

Ekonomisk analys av olika metoder att transportera flisad GROT från skogen till industrin via NLC Storuman

An economic analysis of different methods of chipped logging residues transportation from the forest to the industry through NLC Storuman

Philip Hallström & Gustav Nylander



Kandidatarbete • 15 hp

Jägmästarprogrammet

Kandidatarbeten, Nr 1

Umeå 2018

Ekonomisk analys av olika metoder att transportera flisad GROT från skogen till industrin via NLC Storuman

An economic analysis of different methods of chipped logging residues transportation from the forest to the industry through NLC Storuman

Philip Hallström & Gustav Nylander

Handledare: Dimitris Athanassiadis, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för skogens biomaterial och teknologi

Examinator: Camilla Widmark, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för skogsekonomi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Kandidatarbete i skogsvetenskap med företagsekonomisk inriktning

Kurskod: EX0593

Program/utbildning: Jägmästarprogrammet

Kursansvarig inst.: Institutionen för skogsekonomi

Utgivningsort: Umeå

Utgivningsår: 2018

Omslagsbild: Lantmäteriet/Metria.Kartdata ©2018 Google

Serietitel: Kandidatarbeten

Delnummer i serien: 1

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

Nyckelord: cost analysis, FLIS4.0, logging residues, NLC Storuman, woodchips

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för skogsvetenskap

Institutionen för skogsekonomi

Sammanfattning

Denna studie syftar till att undersöka kostnaderna per producerad enhet (kr/TTv) och tågtransportbehovet för olika drivningssystem av flis för NLC Storuman. I dagsläget nyttjar terminalen en mobil flis men på senare tid har det diskuterats hur systemet står sig jämte andra system för flisning och transport av flisad GROT. I studien har fyra system undersökts där fokus legat på var i kedjan biomaterialet flisas. De system som undersökts har varit: Ett hett system med en lastbilsburen flis som flisar vid avlägget och med flisbil transporterar flisen till terminalen. Ett kallt system med en huggbil som flisar vid avlägget direkt ner i en container som den sedan kör direkt till terminalen. Ett kallt system med en mobil flis vilket innebär att GROTen körs till terminalen med GROTBil för att lagras på terminalen tills den mobila flisen kommer och flisar GROTen. Ett kallt system som använder en eldriven stationär flis vilket möjliggör att flisen kan flisas direkt när den kommer in med GROTBil.

Med FLIS4.0 har kostnaderna per producerad enhet (kr/TTv) beräknats för respektive system efter att grundvärdena i programmet uppdaterats med den data som samlats in vid intervjuer med sakkunniga under arbetet.

De främsta källorna som kommer undersökas är GROT och energived baserat på dataunderlag ur SKA15 för att undersöka potentialen att förse NLC Storuman med den mängd biomaterial respektive system behöver vid implementering. Utifrån koncentrationen framtagna ur SKA15 kommer även de teoretiska upptagningsområdena att beräknas för respektive system för att se om de är rimliga utifrån dagens upptagningsområden på NLC Storuman.

Slutligen har beräkningar gjorts för att undersöka vilket tågtransportbehov NLC Storuman i genomsnitt skulle behöva om respektive system implementerades. Dessa beräkningar kommer att ställas mot varandra och mot dagens tågtransportbehov för att undersöka rimligheten i att implementera systemet. För system med större avvikelser kommer undersökningar göras för hur mycket förutsättningarna kan förändras utan att de kostar mer per producerad enhet än de övriga systemen.

Nyckelord: flis, FLIS4.0, GROT, kostnadsanalys, NLC Storuman

Summary

This study aims to investigate the costs (kr/TTv) of comminuted logging residues and energy wood for four different procurement systems as well as the needs of train transport at the NLC Storuman terminal. The terminal is currently using a mobile chipper but the question of how it stands against other systems has grown. The procurement systems that have been studied are: One with a hot system where a truck mounted chipper is used to chip logging residues at the road side so it can be transported with a chip truck to the terminal. Two with a cold system where 1) a chipper truck is used to chip the biomaterial directly in a container and transport it to the terminal and 2) a stationary chipper makes it plausible to chip the biomaterial as soon as it arrives to the terminal. Finally, one with a mobile chipper that requires the logging residues to be transported to the terminal for storage until the mobile chipper can get to the terminal to chip the biomaterial.

The costs per produced unit (kr/TTv) were calculated for each system with FLIS4.0 after the preset values have been updated with data collected through interviews with experts.

Potential harvested amounts of logging residues and energy wood were based on the dataset from SKA15 that investigate the potential to supply NLC Storuman with the biomaterial needed if the systems were to be implemented. Based on the concentrations extracted from SKA15 the theoretical catchment-area was calculated for each system in order to compare it to the catchment-area used today by NLC Storuman.

Lastly the average need of train transports was calculated for each system for NLC Storuman. These calculations were compared to the current need of train transports to test the equity for the case if the systems were to be implemented. For systems with considerable deviations it was calculated to find out for how much the system conditions can be changed without making the systems costs larger than the other systems.

Keywords: *cost analysis, FLIS4.0, logging residues, NLC Storuman, woodchips*

Förord

Vi skulle vilja rikta ett stort tack till Dimitris Athanassiadis som varit vår handledare under detta arbete. Under arbetets gång har han visat ett stort engagemang för oss och han har hjälpt oss med bra konstruktiv kritik som fört arbetet framåt.

Vi skulle även vilja rikta ett tack till Johnny Holmgren och Jonas Vestun för att ha varit öppna och försett oss med underlag för vårt arbete samt Henrik von Hofsten som hjälpt oss med FLIS när vi haft funderingar runt hur man använder programmet.

Innehållsförteckning

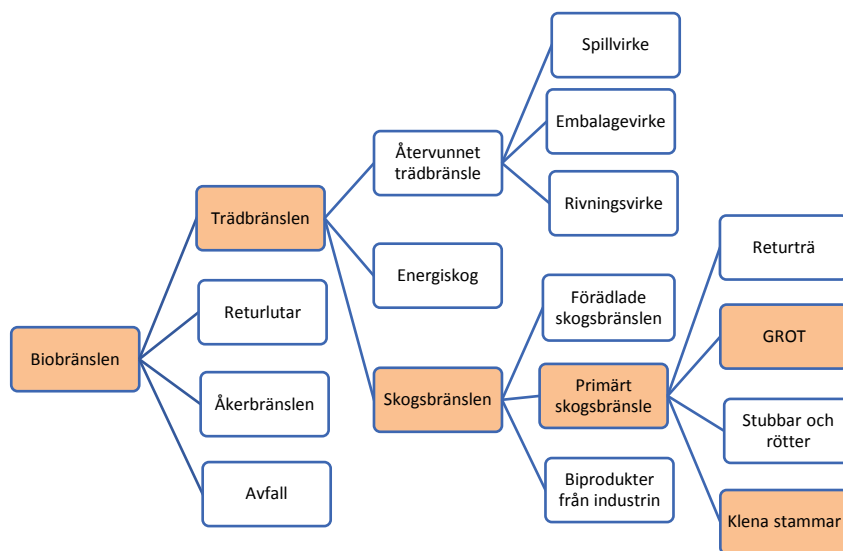
1	INLEDNING.....	1
1.1	BAKGRUND.....	1
1.1.1	<i>Bioenergins användning</i>	1
1.1.2	<i>Logistik</i>	2
1.1.3	<i>Allmänt om kombiterminaler</i>	2
1.2	NLC STORUMAN.....	2
1.3	SYFTE.....	3
1.4	MÅL.....	3
1.5	EKONOMISK TEORI.....	3
2	MATERIAL OCH METODER.....	5
2.1	SKA15.....	5
2.2	FLIS4.0.....	5
2.3	TILLVÄGAGÅNGSSÄTT.....	7
3	RESULTAT.....	10
3.1	SYSTEMKOSTNADSANALYS.....	10
3.2	ANALYS AV NLC STORUMANS POTENTIAL.....	11
4	DISKUSSION.....	13
4.1	RESULTAT.....	13
4.2	UNDERLAGENS TILLFÖRLITLIGHET.....	13
4.2.1	<i>Ska 15</i>	13
4.2.2	<i>FLIS4.0</i>	14
4.3	FRAMTIDA STUDIER.....	14
4.4	SLUTSATSER.....	15
5	REFERENSER.....	16
	BILAGOR.....	17

1 Inledning

1.1 Bakgrund

1.1.1 Bioenergins användning

Användandet av biobränslen (Figur 1) har sedan 1983, då man började mäta den totala mängden tillförd energi, stadigt ökat och 2015 utgjorde biobränslen 26% av den totala tillförda energin i Sverige (Statens energimyndighet 2017). Framåt slutet av 70-talet och början av 80-talet tog teknikutvecklingen för helträdsutnyttjande fart till följd av en befarad framtida virkessvacka och oljekris (Liss, J-E. 2001). Sedan dess har man kunnat se en ökad produktion av fjärrvärme och el med hjälp av biobränslen. Under 80- och 90-talet var prisutvecklingen för skogsbränslen i princip oförändrad då fjärrvärmeindustrin hade en god och billig tillgång på restprodukter från skogsindustrin. Under 2000-talet ökade efterfrågan på biobränslen vilket höjde priserna och ökade därmed uttagen av skogsbränslen (Statens energimyndighet 2017). Sedan 2004 har den tillförda energin av oförädlade skogsbränslen (däribland bark, GROT, spån, stamvedsflis mm) fram till år 2016 ökat med ca 240GWh/år till värmeproduktionen och med ca 480 GWh/år till elproduktionen (Energiföretagen 2017). Europaparlamentet har beslutat om en strategisk plan för att minska behovet av fossila bränsle- och energikällor där bl.a. biobränslen ingår i listan över förnybara källor som är intressanta att gynna för att uppnå dessa mål. För att EU som helhet ska uppfylla målen om att 20% av energikonsumtionen och 10% av transportsektorns drivmedel ska komma från förnyelsebara energikällor till 2020 har de olika medlemsländerna tilldelats olika mål att jobba med utifrån medlemslandets totala potential av förnybar energi (Europa-Parlamentet 2018). Som svar från Regeringskansliet för Sveriges nationella mål sattes det ett mål 2010 om att 50% av Sveriges energikonsumtion ska utgöras av förnyelsebara källor vid 2020 vilket motsvarar ca 5,6TWh. (Regeringskansliet 2010).

