



Kostnadskalkyl för flis med terminalhantering på Basamyran.

*Cost calculation for wood chips with terminal handling at
Basamyran.*

Gustav Friberg & Johannes Hansson

**Arbetsrapport 372 2012
Examensarbete 15hp C
Jägmästarprogrammet**

**Handledare:
Dimitris Athanassiadis
Dag Fjeld**

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för skoglig resurshushållning
901 83 UMEÅ
www.slu.se/srh
Tfn: 090-786 81 00



ISSN 1401-1204
ISRN SLU-SRG-AR-372-SE

Kostnadskalkyl för flis med terminalhantering på Basamyran.

*Cost calculation for wood chips with terminal handling at
Basamyran.*

Gustav Friberg & Johannes Hansson

Kandidatarbete i Skogshushållning vid institutionen för skoglig resurshushållning, 15hp

Jägmästarprogrammet

EX0593

Handledare: Dimitris Athanassiadis, SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning, teknologi

Handledare: Dag Fjeld, SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning, teknologi

Examinator: Anders Roos, SLU, Institutionen för skogens produkter

Sammanfattning

Användandet av skogsbränsle som bioenergi är på framfart i samhället både inom Sverige och internationellt. Trots att människan har använt trädbränsle i sin vardag sedan begynnelsen kan hanteringen rationaliseras ytterligare. För att hänga med och stå främst i utvecklingen behövs rationella metoder för bearbetning och hantering av denna förnyelsebara energikälla.

Syftet med denna studie är att erhålla en uppfattning om kostnadsbilden för levererad flis till Umeå Energis kraftvärmeverk på Dåvamyran, Umeå. Flisen transporteras från skog till en tänkt terminal på Basamyran i Fredrika. Vidaretransport sker till Dåvamyran med ett avstånd på 127 km. En jämförelse av tre olika sönderdelningssystem har gjorts för att undersöka kostnadsdiversiteten givet olika upptagningsområden.

Resultatet visar på att totalkostnaden för de valda systemen varierar mellan 155 och 195 kr per MWh. System med högre lastutnyttjande ger en lägre kostnad per MWh. Lönsamheten vid en implementering av systemen går inte att föreslå utifrån dessa resultat då noggrannare uppgifter över råvarupris samt specifikt pris för varje delmoment i systemen behövs.

Nyckelord: terminal, skogsbränsle, GROT, transport

Summary

The use of biofuels from forest is increasing in the society, within Sweden and abroad. Even though the wood fuels have been used by mankind for ages, the big scale management can be more rationale. To be able to compete and lead the development in this branch there are needs of rational methods of handling and processing this renewable energy-source.

The purpose with this study is to obtain a view of the costs for delivered wood chips to Umeå Energis bio-CHP plant on Dåvamyran outside Umeå. The material is transported from the forest to a hypothetical terminal on Basamyran outside Fredrika. Further transports are made to Dåvamyran, with a distance of 127 kilometers. A comparison of three different types of systems has been done to investigate the cost deviation of the systems given different transport distances.

The results show that a total cost for each system varies between 155 -195 SEK/MWh. The system with higher load utilization gives lower cost per MWh. Profitability in case of an implementation of these systems are not to receive from results in this report. Updated data and prices are needed for each part in the systems to make any conclusions of the profitability.

Keywords: terminal, wood fuel, GROT, transport

Innehåll

Bakgrund	6
Omvärldsanalys	6
Energitillförsel och energianvändning.....	6
Biobränslen.....	6
Teknisk hantering av GROT.....	7
Överblick av Umeå Energi	8
Tidigare studie	8
Mål.....	9
Material och metoder.....	10
GROTberäkning	10
Transportavstånden.....	11
System	11
System 1; GROT-bil.....	11
System 2; Containerbil	12
System 3; Timmerbil	12
Beräkningsförutsättningar	12
Drivning och sönderdelning	12
Fordon.....	12
Terminalhantering	13
Beräkningar	14
Beräkning av transportkostnader	14
Beräkning av terminalkostnader.....	14
Beräkningsmodell för systemens totalkostnad	16
Omvandlingsfaktorer	16
Resultat	17
Teoretiskt möjliga uttag av GROT	17
Transport från skog till Dåvamyran via terminal	17
Terminalkostnader	18
Transport från terminal till värmeverk	19
Hela systemkedjorna.....	19
Diskussion och Slutsats	21
Framtagning av GROT-volymer	21

Drivning och råvaruinköp.....	22
Transport till terminal.....	22
Terminalen.....	23
Sönderdelning.....	24
Transport till industri.....	24
Slutsats.....	24
Tillkännagivande.....	25
Källor.....	26
Bilaga 1.....	28
Beskrivning över tillvägagångssätt vid beräkning av tillgänglig volym GROT.....	28
Schematisk bild över modellen från Arc-Map.....	30
Bilaga 2.....	33

Bakgrund

Omvärldsanalys

Vi befinner oss i en tid med stigande priser på fossila bränslen och en omställning med ökat nyttjande av förnyelsebara energikällor som med säkerhet kommer att vara en viktig del av vår framtida energiförsörjning (Anon. 2012a). Förnyelsebar energi innefattar ett flertal olika energikällor exempelvis, vindkraft, vattenkraft, solenergi och bioenergi. På nationell nivå har andelen förnyelsebar energianvändning ökat med 7 procentenheter mellan åren 1990 och 2005 och ytterligare 7 procentenheter bara på åren 2005 till 2009 (Energimyndigheten. 2011). Sveriges regering beslutade 2009 ett mål att 50 procent av den totala energianvändningen år 2020 skall komma från förnyelsebara energikällor (Näringsutskottet. 2009).

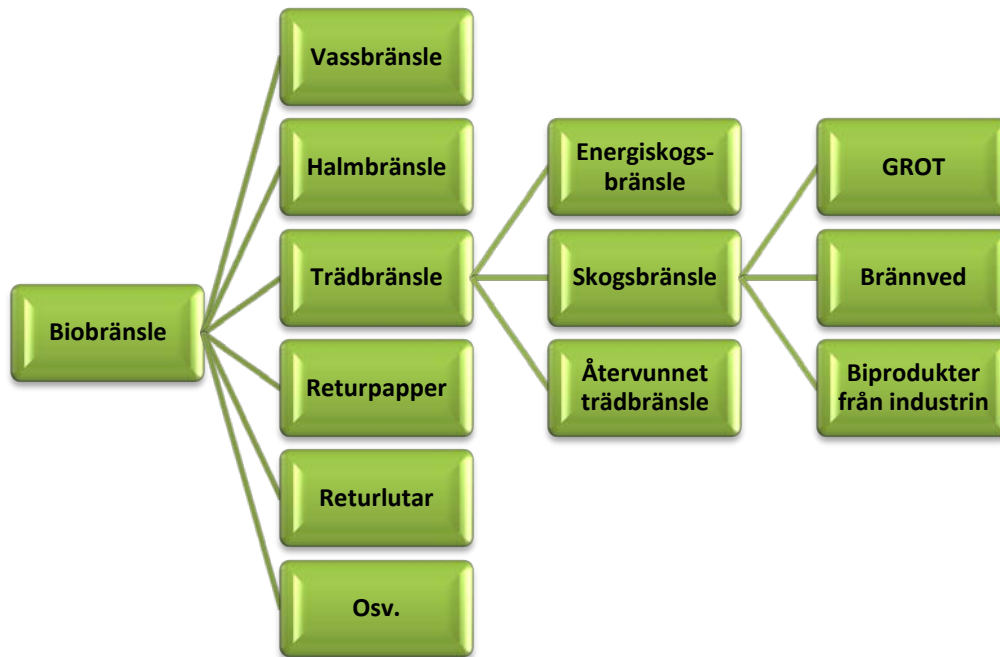
Energitillförsel och energianvändning

Energitillförsel och energianvändning är två begrepp som används för att förklara mängden energi som tillförs respektive används, det finns således förluster under hanteringen. Förlusterna beror till störst del av omvandlings- och distributionsförluster. Detta kan skapa förvirring då båda begreppen används i media och forskningsrapporter.

För energibäraren biobränsle, som inkluderar torv, var den tillförda energimängden 141 TWh av totalt 616 TWh tillförd energi i Sverige 2010. Detta ger en andel på 22,9%. När det kommer till den använda energimängden stod biobränsle för 79 TWh av totalt 411 TWh (Energimyndigheten. 2011). Detta ger en andel på 19,2 %. Skillnaderna på värdena kan vara bra att veta när man jämför olika data.

