock nämns att man tror att något annat bränsle måste försvinna för att groten ska komma ordentligt, exempelvis om man skulle börja göra någon annan produkt av spån. Man nämner att energiveden försvinner mer och mer, det var större volymer energived förr. Energived eller brännved och grot är de två torra bränslena man har på Statkraft, vilket betyder att skulle energiveden försvinna kommer groten att få ersätta den. Priset är dock alltid det svåraste och särskilt vad gäller grot.

Den tyngsta utgiften man har är bränslet, därför används AdBlue vilket minimerar NO_x-utsläpp och ökar toleransen. Detta är Kungsbacka ensam om än så länge inom Statkraft. Det billigaste bränslet vill man alltid kunna elda. På anläggningen i Kungsbacka har man en leverantör som avverkar tomtmark där det ska byggas. Det handlar om stora områden och allt bränsle från den leverantören är helt färskt men fungerar jättebra som bränsle.

”Vi kör mycket färskt härnere. Vi har ju inbillat oss att ju färskare det är, desto mer kväve innehåller det, men det kan vara en sådan killgissning, jag vet egentligen inte det.”

(Nordlund 2025)

Inställningen till grönt material inom branschen är mycket spretig och många är osäkra på detta område.

”Alla värmeverk gnäller på grönt material. De säger att det sintrar i pannan, vissa säger att bädden blir dålig, vissa pratar om utsläppen. Vi blir mycket stoppade med grönt.”

(Jonsson 2025)

Sammanfattningsvis eldas mycket bark i Kungsbacka och groten ser man inte så positivt på. Man nämner att priset på ved är detsamma eller att det till och med är billigare med ved, därför blir valet enkelt. Genom tiderna har man tagit emot grot bara för att hjälpa till och för att framstå som en attraktiv mottagare. Man tycker varken groten är billig eller bra och man nämner att kvaliteten på skogsflis är så avgörande. Groten man tar emot vill man ska vara så torr det bara går.

3.3.2 Transportavstånd

Bark är billigt och ofta står transporten för den absolut största delen av kostnaden. Grot eldas också och man planerar transporter billigt i och med att returfrakter ofta kan utnyttjas. Det handlar hela tiden om att i största möjliga grad minimera oljekörning. Man kan tro att ett blött bränsle som exempelvis bark skulle bli extra känsligt för långa transportavstånd, men så är inte fallet. Här spelar avstånden ofta ingen roll för kostnaden, en frakt 40 mil bort är ofta mycket billigare än frakten från närområdet. Då långa transporter körs ökar möjligheten för att nyttja returtransporter. Man nämner att frakterna alltid löser sig, då det finns jättemycket duktigt folk som jobbar med frakt.

”Ibland har de annat med sig, de har haft bilar, post, reservdelar, allt möjligt. Det vi håller på med är längst ner på näringskedjan och med minst värde, så ofta bygger det på någon form av returfrakt. Det finns ingen begränsning egentligen som jag ser det från olika håll. De kör ju bark på båtar och får det att gå ihop.”

(Nordlund 2025)

3.3.3 Lagring

Gällande frågan vem som ska stå för utökad lagring och kostnaden för det råder det ingen tvekan. Man försöker ha terminaler på värmeverken då man framstår som en attraktivare mottagare när det alltid går att köra in bränsle.

När kvalitet på grot diskuteras skiljer man på hugget och krossat material. Det senare tas oftast inte emot för att man då inte vet om det är ett bra material. I en kross kan det åka med stubbar och sten utan problem, det kan det inte i en hugg eftersom den är känsligare. Vidare nämns att om material ska lagras på terminaler måste det vara asfalterat och inte grusat, då sten kommer med och ställer till problem.

”Terminalen ska ligga på värmeverket. Råder ingen tvekan. Man ska vara en attraktiv mottagare. Det är så viktigt för dina leverantörer om du ska ha bra pris och bra relationer, att det bara är att köra in om det går.”

(Nordlund 2025)

3.4 Frakt och plats för flisning

Angående frakttyper vet vi att helgrot kan löna sig bättre på korta avstånd medan en lastbilsmonterad flishugg ofta lönar sig bättre vid längre transportsträckor. Även specialbyggda huggbilar används inom branschen. Avgörande har visat sig vara hur mottagningsprocessen ser ut. Helgrot kan lossas på ett band som sedan går direkt vidare till en kross alternativt lossas direkt på backen, beroende på anläggning. En anläggning som även använder fjärrvärmens till egen produktion av exempelvis pappersmassa och till att värma upp växthus har visat sig kunna erbjuda en jämnare leverans över året jämfört med anläggningar utan alternativ användning. Vid användning av helgrot då sönderdelning sker på anläggning har känsligheten visat sig variera mycket beroende på anläggning och sönderdelningsmetod. Veckokvoterna kan skilja från två till 15 lass. En sådan variation är svår att förhålla sig till.

”I Frövi är det inte så farligt. De är mest oroliga för plast som kan blåsa in i cellulosafabriken. Skulle jag få med en cykel till Frövi skulle inte det spela så stor roll, men till Örebro där blir det mycket värre, de är känsligare för sten bland annat.”

(Hansson 2025).

Ju större väglager, desto bättre är det från åkarnas vinkel. Bättre valmöjligheter är alltid önskvärda då man är väldigt beroende av väglaget och vägstandarden, i synnerhet på vintern. Att köra grot är ett säsongsbetonat och ryckigt arbete.

Ett system som visat sig vara väldigt effektivt är flisning med en specialbyggd huggbil (Albach) som använder sig av sina egna lastbilar för transport till kunder i närområdet. En sådan maskin är mycket dyr i inköp och underhåll men systemet har upplevts som det mest effektiva förutom vid de minsta posterna. Att planering och logistik stämmer är i detta fall extra viktigt. Vad gäller detta system ligger lastvikten för lastbilarna på 37 ton per lass, vilket är mycket mer än lastvikten för

både helgrotsbilar och bilar med lastbilsmonterad hugg. Att vältor inte ligger kloss intill väg är oftast inget problem då bilen är ganska terränggående.

”Systemet är effektivt och det är även lätt att ta in extrabilar om det skulle behövas. Denna maskin är ganska terränggående och våra lastbilar är mycket smidigare och tar tio ton mer i lastvikt jämfört med de med lastbilsmonterad hugg, dessutom går de aldrig bet på någonting. Det går minst fem fulla flislass om dagen till pannorna.”

(Jonsson 2025)

Föroreningar är ett problem för entreprenörer och något som man alltid jobbar med att minska. Småsten går an men större sten kan orsaka stor skada, beroende på hur stenen hamnar. En knivhållare slogs loss till följd av en sten, vilket kostade en halv miljon att åtgärda. Det nämns att allt i denna värld är kostsamt och det är alltid mycket slitage på delar och maskiner.

För att frakt och flisning ska kunna effektiviseras krävs återkoppling, vilket har visat sig vara något som kan bli bättre från värmeverkens sida.