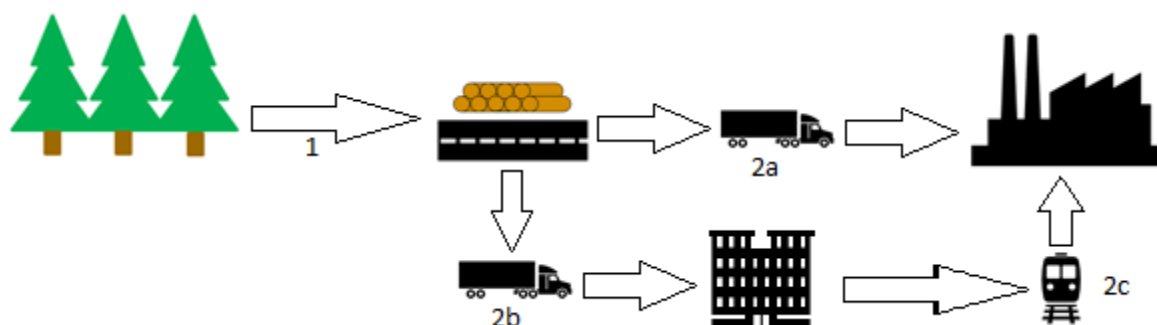


Figur 1. Schematisk skiss över olika biobränslen med fokus på skogsbränslen (Anpassad skiss från Skogsstyrelsen 2009).

Figure 1. Schematic sketch over different biofuels with focus on forest fuels (Adapted sketch from Skogsstyrelsen 2009).

1.1.2 Logistik

Den vanligaste förekommande försörjningskedjan för det primära skogsbränslet börjar i skogen. Efter avverkning av timmer och massaved samlas GROTen ihop och skotas till bilväg (steg 1 i Figur 2). Därefter kan det transporteras med lastbil antingen direkt till industrin (steg 2a) eller till en terminal för lagring/upparbetning/distribution innan det når industrin (steg 2b och 2c) (Fjeld, D. & Dahlin, B. 2005). Längs hela kedjan kan de olika leden se olika ut beroende på vilket system man använder för att få den stående skogen till industrin (Diaz-Yáñez, O. m.fl. 2012). Ett system kan vara att man transporterar GROTen till en terminal för upparbetning medan ett annat är att man flisar det direkt vid avlägget innan den transporteras vidare (Friberg, G. och Hansson, J. 2012). I kedjan spelar terminalen en viktig roll då terminalen kan bygga upp lager under sommarhalvåret när tillgången av flis är god men efterfrågan är låg för att sedan under vinterhalvåret när tillgången är begränsad, och efterfrågan hög, distribuera flisen till industrin. På detta vis kan industrin öka sin leveranssäkerhet och göra sig mindre beroende av tillgång och efterfrågan då terminalen fungerar som en regulator (Gautman, S. m.fl. 2016). I en studie av Joelsson, J. m.fl. (2016) diskuterade man även vinningen med att lagra GROTen vid en terminal då förlusterna i biomaterialets massa (till följd av mikrobiell aktivitet) kunde minskas avsevärt genom att lagra GROTen på en terminal istället för vid ett avlägg.



Figur 2. Logistiskt flödesschema från skog till industri (förenklad skiss från D. Fjeld och B. Dahlin 2005).
Figure 2. Logistic flow chart from forest to industry (simplified sketch from D. Fjeld and B. Dahlin 2005).

1.1.3 Allmänt om kombiterminaler

Intresset för kombiterminalerna är stort bland landets kommuner då terminalerna utvecklar det lokala näringslivet inom området för logistik och transporter. Däremot är det väldigt dyrt att etablera en ny terminal då det kräver omfattande investeringar samtidigt som det är svårt att förutse de framtida intäkterna vilket lett till att det är få privata aktörer som vågat ge sig in på marknaden (SKL 2010). Dessutom är de ekonomiska fördelarna med att öppna en terminal känsliga för dess operativa kostnader. Detta då intäkterna påverkas av flisens fukthalt vid leverans, leveranssäkerhet över året och ett jämnt leveransflöde medan kostnaderna beror på bl.a. transportavstånd och extra vägunderhåll framförallt under vintersäsongen (Gautman, S. m.fl. 2017). Kommuner kan direkt eller via kommunala företag öppna dessa terminaler tack vare offentlig finansiering via exempelvis kommunala medel. Ett kommunalt ägande är dessutom mer långsiktigt än ett privat ägande och samtidigt är det kommunala ägandet opartiskt så att ingen aktör riskerar att diskrimineras. Ett deläggande med transport- eller terminaloperatörer kan vara till kommunens fördel då det ofta knyter till sig nödvändiga kunskaper och entreprenörskap (SKL 2010).

1.2 NLC Storuman

Nordic Logistic Center Storuman (NLC Storuman) är en öppen terminal och är en del av Industrial & Logistic Center Storuman AB som ägs av Storuman kommun. Terminalen är

belägen i Storuman och 4ha av ytan är asfalterad med en årlig lagringskapacitet på omkring 650 000 m³s¹. I dagsläget nyttjas redan 350 000 m³s till massaved och timmer. Upptagningsområdet för terminalen sträcker sig 60-70 km från terminalen och virke hämtas från både Storuman och Wilhelmina. Terminalen har öppet ca 300 dagar om året och hanterar i dagsläget massaved och rundved åt SCA, Norrskog och Sveaskog².

Då Storuman ligger mitt i en tillväxtregion där bl.a. bioenergin utvecklas i regionen har man på senare tid börjat intressera sig för GROT på terminalen och frågan om olika systems kostnadseffektivitet har därmed växt.

1.3 Syfte

Denna rapport syftar till att försöka reda ut olika drivningssystemers kostnadseffektivitet för flising av GROT och transport av flisen genom NLC Storuman. I arbetet kommer de olika systemens lämplighet för NLC Storuman att ställas mot kostnaderna per TTV, behov av tillgänglig råvara samt transportbehov för att transportera GROT/flis till och från terminalen.

1.4 Mål

I detta arbete kommer följande undersökas:

- Kostnaderna för 4 maskinsystem för GROT där 2 av systemen flisar GROTen vid avlägget medan de resterande 2 systemen flisar vid terminalen.
- Tågbehovet som skulle behövas på NLC Storuman/vecka för respektive system samt jämföra dess rimlighet mot dagens trafiktäthet.
- Hur mycket man kan ändra ett maskinsystems förutsättningar ifall det visar på stora avvikelser från de övriga systemen utan att det blir mindre kostnadseffektivt.

1.5 Ekonomisk teori

Investeringskalkyler görs av flera anledningar för att jämföra lönsamhet mellan olika investeringsalternativ. Det finns flera olika metoder för att kalkylera investeringar på som går olika snabbt och är olika avancerade att genomföra. Några av de vanligaste metoderna för att bedöma en investerings lönsamhet är *Payback-metoden*, *Nuvärdesmetoden*, *Nettonuvärde-metoden*, *Internräntemetoden* och *Annuitetsmetoden*.

- *Payback-metoden*: Är den enklaste av metoderna och används för att beräkna hur lång tid det tar innan en investering blir lönsam. Oftast brukar en investering anses vara lönsam om återbetalningstiden (payback tiden) är kortare än den ekonomiska livslängden och vid jämförelser mellan olika investeringar är det den med kortast återbetalningstid som är det bästa alternativet.
- *Nuvärde-metoden*: Denna metod beräknar vad alla framtida kostnader och intäkter är värda idag genom att diskontera alla framtida kostnader och intäkter. Även om det är en

¹ m³s = kubikmeter stjälp mått, vanlig enhet på GROT och ved då materialet ligger stjälp

² Johnny Holmgren, Platschef, NLC Storuman, mail och telefonkonversation 2018-03-22

bra metod då man får ett lättavläst ”dagspris” på investeringen så brukar det vara svårt att bedöma exakt när i tiden en kostnad eller intäkt kommer att uppstå. Om en investering visar ett positivt nuvärde innebär det att investeringen är lönsam och vid jämförelse mellan flera alternativ är det alternativet med högst nuvärde som är det bästa.

- Nettonuvärdemetoden: Nettonuvärdemetoden fungerar på samma sätt som *Nuvärdemetoden* men med skillnaden att den även tar hänsyn till kostnaden vid investeringstillfället. Vid bedömning av en investerings lönsamhet eller vilken som är lönsammast gäller samma förhållanden som för *Nuvärdemetoden*.
- Internräntemetoden: Denna metod visar på hur stor avkastningen av en investering kommer vara. Om internräntan är större än kalkylräntan anses investeringen vara lönsam. Även om metoden ger ett lättavläst resultat så brukar den oftast vara svår att beräkna och metoden lämpar sig inte vid jämförelse av olika alternativ då den inte tar hänsyn till avkastningens storlek.
- Annuitetsmetoden: Annuitetsmetoden ger ett nettonuvärde på investeringens livslängd. Denna metod är vanlig vid jämförelse mellan olika investeringar med olika lång ekonomisk livslängd och passar bra då den diskonterar investeringens samtliga kassaflöden dvs fördelar investeringens alla in och utbetalningar, under den ekonomiska livslängden i annuiteter. Om annuiteten är större än noll anses investeringen vara lönsam och vid jämförelse mellan olika alternativ är det alternativet med högst annuitet som är det bästa. (Klemperer, W. D. 1996, Skogsstyrelsen 2009 och G. Andersson 2001)

I detta arbete är det främst annuitetsmetoden som kalkyleringsverktyget FLIS4.0 bygger på (se *FLIS4.0* sidan 11). Däremot kommer inte några intäkter att tas hänsyn till under arbetet till följd av svårigheter att sätta ett pris på flisad GROT och att verifiera framtida intäkter. Därför kommer endast kostnaderna att delas in i annuiteter för jämförelse.