Biobränslen

Bioenergi är energi framställt från biobränsle vilken innefattar växter och växtdelar av olika slag (Anon. 2012a). Biobränslen kan delas upp i ett flertal olika typer med olika biologiska ursprung. Figur 1 visar en skiss över de olika typerna av biobränslen.



Figur 1 Olika sorters biobränslen med fokus mot skogsbiobränslen (Fri skiss från Skogsstyrelsen, 2011)

Figure 1 Different types of biofuels with focus towards forest fuels (Free sketch from Skogstyrelsen 2011)

För Sveriges del, får biobränsle och då i form av växtdelar från skogen en nyckelroll i att uppnå målet beträffande förnybar energi och för fortsatt utveckling. Dock har efterfrågan av skogsbränsle ökat kraftigt de senaste åren utan att teknikutvecklingen har följt samma kurva. Teknikutvecklingen för skogsbiobränsle har därför nu börjat ske i en allt större skala, vilket projekt som Effektivare skogsbränslesystem (ESS) som Skogforsk administrerar med finansiering av energimyndigheten, skogsbruket och energisektorn (Anon, 2012b), visar på.

Fjärrvärmenäten i våra svenska städer och samhällen har idag skogsbränslen som största energikälla (Skogsstyrelsen, 2011) vilket tas ut kommersiellt från skogen. Även brännved används för samma ändamål och består i huvudsak av stockar och rundved som inte uppfyller krav för att användas till sågverk- och massaindustrin. Konkurrensen om skogens råvara har och kommer dessutom att öka mellan energi- och skogsindustrier och det är inte ovanligt att massaved idag betalas högre av energisektorn än av massaindustrin (Jansson, 2009). Volymerna som finns att tillgå framåt är därför svåra att prognostisera eftersom marknaden och efterfrågan har en stor inverkan där.

Teknisk hantering av GROT

Hantering av GROT är idag inte helt optimal. GROT är ett material som är skrymmande och mer problematiskt att hantera än rundved vid transport för att uppnå lönsamhet. Även delmomentet sönderdelning som innefattar ytterligare minst en maskin och bearbetning måste ingå innan slutkunden kan använda materialet, vilket ger ytterligare kostnader.

En effekt av GROT:ens skrymmande volym är att lastbilarna får låga lastvikter och ger en negativ påverkan på lönsamheten. Transportavstånden för ej sönderdelad GROT bör därför hållas korta (Strömberg, 2005). Krossad eller flisad GROT får däremot en bättre lönsamhet och kan transporteras längre sträckor (Strömberg, 2005). Att sönderdela GROT:en tidigt i transportkedjan är alltså essentiellt för att eftersträva den bästa lönsamheten.

Överblick av Umeå Energi

Det kommunalägda företaget Umeå Energi bedriver produktion, försäljning och distribuering av fjärrvärme och elektricitet. Användandet av skogsbiobränslen har i Umeå under de senaste 15 åren ökat från 130 GWh till 700 GWh (Johansson, 2012). Umeå Energi har intresse av att köpa in och säkerställa sitt behov av skogsbränslen i form av flis för att efter förbränning kunna leverera sina produkter till sina kunder.

Nyligen har Umeå Energi kontrakterat dispositionsrätt av ett markområde vid Basamyran utanför Fredrika för torvbrytning. I anslutning till denna anläggning finns tankegångar att även uppföra en terminal för hantering av skogsbränsle på den yta där torvbrytningen ej kommer att ske. Detta som ett steg i att säkra leverans av flis men även som ett lager och buffert för de kallare perioderna på året då deras förbrukning är störst.

Innan beslut om att upprätta terminalen behöver Umeå Energi en kalkyl på de kostnader som uppkommer och deras storlek.

Tidigare studie

En tidigare studie visar att det finns en vinst i att hantera vissa skogsbränslesortiment på terminal. Näslund, M, (2006) utreder lönsamheten för så kallade semimobila terminaler där sönderdelningsmaskinen alternerar mellan ett antal terminaler där ett lager av GROT och brännved lagras tills sönderdelningsmaskinen anländer. Flera terminaler är inte något som kommer tas upp i denna rapport. Kontakter med erfarna personer från näringen som är verksamma i det praktiska arbetet med skogsbränslen har dock bekräftat att system med flera terminaler används idag. Både som uppsamlingsplats för redan flisat skogsbränsle men även som sönderdelningsplats för skogsbränsle (Esbjörnsson, 2012).

Mål

Målet med arbetet är att:

- Beräkna de möjliga uttagsvolymerna av skogsbränslesortimenten GROT i upptagningsområdet runt terminalen på Basamyran.
- Beräkna och jämföra kostnader att producera, hantera och transportera skogsflis till Umeå Energis kraftvärmeverk Dåvamyran med tre olika hanteringssystem, beroende på råvarans sortiment. Alla hanteringssystem skall inkludera en tänkt terminal med tillhörande kostnader på Basamyran, Fredrika.

Material och metoder

Kostnaderna i kalkylerna och beräkningarna är reglerade fram till prisnivå i februari 2012 med Konsumentprisindex (KPI) (Statistiska centralbyrån, 2012). Geografiska analyser har gjorts med programvaran Arc-Map från Esri. Microsoft's Excel har använts för beräkningar, sammanställningar samt illustrationer.

GROTberäkning

Lantmäteriets med klassificeringen skogsmark användes som en mall för att kunna utesluta områden kring samhällen, myrar och vattendrag etc. Detta ger en säkerhet att enbart skogsmark används. Naturresevatnen uteslöts också eftersom skogsbruk inte bedrivs utifrån virkesförsörjningssynpunkt där. Även en buffertzona på femton meter runt vattendrag och naturresevatn uteslöts som en naturvårdshänsyn men den fyller även funktionen att eventuella vattensjuka marker kring sjöar och vattendrag uteslöts där avverkning annars kan vara olämplig.

Data från kNN (SLU, 2012a) har använts som rådata över virkesförråd och åldrar på skogen.

Johansson & Pettersson (2011) har uppskattat mängden tillgänglig och avverkningsbar GROT i ett cirkulärt område med centrum endast sjuttiofem kilometer norr om det områdescentrum på Basamyran som denna rapport behandlar. En viss areal sammanfaller med varandra och därför beräknas värdena stämma överens på ett godtagbart sätt. Samma arbetsätt samt vissa förutsättningar har därför tillämpats i denna studie.

Johansson & Pettersson (2011) har uppskattat den faktiska mängden GROT att ta ut, med nedanstående kriterier.

- 15 meter buffertzona kring sjöar, vattendrag och naturresevatn.
- 85 % av tillväxten avverkas. ”Detta för att säkra den framtida virkesförsörjningen och för att värna om ett långsiktigt hållbart skogsbruk” (Johansson & Pettersson, 2011).
- 25 % av GROT-volymen lämnas på hygget (Skogsstyrelsen, 2012a).
- Ståndortsindex och lägsta slutavverkningsålder för Gran är beräknad till G22 respektive 80 år (Johansson & Pettersson, 2011).

Kriterium som har reviderats från Johansson & Pettersson (2011) för att anpassa denna rapport:

- GROT-volymen är 20 % av stamvedsvolymen (Skogsstyrelsen, 2008).
- Beräkningar av GROT görs med en tänkt torrhalt på 58% (Esbjörnsson, 2012)
- En medeltillväxt på 3,2 m³sk används för volymberäkning (SLU, 2012b).

Volymen GROT som finns att tillgå är viktig att ha vetskap om för att kunna anpassa en terminals storlek och lagringskapacitet. Bilaga 1 beskriver tillvägagångssättet samt innehåller en schematisk bild över hur verktygen i Arc-Map har använts.

Transportavstånden

I denna studie hanterades två transportdelar. Från avlägg i skog in till terminalen utanför Fredrika samt transportavståndet från terminalen till kraftvärmeverket Dåva utanför Umeå.

Transportavstånden från skog till terminal var ett medelavstånd som beror på radie på upptagningsområdet samt slingerfaktor för vägarna i området. Hur den geometriska formen på området ser ut vid optimering diskuteras av Fohlin, Silver (1997). I den här studien valdes cirkulära områden då det i detta fall handlar om endast en terminal och inte flera terminaler och deras förhållande till varandra.