”Det enda de egentligen säger till om är om det är lite kvistigt till följd av dåliga knivar. Att vi måste byta knivar, eller om det är grönt, då blir det klagomål. Men man får aldrig höra att det är bra. Vi har även haft klagomål på att de vill ha blötare material”

(Jonsson 2025)

En grotvålta måste ligga ett år eller en torkperiod (en sommar) innan pannorna vill ha det. Nu har det inte varit några problem med väglager, men om ett år kan det bli svårare, då avverkningarna har minskat. Det är alltid önskvärt att hålla ner fraktavstånd, även om åkaren får betalt per ton och kilometer. Under lågsäsong kör man lite längre avstånd för att ha mer jobb. Under högsäsong krymper man avståndet närmare pannan. Detta gäller både för helgrottransporter och för transporter av flisat material.

”Nu har det varit lönsamt att köra upp till 15 mil kanske, men det är sällan vi kör över åtta. Medelavstånd kanske är fyra mil.”

(Hansson 2025).

Gällande helgrot är det av erfarenhet bäst när lastvikten ligger på 22 – 25 ton, beaktande energivärdet i lasten. Då gäller det att man packat ihop groten i lasset på ett bra sätt. Det finns ingen serieproduktion för sidtippande grotbilar då det endast är ett fåtal aktörer som bygger sådana påbyggnader. Funderingar på produktförbättringar finns men priserna är höga. En stor fördel med helgrotsfrakt eller terränggående flishugg som flisar i lastbilar jämfört med lastbilsmonterad hugg är att sådana bilar ofta kan hitta andra jobb i lågsäsong. Stubbar, balplast, biogasgräs och snöpinnar är några exempel. Dock finns oftast inga returfrakter då det krävs mycket längre avstånd för att det ska löna sig.

Man vill köra torrt material, men man hämtar ofta det som ligger, oavsett fukthalt.

”Det är inte ofta vi låter en hög ligga för att den är för blöt, utan har man börjat köra så hämtar man den. Jag kör vad som ligger i vältan, men värmeverken vill ju ha brunt och torrt.”

(Hansson 2025)

Ett upplevt problem är täckpappen som ibland läggs väldigt dåligt och inte täcker tillräckligt. Den kan då göra mer skada än nytta. Vissa skotarförare levererar alltid torrt och fint material medan andra bara levererar blött material. Med lite erfarenhet kan man se på vältan precis vem som har skotat ihop den.

”Vältan suger mer underifrån än vad den återfuktas ovanifrån. Pappen gör inte så stor skillnad uppifrån, erfarenheten är att fukten drar ur bra utan papp. Störst nytta gör pappen vid snö. Om det exempelvis är stenigt skulle det underlätta att i stället lägga pappen under vältan så man ser var marken tar vid när man plockar med gripen.”

(Jonsson 2025)

Kvaliteten beror i hög grad på utförare och när entreprenörer byts ser man direkt skillnad på utförandet. Pressade entreprenörer leder till mer slarv och färre MWh på groten. Man ska ha så pass skäligt betalt att man har råd att göra ett bra jobb med hög kvalitet. Den samlade bilden är att alla skulle vinna på det.

Från åkeriernas sida skulle det bli effektivare transporter om terminaler fanns utanför staden då värmeverket ligger mitt i samhället. En problematik är att mycket snö följer med in till värmeverken. Att köra ihop allt till en stor vältan på sommaren för att sedan under vintern hämta därifrån hade minimerat snömängden. Fler MWh tros kunna fås ut ur groten vid en sådan hantering. Man har tidigare gjort liknande tester och fått använda kommunens mark som terminal. Då blev värdeökningen på materialet så bra att det täckte hanteringen.

För att flisningen och frakten in till kund ska bli effektiv finns önskemål om att få mer information om groten som ligger i väglager. Ibland får man specifika önskemål från värmeverken och då skulle planering kunna underlättas med mer information.

”Det är ingen från Holmen som säger vad det är för grotvältan som ligger. Det är bara en volym och MWh. Jag ser när det är skotat men jag vet inte vad det är för kvalitet eller hur det ser ut, om det är barr eller löv eller om det är grönrisskotat.”

(Jonsson 2025)

3.5 Skotning

Här finns förbättringspotential då detta steg i kedjan är mycket viktigt och i hög grad inverkar på hur slutprodukten blir. Att skota grot går väldigt fort jämfört med att skota rundvirke. Oftast finns ingen mellanlagring, vilket innebär att groten körs direkt från väglager in till kund. En stor del i arbetet ligger i att planera optimala rutter för grotskotarförarna, vilket kräver ett enormt skogslager av grot. Cirka fem hektar om dagen är inte ovanligt. Detta samtidigt som uppfattningen är att Holmen

inte handlat virke på ett sätt som försett grotskotarförarna med en ordentlig traktbank i Sörmland, det vill säga skogslager. Här har barkborreangreppen fått en följd effekt på grotuttagen som nu märks i de områden som drabbats hårt tidigare år. Detta framgår som tydligast på Holmens egna innehav, där trakterna börjar bli små. Man har huggit allt i anslutning till skogsväg vilket gör att det är väldigt svårt att hitta något rejält som också lönar sig. Tallgrot förekommer också men med tall blir det inte alls samma utfall. Under intervjutillfällena var det extra svårt då alla maskiner som kör åt Holmen stått stilla i två veckor, vilket också påverkar grotskotarförarnas verksamhet.

”De säger ju att det har varit tjällossning, men jag tror att de inte har lyckats köpa poster.”

(Ambjörn 2025)

”Det är mättat. Det som avverkas nu kommer inte att räcka till alla, i och med att alla flishuggar har effektökat också.”

(Jonsson 2025)

Vidare framkommer fördelar som finns med att skota ut grönt. Exempelvis kan då ny skog etableras tidigare. En annan aspekt är spårbildning. Det upplevs problematiskt att det är för blött när grotskotningen ska ske. Beroende på förutsättningarna skulle aspekten körskador kunna minskas om groten i stället skotades ut i samband med slutavverkningen. Då finns ofta förutsättningar för att skördaren och skotaren ska kunna arbeta och ta ut rundvirke. Troligtvis skulle det också gå att ta ut grot med de förutsättningarna. Dock är det ofta avläggsplatsen som visar sig vara flaskhalsen. Det kräver mycket plats med grot och det är ingenting som man är bortskämd med i Sörmland.

”Om jag bara tänker på trakter jag varit på genom åren är det inte många trakter där du kan få plats med både rundveden och groten samtidigt, eftersom vi idag väljer att lägga allt utmed bilväg. Hade man i stället haft alternativet skotarburen hugg, ja då hade man kunnat lägga groten inne på hygget. Den plats jag har påverkar hur min vältan blir. Är det ont om plats blir vältan bred och väldigt hög. Täckpappen som vi lägger på är ju fyra meter bred. Har du då åtta meter vältan, då är ju bara halva högen täckt.”