2 Material och metoder

2.1 SKA15

Skogliga konsekvensanalyser 2015 (SKA15) har i den här studien använts för att beräkna NLC Storumans potentiella tillgång på GROT och energived utifrån framtida potentiella avverkningar. Skogliga konsekvensanalyser görs med jämna mellanrum av Skogsstyrelsen i samarbete med SLU för att skatta bl.a. framtida virkestillgång, potentiella virkesuttag och skogstillstånd på 100 års sikt, fördelat på 20 perioder. Detta görs utifrån 6 olika scenarier där scenariot som använts för det här arbetet varit *Dagens skogsbruk*. Scenariot innebär att man fortsätter med den inriktning och ambitionsnivå på skogsskötsel, samt tar hänsyn till dem observerade beteenden som varit, under 2008-2012.

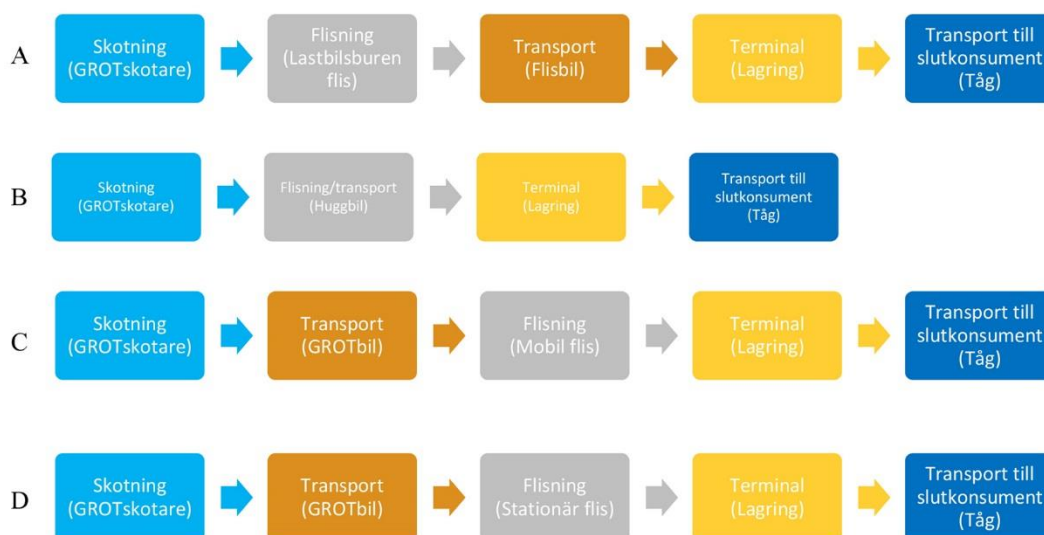
Utifrån SKA15 datasetet extraherades det potentiella GROT-uttaget tillsammans med 2% av massaveden (dessa 2% av massaveden utgör energived som kommer från vrakad massaved) för transportavstånden 25, 50, 75 och 100 km från NLC Storuman. Kalkylerna gjordes för gran och tall för att fastställa hur mycket som kommer kunna levereras årligen till NLC Storuman under period 2 (dvs under åren 2019-2024) (Skogsstyrelsen 2015).

2.2 FLIS4.0

I detta arbete har vi använt SkogforskFLIS4.0 (Flexibel Lathund för Interaktiv Systemanalys) för våra beräkningar av olika skogsbränslesystem och beräkningsunderlagen har uppdaterats med erfarenhetstal från NLC Storuman och Jämtkraft (se tabell 1). Kalkylverktyget FLIS4.0 utvecklades för att vara ett lättanvänt verktyg för den som är van vid att göra strategiska planeringar och kostnadsberäkningar för olika skogsbränslesystem. Det är byggt i Microsoft Excel och kostnadsberäkningarna görs med hjälp av annuitetsmetoden och baseras på kostnadsställena terräng, avlägg, transport och terminal. Således diskonteras alla kostnader för varje enskilt system under maskinernas livslängd vilket ger maskinsystemens totala kostnad (kr/TTv). (Hofsten, H. 2009³ samt Berglund, M. & Larsson, J. 2012)

De system vi valt att undersöka redovisas i Figur 4.

³ Henrik von Hofsten, Försörjningstekniker, Skogforsk, mailkonversation för att förtydliga manualen till FLIS4.0 2018-03-22



Figur 4. Schematisk skiss av systemkedjorna som använts i studien.
Figure 4. Schematic sketch of the system chains used in the study.

I samtliga system används en så kallad GROTskotare, vilket innebär att skotaren modifierats med ett bättre lastutrymme och en bättre grepp för att enklare kunna hantera GROT, för att transportera ut den till avlägget efter avverkning. Samtliga system använder även tåg för sluttransporten till slutkonsumenten efter att flisen lagrats på terminalen. I system A (Lastbilsburen flis) sker flisningen vid avlägget med en lastbilsburen flis. Därefter transporteras flisen med flisbil till terminalen där den sedan lagras. I system B (Huggbil) sker flisning med en huggbil som flisar direkt ner i sin container varpå den han transportera flisen till terminalen. I system C (Mobil flis) transporteras GROTen från avlägget till terminalen med en GROTBil där den efter viss lagring flisas med en mobil flis för att sedan lagras vid terminalen inför sluttransport. I system D (Stationär flis) transporteras GROTen från avlägget med en GROTBil till terminalen där den flisas med en stationär flis för att sedan lagras inför sluttransport.

Tabell 1. Lista över de värden som uppdaterats i FLIS4.0
Tabel 1. List of values that have been updated in FLIS4.0

Post	Grundvärde	Uppdaterat värde	Källa/kommentar
Diesel (kr/l)	12	14	bensinpriser.se [2018-04-10 kl 17.00]
Enkel väg (m, skotare)	300	400	Skogliga grunddata, gamla och planerade avverkningar
Vägdistans (km)	N/A	0, 25, 50, 75, 100	Alla värdena för de olika transportsystemen testades efter dessa fyra avstånd
Prestation (TTv/G15h, Huggbil)	5,4	5,6	Varierade beroende på transportavstånd och det nya värdet togs fram med Excell problemlösare Samtliga värden efter personlig kontakt med Jonas Vestun
Investering (kr)	12 000 000	25 000 000	Investering på Stationär flis
Restvärde (kr)	1 800 000	3 750 000	Restvärde på maskin 15% av inköpspris
Maskindagar (A _j)	200	190	Baserat på 160 dubbelskift och 60 enkelskift = 190 dubbelskift dagar
Personal (kr)	0	550	Tillkom en entreprenörskostnad

Elkostnad (kr)	6	614	El kostnaden för Stationär flis är 4kr per producerad MWh
Prestation (TTv/G15h, Stationär flis)	28	31,9	
			Samtliga värden efter personlig kontakt med Johnny Holmgren
Investeringskostnad (kr/m²)	300	500	Investering för Storumans terminal
Kalkylränta (%)	5,50	1,75	Kalkylränta som användes på Storumans terminal
Restvärde (kr/m²)	15	25	
Övriga fasta kostnader(kr/m² & år)	10	17	Fasta kostnader som snöröjning på terminalen
Total terminalyta (m²)	75 000	160 000	Baserat på 40000m2 asfalterad yta vilket motsvarar 25% av den totala ytan
Medeltransportavstånd (km, järnväg)	400	230 & 295	Avstånden tagna från Google maps för leverans till Umeå energi i Umeå & Jämtkraft AB i Östersund
Materialets densitet (ton/m³s)	0,34	0,295	Skogforsk WeCalc

2.3 Tillvägagångssätt

Först gjordes en beräkning av kostnader för de olika skogsbränslesystemen i FLIS4.0 där kostnaden (kr/TTv)⁴ hos slutkund togs fram med hänsyn till maskininvesteringar, personal- och entreprenörskostnader, avskrivning etc. Vid beräkning av kostnaderna användes ett skotningsavstånd på 400m baserat på de avverkningsanmälningar som funnits tillgängliga på Skogsstyrelsens Skogligen grunddata (Skogsstyrelsen 2018). För transportavståndet för lastbilarna användes 0, 25, 50, 75 och 100 km för att skapa en trendlinje för de olika maskinsystemen. Tågtransportavstånden baserades på försäljning av flisen till Umeå och Östersund (Umeå energi respektive Jämtkraft AB) då de är 2 närliggande energibolag som är rimliga att leverera flisen till och som intervjuats under detta arbete. Därefter uppdaterades värdena i FLIS4.0 med dem angivna i Tabell 1 och de identifierade systemens uppbyggnad matades in (Figur 2). Den stationära flisen har enligt Jonas Vestun⁵ byggts för att ha en produktivitet uppemot 40 TTv/G_{15h} men i de uppföljningar som gjorts har man kunnat se att den i dagsläget ligger omkring 32TTv/G_{15h}. I FLIS4.0 behandlades varje system var för sig för att senare kunna jämföras mot varandra. Produktiviteten på huggbilen varierade beroende på transportavståndet och i denna studie är huggbilen det enda systemet där avståndet har en dergiirekt påverkan på produktiviteten. Huggbilens produktivitet minimerades med restriktionen att den årliga produktionen av flis måste vara högre än den ackumulerade volymen över alla trakter. Variabeln som användes var medeltransportavståndet som ändrades med antalet trakter. En minimerad produktivitet på huggbilen betyder att den har lyckats uppnå det maximala upptagningsområdet och därmed den verkliga produktionen på huggbilen.