Fyra radier för upptagningsområdena som baserades på erfarenheter från skogsbolag i området (Esbjörnsson, 2012) valdes att användas i studien. Dessa var 20, 40, 60 och 80 km.

Slingerfaktorn för vägarna i området räknades fram genom att i Arc-Map slumpa ut 25 punkter i området kring Basamyran. Avståndet mättes sedan från de slumpade punkterna till terminalen längs bilväg. Beräkning av slingerfaktor återfinns i bilaga 2.

Medelavståndet beräknades genom följande formel:

$$td = \frac{2}{3} * r * w$$

td = Medeltransportavstånd

r = Upptagningsområdesradie

w = Slingerfaktor

Transportavståndet (127 km) mellan terminalen (Basamyran) och kraftvärmeverket (Dåvamyran) erhöles från karttjänsten Eniro.se.

System

Fliset i denna studie är tänkt att hanteras enligt tre olika system fram till att det sammanförs på terminalen i Basamyran. För att på ett lättförståeligt och enkelt sätt presentera och räkna fram alla kostnader har tre system skapats.

System 1; GROT-bil

Lös-GROT transporteras med GROT-bil från avlägg i skog till terminal och upparbetas där av en större sönderdelningsmaskin och lagras för vidare transport.

System 2; Containerbil

Lös-GROT flisas direkt i container vid avlägg av en lastbilsburen flisare och fraktas med containerbil till terminal för lagring tills vidare transport sker.

System 3; Timmerbil

Brännved transporteras med timmerbil från avlägg till terminal för lagring och uppabetning av en större sönderdelningsmaskin innan vidare transport sker.

Beräkningsförutsättningar

Drivning och sönderdelning

Tabell 1 visar de drivning- och sönderdelningskostnader som uppkommer för respektive system. Drivningen av GROT innefattar kostnaden för GROT-skotning men ingen avverkningskostnad, då GROT:en i denna studie betraktas som en restprodukt från avverkningen. Drivningen av brännved däremot innefattar både avverkning och skotning.

Angående sönderdelningen finns det två olika typer av sönderdelning i de tre givna systemen. Antingen uppabetas GROT:en vid avlägg av en lastbilsburen flisare som flisar direkt i containrar, eller uppabetas GROT:en på terminal av en 1000 hästkrafter stark sönderdelningsmaskin. Läs i delkapitlet ”System” vilken sönderdelningsmetod respektive system använder.

Tabell 1 Drivning och sönderdelningskostnader för varje system

Table 1 Harvesting and decomposition cost for each system

Kostnad	System 1	System 2	System 3
Sönderdelning (kr/MWh)	22,30 ¹	33 ²	22,30 ¹
Drivning (kr/MWh)	41 ²	41 ²	46,32 ³

¹(Hofsten et.al., 2006), ²(Athassiadis et.al., 2009), ³(Brunberg, 2010)

Fordon

De lastfordon som används för transport från avlägg till terminal för respektive system beskrivs under delkapitlet ”System”. Vidaretransporten från terminal till kraftvärmeverket DÅVA sker med en flisbil för alla systemen.

Förutsättningarna för transportkostnaderna redovisas i tabell 2 och är defaultvärden tagna från beräkningsverktygen FLIS (Hofsten et.al., 2006). För att skraddarsy studiens resultat ändrades några av förutsättningarna för framräkning av transportkostnaderna. Tabell 3 redovisar de förutsättningar som ändrades.

Förutsättningar och värden för timmerbilen anges inte i tabeller utan hänvisning till GilleCALC (SLU. 2012c) görs då värdena hämtats därifrån.

Tabell 2 Ursprungliga förutsättningar för, GROT, Container samt Flisbil
Table 2 Initial conditions for Logging residues, Container and Wood chips trucks

Post	GROTBil	Containerbil	Flisbil
Investering (kr)	2 830 000	2 167 000	2 900 000
Kalkylränta (%)	3	3	3
Restvärde (% av inv.)	15	15	15
Skatter (kr/år)	40 000	41 874	40 000
Försäkringar (kr/år)	65 000	60 000	42 000
Övriga tidskostnader (kr/år)	70 000	70 000	70 000
Körhastighet (km/tim)	60	50	60
Bränsleförbrukning (l/km)	0,64	0,47	0,52
Årligt utnyttjande (tim/år)	3 200	3 200	3 200
Lastkörningsgrad (%)	50	50	50
Lön (kr/år)	1 000 000	1 000 000	1 000 000
Bränslekostnader (kr/l)	12	12	12
Smörjolekostnader (kr/km)	0,10	0,10	0,10
Reparationskostnader (% av inv.)	11	14	4

Tabell 3 Ändrade förutsättningar för GROT, Container samt Flisbil
Table 3 Changed conditions for Logging residues, Container and Wood chips trucks

Post	GROTBil	Containerbil	Flisbil
Lastvikt (ton)	22 ¹	33 ²	38 ²
Rådensitet(kg/m ³ f)	900 ³	900 ³	900 ³
Terminaltid (min)	68 ¹	30 ¹	37 ¹

¹ (Näslund, 2006), ² (Athanassiadis et al, 2009), ³(Wecalc, 2012)

Terminalhantering

Upprättandet av terminalen på Basamyran var något som i stor grad redan var gjord, det behövdes en utfyllnad av området som man tänkt använda som terminal eftersom där vid skrivandet av denna rapport enbart var en öppen yta. Vägar och yta för arbetarbaracker med mera fanns redan upprättat i och med torvbrytningen.

Ytan som fanns tillgänglig att disponera som terminal var totalt cirka 36 hektar och bedömdes inte begränsa den verksamhet som var tänkt att bedriva där. För att se vilken storlek på terminalen som bäst lämpade sig efter de volymer som fanns tillgängliga i upptagningsområdet gjordes beräkningar på storlekarna 5, 10 och 20 hektar.

De investeringar som kommer att behöva göras, samt löpande kostnader och förutsättningar för terminalen, med undantag av lastning, är hämtade från Söderström (2006) och visas i tabell 4. Kostnaden för lastning erhöles från verktyget FLIS (Hofsten et.al., 2006).

Tabell 4 Terminalkostnader och förutsättningar
Table 4 Terminal costs and conditions

Poster	Värde
Investeringar	
Markbearbetning (kr/m ²)	300
Projektering* (%)	5
Löpande kostnader	
Lastning (kr/m ³ s)	5
Rensning av ytor (kr/m ² /år)	13,25
Snöröjning (kr/terminal/år)	11 044
Elström (kr/terminal/år)	9 203
Förutsättningar	
Livslängd (år)	10
Lagringskapacitet (råton/m ²)	0,32
Restvärde* (%)	30
Kalkylränta (%)	6
Nuvärde	0,5584
Annuitet	0,1359

*Procent av investering

Beräkningar

Beräkning av transportkostnader

Beräkningsverktyget TransAM användes för beräkning av transportkostnader för alla fordon, utom timmerbilen, med de givna förutsättningar som anges i tabell 2 och 3. Timmerbilens transportkostnad erhöles från senaste versionen av GilleCALC (SLU, 2012c). I verktyget kunde alla värden matas in på respektive post och sedan gavs en sammanställning ut där bland annat en tariff fanns beräknad. Dessa tariffer användes för beräkning av transportkostnaderna för vederbörande fordon.

Beräkning av terminalkostnader

Utgångspunkten för terminals-kostnaderna och beräkningarna har varit rapporten 'Upparbetning av GROT i semimobila terminaler' (Söderström, 2006). I samråd med Umeå Energi har delkostnader exkluderats och lagts till för att anpassa den tänkta terminalen på Basamyran i största möjliga mån. Med anledning till den torvbrytning som

kommer att ske i anknytning till terminalen bedöms vissa kostnader och investeringar redan vara beskaffade och har på den grunden exkluderats ur beräkningarna.

Värden för beräkningar återfinns i tabell 4.