(Ambjörn 2025)

För cirka åtta år sedan, i synnerhet på Holmens egna innehav trycktes det väldigt hårt på att all grot skulle barra av på hygget, med tanke på näringsaspekten. Inget grönt material fick köras ut överhuvudtaget. Man strävar efter att groten ska ligga ett år (en torkperiod) på hygget. Även i traktdirektivet står det att groten ska skotas ut avbarrad. Barren ska lossna, men beroende på traktbrist skotar man nu i stället ut groten grön. Man försöker ta ut grot på alla typer av trakter där det går rent fysiskt. Att göra tvärtom mot vad som står i traktdirektivet och mot vad som rekommenderas från produktionsledaren diskuteras, det vill säga att skota ut groten grön och huruvida det eventuellt kan vara optimalt. Man förklarar att så här mycket grönt som skotas nu har man aldrig varit med om tidigare. För 20 år sedan fanns trakter på 5 000 – 6 000 kubik virke, vilket är sällsynt nu.

”Jag tycker att det borde vara optimalt att skota grönt, då får ju inte gräset chans att komma i gång. Det har varit Holmen, min produktionsledares beskrivna drömscenario att det ska hyggestorka och sedan ytterligare torka i välta. Sedan vet jag inte om det är det som i slutänden ger mest betalt, eftersom värmeverket i Eskilstuna vill ha så pass torrt bränsle.”

(Ambjörn 2025)

En avläggssymbol finns ofta i traktdirektivet. Vid intervjutillfället på plats ute i skogen uppmärksammas att där virket ligger är det mycket vatten, vilket inte blir optimalt för groten. Man väljer dock inte att köra i väg till en gynnsammare torkningsplats med längre skotningsavstånd som följd, utan man lägger det vid väg så nära hygget man kan. Det finns två anledningar till att man gör på detta sätt. Arbetsformen ackord gör att det inte lönar sig för entreprenören att skota ”onödigt” långt. Samtidigt är det svårt att utvärdera när utfallet blir långt ifrån utförandet. Alltså att groten mäts in hos kund en lång tid efter att den skotats. Vidare lyfts aspekten från entreprenörens håll, då ingen direkt betalning fås för barren och det gröna materialet är mycket tyngre jämfört med det bruna. Funderingar finns kring att entreprenören får betalt för kWh och att man kör kilon ”gratis” vid grönrisskotning. Aspekten smuts/föroreningar i materialet är alltid en aktuell fråga, inte minst för flisningsansvariga. Man upplever en ökad risk för att smuts fås med då groten skotas grön jämfört med brun. Samtidigt upplevs ett snyggare resultat och hygget som mer städat vid grönrisskotning.

”Om du får upp torrhalten på ett lass från 55 procent torrhalt till 65 procent kan man köra 20 minuter till med skotaren på det lasset utan att tappa systemkostnad. Sedan kanske förarna kör på ackord och då kanske de inte är intresserade av torrhalten på bränslet. Då har man ju en liten mismatch i affärsupplägget där.”

(Johannesson 2025)

Produktionsledaren på Holmen har det övergripande ansvaret och grotskotarföraren har utöver produktionsledaren bara kontakt med markägaren och virkesköparen. Något som har förbättrats på senare år är kontraktskrivningen gällande grot. Till skillnad mot för något år sedan är kontraktskrivandet på virke och grot idag mer samkört.

3.6 Väg- och skogslager

Det har framkommit en del aspekter kopplade till ledtider. Man får med sig mer material ut om man skotar groten grön. 20 procent ska lämnas enligt Skogsstyrelsens instruktion. Det blir så mycket finfraktion och spill i alla fall så att 20 procent inte ses som ett problem att lämna. Stubbarna är kvar, men det är huvudsakligen kvävmängden i barren man vill komma åt.

”Jag ser bara fördelar i att skota direkt därför får du ett bättre uttag per hektar, du får en billigare skotning, du har betydligt bättre arbetsmiljö då det håller ihop mycket bättre och det är lättare att få till schyssta lass.”

(Johannesson 2025)

Att skota grönt ställer även högre krav på vältplatserna. Men får man till en bra vältplats, solexponerad, vindexponerad och bra täckt torkar det i stort sett nästan lika bra som om det inte vore grönrisskotat. Är sommaren regnig kan det vara så att man torkat det ute på hygget, men det har inte torkat, utan det har bara blivit brunt.

Det ska inte skymmas undan att mer barr fås med ut om groten skotas grön, så är det. Dock har det visat sig att skillnaden kan vara ganska liten. I och med att man lägger ihop en hög när man grotanpassar hamnar inte barren heller jämnt fördelade över hygget. Man förklarar att lejonparten av alla barr kommer med ner i vältan oavsett metod. Det blir som en körtel med barr inne i rishögen som håller fukt bra, och den blir man inte av med så där lätt som man kan tro.

”Tar du i det här med gripen och lägger upp det på vagnen har du fortfarande barren med dig, fast de har en annan färg, men det är i stort sett samma mängd barr.”

(Johannesson 2025)

Risken med värmeutveckling till följd av mikrobiell aktivitet är inget som ses som problematiskt. Det som i stället lyfts fram som en risk med grönrisskotade vältor är mögeltillväxt i vältan, vilket även kan ses i brunrisskotat som är blött när det körs ihop. Detta kan resultera i substansförluster och är ytterligare ett skäl till att ha en optimal avläggsplats där groten faktiskt får en chans att torka upp. Läger man en brun eller grön vält i ett surdike i ett skuggigt parti blir det möjligt. Då har man även ganska allvarliga arbetsmiljörisker i kommande steg i hanteringen.

En annan vinkel på detta är att det därute finns ett stort motstånd mot grön grot. Detta motstånd har tidigare kommit från pannskötarna, de som kör pannorna. Det handlar då om de ökade kvävehalterna i grön grot kontra brun och huruvida detta är dåligt för pannorna.

”Det skiljer försumbart lite. De barr som ändå inte blir kvar ute på hygget kommer till stor del med in i pannan, med ungefär samma kvävemängd.”

(Johannesson 2025)

Om groten skotas ut tidigare beror i praktiken ofta på hur trakten ligger i förhållande till grotskotarförarens ruttplanering. Man vill minska transportkostnader och planera rutter taktiskt i geografin, vilket kräver stora traktbanker. Det är storleken på skogslagret (alltså grot i högar ute på hygget) som bestämmer hur effektiv ruttplaneringen för grotskotarföraren blir. Väglager är i stället när groten är ihopskotad i vält vid väg. Det är storleken på väglaget som möjliggör för flishuggarna och åkerierna att kunna arbeta optimalt. Dessutom behöver man optimera med körtider då lastbilsförarna bara får köra ett visst antal timmar per dygn.

3.7 Grotköparens planering

I denna studie svarar Holmen Skog AB för köpen i det initierande flödet. Tidigare har grot varit ett lågvärdigt sortiment med låg status. Man har till och med pratat

om det som hyggesavfall som kan tas ut för en viss kostnad enbart för att underlätta föryngring. Idag är det mycket aktuellt med grotuttag och något som Holmen trycker särskilt på uppifrån i organisationen.