En känslighetsanalys gjordes på resultatet av FLIS4.0 beräkningar där det undersöktes hur stora skillnader det blev på kostnaderna vid varierande transportavstånd till NLC Storuman. I analysen användes 230 km transportavstånd till Umeå Energi som konstant då det som skulle

⁴ TTv = ton torrsvikt, flisens massa utan vatten (samma sak som ton TS)

⁵ Jonas Vestun, Chef för biobränsleavdelningen, Jämtkraft AB, telefon och mailkonversation 2018-03-15

undersökas var skillnaderna i kostnaderna för terminalens upptagningsområde. Genom att lägga in kostnaderna för de olika kostnadsställena från FLIS4.0 för de varierande transportavstånden 0, 25, 50, 75 och 100 km plottades värdena ut som punkter för de olika systemen varpå en trendlinje togs fram tillsammans med trendlinjens ekvation.

Därefter gjordes beräkningar av NLC Storumans upptagningsområde för att se om tillräckligt med GROT och energived fanns för att tillgodose systemens produktivitet. Enlig Johnny Holmgren⁶ har NLC Storuman i dagsläget ett upptagningsområde på 60-70 km men det tittades även på längre avstånd (upp till 100 km) utifall att upptagningsområdet skulle behöva utökas. För omvandling från TTV till GWh användes omräkningstalet 0,004812. Systemens årliga produktivitet jämfördes sedan mot SKA15 underlaget för att på så vis se vid vilket transportavstånd det fanns tillräckligt med biomaterial för systemen.

Sedan tittades det på vilket utökat tågtransportbehov som kommer behöva tillkomma för terminalen för att tillgodose den nya tillförseeln. Först beräknades maskinsystemens årliga produktionskapacitet (TTv/år) att producera flis med formeln:

$$PA_j = P_j * 0,162 * A_j * TU_j$$

där PA_j är produktionskapacitet (m^3s /år) för system j , P_j är produktivitet (TTv/G15h) för system j , TU_j är teknisk utnyttjandegrad för system j och A_j är maskintimmar/år för system j , 0,162 är omvandlingsfaktor från TTV till m^3s

Tabell 2. Värdena som användes i studien för de olika maskinsystemen
Tabel 2. Values that was used in the study for the different machine systems

Maskinsystem	Tekniskt utnyttjande (TU_j)	Produktion (P_j) (TTv/G15h)
Stationär flis	0,9	31,9
Huggbil	0,8	5,6
Mobil flis	0,7	11
Lastbilsburen flis	0,7	11

Genom att dividera systemens årliga produktionskapacitet (m^3s /år) med tågens lastningskapacitet (m^3s) erhöles hur många tåg som behövs per år. Då den begränsande faktorn för tågens last var volym- och inte viktkapaciteten baserades beräkningarna av tågbehovet på maximal lastvolym och inte lastvikt. För tågen antogs att ett tåg har 66 containrar som tar 46 m^3s /container vilket ger en total lastningskapacitet på 3036 m^3s /tåg.

$$TA_j = \frac{PA_j}{3036}$$

där TA_j är antal tåg/år för system j och 3036 är tågets lastkapacitet (m^3s)

⁶ Johnny Holmgren, Platschef, NLC Storuman, mailkonversation 2018-03-22

Slutligen dividerades antalet tåg med 40 arbetsveckor⁷ för att erhålla antalet tåg som skulle behövas per vecka i genomsnitt. För den stationära flisen blir det 38 arbetsveckor i och med att den antagits vara i drift 3040 arbetstimmar under 190 arbetsdagar om året. Tågbehovet för varje enskilt system beräknades enligt följande:

$$TV_j = \frac{TA_j}{AV_j}$$

där TV_j är tåg/vecka för system j och AV_j är antalet arbetsveckor under ett år för system j .

För den stationära flisen gjordes en analys av de logistiska konsekvenser som skulle uppstå om man skulle vilja bygga upp ett lager under sommarhalvåret året för att sedan tömma det under vinterhalvåret. Det antogs att produktiviteten hos den stationära flisen är konstant över året. Genom att enbart frakta bort den överkapacitet det stationära flissystemet ($OC_{stationär\ flis}$; m^3s) har i förhållande till NLC Storumans lagringskapacitet ($LK_{NLC\ Storman}$; m^3s) beräknades tågbehovet:

$$OC_{stationär} = PA_{stationär} - LK_{NLC\ Storman}$$

$$TB_{stationär} = \frac{OC_{stationär}}{3036} / AV_j$$

där $TB_{stationär}$ är tågbehovet för systemet med stationär flis och $OC_{stationär}$ är överkapaciteten i systemet med stationär flis.

Slutligen gjordes en jämförelse mellan systemens årliga produktionskapacitet, NLC Storumans lagringskapacitet och upptagningsområdets kapacitet för att undersöka rimligheten i att implementera respektive system. Då systemet med stationär flis visade ett så pass mycket högre tågbehov än övriga system till följd av sin höga produktivitet gjordes vidare beräkningar för att undersöka vid vilken produktivitet det inte längre är det billigaste alternativet. Med Excel problemlösare sattes en målfunktion upp som för transportavståndet 50 km testade vid vilken produktivitet det stationära flissystemet kostar lika mycket som de övriga systemen. Därefter ställdes den gamla produktiviteten mot den nya för att se hur mycket produktiviteten minskat i procent samt togs det nya tågbehovet fram för den lägre produktiviteten.

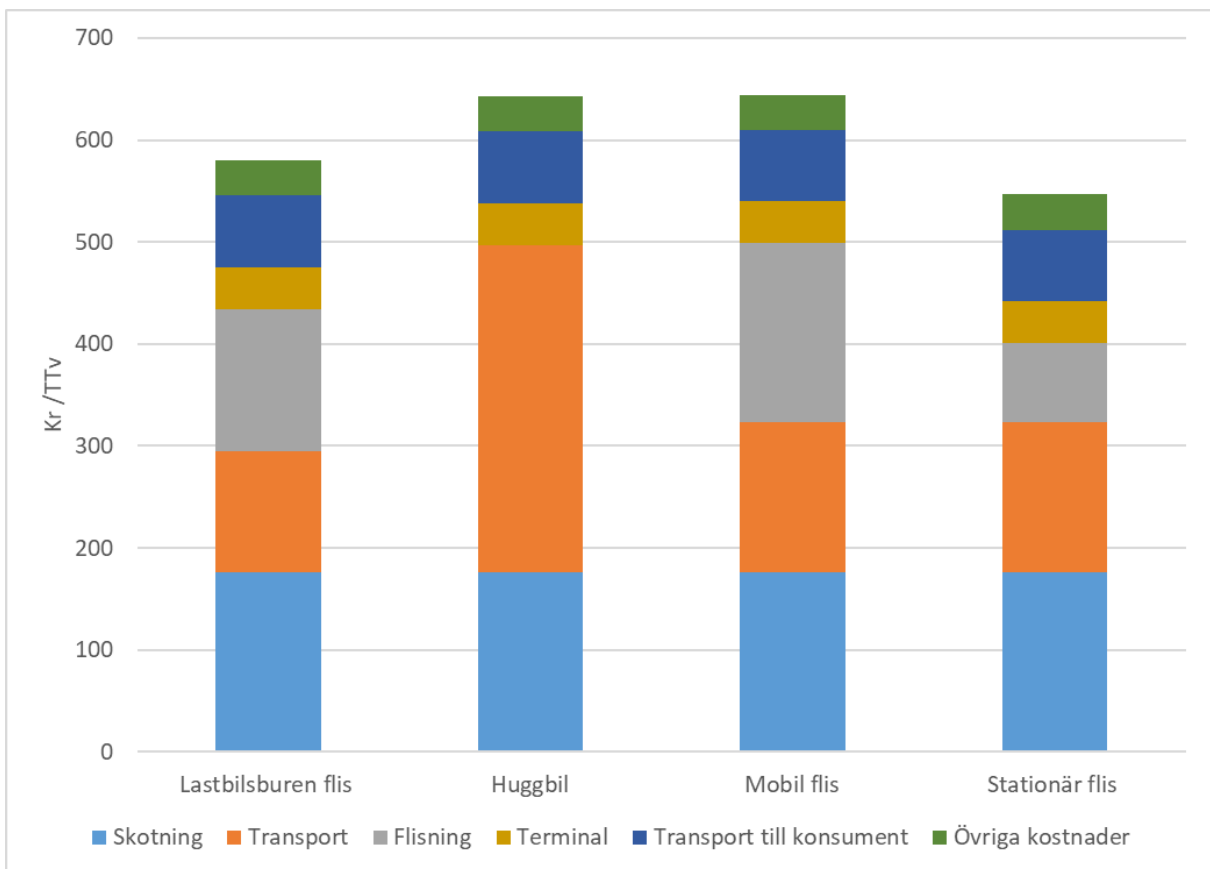
Se Bilaga 1 för fullständig redogörelse för vilka data som använts vid kostnadsberäkningarna i FLIS4.0.

