



SKOGSMÄSTARPROGRAMMET
Examensarbete 2011:13

Stubbskörd **- från modell till verklighet**

Stump harvest
- from model to reality



Gustav Cagner

Examensarbete i skogshushållning, 15 hp
Skogsmästarprogrammet 2011:13
SLU-Skogsmästarskolan
Box 43
739 21 SKINNSKATTEBERG
Tel: 0222-349 50

Stubbskörd – från modell till verklighet

Stump harvest – from model to reality

Gustav Cagner

Handledare: Staffan Stenhag

Examinator: Eric Sundstedt

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå med minst 60 hp kurs/er på grundnivå som förkunskapskrav

Kurstitel: Kandidatarbete i Skogshushållning

Kurskod: EX0624

Program/utbildning: Skogsmästarprogrammet

Utgivningsort: Skinnskatteberg

Utgivningsår: 2011

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

Nyckelord: uttag av stubbar, bioenergi, biobränsle



Sveriges lantbruksuniversitet
Skogsvetenskapliga fakulteten
Skogsmästarskolan

FÖRORD

Detta examensarbete har utförts inom ramen för Skogsmästarutbildningen vid Skogsmästarskolan i Skinnskatteberg. Skogsmästarskolan tillhör Sveriges Lantbruksuniversitet och examensarbetet omfattar 15 högskolepoäng på C-nivå vilket motsvarar 10 veckors heltidsstudier.

Jag vill börja med att rikta ett stort tack till Lennart Nilsson och John Erlandsson på Booforsjö AB som har gjort detta arbete möjligt genom att låta mig samla in fältdata och även fått ta del av fakturor på de områden som stubbskördats.

Sedan vill jag rikta ett tack till personalen på Boda Arkens maskinstation som har stått till förfogande med stubbskördaren och stubbskotaren.

På Skogsmästarskolan vill jag även rikta ett stort tack till min handledare Staffan Stenhag som har ställt sin tid och kunskap till förfogande vid hjälp med beräkningar och andra delar av arbetet. Slutligen vill jag även rikta ett tack till Gina Parkatti som har hjälpt till med att skicka böcker till mig när jag behövt.

Sävedalen 2011-05-17

Gustav Cagner

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD.....	iii
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	v
1. ABSTRACT	1
2. INLEDNING	3
2.1 Bakgrund	3
2.2 Historia	4
2.3 Stubbskörd idag.....	5
2.4 Stubbskörd – från hygge till industri	5
2.5 Lagar och regler vid stubbskörd	6
2.6 Teknik	7
2.6.1 Basmaskin.....	8
2.6.2 Klippaggregat	8
2.6.3 Stubbfräsen	9
2.6.4 Grep.....	10
2.6.5 Skotarens utseende.....	11
2.7 Bestånd som är lämpliga för stubbskörd	12
2.8 Bestånd som är olämpliga för stubbskörd	13
2.9 Faktorer som påverkar stubbskörd och skotning av stubbar	14
2.10 Beräkningsmodeller	15
2.10.1 Johan Karlssons modell för skördning av stubbar	15
2.10.2 Mats Nylinders modell för skördning av stubbar	15
2.10.3 Marklunds modell för beräkning av ton TS.....	16
2.10.4 Beräkning av kostnad för skotning.....	17
2.11 Syfte och frågeställningar	17
3. MATERIAL OCH METOD	19
3.1 Material.....	19
3.2 Datainsamling.....	19
3.3 Maskiner.....	19
3.4 Studerade områden	20
3.4.1 Område Knorran	20
3.4.2 Område Östra Djulö	21
3.4.3 Område Norr Sjön	22

4. RESULTAT	23
4.1 Upptagningstid och upparbetningskostnad enligt Karlsson	23
4.2 Upptagningstid och upparbetningskostnad enligt Nylinder	25
4.3 Skotning enligt Dimitris m.fl.....	27
4.4 Skotning enligt Skogforsk	28
4.5 Sammanställning av kostnader för stubbskörd och skotning	29
4.6 Uppskattning av intäkter för de tre områdena	30
4.7 Uppskattning av netto för de tre områdena	31
5. DISKUSSION	33
5.1 Stubbskörd	33
5.1.1 Upparbetningstid och upparbetningskostnad enligt Karlsson	33
5.1.2 Upparbetningstid och upparbetningskostnad enligt Nylinder	33
5.2 Stubbskotning	34
5.2.1 Skotning enligt Dimitris m.fl.....	34
5.2.2 Skotning enligt Skogforsk	35
5.3 Ekonomi.....	35
5.3.1 Sammanställning av kostnader för stubbskörd och skotning	35
5.3.2 Uppskattning av intäkter	35
5.3.3 Uppskattning av netto för de tre områdena	36
5.4 Slutsatser	36
6. SAMMANFATTNING	39
7. KÄLLFÖRTECKNING.....	41