Vid ett avverkningsuppdrag kan man som markägare, där förutsättningar finns, välja att ta ut grot eller välja att inte göra det. Vid uttag skapas ett separat avtal som man kallar för ett kopplat kontrakt. Affärerna för biobränsle och rundvirke hanteras separat då inmätning och återbetalning för grot sker mycket senare jämfört med rundvirket. I regel ska groten torka på hygget och barra av för att sedan torka ytterligare i välta, detta hänvisar man till Skogsstyrelsens anvisningar. Man nämner optimal avläggsplats men även att det sedan går att komma åt med flisbil på ett bra sätt. På mindre trakter kan man skota ut groten direkt med rundvirkesskotaren, i samband med rundvirket. Detta gäller när en grotskotningsflytt inte lönar sig och där gott om avläggsplats finns vid väg. Tidigare har man behövt tre fyra hektar slutavverkning för att kunna motivera ett grotuttag. Idag tar man ut grot på betydligt mindre trakter.

Helgrotstransporter är något man använder sig av. Eon i Örebro och Billerud i Frövi är stora mottagare av helgrot. Hit levererar man, likaså många andra aktörer på marknaden. En tumregel är då ett avstånd på 4–5 mil. Blir det längre avstånd minskar lönsamheten. Man ser att de större anläggningarna är ofta lättare att leverera till. De små pannorna är lurigare, vilket beror på små lagringsytor och att de ofta är specifika med vad de vill ha, framför allt vad gäller fraktioner och fukthalt. Riskspridning genom att ha många mottagare är viktigt, både stora och mindre. Man jobbar även med att differentiera geografin så att transportsträckor kan minskas.

”Då groten är ett eget sortiment, avgörs kvaliteten av vad köparen efterfrågar.”

(Eck 2025)

Kundkraven på bränslet är något som borde styra mer. Man jagar allt för att det ska bli så torrt och så många MWh som möjligt, men det kan också innebära mer bök för pannorna att få för torrt material.

”Det konstiga är att man inte har jobbat mer efter vad värmeverken vill ha. Kör man så internt som vi gör borde det vara bättre att få rätt fukthalt direkt. Nu har det varit så torrt så mycket bark kan vara torr den med.”

(Jonsson 2025)

Ett halvår till ett år lagras groten ute på hygget, vilket kan vara problematiskt till exempel då en avverkning görs på hösten och man vill plantera på våren. Ligger då groten under snö bör man vänta till all snö har smält då det inte är optimalt att stänga in snö i vältan. Ofta ligger då groten hela våren och sommaren också, för att sedan skotas ihop i välta. På Holmen jobbar man med brytpunkter vilket betyder att hänsyn tas till när i årscykeln avverkningar görs och utefter det planerar man resten av hanteringen.

Angående lagringsmöjligheter för Holmen kontra lagring på mottagarnas anläggningar ser man en fördel med lagring vid mottagare. Kommer groten in till ett värmeverk eller till ett av värmeverkens terminaler kan man slutredovisa tidigare. Att korta ner ledtiderna gentemot markägarna ses här som positivt. En utmaning för Holmen är att i april/maj stänger värmeverken i princip helt för intransport för att sedan öppna igen någon gång i september. Detta innebär att skogslagren generellt är som minst på våren för att sedan växa under sommaren. Detta får konsekvenser för exempelvis de lastbilsburna flishuggarna som kan få svårt att sysselsätta sig. Lastbilar som kör helgrot kan däremot ofta köra annat när det är lågsäsong för grot. Som framgått är Holmens skogs- och väglager viktigt men grot bör inte ligga ute i mer än tre år. Då börjar kvaliteten att försämrast.

”Det är mycket mer lönsamt med grot nu än vad det har varit. Kostnadsökningen på sortimentet har överstigit kostnadsökningen i hanteringen. Det är en mycket bättre affär att ta ut idag än vad det var för några år sedan.”

(Eck 2025)

När man väl har fått upp groten på en lastbil vill man köra den dit det ska så man inte flyttar på det i onödan. Att lasta på och lasta av på någon terminal för att sedan lasta en ytterligare gång vill man undvika. Har man flisat material som ligger på en terminal kan man dock lättare hyra in extratransporter när det behövs. Då materialet redan är flisat behövs inget specialekipage, man kan då köra med i princip vilken lastbil som helst. En aspekt som tas upp vid lagring av flisat material på terminal är risken för självantändning. Holmen har vissa terminaler, men dessa använder man enbart som buffert exempelvis under sommarsäsongen.

”För vissa köpare är det bitvis fortfarande ett skrammelsortiment som man inte tycker så mycket om, men groten är en viktig del i Holmens affär. Det är tydligt uttalat uppifrån att det här är någonting som vi ska jobba mer med. Biobränsleavdelningen har växt mycket sedan jag började. Vi kommer att hantera större volymer.”

(Eck 2025)

4. Diskussion

4.1 Ledtider utifrån kundkrav

I denna studie har jag genom efterforskningar och intervjuer försökt få en större inblick i branschen och därmed förståelse för skogsbränslekedjan och hur den kan effektiviseras. Detta för att kunna bidra med kunskap till Holmen Skog AB, men också för att kunna framställa en rapport så pass lättläst att informationen lätt och snabbt kan tillgodogöras för kurskamrater som läser sista året på SLU Skogsmästarskolan i Skinnskatteberg.

Genomgående och styrande har varit kundernas krav på bränslet. Dessa krav har visat sig skilja mellan olika anläggningar men också på samma anläggning beroende på last. De varierande kraven handlar framför allt om fukthalter, men även om fraktioner, alltså bränslets kvalitet. Transportmetod, prisläge och skotningsmetod är andra parametrar som ändras och spelar in. Därför har det varit svårt att få fram en exakt siffra eller ett konkret tidsspann.

En stor anläggning med fluidiserande bädd och kanske additiver hade kunnat elda helt färsk, grön grot som avverkats i närområdet alternativt körts längre med returfrakt, medan en mindre panna kanske måste ha något torrare, avbarrad grot. Börjar transportavstånden bli längre kan ett torrare bränsle krävas. Eftersom grotuttag innebär en process med många inblandade är produkten också dyrare jämfört med sekundära biobränslen, exempelvis bark. Bränslet grot bör vara torrt. Kunder kan också kräva ett torrt bränsle med ett högre effektivt värmevärde, med argumentet högre pris jämfört med exempelvis bark som ofta används som baslast. Att leverera torrt bränsle till en liten panna som har manuell blandning med hjullastare kan dock i stället innebära ökade kostnader och mer arbete. Jag har fått bilden av att små pannor med roster har mer likgiltiga krav på bränsle under året medan man i större pannor med fluidiserande bädd kan vilja elda betydligt fuktigare bränsle, dvs. större inblandning av grotflis och bark och mindre inblandning av returträ eller bränsleved under större delen av året. Under den kallaste perioden kan det i stället med fördel se tvärtom ut; en torrare mix då direktkondensering huvudsakligen används i stället för rökgaskondensering. I ett sådant scenario kan ungefär 60 procent bestå av returträ som är torrt och resten en mix av bark, grot och energivedsflis. För en lite mindre panna av rostermodell kan det när anläggningen går på full effekt vara optimalt med cirka 75 procent bark och resten stamvedsflis eller grot av väldigt bra kvalitet. På sommaren kan det exempelvis i stället vara optimalt med väldigt torrt bränsle.