Terminalstorlek:

Den yta terminalen behöver, givet en viss volym GROT som är tänkt att distribueras där.

$$y = \frac{V}{lk}$$

y = Terminalstorlek (m²)

V = Volym GROT (råton)

lk = Lagringskapacitet

Investeringskostnad:

Följande beräkning erhåller den kostnad som anläggning av terminalsytan skulle medföra, kostnaden för markanskaffning är normalt en stor post men då marken i detta fall redan är anskaffad för ändamålet torvbrytning tas inte den kostnadsposten med i denna beräkning.

$$IK = mb * y + mb * y * p$$

IK = Investeringskostnad (kr)

mb = Markbearbetning

y = Terminalstorlek (m²)

p = Projekteringskostnad

Fasta kostnader:

De fasta kostnaderna beräknades med nedanstående beräkningsmodell och erhåller den kostnad som årligen uppstår i form av räntekostnader och avskrivning.

$$FK = (IK - restvärde) * nuvärde * annuitet$$

$$Nuvärde = \frac{1}{(1+r)^T}$$

$$Annuitet = \frac{r}{1 - (1+r)^{-T}}$$

FK = fast årlig kostnad

r = kalkylränta (%)

T = Livslängd (år)

Löpande kostnader:

De löpande kostnaderna är de kostnader som skulle uppkomma av den dagliga verksamheten på terminalen. Personalkostnader är en stor post som normalt beräknas med här. Men då det inte är utrett hur vida personalen i torvbrytningsverksamheten även kan användas vid terminalarbetet har den kostnadsposten exkluderats ur denna beräkning.

$$LK = l + r + s + e$$

LK = löpande kostnader

l = Lastning

r = Rensning av ytor

s = Snöröjning

e = Elström

Terminalkostnad

$$TK = FK + LK$$

TK = Terminalkostnad

Beräkningsmodell för systemens totalkostnad

Totalkostnadsberäkningen är en ren addering av alla kostnadsposter som ingår i systemen.

$$DK + TPK_1 + SK + TK + TPK_2 = Total\ kostnad$$

DK = Drivningskostnad

TPK₁ = Transportkostnad från avlägg till terminal

SK = Sönderdelningskostnad

TPK₂ = Transportkostnad från terminal till DÅVA

Omvandlingsfaktorer

1 Ton TS = 5,33 MWh (Ringman, 1996)

1 Råton till MWh = 2.812 (WEcalc, 2012)

1 m³fub = 2,172 MWh (WEcalc, 2012)

1 m³s = 0,807 MWh (WEcalc, 2012)

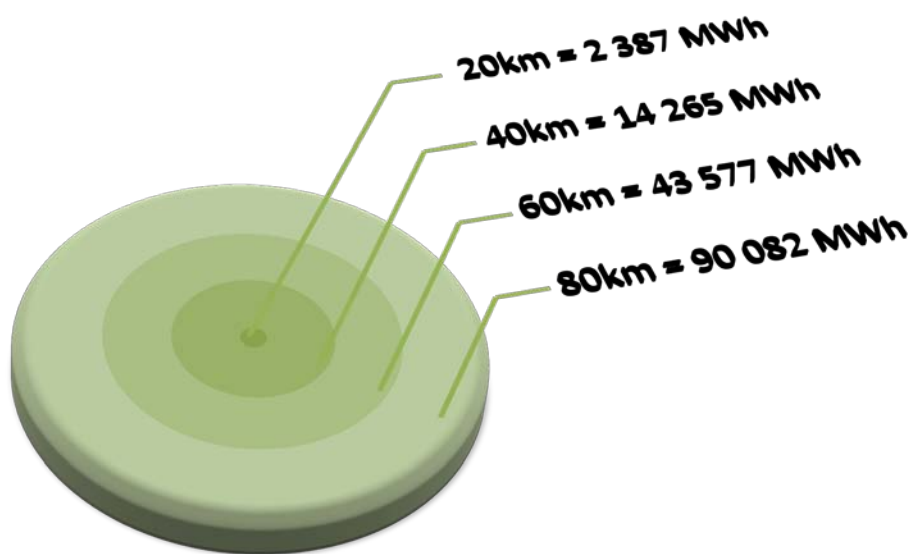
1 m³s = 0,277 råton (WEcalc, 2012)

KPI 2006 till Februari 2011 = 1.1044 (Statistiska centralbyrån 2012)

Resultat

Teoretiskt möjliga uttag av GROT

Det beräknade maxuttag av GROT som beräknades finns illustrerat i figur 2. Ett förtydligande är att mängden GROT för en underordnad radie inkluderas i resultaten för samtliga radier. Det vill säga, 90 082 MWh är det totala uttaget som maximalt kan ske på hela upptagningsområdet.



Figur 2 Teoretiskt möjliga uttag av GROT, MWh

Figure 2 Theoretical possible collection of logging residues, MWh

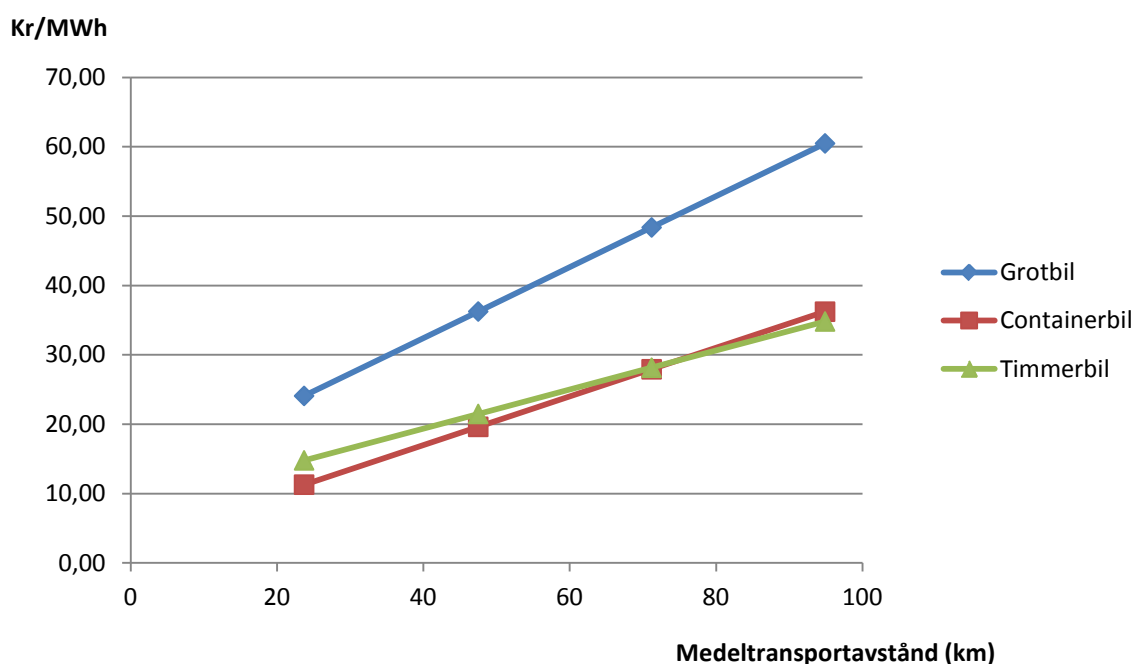
Transport från skog till Dävamyran via terminal

Kostnad per MWh för transport från avlägg till terminal för respektive system redovisas i tabell 5 och illustreras i figur 3. Att system 3 är dyrare än system 2 vid de kortare sträckorna förklaras med att lastningen av en timmerbil är dyrare än av en containerbil, vid längre sträckor vänder dock förhållandet och containerbilen blir dyrare då transportsträckan blir längre och de avståndsrelaterade kostnaderna från mer inflytande.

Tabell 5 Transportkostnader till terminal, kronor per MWh.

Table 5 Transport costs to terminal, SEK per MWh

Upptagningsområde (km)	Medeltransportavstånd (km)	System 1	System 2	System 3
20	23.7	24,09	11,29	14,80
40	47.5	36,26	19,63	21,49
60	71.2	48,38	27,93	28,16
80	94.9	60,50	36,23	34,82



Figur 3 Transportkostnader till terminal

Figure 3 Transport costs to terminal

Terminalkostnader

Kostnader för terminalen visas i tabell 6, där finns tre olika storlekar på terminalen beräknade. I denna studie bestämdes terminalen att ha storleken tio hektar när totalkostnaden för systemen räknades fram. Detta bestämdes utefter den mängd GROT som fanns att tillgå i det största området. Ytan inkluderar yta för lagring av icke sönderdelat materiel, sönderdelat material, arbetarbaracker samt vägnät på terminalen.

Dock kan man i tabell 6 utläsa att det är en obetydlig skillnad mellan kostnaderna per volymenhet för de olika terminalstorlekarna. En förutsättning för detta är att all den volym som beräknas rymmas på terminalen verkligen hanteras på terminalen. En lägre volym som nyttjar terminalen kommer att höja kostnaden per volymenhet.