1. ABSTRACT

In the near future we need to reduce the greenhouse gas emissions significantly for the benefit of the environment around us. The European Union has demanded a variety of climate and energy goals to be achieved by year 2020, the “20-20-20” targets. With these aims, The European Union means that we must reduce our emissions from fossil fuels and instead increase our renewable fuels.

With stump harvest in the forest it’s possible to increase the use of renewable fuels and reduce our emissions from fossil fuels. The main purpose of this study is to answer the economic question: “Is it profitable to harvest stumps for the land owner”?

In this report economic calculations are made for three areas which have been stump harvested. On these three areas, two different models were used to test if they could be used to predict the cost for stump harvest. The first model was developed by Mats Nylinder (1977) and the other model was developed by Johan Karlsson (2007). Both models worked well in this study and gave good result on comparison with the real invoice for the stump harvest. In conclusion areas located near heating stations and with good overall conditions for stump harvest can generate a good profit for the land owner.

2. INLEDNING

2.1 Bakgrund

Inom en snar framtid så kommer vi i Sverige att behöva minska utsläppen av växthusgaser rejält för att gynna miljön runt omkring oss. EU har ställt krav på att en rad olika klimat- och energimål skall ha uppnåtts till år 2020, de så kallade "20-20-20"-målen. Med dessa mål vill EU att vi skall minska våra utsläpp med 20 procent jämfört med vad vi släppte ut år 1990. EU ställer även som krav att vi skall öka de förnyelsebara bränslena med 20 procent (EU kommissionen, 2008, Länk A). Det innebär en fördubbling av förnyelsebara bränslen mot idag.

I Sverige kommer vi att ha stora möjligheter med att lyckas uppfylla dessa krav då vi har stor tillgång på skog, vindkraft, vattenkraft och så vidare. Vi kommer då att klara av EU:s krav till år 2020.

Stubbskörd är ett bra förnyelsebart bränsle som innehåller mycket energi. Eftersom vi avverkar mycket skog varje år finns en stor mängd stubbar att skörda och det leder till en stor energimängd som kan utnyttjas, men som idag inte tas tillvara. Stubbar beräknas på sikt kunna tillföra ca 1,3 – 2,6 TWh/år och detta motsvarar ungefär 1 – 2 procent av den energi som kommer från biobränslen. Totalt skulle stubbarnas energi kunna motsvara 0,5 – 1 procent av energitillförseln från de fossila bränslena per år i Sverige (Skogsstyrelsen, 2009a).

Stubbar är väldigt bra som bränsle då de innehåller en stor vedvolym som bidrar till ett stort energiinnehåll. Stubben innehåller ungefär 20 procent av trädets biomassa (Skogforsk, 2010, Länk B).

I dagsläget får det skördas 5 – 10 procent av den avverkade arealen med stubbar. Detta är än så länge bara rekommendationer från Skogsstyrelsen då stubbskörd är relativt nytt och det inte finns så mycket kunskap om effekterna av stubbskörd (Skogsstyrelsen, 2009a).

I en artikel i Skogseko (Fredriksson, 2011) står det att "ur rent markekonomisk synpunkt är det bättre att ta ut stubbar än grot". Detta talar för att uttaget av stubbar på sikt kommer att öka.

En modell för att kunna beräkna om det lönar sig att ta ut stubbar från ett kalhygge saknas idag. Hade skogsbolagen haft en bra och enkel modell att utgå ifrån då de vill veta ifall det lönar sig med stubbskörd så hade detta underlättat arbetet. Ett av syftena med denna rapport är att testa olika modeller för att se ifall det går att använda någon modell för att uppskatta om det lönar sig att ta ut stubbar.