Varje anläggning är unik och likaså varje logistikflöde. Därför krävs att åkeriföretag har kännedom om kvalitet, vilka pannor som ska levereras till och under vilken del av säsongen man levererar, med tanke på olika råvarukrav. Fukthalter och kvaliteter har dock visat sig variera mycket under hela året. Transporter skulle då kunna planeras så att rätt panna får rätt bränsle. Detta innebär att ett lagom torrt bränsle kanske körs längre för att förse en mindre panna med rätt bränsle, samtidigt som ett blötare bränsle körs till en större panna som är mindre känslig. Skulle dock alla pannor vara mer likvärdiga, dvs. större och mer toleranta skulle transportavstånd i teorin kunna minimeras. Detta skulle dock bli

svårt, då livslängden på en panna är mycket lång och investeringen som krävs för exempelvis en panna med fluidiserande bädd, som framstår som mer tolerant, troligtvis är orimligt hög för exempelvis små kommunala budgetar.

Grot finns det mycket av, även om det visat sig variera i mängd och vara utspritt i geografin. Användande av returfrakter har visat sig effektivt och billigt och bör därför användas mer och ses som ett komplement för att få fram grot och bark över långa avstånd. Dock har helgrottransporter visat på brister gällande returfrakt kopplat till de korta avstånden. Man tror att användandet av returfrakter kommer att öka som konsekvens om grotmängden ökar, kanske mest troligt från terminaler. Det ska även nämnas att brukarbeteendet har mycket stor inverkan på pannans funktion, därför kan utbildning av personal också vara ett första steg.

Erfarenheten av bristande traktbanker tillsammans med i de flesta fall begränsade lagringsmöjligheter som finns på anläggningarna har gett bilden av ett skörare system som är alltmer beroende av sina leverantörer. Detta samtidigt som leveranssäkerhet har framstått som mycket viktigt för samtliga inblandade. Många anläggningar i Mellansverige ligger inom tätbebyggt område och kan därför inte expandera, vilket ställer högre krav på exempelvis Holmens skogslager av grot. Systemet blir mer flexibelt då lagringsmöjligheterna ökar. En aktuell frågeställning är dock vem ansvaret faller på. Är det leverantören, Holmen i detta fall, som borde utöka sina skogslager, eller är det kunden, kraft- och fjärrvärmeverken som borde ges ökade möjligheter till lagring på eller i anslutning till anläggningen? Nämnvärt är att Holmen inte vill lagra grot i väglager längre än tre år. I andra änden vill man heller inte lagra groten för kort, utan man vill att den ska torka åtminstone i ett halvår.

Det är önskvärt att minimera de totala kostnaderna i hela försörjningskedjan, men detta samtidigt som flexibilitet och leveranssäkerhet måste bibehållas. Frågan är hur prisbilden kommer förändras om leverantören kontra kunden svarar för den extra kostnaden som lagerhållning innebär. Troligtvis krävs en bättre kommunikation och förståelse för problematiken mellan alla berörda parter, detta gäller även inköpare, planerare, skotarförare, åkerier, flishuggsansvariga, inköpare med flera. Man skulle kunna tro att prisbilden för grot kommer stiga om Holmen skulle ta kostnaden för ökad lagerhållning, vilket skulle innebära dyrare råvaruinköp för kunderna, men samtidigt en större trygghet och en högre leveranssäkerhet. Dock vill inte anläggningar som regel ta emot grot som legat för länge och börjat påverkas av mikroorganismer. Man pratar om substansförlust, vilket är negativt. Att anläggningarna bör ha fler terminaler utanför städerna har lyfts som en lösning för effektivare transporter. Dessa skulle då framstå som attraktivare mottagare.

Grotbranschen kan framstå som ryckig då det skiljer mycket mellan åren. Elpriser och handelsflöden påverkar branschen. Groten är som fuktigast under vinterhalvåret då ett torrare bränsle kan önskas. Att få ett jämnt flöde på lång sikt är önskvärt men svårt att uppnå. Riskspridning genom att ha många olika leverantörer är en strategi som används.

Lagring av grot sker bäst offlisad. Att köra in offlisad grot till anläggningar kan bli dyrt, men att lagra upp helgrot under täckpapp på asfalterade terminaler är möjligt, dock är det väldigt platskrävande. Fördelaktigt är att groten då fångats upp i närområdet. Exempel på stora lager av osönderdelat skogsbränsle finns i Östersund, men jämfört med exempelvis Uppsala ser prisklassen på lagringsytor annorlunda ut där. Hur graden av substansförlust på grund av mikroorganismer ser ut i skog kontra på terminal är oklart. Fukthalter i grot är generellt som lägst under sensommar för att sedan öka under höstmånaderna då också mer nederbörd faller, vilket inte är särskilt förvånande. Grotåtgången är som störst under vintern, då bärigheten i Syd- och Mellansverige ofta är dålig på grund av milda vintrar, och groten också har hunnit återfuktas under hösten. Skulle groten däremot flisas och/eller köras ut ur skog till terminal under sommar/sensommar då fukthalter fortfarande är låga (förutsatt att groten fått tid att torka under vår och sommar) skulle man teoretiskt sett kunna minska både körskador och återfuktning. Dock sker inte alla avverkningar på vintern och all transport sker inte heller precis innan höstregnen, vilket gör det hela mer komplext. Det enda vi vet är att vi inte kan kontrollera vare sig väder eller klimat men att vädret och klimatet påverkar och kommer att påverka groten. Frågan är bara hur man kommer att förhålla sig till detta i framtiden.

Då grot är förhållandevis dyrt och betalning sker för det effektiva värmevärdet, MWh, är det önskvärt att både flisa upp och transportera groten när den är så torr som möjligt, vilket styr mot torkning i skogen. Transporten har visat sig vara ett område det finns mycket att vinna på, vilket också återspeglas av allt som hänt i kedjan innan groten körs ut ur skogen.