Tabell 6 Terminalkostnad per upparbetad mängd*Table 6 Terminal costs per volume unit*

Beräkningar terminal			
Storlek (ha)	5	10	20
Årlig upparbetad mängd (råton)	16 000	32 000	64 000
Fast årliga kostnader (kr)	836 444	1 672 888	3 345 777
Löpande kostnader (kr)	705 047	1 389 847	2 759 447
Summa kostnader (kr/MWh)	34,26	34,04	33,92

Transport från terminal till värmeverk

Kostnaden för transport av flis från terminal till värmeverk presenteras i tabell 7.

Tabell 7 Transportkostnad från terminal till DÅVA*Table 7 Transportcost from terminal to DÅVA*

Transportavstånd (km)	Kostnad (kr/MWh)
127	37,82

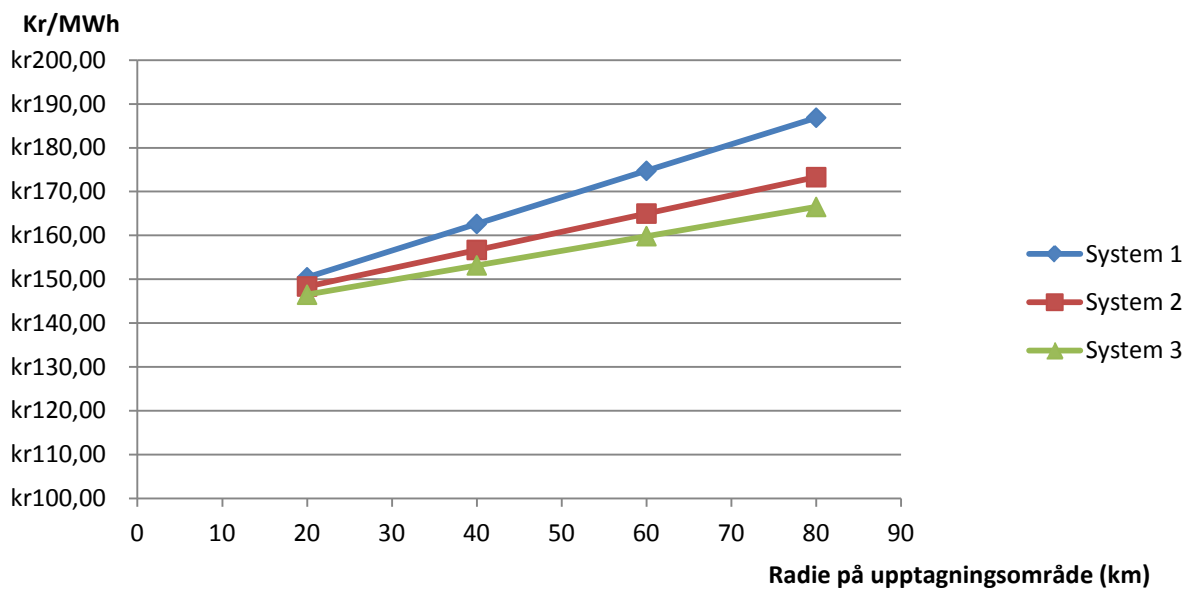
Hela systemkedjorna

Totalkostnad för varje system för respektive avstånd ses i tabell 8 och illustreras i figur 4. System 1 är genomgående dyrast medan system 3 är genomgående billigast, detta stämmer överens med näringens allmänna uppfattning om hur kostnaden för att ta fram biobränsle med olika system ser ut. Däremot är det inte givet att alla delmoment följer samma relativa förhållande som totalkostnaden vilket har visats tidigare i resultatdelen, för bland annat transportkostnader.

Kostnadsdifferensen ökar också med transportavståndet, givet det minsta upptagningsområdet är kostnadsdifferensen fyra kronor mellan system 1 och 3 medan differensen givet det största upptagningsområdet är tjugo kronor. Detta förklaras med att transportkostnaden som är den största kostnadsposten blir mer omfattande vid längre transportavstånd. System två håller sig ungefär mitt emellan med viss förskjutning mot system 3.

Tabell 8. Totalkostnad för varje system för respektive avstånd (kr/MWh)
Table 8. Total cost for each system from each distance (SEK/ MWh)

Upptagningsområde (km)	Medeltransportavstånd (km)	System 1	System 2	System 3
20	23.7	159,26	157,15	155,28
40	47.5	171,43	165,49	161,97
60	71.2	183,55	173,79	168,64
80	94.9	195,67	182,09	175,31



Figur 4 Totalkostnad för systemen
Figure 4 Total cost for the systems

Diskussion och Slutsats

Samtliga delmoment i systemen är beräknade kostnader för respektive moment. Det ska inte likställas med det pris som infinner sig vid en överenskommelse mellan en producent och konsument. Priser är något som går att förhandla samt beror på marknadens utbud och efterfrågan. Vid tolkning av resultatet kan varje delmoment beaktas som en relativ del av hela systemet.

En observation som gjordes efter rapportens genomförande var att bioenergiberäkningsverktyget FLIS med fördel kunde användas för samtliga beräkningar i systemen. Detta skulle möjligtvis kunna ge viss effektivisering av rapportens genomförande. En avvägning bör dock göras över huruvida värden och kostnader i FLIS skall användas genomgående, det kan vara önskvärt att använda flera olika källor för inputdata för ökad källkritik.

Framtagning av GROT-volymer

Uppskattningen av den volym skogsbränsle som finns tillgänglig att avverka inom de olika upptagningsområden som analyserats i rapporten kan generellt sägas vara grov. Datat som har använts är kNN-data vilket har en jämförelsevis låg upplösning, med kvadratiska pixlar som är 625 kvadratmeter stora (0,0625 hektar). En relativt stor variation av skogstillståndet kan därför förekomma inom dessa pixlar. Det ska även beaktas att pixlarna i kNN-datat är kvadratiska. Praktiskt taget är nästan aldrig de trakter som faktiskt avverkas kvadratiska, vilket resulterar i en svårighet att beräkna avverkningstrakter med det data som tagits fram i denna rapport. Det finns en stor risk att ett flertal ytor som i denna analys räknas som avverkningsbar skog, i det praktiska skogsbruket inte skulle vara lämplig för GROTuttag då de är relativt små och därför inte ses som lönsamma för det ändamålet.

Dock kvarstår problematiken att de ytor som i analysen betraktats som avverkningsbara inte i realiteten behöver vara det. För att behandla den felkällan ser resonemanget ut så att de ytor som i analysen angetts som möjliga att avverka, efter de krav som beskrivs under kapitlet material och metod, har setts som den areal med avverkningsbar skog som årligen finns att tillgå för avverkning i området. En slags statisk areal. Positionen av ytorna geografiskt sett har således ingen betydelse utan det är enbart den totala arealen som är av intresse.

Enligt SLU (2012a) bör inte kNN-data användas för analyser av områden mindre än några hundra hektar. I denna rapport har slutsatsen dragits att datat med god grund utifrån den aspekten kan användas då området som behandlas är cirkulärt med radier mellan 20 till 80 kilometer. Detta innebär areor mellan ca: 125 tusen hektar och 2 miljoner hektar. Då arealerna på upptagningsområdena är så stora betraktar vi resonemanget som hållbart, även det faktum att osäkerheten kNN-datat ger med låg upplöst raster gör att vi inte anser att en alltför noggrann analys kan göras på det grunddata som kNN utgör. Med detta som stöd

togs beslut att tillämpa detta resonemang för att räkna den areal avverkningsbar skog samt den volym virke som finns att tillgå i upptagningsområdet.

Vid volymbestämning användes inte den nuvarande stående skogen på respektive yta, istället användes den medeltillväxt som skogen har i Västerbottens län per hektar och år. Tillväxten delas in i Västerbottens inland och kustland. Eftersom de områden rapporten omfattar återfinns i båda dessa användes istället ett snitt för medeltillväxten i hela Västerbotten. Genom att multiplicera arean avverkningsbar skog som räknats fram med medeltillväxten erhålls den volym skog som teoretiskt kan komma att erhållas varje år från området. Detta är likaså en grov uppskattning, men i enlighet med de föregående analyser som gjorts för att beräkna volymen avverkningsbar skog så gör en noggrannare analys i detta skede inte nödvändigtvis ett noggrannare utgångsvärde då ingångsdatat som redan nämns är grovt uppskattat.