⁷ 200 dagar/5 dagars arbetsvecka = 40 veckor, 200 dagar är defaultvärdet i FLIS4.0

3 Resultat

3.1 Systemkostnadsanalys

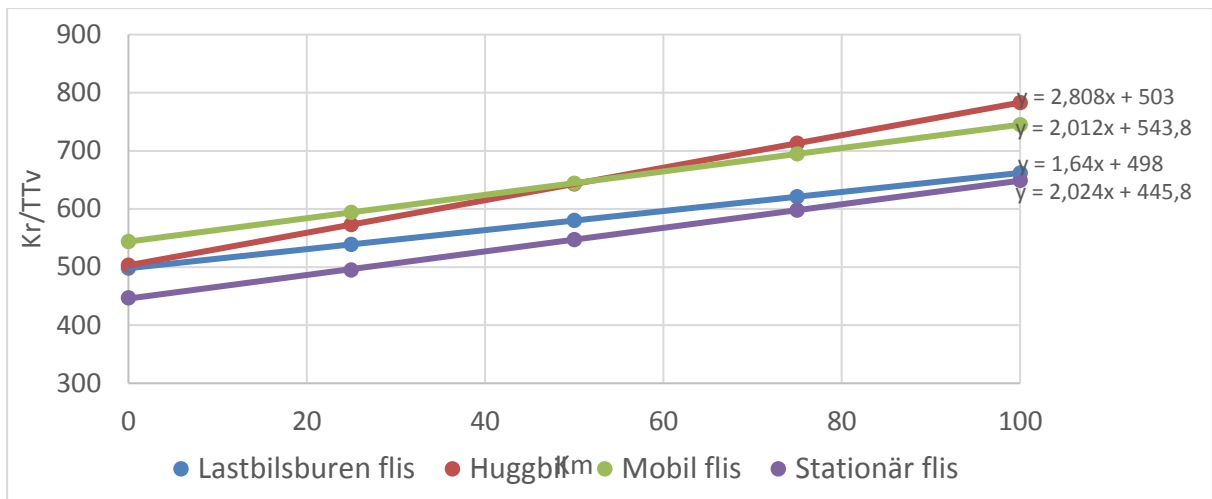
I Figur 5 framgår de totala kostnaderna för studiens undersökta system under förutsättningarna att skottningsavståndet är 400m, transportavståndet till NLC Storuman är 50 km och att flisen transporteras till Umeå Energi. Det billigaste systemet är det med en stationär flis som hade en totalkostnad på 547kr/TTv följt av systemet med lastbilsburen flisning som hade en totalkostnad på 580kr/TTv. Det kostsammaste systemet var att använda en mobil flis då den totala kostnaden för systemet hamnade på 643kr/TTv medan näst kostsammaste var huggbilssystemet som kostade 644kr/TTv. För huggbilen går transport och flisningsposten ihop då samma maskin utför båda momenten.



Figur 5. Totala kostnader för systemen under förutsättningarna att skottningsavståndet är 400 m, transportavståndet till NLC Storuman är 50 km och transportavståndet till Umeå Energi är 230 km.

Figure 5. Total costs for the systems with a 400 m forwarding distance, a transport distance to NLC Storuman is 50 km and the transport distance to Umeå Energi is 230 km.

I Figur 6 redovisas känslighetsanalysen för systemkostnaderna. I analysen kan man se att transport med *Huggbils* systemet är billigare än *Mobil flis* systemet fram till 52 km då det mobila flissystemet blir billigare. För dessa beräkningar är den enda förklarande faktorn transportavstånden för lastbilstransport då kostnadsberäkningarna är baserade på kostnadsfunktioner.

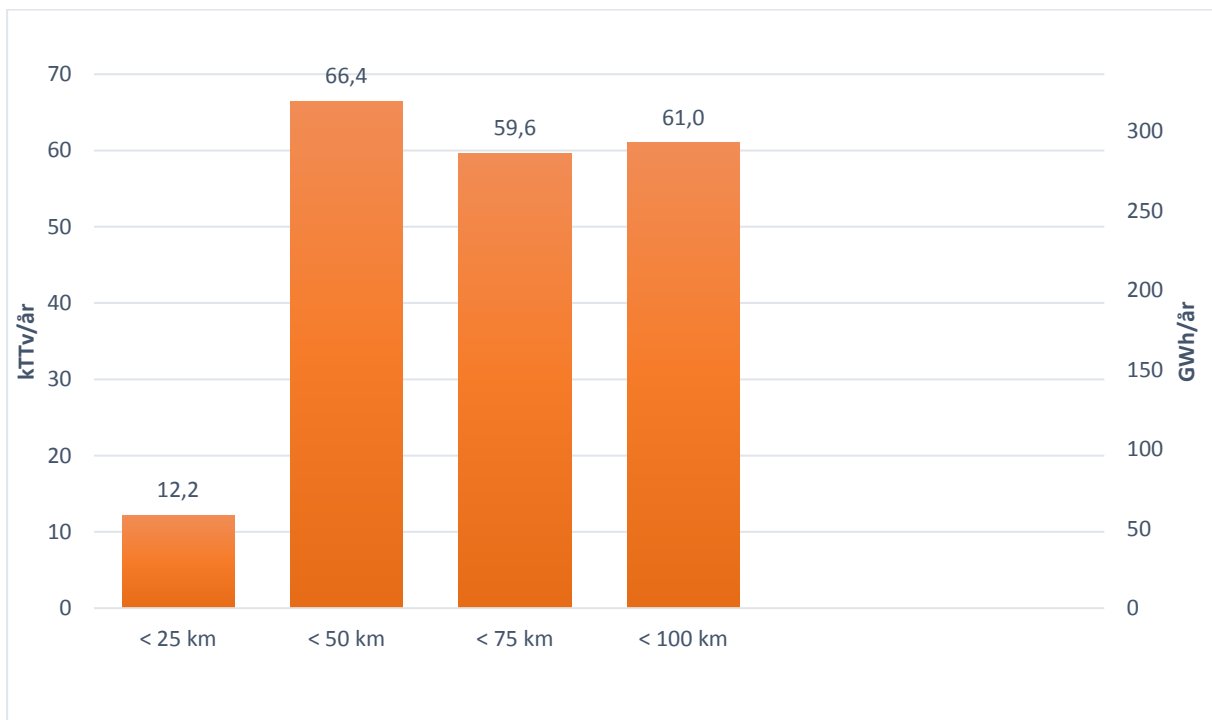


Figur 6. Känslighetsanalys av de olika systemen för olika transportavstånd till NLC Storuman angivet som totala kostnader i kr/TTv för avstånden 0-100 km med Umeå energi som slutkonsument.

Figure 6. Sensitivity analysis of the systems for different transport distances to NLC Storuman as total cost in kr/TTv for the distances of 0-100 km with Umeå energi as end consumer.

3.2 Analys av NLC Storumans potential

I Figur 7 kan man se de potentiella uttagen av GROT och energived för NLC Storumans upptagningsområde baserat på SKA15. Inom 100 km från Storumans terminal finns det årligen totalt 199 151 TTv under perioden 2019-2024



Figur 7. Tillgänglig GROT och energived för Storumans terminals upptagningsområde för perioden 2019-2024 angivet i TTv.

Figure 7. Available residues and energywood for NLC Storuman catchment-area for period 2019-2024 in TTv.

I Tabell 3 redovisas resultaten för beräkningarna av systemens möjliga produktivitet/år, hur stort upptagningsområde som kommer att behövas för att förse systemet med material samt det genomsnittliga tågbehovet/vecka för att omsätta flisen under 1 år.

Tabell 3. en sammanställning av de olika maskinsystemens produktion, hur stort upptagningsområdet kommer vara samt det genomsnittliga tågbehovet/vecka för perioden 19-24

Table 3. Compilation of the different systems productivity, how big the supply area that is required for the different system and an average of how many trains that is needed/week

Skogsbränslesystem	P _j	PA _j	Upptagningsområde	TV _j
Stationär flis	31,9TTv/G ₁₅ h	87 278TTv(538.507m ³ s)	57,9 km	4,7
Mobil flis	11,0TTv/G ₁₅ h	24 640TTv(152.029m ³ s)	35,9 km	1,3
Lastbilburen flis	11,0TTv/G ₁₅ h	23 815TTv(146.939m ³ s)	35,9 km	1,2
Huggbil	5,6TTv/G ₁₅ h	14 336TTv(88.453m ³ s)	27,9 km	0,7

Vid konsekvensanalysen på den stationära flisens tågbehov blev resultatet att om det halva året (i 20 veckor) i genomsnitt körs 2 tåg/veckan kommer det under resterande halvår behöva köras i genomsnitt 6,8tåg/veckan om all flis som produceras vid terminalen ska hinna transporteras från terminalen under 1 år. Det stationära flissystemet kan minska sin produktivitet med uppemot 36% utan att det blir dyrare än det lastbilburna flissystemet. Maximalt kan det stationära flissystemet minska sin produktivitet med 63% innan det är lika kostsamt som det mobila flissystemet. Således skulle tågbehovet kunna minska med 1,9 respektive 3,0tåg/vecka.

4 Diskussion

4.1 Resultat

Det kostnadseffektivaste systemet för NLC Storuman är det med en stationär flis. Däremot kräver den stationära flisen en avsevärt större volymhantering för att bibehålla skalfördelarna som är anledningen till varför den har en så pass låg styckkostnad vilket gör systemet mindre jämförbart med de övriga. Att investera i ett stationärt flissystem är det mest långsiktiga och med tanke på hur mycket marknaden för flisad GROT förändrats under de senaste åren där marknaden backar i norra Sverige är det en oklok investering. Dessutom sätter systemet hög press på tågbehovet i jämförelse med andra system och idag prioriteras persontrafiken före godstrafiken vilket resulterar i att godstrafiken får de längsta väntetiderna vid förseningar. Att dra ner på produktionen för att uppnå samma kostnader/TTv för att minska tågbehovet gör att vinningarna med att investera i det stationära systemet minskar och då kan man lika gärna investera i ett av de billigare alternativen. Då NLC Storuman i dagsläget har en kapacitet för samtliga system blir den avgörande faktorn kostnaderna/TTv. För en lastbilsburen flis poängterar Marques m.fl. (2017) att systemet kostar pengar även när det inte är i drift. Således sätter det större press på administrativa arbetet så att det alltid finns en lastbil som flisen kan flisa i för att minimera väntetiderna och därigenom maximera produktiviteten. Förutsatt att väntetiderna kan hållas nere så anser vi att det lastbilsburna flissystemet är det mest attraktiva sett till kostnad/TTv och då kostnaderna har en lägre påverkan av transportavståndet än för det mobila flissystemet och huggbilssystemet.