Gällande skotning av grön grot har bilden jag fått varit övervägande positiv, även om det framgår att många fortfarande förespråkar avbarrning på hygget och skotning av brun grot. Senare studier som gjorts inom ämnet verkar styra mot grönrisskotning snarare än brunrisskotning som varit praxis i Sverige sedan 1980-talet. Detta ställer högre krav på vältplatser. Gällande anställda på mottagande anläggningar och anställda i skogsbranschen krävs en bättre dialog och en större förståelse för hela försörjningskedjan. Mycket handlar om NO_x-utsläpp snarare än ett för fuktigt bränsle. Dock håller inte detta fullt ut då det framkommit att bruna barr innehåller ungefär samma mängd kväve som gröna och att en stor del av barren ändå kommer med in till anläggningarna oavsett skotningsmetod. Exempel finns på färskt bränsle som eldas och går jättebra att elda, både för stora och mindre pannor. Inblandningsgrad och pannkonstruktion är här avgörande.

Slutligen kan sägas att så länge groten är dyr och inget kostnadseffektivare sätt att få ut den sätts i bruk kommer kunder att kräva ett högvärdigt bränsle. Står valet mellan bark och fuktig grot väljs barken framför groten. Groten, väl hanterad och som ett torrt bränsle kan användas för att finjustera fukthalter med. Dock eldas inte bark överallt. Spån och returträ används också. Var i geografien man finns och vilka bränslen man använder och blandar med avgör vilka krav man ställer på groten. I Trosa får man exempelvis mycket spånleveranser från Braviken i Norrköping.

Bränsleveden har konstaterats minska men har också konstaterats kunna vara billigare än grot. Troligtvis kan man idag nyttja mer bränsleved i pappersmassa än vad man kunnat tidigare. Ser prisläget ut på det sättet och valet står mellan ved och grot väljs bränsleved som ett torrt bränsle framför groten. För att det ska löna sig bra med grot krävs höga bränslepriser, då får man bättre betalt för den. Vid höga bränslepriser kräver också mottagare ett torrt bränsle, betalar man mycket krävs mer av produkten helt enkelt. Transporter kan bli billigare med ett torrare bränsle jämfört med ett blötare, men används returfrakter behöver det inte se ut så. Gällande var groten ska torkas verkar välttorkning framstå som ett vinnande koncept, även om åsikterna är delade. Välttorkning vid väg i skogen på en optimal, vind- och solutsatt vältplats kan ses som önskvärt ur många perspektiv. Finfraktioner i vältan blir dock högre till följd av en något ökad mängd barr i vältan.

Torktiden ska vara ett år (en torkperiod) eller tills barren har bytt färg, vilket varierar mer vid välttorkning jämfört med hyggstorkning. Vältplatser har då en större inverkan på torkningsprocessen, dock har årstid och luftfuktighet störst inverkan. När medeltemperaturen på våren går över 5 grader kan man räkna med att groten torkar. Dock är det svårt att fastställa något universellt värde med så många parametrar inblandade. Lennartsson et al. (2022) har konstaterat att för många parametrar inverkar på händelseförloppet för grot för att kunna dra några egentliga slutsatser. Att hitta en uppsättning av konstanter som stämmer bra överens med en mängd av vältor som har lagrats under olika förhållanden har konstaterats vara svårt.

En fundering är om mängden uttagbar grot kan förväntas minska i ett varmare och blötare klimat, vilket skulle leda till höjda markskoningskrav och att potentiell grot då i stället för att tas ut som ett sortiment i högre grad används för markskonning. En annan aspekt är hur uttag av grot påverkar pH-värdet i marken. Det pratas ofta om askåterföring, men det framgår också att det i de flesta fall inte höjer tillväxten. En följdfråga är då hur effekten av kvävegödsling ser ut kopplat till skogsbränsleuttag och hur svampar påverkas till följd av en ändrad markbalans.

I ett samhälle med alltmer tankar på miljöhänsyn kan man fundera på vilka effekter som skulle fås vid införande av högre NO_x-krav och hårdare ”straffavgifter”. Vidare kan det spekuleras i hur detta skulle påverka mindre anläggningar som idag hamnar under gränsen 25 GWh per år och därmed inte är NO_x-pliktiga.

4.2 Metoddiskussion

När jag började hade jag inte helt klart för mig vad jag exakt skulle ta reda på eller exakt hur det faktiskt ser ut i skogsbränslebranschen idag. Denna kvalitativa fallstudie av värderande form har varit passande för ändamålet och har under processen lyft fram fakta och synliggjort vinklar som jag inte hade med från början, vilket naturligt har blivit en del i processen. Att använda sig av en fallundersökning som styr mot icke-experimentell och där mindre kontroll har över ingående variabler har öppnat upp och gett större möjligheter för de

intervjuade att lyfta fram det som upplevs som viktigt eller problematiskt, vilket har gett en förståelse för verkligheten inom branschen men framför allt hur den upplevs av de som befinner sig i den.

Mycket har handlat om att kartlägga processer, arbetssätt och problematiker i olika delar i försörjningskedjan. En del av syftet var att få en stor spridning på undersöksmaterialet vilket också har uppnåtts. För att få ett exempel på en konkret genomsnittlig ledtid hade det behövts mer avgränsning, exempelvis till en enda anläggning och på alla inblandade i dess unika flöde. Statistik på exakta proportioner av bränsle som används under varje månad hade kunnat tydliggöra behovet av grot och olika fukthalter under säsongen. Det har varit svårt att få exakta siffror från intervjuade. Exakta upptagningsområden skulle också behöva studeras då dessa spelar in på transportsidan.

Transkribering av alla intervjuer har gjorts med en lättare redigering. Detta har gjorts direkt efter intervjuerna, vilket har underlättat och bidragit till en riktig tolkning, då jag fortfarande haft sammanhanget och intervjun i huvudet.

Gällande den inre validiteten, dvs. i vilken grad resultaten stämmer med hur det faktiskt ser ut inom det specifika studieområdet finns en viss osäkerhet då jag tror att ännu fler intressenter hade behövt ingå i studien för att få en komplett bild. Gällande den externa validiteten, dvs. generaliserbarheten tror jag att resultatet i stora drag skulle upprepas vid andra situationer och undersökningar med liknande syfte.

I kvalitativa studier nämns ofta trovärdhet och äkthet. I detta fall finns möjlighet att granska alla data efteråt och på så vis göra en egen tolkning för att se om forskaren påverkat resultatet med sina egna åsikter och synpunkter. Äktheten handlar om möjligheterna för de deltagande personerna att kunna uttrycka synpunkter och åsikter, vilket denna typ av intervjustudie möjliggjort. Vidare kan ifrågasättas hur jag som forskare och intervjuare bidragit på ett optimalt sätt, då jag sedan tidigare inte har några erfarenheter av den här typen av kvalitativa undersökningar. Att lyssna in och fånga även uttryck och det som hänger mellan raderna är något som kan vara svårt att kontrollera i efterhand. Att innan ha gjort ett bakgrundsarbete genom att ha läst på om metodik och historik har underlättat.

4.3 Slutsatser

Holmen Skog kan leverera grot till rosterpannor och pannor med fluidiserande bädd. Mottagarna vill i samtliga fall att ett kontinuerligt skogsbränsleflöde ska hållas under året, med fler leveranser på vintern och betydligt färre på sommaren. Groten ska levereras torr och direkt i tippfickor, på marken eller i en hugg där det finns på mottagande anläggning. Flisad grot är vanligast som leveransmetod. Rosterpannor kräver generellt sett den jämnaste kvaliteten på grot.