Tidsramen för arbetet har inte tillåtit att göra en mer noggrann analys och därför anser vi att den uppskattning som gjorts ger en fingervisning om möjlig volym GROT som finns att tillgå och att den är acceptabel utefter de förutsättningar den används till i denna rapport.

Drivning och råvaruinköp

En avgränsning som gjordes i studien var att inte räkna på hur mycket brännved som fanns i upptagningsområdena, skattningen av den volymen bedömdes svårare och mindre relevant.

Markägarersättning bedöms i den här rapporten som en kostnadspost som varierar beroende på marknaden och den är samtidigt svårbedömd. Detta och att ersättningen är likvärdig över alla systemen, det vill säga att den inte orsakar en relativ skillnad mellan systemen, gör att markägarersättningen därför har exkluderats i denna studie.

Transport till terminal

Det går tydligt att tolka att transport av GROT-bil har kraftigt ökande kostnader på längre avstånd,, och uttag med detta system ter sig därför bäst på korta avstånd.

Kostnaderna som erhöles från beräkningarna bekräftades av erfarna personer inom branschen att stämma jämförelsevis väl med verkligheten (Aggeryd, 2012). Generellt för alla fordon menade Aggeryd (2012) att kostnaderna var något låga. Detta ser vi som positivt då åkerierna kan tänkas begära ett lite högre vederlag för det transportarbete de utför för att uppnå en vinstmarginal medan uppdragsgivare vill ha en så låg kostnad som möjligt. Efter förhandling är det logiskt att förutsätta att den faktiska ersättningen hamnar någonstans i mellan åkeriernas och uppdragsgivarnas prissättningar. De framräknade kostnaderna ser vi därför ge en rättvis bild av vad de verkliga kostnaderna är.

Terminalen

Den tveklöst största kostnadsposten är markbearbetning av terminalsytan på 300 kronor per kvadratmeter. Efter överläggning med sakkunnig (Söderström 2012) bedömdes beloppet fortfarande rimligt. Stora variationer kan ske beroende på markens bärighet och mängden avvattnings som kommer att krävas. En asfaltering av ytan skulle medföra ytterligare kostnader på cirka 200-300 kronor per kvadratmeter (Söderström 2012). Från Umeå Energis sida finns inga önskemål om beläggning även om det skulle ge en enklare hantering och renare material. Ett sätt att minska investeringskostnaderna är att konstruera ett effektivt och rationellt vägnät, med högre bärighetsförmåga, och intilliggande lagringsytor, med lägre bärighetsförmåga. Detta kräver dock ytterligare analys och omfattas inte av denna rapport.

Angående invägning vid terminalen bedöms detta inte att förekomma. Enligt Umeå Energi kräver invägning kontinuerlig service i form av kröning med tillhörande höga kostnader. Betalningsgrundade inmätning samt invägning kommer först att ske vid leverering till Dävamyran. Kostnaden för denna invägning omfattas inte av rapporten. I praktiken kan detta tänkas vålla problem, då inmätning idag är det som utgör betalningsgrund till markägare och andra leverantörer. Det kan mycket väl tänkas att det kommer att behövas en inmätningstation på terminalen för att tillgodose detta.

En följd effekt som då uppkommer är vem i hela kedjan som skall stå för terminalen och arbetet där. Det enklaste scenariot är att Umeå Energi skulle äga hela kedjan från skogsinnehav till kraftvärmeverk så att allt då inkluderades i samma koncern, då hade eventuellt invägningen vid terminal kunnat undvikas. Nu är detta ingen realitet och kommer inte att inträffa utan kedjan kommer att bestå av flera inblandade parter. Man kan tänka sig att Umeå Energi kontrakterar entreprenörer att bedriva terminalverksamheten och att de då köper in råvaran från markägare och skogsbolag som får leverera den till terminalen. Alternativt är att skogsbolagen får stå för terminal och entreprenörerna att sköta driften och att Umeå Energi sedan åtar sig att köper fliset levererat till sitt kraftvärmeverk.

Flera tänkbara scenarier finns och de kompliceras ytterligare av att Umeå Energi är de som har dispositionsrätt av ytan där terminalen ligger och att de inte har ett behov av ett jämnt flöde av flis under året. Vintertid behövs det mycket flis, men inte sommartid. På terminalen krävs då en organisation som kan lagra GROT och brännved under sommarhalvåret och sedan effektivt sönderdela detta så att flis kan levereras under vinterhalvåret. Vidare studier och praktiskt kunnande är essentiellt för att kunna göra en korrekt och fungerande organisation kring detta problem.

Sönderdelning

Uppgifter för sönderdelningskostnaderna vid terminal har varierat beroende på inhämtningskällan. Teori och erfarenhetstal skiljer sig och även olika enheter har försvårat tolkning och beslutstagande. Slutliga uppgifter från bioenergiberäkningsverktyget FLIS bedömdes som mest användbara i denna rapport. Värdena kommer då från en enhetlig källa och jämförelser kan då göras på en likvärdig grund.

Transport till industri

I ett initialt läge uppkom diskussioner om att inkludera och jämföra transportkostnader för det så kallade ETT-fordonet i studien. Det finns en förstudie på fordon med större lastkapacitet, gjord av Skogforsk (Enström & Röhfors 2011). Datat och kostnader för det potentiella ETT-flisfordonet bedömdes inte stämma jämförelsebar med den här studien och togs därför inte med.

Slutsats

Efter att alla faktorer vägts samman och kostnaderna har beräknas kunde följande slutsatser dras.

- Det finns möjlighet att under 200 kronor per MWh leverera GROT med alla tre system till Dåvamyran för alla de fyra olika storlekarna på upptagningsområde kring Basamyran.
- Kostnaderna för systemen ska inte anses som exakta utan mer som en fingervisning då det gjorts vissa förenklingar och generaliseringar vid beräkningarna. Markägarersättning är inte heller medräknad vilket bör tas i beaktning om systemen ska implementeras.
- Det behövs en terminalsyta på 10 hektar för att ha möjlighet att ta emot all GROT som finns tillgänglig var år i upptagningsområdet med 80 kilometers radie.

Vidare studier bör göras med ett större djup där mer exakta investeringsanalyser och kostnadsberäkningar av transportfordon och terminalanläggning görs med en anpassning mot de givna systemen för att skapa ett beslutsgrundande underlag.

Upplägget för hur hanteringen av leverering, lagring, sönderdelning och vidaretransport av skogsbränslet överlåtes till Umeå Energi samt inblandade parter.

Tillkännagivande

Vi vill rikta ett speciellt tack till Umeå Energi och Lars O Johansson för det goda bemötandet och all hjälp under arbetets gång. Särskilt tack riktas även till Dimitris Athanassiadis och Dag Fjeld som har gett konstruktiv kritik samt en hjälpande hand under arbetsprocessen.

Källor

- Anon. 2012a. Vad är bioenergi. [Online] Tillgänglig: http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/miljoochklimat/begransadklimatpaverkan/fo_rnybarenergi/vadarfornybarenergi.4.2a19d05112133800c8b800089.html [2012-04-12]
- Anon, 2012b. Skogforsk. [Online] Tillgänglig: <http://www.skogforsk.se/sv/forskning/Skogsbransle/> [2012-03-13]
- Athanassiadis, D., Melin, Y., Lundström, A. & Nordfjell, T. 2009 Marginalkostnader för skörd av GROT och stubbar från förnygringsavverkningar i Sverige. SLU, Inst f Skoglig Resurshushållning. Arbetsrapport 261. ISSN 1401-1204.
- Brunberg, T. 2010. Skogsbrukets kostnader och intäkter 2009. Skogforsk. Arbetsrapport 7-2010. ISSN: 1103-4173. Uppsala.
- Energimyndigheten, 2011. Energiläget 2011. Eskilstuna: Statens Energimyndighet. CM Gruppen AB.
- Enström, J & Röhström, G. 2011. Effektivare flistransporter med större fordon. Skogforsk. Uppsala.
- Hofsten, H., Lundström, H., Nordén, B. & Thor, M. 2006. Sysemanalys för uttag av skogsbränsle – en verktyg för fortsatt utveckling. Skogforsk. Arbetsrapport 6-2006. ISSN: 1103-4173. Uppsala.
- Näringsutskottet 2009. Riktlinjer för energipolitiken 2008/09:NU25. Stockholm: Sveriges Riksdag. (2008/09:301)
- Näslund, M. 2006. Vägtransport av lös och buntad GROT. Energidalen i Sollefteå AB. Sollefteå.
- Jansson, L. 2009. Massaved blir biobränsle. Pressmeddelande Skogssällskapet. Jönköping.
- Johansson, S. & Pettersson., T. 2011. GROT-transport från norra till södra Sverige. SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning.
- Ringman, M. 1996. Trädbränslesortiment - definitioner och egenskaper. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skogens produkter. Uppsala. Rapport nr. 250. ISSN 0348-4599
- Skogsstyrelsen 2008. Skogliga konsekvensanalyser 2008. Skogsstyrelsen. Jönköping.
- Skogsstyrelsen 2011. Skogsstatistisk årsbok. Jönköping. Skogsstyrelsen
- Skogsstyrelsen 2012. GROTuttag. [Online] Tillgänglig: <http://www.skogsstyrelsen.se/Aga-och-bruka/Skogsbruk/Skota-skog-/Skogsbransle/Grotuttag/> [2012-04-12]