I en studie gjord av Routa m.fl. testade man bl.a. 2 system för GROT liknande de vi har använt i denna studie med ett lastbilsburet flissystem och ett mobilt flissystem. Deras resultat landade i en kostnad på ungefär 418kr/TTv (efter omvandling från € till kr, kr/MWh till kr/TTv och korrigerat för inflationen mellan 2012-2018). Den främsta anledningen till att kostnaderna är så mycket lägre i denna studie beror på skillnaderna i fokus på arbetena då Routa m.fl. studerat en kedja som går direkt till industrin och inte genom en terminal. Utöver att denna studie baserat beräkningarna på olika avstånd medför det att vissa led som räknats med inte återges i Routas arbete vilket påverkar kostnaderna markant. Räknar man bort skillnaderna för terminalkostnader, skillnader i transportkostnader och skotningskostnader samt olika förutsättningar för dieselpris så blir de genomsnittliga skillnaderna endast 16kr/TTV.

I Finland är det idag tillåtet att framföra lastbilar med maximala lastvikter på 76-ton (även kallat HCT, High Capacity Trucks) till skillnad från i Sverige där 60-ton är den högsta lastvikten som får framföras. I dagsläget testas HCT lastbilar för att se om maxlasten ska höjas i Sverige eller inte. I en finsk studie som gjorts (Laitila, J. m.fl. 2016) kunde man se en kostnadsskillnad per transporterad enhet med ca 20% om man använde en HCT lastbil istället för en vanlig med en maxlast på 60-ton. Då det under en tid pågått en diskussion i Sverige om att höja lastvikten från 60-76 ton hade det varit intressant att se hur mycket det i Sverige skulle påverka den totala systemkostnaden, och på sikt även prisförändringarna för flis på marknaden, om ett sådant förslag genomfördes.

4.2 Underlagens tillförlitlighet

4.2.1 Ska 15

Anledningen till att scenariot *Dagens Skogsbruk* användes var för det bäst skulle representera kommande period (2019-2024). På den korta tidshorisonten det rör sig om anser vi därför inte att några större förändringar kommer att ske och att detta scenario är mest representativt.

Skattningen av skogsbränslepotentialen i scenariot ”Dagens Skogsbruk” i SKA 15 baseras på Riksskogstaxeringens provytor. Den låga koncentrationen av GROT och energived inom 25 km av upptagningsområdet närmast NLC Storuman kan delvis bero på att få provytor fanns i området. Med ökande radie, ökar arealen, och därmed antalet provytor vilket medför att den tillgängliga potentialen ökar.

Beroende på vilket scenario som använts för klimatets utveckling och framtida miljöarbete (om man ens väljer att ta hänsyn till det) så blir utslagen väldigt olika, men då vi i detta arbete tittat till en så kort horisont så har den faktorn ansetts vara insignifikant. Datan visar dessutom bara det som bör avverkas under perioden medan markägarnas viljor kan dra åt att vilja avverka mer eller mindre än det analysen anser.

4.2.2 FLIS4.0

Då FLIS4.0 är lämpligast att använda för att undersöka ett distrikts årsvolym av skogsbränsle och inte har några filter för orimliga system är programmet mindre lämpligt för enskilda objekt. Att identifiera orimliga systemkombinationer och extrema prestationer är upp till användaren att kunna identifiera och många av grundvärdena i programmet är satta efter generella antaganden. Då detta verktyg varit det bästa som funnits tillgängligt för arbetet har det använts och resultaten som vi kommit fram gäller enbart för förutsättningarna för NLC Storuman under perioden som detta arbete skrevs.

FLIS4.0 bygger på annuitetsmetoden vilket gör att alla kostnader för systemens olika led och maskiner tas i beaktande för kostnadsberäkningarna. På så vis är jämförelserna relevanta trots olika ekonomiska livslängder för systemens delar och systemen som helhet. Vid investering i ett system bör man själv testa med de aktuella maskinerna i fråga för att få bl.a. rätt prestationer och utgå från den egna terminalens förutsättningar. Även om vi har uppdaterat en del värden i programmet så är grundvärdena 9 år gamla och de hade varit önskvärt om fler av dem hade kunnat uppdateras. Trots åldern på värdena så ger resultaten ändå en indikation på systemens kostnader i förhållande till varandra.

4.3 Framtida studier

I denna studie har vi valt att inte undersöka för vilket pris flisen kan säljas för till slutkonsument. Anledningarna är att priset ofta varierar över tid, att priset sätts vid olika led i kedjan, vilket medför att man inte behöver stå för lika stora kostnader, och att det är något som alltid kan förhandlas mellan parterna. För att få en bild av vilken lönsamhet som skulle kunna förväntas har vi tittat på statistik från Energimyndighetens statistikdatabas. Efter att ha omvandlat priserna från kr/MWh till kr/TTv kunde vi se att priset pendlat mellan 846kr/TTv och 880kr/TTv vid försäljning av skogsflis till värmeverk och 851kr/TTv och 884kr/TTv vid försäljning till industrin vilket betyder att samtliga system är lönsamma. Problemet med statistiken är att den är generell för hela landet och specificerar inte var i landet eller vilka typer av industrier som tar emot flisen. Den anger heller inte vilka delar i systemen som tas hänsyn till vid den prissättningen. För exempelvis Södra Skogsägarna är priset på flis i container vid bilväg 529kr/TTv men då den prissättningen inte inkluderar kostnaderna för en terminal eller kostnaderna för transporten till slutkonsumenten är priset inte jämförbart med våran studie. För att få en bättre bild av hur marknadspriserna är idag borde man i framtida studier titta till faktiskt fakturerade priser för flis.

I denna studie har vi endast tittat till kostnaderna för olika system och inte deras klimatpåverkan. Därför vore en annan intressant studie att titta till hur stor mängd utsläpp systemen släpper ut per producerad enhet för att på så vis testa vinningarna eller förlusterna av att använda ex. fler

elhybrider/elmaskiner i systemen än vad som görs idag. Detta kan göras antingen på olika delar av systemen som att undersöka effektiviteten hos framtida skördare, skotare, lastbilar och flisare som är el- eller elhybrid baserade. Genom att göra övergripande studier som dessa kan man ställa olika system emot varandra och skapa sig en bild av vilket system som är det bästa eller mest realistiska för en given terminal.

4.4 Slutsatser

- Det system som hade lägst kostnader för NLC Storuman var det med en stationär flis. Med tanke på den initiala investeringen som behöver göras för att implementera systemet ser vi det som mindre troligt att terminalen kommer göra investeringar i det under de närmsta åren.
- Det stationära filsystemet skulle behöva ett avsevärt större tågbehov i jämförelse med de andra systemen. Då persontrafiken prioriteras före godstrafiken i dagsläget resulterar det i att godstrafiken får de största förseningarna samt extra kostnader
- Att investera i en lastbilsburen flis som har en låg kostnad per producerad TTV och som inte sätter lika stor press på terminalen skulle kunna vara en möjlighet för Storumans terminal för tillfället. Däremot kostar det heta flisningssystem maskinsystemet pengar vare sig det är i drift eller ej vilket betyder att det behövs mycket administrativt arbete för att hålla nere kostnaderna för systemet.
- I dagsläget finns det förutsättningar för NLC Storuman att ha drivningssystem för flisning av GROT och energived. Detta då terminalen har outnyttjad areal som kunde nyttjas till att lagra GROT/flis och då det inom terminalens upptagningsområde finns det biomaterial som terminalen behöver för att tillgodose respektive system.

5 Referenser

- Andersson, G. (2001) *Kalkyler som beslutsunderlag*. Sweden: Studentlitteratur, Lund
- Berglund, M. & Larsson, J. (2012) *En jämförande kostnadsanalys av maskinsystem för upparbetning och transport av GROT*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skoglig resurshushållning. Arbetsrapport 366 2012
- Diaz-Yáñez, O., Mola-Yudego, B., Anttila, P., Röser, D., & Asikainen, A. (2012) *Forest ship for energy in Europe: Current procurement methods and potentials*. Uppsala: (Renewable and Sustainable Energy Reviews 21 (2013) 562–571)
- Energiföretagen (2017). *Tillförd energi*. Tillgänglig: <https://www.energiforetagen.se/statistik/fjarrvarmestatik/tillford-energi/> [2018-03-12]
- Europa-Parlamentet (2018). *Förnybar Energi*. Tillgänglig: <http://www.europarl.europa.eu/factsheets/sv/sheet/70/fornybar-energi> [2018-05]
- Fjeld, D., & Dahlin, B. (2005) *Nordic logistics handbook*. Umeå (V 17-11-20)
- Friberg, G. & Hansson, J. (2012) *Kostnadskalkyl för flis med terminalhantering på Basamyra*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skoglig resurshushållning. Arbetsrapport 372 2012
- Gautam, S., LeBel, L. & Carle, M-A. (2017) *Supply chain model to assess the feasibility of incorporating a terminal between forests and biorefineries*. Québec (Applied Energy 198 (2017) 377–384)
- Joelsson, J., Di Fulvio, F., De La Fuente, T., Bergström, D. & Athanassiadis, D. (2016) *Integrated supply of stemwood and residual biomass to forest-based biorefineries*, *International Journal of Forest Engineering*, 27:2, 115-138
- Klemperer, W. D. (1996) *Forest resource economics and finance*. Singapore: McGraw-Hill Inc.
- Laitila, J., Asikainen, A. & Ranta, T. (2016) *Cost analysis of transporting forest chips and forest industry by-products with large truck trailers in Finland*. Joensuu: (Biomass and Bioenergy 90 (2016) 252e261)
- Liss, J-E. 2001. Trädbränslen från skogen - Teknik för skörd. Garpenberg: Högskolan Dalarna (Arbetsdokument, 2001:1)
- Marques, A., Rasinmäki, J., Soares, R. & Amorim, P. (2017) *Planning woody biomass supply in hot systems under variable chips energy content*. Porto: (Biomass and Bioenergy 108 (2018) 265–277)
- Routa, J., Asikainen, A., Björheden, R., Laitila, J. & Röser, D. *WIREs Energy Environ* 2013, 2: 602–613 doi: 10.1002/wene.24
- Statens energimyndighet (2017) *Energiläget 2017*. Upplaga: 600 ex. Arkitektkopia, Bromma (ET 2017:12)
- Skogsstyrelsen (2009) *Skogsskötsel serien – Skogsbränsle*. Andra omarbetade upplagan 2013. Skogsstyrelsens förlag, www.skogsstyrelse.se/skotselserien
- Skogsstyrelsen (2009) *Skogsskötsel serien – Skogsskötselns ekonomi*. Skogsstyrelsens förlag, www.skogsstyrelse.se/skotselserien
- Skogsstyrelsen (2015) *Skogliga konsekvensanalyser 2015 – SKA15*. Skogsstyrelsens böcker och brochyror. Tillgänglig: <http://shop.skogsstyrelsen.se/sv/publikationer/rapporter/skogliga-konsekvensanalyser-2015-ska-15.html>
- Skogsstyrelsen (2018) Skogliga grunddata. Tillgänglig: <https://kartor.skogsstyrelsen.se/kartor/> [2018-04-03]
- Sveriges kommuner och landsting. (2010) *Klart vi ska ha en kombiterminal*. Stockholm-Skarpnäck: EO Grafiska <https://www.skogforsk.se/produkter-och-evenemang/verktyg/wecalc/> - Omvandlingstal
- Regeringskansliet (2010). *The Swedish National Action Plan for the promotion of the use of renewable energy in accordance with Directive 2009/28/EC and the Commission Decision of 30.06.2009*. Tillgänglig: <https://ec.europa.eu/energy/node/71> [2013-03]