Lagring i fält ska ske i minst ett halvår. Lagring på terminaler framstår genom studien som fördelaktigt, detta för att nå ett jämnt bränsleflöde. Vältlagring framstår som effektivare framför hyggeslagring. Groten ska lagras på

värmeverken eller på värmeverkens terminaler. Holmen ska inte behöva stå för extra lagring i fält.

Referenser

Ahrne, G. & (red.), P. S. (2015). *Handbok i kvalitativa metoder*. Upplaga 2:4. Författarna och Liber AB.

Augustinsson, J. & Gunnarsson, G. (2021). Lantbrukares inställning till tekniska hjälpmedel - Användning av produktionsdata från tekniska hjälpmedel (IoT) för beslutsfattanden och ekonomiska uppföljning. Sveriges lantbruksuniversitet. Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap Institutionen för människa och samhälle, Alnarp. <https://stud.epsilon.slu.se/16896/>

Bays, H. C., Bolding, M. C., Conrad, J. L., Munro, H. L., Barrett, S. M., & Peduzzi, A. (2024). Assessing the sustainability of forest biomass harvesting practices in the southeastern US to meet European renewable energy goals. *Biomass and Bioenergy*, 186, 107267. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2024.107267>

Bäfver, L. & Renström C. (2013). Fraktionsfördelning som kvalitetsparameter för skogsbränsle – Kraft- och värmeverkens perspektiv. Arbetsrapport 805–2013. Uppsala: Skogforsk. <https://www.skogforsk.se/kunskapsbanken/kunskapsartiklar/2013/Fraktionsfordelning-som-kvalitetsparameter-for-skogsbransle-Kraft-och-varmeverkens-perspektiv/>

Bäfver, L., Renström, C. & Storm, J. (2014). Värmeforsk Serviceaktiebolag. Koncept för att minimera bildning av fint stoft och kväveoxider. Projektnummer A12-202. <https://energiforskmedia.blob.core.windows.net/media/17815/koncept-foer-att-minimera-bildning-av-fint-stoft-och-kvaeveoxider-vaermeforskrapport-1244.pdf>

Camero, C., Sowlati, T., Marinescu, M. & Röser, D. (2014). Strategic optimization of forest residues to bioenergy and biofuel supply chain. *International Journal of Energy Research*, 39(4), 439–452. <https://doi.org/10.1002/er.3233>

Casera, I., Udali, A., & Gatto, P. (2024). Forest residue management in the Italian regulatory framework: an analysis of the regulations of Regions and Autonomous Provinces. *Forest@ - Rivista Di Selvicoltura Ed Ecologia Forestale*, 21(5), 72–77. <https://doi.org/10.3832/efor4638-021>

Drott, A., Anderson S. & Eriksson, H. (2019). Regler och rekommendationer för skogsbränsleuttag och kompensationsåtgärder. Skogsstyrelsen. Rapport 2019/14. <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/om-oss/rapporter/rapporter-20222021202020192018/rapport-2019-14-regler-och-rekommendationer-for-skogsbransleuttag-och-kompensationsatgarder.pdf>

Erber, G., Routa, J., Wilhelmsson, L., Raitila, J., Toiviainen, M., Riekkinen, J., & Sikanen, L. (2014). A prediction model prototype for estimating optimal storage duration and sorting. Finnish Forest Research Institute. ISSN 1795-150X.
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2476-4>

Energimyndigheten (2024). Läget på energimarknaderna. Biodrivmedel, biogas och fasta biobränslen.
<https://www.energimyndigheten.se/49cfce/globalassets/marknadsrapporter/laget-pa-energimarknaderna---biodrivmedel-och-fasta-biobranslen---juni-2024.pdf>

Energimyndigheten (2025). Energiläget i siffror 2025. Tabell 4.1 har använts – Slutlig energianvändning i industrisektorn per energibärare fr.o.m. 1970, TWh.
<https://www.energimyndigheten.se/energisystem-och-analys/nulaget-i-energisystemet/energilaget/>

Eriksson, B., Ohls, J., Norin, K. & Eliasson, L. (2015). Processkartläggning – Ett verktyg för att förbättra försörjningskedjor. Arbetsrapport 879–2015. Uppsala: Skogforsk.
<https://www.skogforsk.se/kunskapsbanken/kunskapsartiklar/2015/processkartlaggning-ett-verktyg-for-att-forbatta-forsorjningskedjor/>

Erlandsson, J. (2008). Fukthalt i GROT - påverkande faktorer. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Umeå. Rapportserie 2008:20. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-s-8628>

Gyberg, P. Karlsson M. & Ingelstam, L. (2005). System i fokus - uppsatser med teori- och metodexempel från energiområdet. Uppsatser från doktorandkursen
Hafmar, J. & Eliasson, R. (2010). Fukthaltsförändringar för skogsbränsle -En jämförelse av torkförloppet i grönrisskotade och brunrisskotade vältor. Linnéuniversitetet. Avdelningen för skog och träteknik. Institutionen för teknik. Examensarbete nr: TEK 079/2010.
<https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:lnu:diva-8397>

Haaker, A. (2024). Översikt: Ökad omsättning men minskade leveranser av fasta biobränslen 2023. *Tidningen Bioenergi*. 21 maj.
<https://bioenergitudningen.se/okad-omsattning-men-minskade-leveranser-av-fasta-biobranslen-2023/#captive>

Hofsten, v H., Eliasson, L. & Johannesson, T. (2018) GROT-skotningens kostnader i nästa led. Arbetsrapport 993-2018. Uppsala: Skogforsk.
<https://www.skogforsk.se/contentassets/21d6166e5e974d9ebf560e2d1e37d986/arbetsrapport-993-2018.pdf>

Johannesson, B. (2003). Mikrobiell påväxt på fasader. Lunds tekniska högskola. Avd. Byggnadsmaterial. Rapport TVBM-3106.
<https://portal.research.lu.se/sv/publications/mikrobiell-p%C3%A5v%C3%A4xt-p%C3%A5-fasader>

Johannesson, T. & Njurell, R. (2014). Grövre bränsle en omöjlig uppgift? Arbetsrapport 847–2014. Uppsala: Skogforsk.
https://www.skogforsk.se/cd_20190114162317/contentassets/c3625c6d048c4ef39e9701ba948990d6/grovre-bransle-en-omojlig-uppgift.pdf

Johannesson, T., Valund, T. & Eliasson, L. (2023). Uttag av grot som skogsbränsle. Sveriges lantbruksuniversitet. Skogsvetenskapliga fakulteten. Skogsmästarskolan. Rapportserie 2023:01.
https://www.skogforsk.se/cd_20230616132235/contentassets/c3038111d5e84f0f8dec00bda260e3a9/uttag-av-grot-som-skogsbransle---ett-utbildningsmaterial.pdf

Kofod-Hansen, M. (2025). Sysav testar energisnål koldioxidinfångning. *Tidningen Energi*. El, värme och kyla, Ett magasin från energiföretagen. 5 mars. <https://www.energi.se/artiklar/2025/mars-25/sysav-testar-energisnal-ccs/>

Kvale, S. (1997). *Den kvalitativa forskningsintervjun*. 1:a upplagan. Studentlitteratur AB.