SLU. 2012a. *kNN-Sverige. Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU.* [Online] Tillgänglig: <http://skogskarta.slu.se/> [2012-04-12]

SLU. 2012b. Riksskogstaxeringen, SLU. [Online] Tillgänglig: http://www.slu.se/Documents/externwebben/webbtjanster/statistik-om-skog/Tabeller/Svenska/06_10/T16_0610.pdf [2012-04-12]

SLU. 2012c. Kursmaterial sg0059 Operativ Styrning VT2012, SLU. Umeå

Statistiska centralbyrån. (2012). Statistiska Centralbyrån. [Online] Tillgänglig: http://www.scb.se/Pages/Product_33769.aspx [2012-04-16]

Strömberg, S. 2005. Bränslehandboken. Stockholm. Värmeforsk Service AB.

Söderström, J. 2006. Upparbetning av GROT i semimobila terminaler. Energidalen i Sollefteå AB. Sollefteå.

Wecalc. 2012. [Online] Tillgänglig: <http://woodenergy.sites.djangoeurope.com/conversion/> [2012-04-24]

Personlig kommunikation

Aggeryd, B. 2012. Örnfrakt. Telefonintervju 2012-04-20

Esbjörnsson, T. 2012. Sveaskog, Umeå. Telefonintervju. 2012-03-03

Johansson, L O. 2012. Umeå Energi, Umeå. Mailkommunikation 2012-03-12

Söderström, J. 2012. Telefonintervju 2012-03-12

Bilaga 1

Beskrivning över tillvägagångssätt vid beräkning av tillgänglig volym GROT.

ESRI's Arc-Map har använts för analys av den tillgängliga mängden GROT som finns att tillgå. Kunskap om programmet behövs för att förstå arbetsprocessen och de termer som används i beskrivningen nedan.

Basamyran där terminalen är tänkt att ligga märktes ut med en punkt varifrån de cirkulära upptagningsområdena skapades. Till en början gjordes en polygon i form av en cirkel med verktyget "Buffer" med en radie av 100 km. Polygonen användes för att ha som mall för det området som är aktuellt i denna studie. Med verktyget "Clip" klipptes ett lager med markskikt från lantmäteriets vägkarta ut, från detta lager kunde sedan de områden täckta med skog sällas fram. Även lager med vatten och naturreservat klipptes fram med samma verktyg även dessa från vägkartan.

På lagren med vatten och naturreservat gjordes sedan en buffert runt om alla objekt på femton meter, för att en viss naturhänsyn skulle beaktas. Efter att det var gjort kunde de nya lagren med vatten och naturreservat och 15 metersbufferten användas i verktyget "Erase" ihop med den första polygonen över området kring Basamyran. Resultatet av detta blev en polygon där vatten och naturreservaten och deras buffertzoner hade tagits bort och kvar är endast den skogsmark som finns utanför. Efter detta var upptagningsområdet färdigställt.

Nästa steg var att klippa ut kNN-datat, detta gjordes med verktyget "Extract by mask" istället för "Clip" då kNN-datat är en karta i rasterformat. Detta gjordes med upptagningsområdet som mall för att då få en karta där endast skogsmarken var med och inte sjöar och naturreservat. Analysen gjordes för alla tre typer av kNN-data, dessa var, volymen för gran, total volym för alla trädslag samt ålder.

Fortsättningen blev att multiplicera lagret över granvolymen med 100, detta gjordes med verktyget "Times" för att när man sedan dividerade det med lagret för totalvolym få fram en procentandel över hur mycket gran som fanns i varje pixel. Anledningen till multiplikationen med 100 var för att inte behöva arbeta med decimaler utan heltal.

Det nya lagret med procentandelen gran i varje pixel analyserades med verktyget "Greater than" och värdet det skulle vara större än sattes till 66 % alltså två tredjedelar vilket var ett av de kriterier som sattes för att GROT skulle tas ut. Resultatet av den analysen blev alltså ett nytt raster, de pixlar där kriteriet uppfylldes blev fick värdet 1 och där det inte stämde fick pixlarna värdet 0.

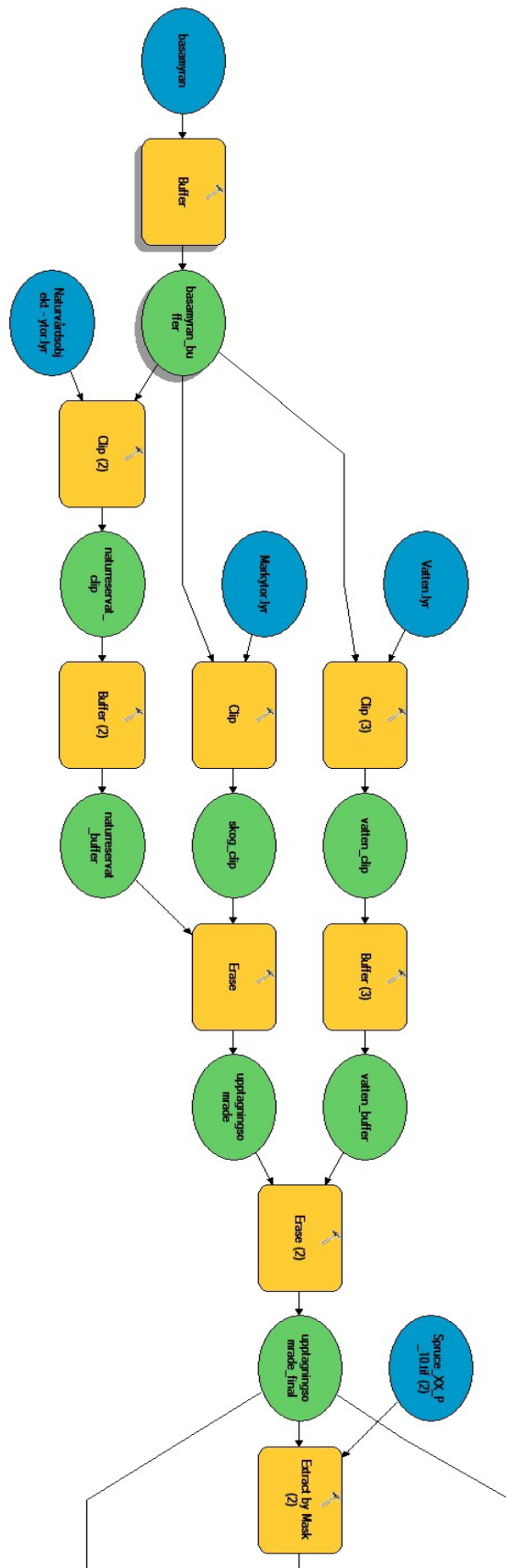
Verktyget "Times" användes sedan åter igen med rasterna över de pixlar med två tredjedelar gran samt det raster som klipptes ut med granvolym. Resultatet av analysen blev att volymen, i de pixlar där kriteriet med minst två tredjedelar gran fanns, erhöles.