Icke publicerat material

Henrik von Hofsten, Försörjningstekniker, Skogforsk, 2009-04-08

Bilagor

Bilaga 1. Underlag för beräkningar i FLIS4.0

Om FLIS

FLIS

Flexibel Lathund för Interaktiv Systemanalys

I terrängen	Vid/från avlägg	Vid/från terminal	Indirekta kostnader	
Tillredningssystem - <input type="text"/> <input type="button" value="v"/> <input type="button" value="h"/>	Sönderdelning - <input type="text"/> <input type="button" value="v"/> <input type="button" value="h"/>	Sönderdelning - <input type="text"/> <input type="button" value="v"/> <input type="button" value="h"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Egen admin 10,00 kr/TTv <input checked="" type="checkbox"/> Ers. markägare 10,00 kr/TTv <input checked="" type="checkbox"/> Fördyrad avv. 2,00 kr/TTv <input checked="" type="checkbox"/> Risk 5,00 kr/TTv <input checked="" type="checkbox"/> Övrigt 7,50 kr/TTv	<input type="button" value="Återställ valrutor"/>
Terrängtransport - <input type="text"/> <input type="button" value="v"/> <input type="button" value="h"/> - <input type="text"/> <input type="button" value="v"/> <input type="button" value="h"/> - <input type="text"/> <input type="button" value="v"/> <input type="button" value="h"/>	Vidaretransport - <input type="text"/> <input type="button" value="v"/> <input type="button" value="h"/>	Vidaretransport - <input type="text"/> <input type="button" value="v"/> <input type="button" value="h"/>	Summa 34,50 kr/TTv	<input type="button" value="Återställ utskriftsunderlag"/>
	Övrig utrustning 1 - <input type="text"/> <input type="button" value="v"/> <input type="button" value="h"/>	Övrig utrustning 2 - <input type="text"/> <input type="button" value="v"/> <input type="button" value="h"/>	Totalt för systemet 35,0 kr/TTv	<input type="button" value="Återställ allt"/>
				<input type="button" value="Visa spec.resultat"/>

Sammanställning av kostnader för valt bränslesystem.

Skriv ut

Kostnadskälla kr/G₁₅-h TTv/G₁₅-h kr/TTv kr/MWh

Globala värden

Kalkylränta, %	5,5
Pensions- & semesterpåslag, %	22,0
Sociala påslag, %	32,4
Diesel ex. moms, kr/l	14,0
Lågskattad diesel, kr/l	11,2
Smörj- & hydraulolja, kr/l	39,0
MWh/TTv	4,568

Analysera	10,0	0
Skicka markerat	?	

GROT-skotare

Fasta maskinkostnader

Investering, kr	2 700 000
Avskrivningstid, år	7
Kalkylränta, %	5,5
Restvärde, kr	405 000
Skatt, kr/år	0
Försäkring, kr/år	15 000
Övriga fasta kostnader, kr/år	0
Amorteringsfaktor	0,176
Σ Kapitalkostnad, kr/år	426 113
Σ Fasta maskinkostnader, kr/år	441 113

Maskinutnyttjande

Maskindagar per år	200
Antal maskinskift	2
U-timmar/skift	8,0
TU, G ₁₅ /U-tid	0,90
Stålltid, tim/flytt	3
Antal maskinflyttar per år	50
U-timmar per år	3 200
G ₁₅ -h/år	2 730

Uppdatera

Personalkostnader

Välj typ av förare!	Skogsmas	2
Personalkostnad/pers & år	545 278	
Σ personalkostnader, kr/år	1 090 556	

Rörliga maskinkostnader

Diesel ex. moms, kr/l	14
Smörj- & hydraulolja, kr/l	39
Dieselförbr, l/G ₁₅ -h	15,0
Oljor, l/G ₁₅ -h	0,5
Rep o Underhåll, kr/G ₁₅ -h	100
Förbrukningsmaterial kr/TTv	0
Flyttkostnad, kr/gång	2 500
Övriga rörliga kostnader, kr/G ₁₅ -h	50
Bränslekostnad, kr/år	573 300
Oljekostnad, kr/år	53 235
Rep, Underhåll inkl. förbrukningsm	273 000
Övrigt, kr/år	136 500
Flyttkostnad, kr/år	125 000
Σ Driftskostnader, kr/år	1 161 035
Total kostnad, kr/år	2 692 704
kr/U-tim	841
Kr/G₁₅-h	986

Prestationer

Lastningstid, min	25
Lossning, min	5
Väntan, min	0
Körhast, m/min (km/h)	40
Enkel väg, m (km)	400
Lastkapacitet, TTv	5,2
Prestation, TTv/G ₁₅ -h	0,0
Vändatid, G ₁₅ -h	0,9
Prestation, TTv/G₁₅-h	5,6
Prestation, TTv/år	15 332
Totalt, kr/TTv	175,6

Analysera	0,0	0	0	0
Skicka markerat	?			
Bil		Grotbil	Flisbil	Huggbil

Fasta maskinkostnader

Investering, kr	2 830 000	3 000 000	5 440 000
Avskrivningstid, år	5	7	7
Kalkylränta, %	5,5	5,5	5,5
Restvärde, kr	424 500	450 000	544 000
Skatt, kr/år	40 000	40 000	27 000
Försäkring, kr/år	65 000	42 000	100 000
Övriga fasta kostnader, kr/år	28 500	39 500	110 000
Amorteringsfaktor	0,234	0,176	0,176
Σ Kapitalkostnad, kr/år	586 659	473 459	891 442
Σ Fasta maskinkostnader, kr/år	720 159	594 959	1 128 442

Maskinutnyttjande

Maskindagar per år	200	200	200
Antal maskinsift	2	2	2
U-timmar/sift	8,0	8,0	8,0
TU, G ₁₅ /U-tid	1,00	1,00	0,95
Ställtid, tim/flytt	0	0	
Antal maskinflyttar per år	0	0	
U-timmar per år	3 200	3 200	3 200
G ₁₅ -h/år	3 200	3 200	3 040

Personalkostnader

	Uppdatera förarkostn. 3		
Välj typ av förare!	Lastbil	Lastbil	Lastbil
Personalkostnad/pers & år	400 257	400 257	400 257
Σ personalkostnader, kr/år	800 513	800 513	800 513

Rörliga maskinkostnader

Diesel ex. moms, kr/l	14	14	14
Smörj- & hydraulolja, kr/l	39	39	39
Dieselförbr, l/G ₁₅ -h			
Dieselförbr landsväg, l/mil	5,35	5,2	5,5
Dieselförbr, lastning l/tim	7	7	50
Dieselförbr, lossn, l/tim	7	4	4
Oljor, l/G ₁₅ -h	0,05	0,05	0,05
Rep o Underhåll, kr/G ₁₅ -h	28,18	22,46	21,08
Förbrukningsmaterial kr/TTv			31
Flyttkostnad, kr/gång			
Övriga rörliga kostnader, kr/G ₁₅ -h	16,22	13,17	12,13
Körsträcka, mil/år	10 378	9 143	7 374
Bränslekostnad väg, kr/år	777 341	665 600	567 769
Bränslekostnad lastn, kr/år	101 708	89 600	814 979
Bränslekostnad lossn, kr/år	16 951	12 800	7 244
Bränslekostnad, kr/år	896 000	768 000	1 389 991
Oljekostnad, kr/år	6 240	6 240	5 928
Rep, Underhåll inkl. förbrukningsm	90 188	71 863	432 758
Övrigt, kr/år	51 892	42 149	36 868
Flyttkostnad, kr/år	0	0	0
Σ Driftkostnader, kr/år	1 044 320	888 251	1 865 545
Total kostnad, kr/år	2 564 992	2 283 724	3 794 500
kr/U-tim	802	714	1 186
Kr/G₁₅-h	802	714	1 248

Prestationer

Lastningstid, min	60	60	90
Lossning, min	10	15	10
Väntan, min	15	15	15
Körhast, m/min (km/h)	60	50	50
Enkel väg, m (km)	50	50	50
Lastkapacitet, TTv	16,7	21,0	16,0
Prestation, TTv/G ₁₅ -h	0,0		
Vändatid, G ₁₅ -h	3,1	3,5	4,1
Prestation, TTv/G₁₅-h	5,4	6,0	3,9
Prestation, TTv/år	17 332	19 200	11 798
Totalt, kr/TTv	148,0	118,9	321,6