Leijonhufvud, E. (2022) Råvaruförsörjning av grot - Försörjningskedjan vid Södra Skog. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsekonomi, Uppsala.
<https://stud.epsilon.slu.se/17459/>

Lennartsson, T. (2022). Prognostisering av fukthalt i hyggesrester med användning av väderinformation. Linnéuniversitetet. Fakulteten för teknik. Institutionen för skog och träteknik. Kurskod: 2TS90E.
<https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:lnu:diva-115210>

Merriam, S. (1994). *Fallstudien som forskningsmetod*. Upplaga 1:22. Studentlitteratur AB.

Naturvårdsverket (2005). Förbränningsanläggningar för energiproduktion inklusive rökgaskondensering. Branschfakta. Utgåva 2.
<https://www.naturvardsverket.se/publikationer/8100/forbranningsanlaggningar-for-energiproduktion-inklusive-rokgaskondensering/>

Mörner, H. (2010). Kundkrav på biobränsle. Sveriges lantbruksuniversitet. Fakulteten för skogsvetenskap. Institutionen för skogens produkter, Uppsala.
<https://stud.epsilon.slu.se/1433/>

Naturvårdsverket (2024a). Biogena koldioxidutsläpp och klimatpåverkan.
<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/omraden/klimatet-och-skogen/biogena-koldioxidutslapp-och-klimatpaverkan/>

Naturvårdsverket (2024b). Utsläpp av biogen koldioxid från förbränning av biomassa i Sverige. <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/utslapp-av-biogen-koldioxid-fran-forbranning-av-biomassa-i-sverige/>

Nilsson, B., Blom, Å., & Thörnqvist, T. (2013). The influence of two different handling methods on the moisture content and composition of logging residues. *Biomass and Bioenergy*, 52, 34–42.

<https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.02.026>

Nilsson, B. & Eliasson, L. (2015a). Skogens energi – En källa till hållbar framtid. Sammanfattande rapport från Effektivare Skogsbränslesystem 2011–2015.

Uppsala: Skogforsk. (Sida 68, Bränsleskörden).

<https://www.skogforsk.se/rad--stod/filmer--publikationer/skogens-energi--en-kalla-till-hallbar-framtid/>

Nilsson, B. & Eliasson, L. (2015b). Skotning av grot direkt efter avverkning eller efter hyggeslagring – Effekter på näringsuttag, barravfall och fukthalt.

Arbetsrapport 878–2015. Uppsala: Skogforsk. <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A915831&dswid=-759>

Nunes, I., Costa, A., Gonçalves, J., Bernardo, G., Rocha, A., Almeida, T., & Romana, F. A. (2022). Pull and Push Applied to a Just in Time Supply Chain—Case Study Jerónimo Martins. *American Journal of Industrial and Business Management*, 12(07), 1204–1212. <https://doi.org/10.4236/ajibm.2022.127065>

Persson, T. & Win, M. K. (2011). Småskalig rökgasrening -metoder för att minska utsläppen från småskalig biobränsleeldning. Projekt SWX-Energi. Rapport nr: 21.

<https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:du-5660>

Repo, A., Känkänen, R., Tuovinen, J., Antikainen, R., Tuomi, M., Vanhala, P., & Liski, J. (2011). Forest bioenergy climate impact can be improved by allocating forest residue removal. *GCB Bioenergy*, 4(2), 202–

212. <https://doi.org/10.1111/j.1757-1707.2011.01124.x>

Rosa, L., Sanchez, D. L., & Mazzotti, M. (2021). Assessment of carbon dioxide removal potential via BECCS in a carbon-neutral Europe. *Energy & Environmental Science*, 14(5), 3086–3097. <https://doi.org/10.1039/d1ee00642h>

Routa, J., Asikainen, A., Björheden, R., Laitila, J., & Röoser, D. (2015). Forest energy procurement: state of the art in Finland and Sweden. *Advances in Bioenergy*, 273–283. <https://doi.org/10.1002/9781118957844.ch17>

Skogsstyrelsen (2017). Bioenergi på rätt sätt – om hållbar bioenergi i Sverige och andra länder. En översikt initierad av Miljömålsrådet. Rapport av Skogsstyrelsen, Energimyndigheten, Jordbruksverket och Naturvårdsverket. (Rapport 10)

<https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/om-oss/rapporter/rapporter-2017/rapport-201710-bioenergi-pa-ratt-satt.pdf>

Statens energimyndighet. (2013). Konsekvenser av ett ökat uttag av skogsbränsle – En syntes från Energimyndighetens bränsleprogram 2007 – 2011.

Sammanfattning av syntesrapporten. ER 2013:16

<https://energimyndigheten.a-w2m.se/System/TemplateView.aspx?p=Arkitektkopia&id=d43ee3af4c7d4fab9c2>

[9deba5b695108&l=t&cat=%2FForskning%20och%20innovation&page=2&lstqty=1](https://www.energi.se/9deba5b695108&l=t&cat=%2FForskning%20och%20innovation&page=2&lstqty=1)

Statens energimyndighet (2020a). Faugert & Co. Utvärdering av Energimyndighetens satsningar inom bioenergi. ER 2020:11.

<https://energi.se/System/TemplateView.aspx?p=Arkitektkopia&id=fc93a2f7729d42e6a42f47fae9eb5ef2&q=utv%C3%A4rdering%20av%20energi.se/satsningar%20inom%20bioenergi&lstqty=1>

Statens energimyndighet (2020b). Energiläget 2020. ET 2020:1.

<https://energi.se/System/TemplateView.aspx?p=Arkitektkopia&id=fa46fcb27d264766b0bf84982a07fed6&q=2020:1&lstqty=1>

Statens energimyndighet (2024). Kortsiktsprognos vinter 2024 – Energianvändning och energitillförsel år 2022–2027. ER 2024:10.

<https://energi.se/System/TemplateView.aspx?p=Arkitektkopia&id=fdc950ae8cc14627afe8b7392ed3f30f&l=t&cat=%2FPrognoser%20och%20Scenarier&lstqty=1>

Systemanalys med metodexempel från energiområdet. Linköpings universitet. Unitryck, Linköping. Arbetsnotat Nr 33.

https://www.academia.edu/1211593/Genomf%C3%B6randet_av_en_intervjustudie_fr%C3%A5n_teor_i_till_praktik

Windisch, J. (2015b). Process redesign in development of forest biomass supply for energy. *Dissertationes Forestales*, 2015(189). <https://doi.org/10.14214/df.189>

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

☒ JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

☐ NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.