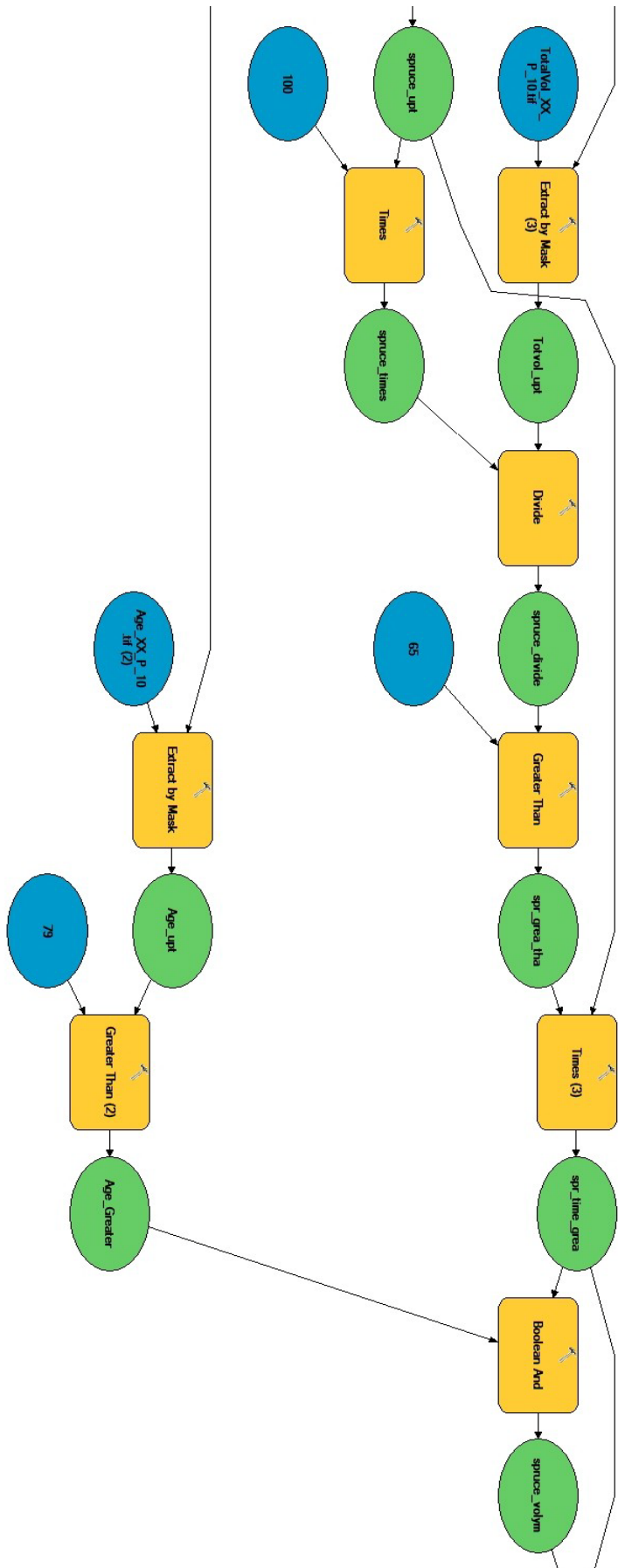
Samma princip användes för att sälla ut enbart de pixlar där åldern på skogen var över 80 år, vilket också var ett kriterium. En sammanslagning av dessa två raster skapade ett nytt raster där båda kriterierna fanns med i beaktning. Verktygen "Times" användes återigen för att multiplicera med lagret är volymen för gran fanns med. Då framkom till slut ett raster där volymen för gran erhöles och där ålderskriteriet samt kriteriet med minst två tredjedelar gran var med i beaktning.

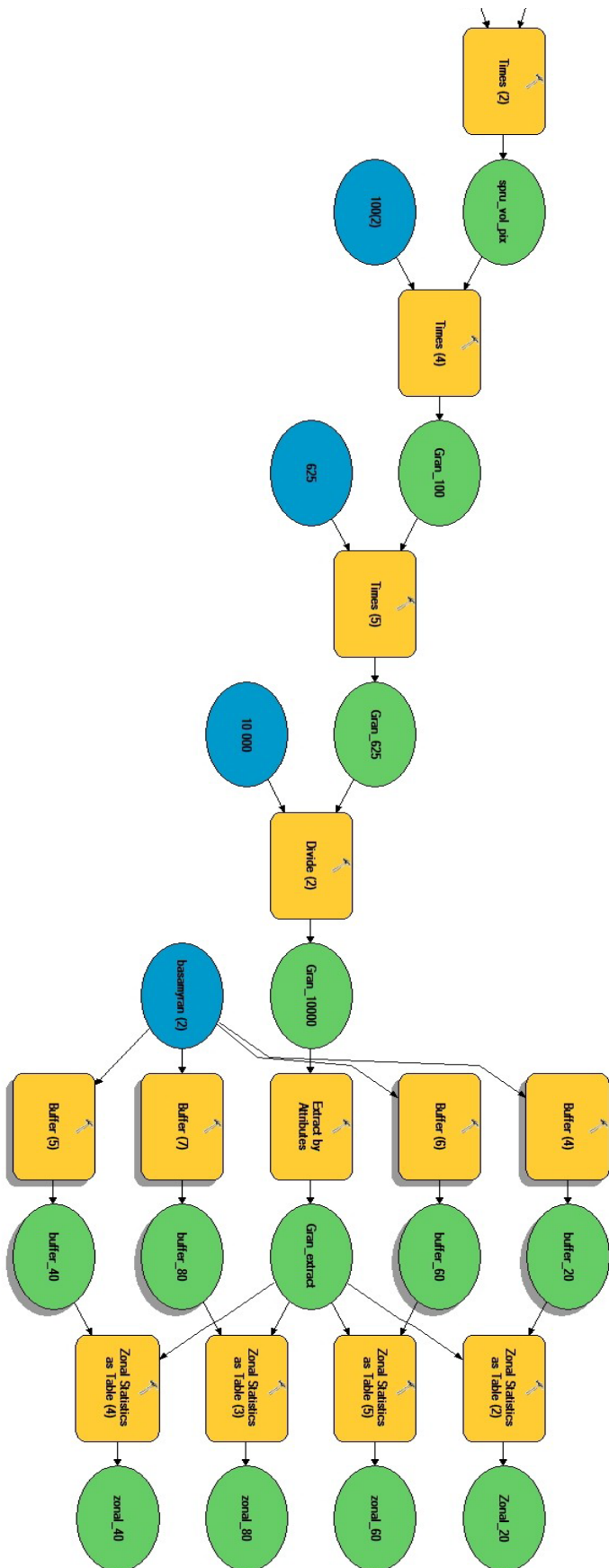
Rastret har pixelstorleken 25*25 meter eller arean 0,0625 hektar, värdet varje pixel har står alltså för kubikmeter skog per 0,0625 ha. I studien behövdes kubikmeter per hektar. Därför fick rastret först multipliceras med 100, för att programmet inte skall behöva arbeta med decimaler, och sedan med 625 för att till sist divideras med 10000. Detta slutliga raster innehåller då enbart pixlarna där kriterierna är uppfyllda och varje pixel har ett värde som motsvarar kubikmeter skog per hektar. Notera att man direkt kunde multiplicera med 0,0625 för att erhålla samma värde, men materialet är ganska tungarbetat och därför bör man med fördel göra denna omväg.

Det sista steget var att med "Buffer" verktyget göra fyra nya områden med de radier som valts att analysera och sedan med verktyget "Zonal statistics as table" erhålla den information om areal med gran utefter de givna kriterierna inom dessa områden.

Schematisk bild över modellen från Arc-Map







Bilaga 2

Beräkningarna för slingarfaktor är gjorda enligt följande formel:

$$\left(\sum_{n=1}^{25} ROAD_DIST/NEAR_DIST \right)^{-25}$$

40	ROAD_DIST	NEAR_DIST	Division
1	69825	39278.65938	1.777682872
2	32193	25599.1765	1.257579516
3	34504	18083.9222	1.907993167
4	54712	26021.3966	2.102577385
5	34945	25031.62678	1.396033918
6	30753	7584.154759	4.054901433
7	15520	13523.03309	1.147671525
8	43859	19196.5037	2.284738965
9	42500	32476.61553	1.308633899
10	44147	34329.28447	1.285986606
11	29530	16523.21541	1.787182414
12	30846	24260.13054	1.271468838
13	29652	17754.69209	1.670093734
14	32743	14966.25665	2.187788221
15	31070	21934.83013	1.416468686
16	22080	12281.87992	1.797770386
17	30539	23296.61632	1.310877064
18	86424	37409.45948	2.310217822
19	61479	26851.82678	2.289564897
20	45961	25623.39966	1.793712022
21	44821	26906.28847	1.665818757
22	30039	13706.90928	2.191522493
23	38178	25365.40911	1.505120609
24	32129	28598.56357	1.123448033
25	31855	20006.85098	1.592204592

1.7774823