Analysera	2,0	0	0	0
Skicka markerat	?			
	50	>550 hk	Stationär	Lastbilsburen

Fasta maskinkostnader

Investering, kr	5 500 000	25 000 000	5 200 000
Avskrivningstid, år	7	10	7
Kalkylränta, %	5,5	5,5	5,5
Restvärde, kr	825 000	3 750 000	780 000
Skatt, kr/år	0	0	0
Försäkring, kr/år	20 000	16 000	20 000
Övriga fasta kostnader, kr/år	0	0	0
Amorteringsfaktor	0,176	0,133	0,176
Σ Kapitalkostnad, kr/år	868 009	3 025 440	820 663
Σ Fasta maskinkostnader, kr/år	888 009	3 041 440	840 663

Maskinutnyttjande

Maskindagar per år	200	190	200
Antal maskinskift	2	2	2
U-timmar/skift	8,0	8,0	8,0
TU, G ₁₅ /U-tid	0,70	0,90	0,70
Ställtid, tim/flytt	3		1
Antal maskinflyttar per år	0		75
U-timmar per år	3 200	3 040	3 200
G ₁₅ -h/år	2 240	2 736	2 203

Andel flyttid av U-ti 20%

Personalkostnader

Välj typ av förare!	Skogsmas	-	1	Lastbil	-	3
Personalkostnad/pers & år	550 453	836 000		400 257		
Σ personalkostnader, kr/år	1 100 906	1 672 000		800 513		

Rörliga maskinkostnader

Diesel ex. moms, kr/l	14	0	14
Smörj- & hydraulolja, kr/l	39	39	39
Dieselförbr, l/G ₁₅ -h	60,0	0,0	39,0
Dieselförbr landsväg, l/mil	0,0	0,0	0,0
Dieselförbr, lastning l/tim	0,0	0,0	0,0
Dieselförbr, lossn, l/tim	0,0	0,0	0,0
Oljor, l/G ₁₅ -h	0,05	0,04	0,05
Rep o Underhåll, kr/G ₁₅ -h	150	100	150
Förbrukningsmaterial kr/TTv	0,5	0,1	0,2
Flyttkostnad, kr/gång	3 000		1 500
Övriga rörliga kostnader, kr/G ₁₅ -h	40	25	40
Bränslekostnad, kr/år	1 881 600	626 424	1 202 565
Oljekostnad, kr/år	4 368	4 268	4 295
Rep, Underhåll inkl. förbrukningsm	348 320	276 856	335 221
Övrigt, kr/år	89 600	68 400	88 100
Flyttkostnad, kr/år	0	0	112 500
Σ Driftskostnader, kr/år	2 323 888	975 948	1 742 680
Total kostnad, kr/år	4 312 802	5 689 388	3 383 856
kr/U-tim	1 348	1 872	1 057
Kr/G₁₅-h	1 925	2 079	1 536

Energikostnad då elektriska sö

EI ex. moms, kr/kW	0,7
EI-förbr, kW/G ₁₅ -h	8,7
EI-kostnad, kr/G ₁₅ -h	228,96
EI-kostnad, kr/år	626 423,62

Prestationer

	Råton/h	58	
Prestation, TTv/G ₁₅ -h	11,0	11,9	11,0
Vändtid, G ₁₅ -h	0,0	0,0	0,0
Prestation, TTv/G₁₅-h	11,0	11,9	11,0
Prestation, TTv/år	24 640	32 538	24 228
Totalt, kr/TTv	175,0	174,7	139,7

Analysera	50,0	0
Skicka markerat	?	Storuman

Fasta kostnader

Investeringskostnad, kr/m ²	500
Avskrivningstid, år	30
Kalkylränta, %	1,75
Restvärde, kr/m ²	25
Skatt, kr/m ² & år	10
Övriga fasta kostnader, kr/m ² & år	17
Försäkring kr/m ² & år	10
Amorteringsfaktor	0,043
Σ Kapitalkostnad, kr/m² & år	21
Σ Fasta kostnader, kr/m² & år	58

Utnyttjande

Total terminalyta, m ²	160 000
Lagerytans andel av totalytan, %	90%
Medellager TTv/m ²	0,7
Omsättning av lagret, ggr/år	2,5

Personalkostnader

Välj typ av personal	Admin
Personalkostnad/pers & år	492 909
Antal personer	2,0
Σ personalkostnader, kr/år	985 817

Rörliga kostnader

Underhåll, städning m.m., kr/TTv & år	0,6
Fasta kostnader, kr/år	9 267 861
Personalkostnader, kr/år	985 817
Rörliga kostnader, kr/år	96 000
Totalt, kr/år	10 349 679
Totalt, kr/TTv	41,1



Ingående kapital	Ellok	Diesellok	Vagnar 4-axl	Vagnar 2-axl	Antal containere
Antal enheter i det tänkta systemet	1	0	22	0	66
Investering, kr	38 500 000	25 000 000	907 500	605 000	81 400
Avskrivningstid, år	30	30	20	20	7
Kalkylränta, %	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Restvärde, kr	5 775 000	3 750 000	136 125	90 750	12 210
Amorteringsfaktor	0,069	0,069	0,084	0,084	0,176
Σ Kapitalkostnad per enhet, kr/år	2 569 281	1 668 365	72 035	48 023	12 847

Underhållskostnader

Årligt underhåll/enhet	600 000	500 000	22 000	15 000	2 000
Rörlig del av underhåll %	80	50	80	50	80
Försäkring, Kr/år	308 000	200 000	7 260	4 840	651
Årligt fast underhåll, kr/enhet	120 000	250 000	4 400	7 500	400
Årligt rörligt underhåll, kr/enhet	480 000	250 000	17 600	7 500	1 600

Kapacitetsgränser

Volym/container, m ³					46
Tjänstevikt (taravikt), ton/styck	80	76	20	12	2,95
Loket/lokens totala dragkapacitet, ton	1 600	1 400			
Max axellast, ton			22,5	22,5	
Maxvikt per container, ton					22,9
Max totalvikt per vagn, ton			90	45	

Uppdatera förarkostn.

Personalkostnader

Välj typ av personal	Lokförare	Lokförare	Växling	-
Personalkostnad/pers & år	608 861	608 861	457 586	0
Antal personer	1,0	1,0	1,0	1,0
Σ personalkostnader, kr/år	608 861	608 861	457 586	0

Driftskostnader

Elpris kr/kWh	0,59			Häriifrån och nedåt sätts värden som berör loken
Elförbrukning, kWh/bruttotonkm	0,020			Summering av kostnadsposter m.m. för valt tåg;
Dieselpolis kr/l		14		Observera att beräknade värden bara visas för di
Dieselförbrukning l/tonkm		0,009		
Täglägesavgift, Kr/tåg & km	1,67	1,67		
Miljöavgifter, Kr/tåg & km	0	0		
Bruttovikt ton	1 521	Ej valt		
Taravikt för valt tågset, ton	715	Ej valt		
Del av transport med last, %	50%	50%		
Spåravgift, kr/bruttotonkm	0,0029	0,0029		
Olycksavgift, kr/tågkm	0,65	0,65		
Drivmedel, kr/km	13	#VALUE!		
Σ Driftkostnader/km	19	#VALUE!		
Σ Driftkostnader/år	2 230 534	Ej valt		

Utnyttjande

Lastningstid, timmar	5	5
Lossningstid, timmar	5	5
Extra diesellok terminalhantering, kr/tillfälle	10 000	0
Extralok vid terminal, tillfällen/vecka	3	0
Medelhastighet, km/h	60	60
Medel transportavstånd enkel väg, km	229	400
Antal vändor/vecka	3	3
Utnyttjade veckor/år	40	40
Medeltransporttid enkel väg, tim	3,8	Ej valt
Körtid tim/vecka	23	#VALUE!
Utnyttjandetid, tim/vecka	53	#VALUE!
Utnyttjande tim/år	2 116	#VALUE!
km/år	54 960	96 000

Lastbegränsningar

Lastfyllnadsgrad volym, %	90%	Häriifrån och nedåt sätts värden som berör hela tågsetet
Lastfyllnadsgrad, vikt, %	95%	Summering av kostnadsposter, vikter m.m. tar hänsyn till antal v
Materialtes torrhalt, %	67%	
Materiallets densitet, ton/m ³ s	0,295	
Materiallets densitet, m ³ /ton	3,39	
Nyttolast map dragkapacitet ton/tåg	997	
Nyttolast map axellast vagnar ton/tåg	1 278	
Nyttolast map volym o densitet ton/tåg	806	
Nyttolast map max containervikt, ton/tåg	851	
Beräknad nyttolast, ton/tåg	806	
Beräknad volym, m³/tåg	2 732	

Σ kostnader för valt system

Tågomlopp/år	120
Volym/år m ³ s	327 888
Ton/år	96 727
Σ kapitalkostnader/år	5 001 923
Σ fasta underhållskostnader, kr/år	243 200
Σ rörliga underhållskostnader, kr/år	972 800
Σ Driftskostnader/år	2 230 534
Σ personalkostnader/år	1 675 308
Σ Kostnader/år	10 123 764
Kostnad, kr/m³s	30,9
Kostnad, kr/MWh	6,8
Kostnad, kr/TTv	70,1
Kostnad, kr/nettotonkm	0,46

Kandidatarbeten / Bachelor Thesis
Inst. för skogsekonomi / Department of Forest Economics

1. Hallström, P. & Nylander, G. 2018. Ekonomisk analys av olika metoder att transportera flisad GROT från skogen till industrin via NLC Storuman. *An economic analysis of different methods of chipped logging residues transportation from the forest to the industry through NLC Storuman*