2.2 Historia

Redan i början av 1900-talet skördade man stubbar och då användes de främst till tjärframställning. Under den tiden var Sverige och Finland världsledande på området och försörjde världsmarknaden med trätjära. Under första världskriget brändes tjäran i ugn och under andra världskriget utvecklades tekniken för att kunna förädla tjäran bättre för att användas som motorbränsle. Dock försvann denna teknik när priset på den importerade oljan sjönk. Framställningen av trätjära har utförts i hela Sverige men det var vanligare i de norra delarna (Skogsstyrelsen, 2009a; Jonsson, 1985).

När oljekrisen uppenbarade sig 1973 söktes ett komplement till oljan. Tankarna att använda stubbarna som energi blev stort. Samtidigt blev den svenska cellulosaindustrin intresserad av stubbarna då de innehöll en stor vedvolym som kanske kunde användas till att framställa cellulosaflis för massatillverkning. Med dåvarande teknik fanns det hopp om att kunna utvinna stora volymer förstklassig cellulosaved. Tyvärr visade de första försöken att stubbveden blev för dyr att använda. Det fanns inget bra sätt att använda stubbarna på med god lönsamhet. Dock sågs stubbarnas egenskaper vara lämpliga för cellulosaflistillverkning och det bedömdes att stubbarna kunde användas som en marginell råvarutillgång vid sidan av andra marginella vedkällor, exempelvis importerad ved (Jonsson, 1985).

Det var Mackmyra cellulosaflis AB:s fabrik utanför Gävle som blev först i Sverige med storskalig teknik för att kunna upparbeta stubbar. Fabriken byggdes 1977 och ägdes gemensamt av Stora och Kopparnäs – Marma AB. Mackmyrafabriken hade en årsproduktion på cirka 150 000 m³ fast mått cellulosaflis. Det var även här som tekniken för upptagning, hantering och transport av stubbar utvecklades för storskalig drift (Jonsson, 1985).

Fabriken lades ner några år senare då kostnaderna blev för höga. Den främsta anledningen var att det uppstod problem med vedråvaran då dess rötter innehöll väldigt mycket föroreningar av sten och mineraljord. Det var även väldigt kostsamt vid bearbetning och deponering av stubbarna. Verksamheten lades ned helt kring slutet av 1980-talet. (Skogsstyrelsen, 2009a). Det fanns fler anledningar till att Mackmyra var tvungna att lägga ner, det berodde även på att man fick för klena stubbar, att transportsträckorna blev för långa samt att lövstubbar inte kunde tas emot utan bara fibrer från barrstubbar.

Efter att Mackmyrafabriken lades ner så drogs slutsatserna att en bättre teknik måste utvecklas för att ta tillvara stubbarna redan i skogen. Detta för att lösa problemet med föroreningarna i stubbarna och därmed kunna minska kostnaderna. Det var då projekt *Helträdsutnyttjande* bildades. Det var ett samarbete mellan staten, skogshögskolan och skogsindustrierna. Projektet startades för att se om man kunde finna användbara och lönsamma metoder för att kunna tillvara mer av trädets biomassa till industriell råvara som exempelvis bränsle. Projektet hade även till syfte att försöka finna bättre teknik och metoder för att få lönsamhet i biomassauttagen. Fokus fanns på klena träd, hyggesavfall och stub-

bar (Anon, 1977). Dagens maskiner speglar tillbaka till de maskiner som utvecklades under Mackmyratiden. Tekniken då fungerade bra och den som används idag bygger på liknande teknik.

2.3 Stubbskörd idag

Sedan år 2005, efter stormen Gudrun, har intresset för stubbrytning ökat. Syftet att skörda stubbarna efter stormen var främst för att man ville underlätta förnyngsarbetet i de stormdrabbade områdena. Detta har troligen även drivit på utvecklingen av stubbskörd. Man har sedan 2005 bedrivit stubbskörd både från norr till söder. Det har även skett en ökning från 10 hektar till 1 400 hektar per år sedan 2005 (Skogsstyrelsen, 2009b).

Idag tas stubbar ut ur skogen för att utnyttjas som bränsle eftersom de har ett stort energiinnehåll. Den volym stubbar som tas ut är relativt liten jämfört med vad som skulle kunna tas ut. Volymen idag motsvarar endast 7 TWh. Med dagens begränsningar vad avser teknik och ekologi, skulle 21 TWh från stubbar kunna tas ut. Om tekniken dessutom utvecklades skulle en ökning av energiuttaget till 34 TWh kunna ske (Skogforsk, 2010, Länk B).

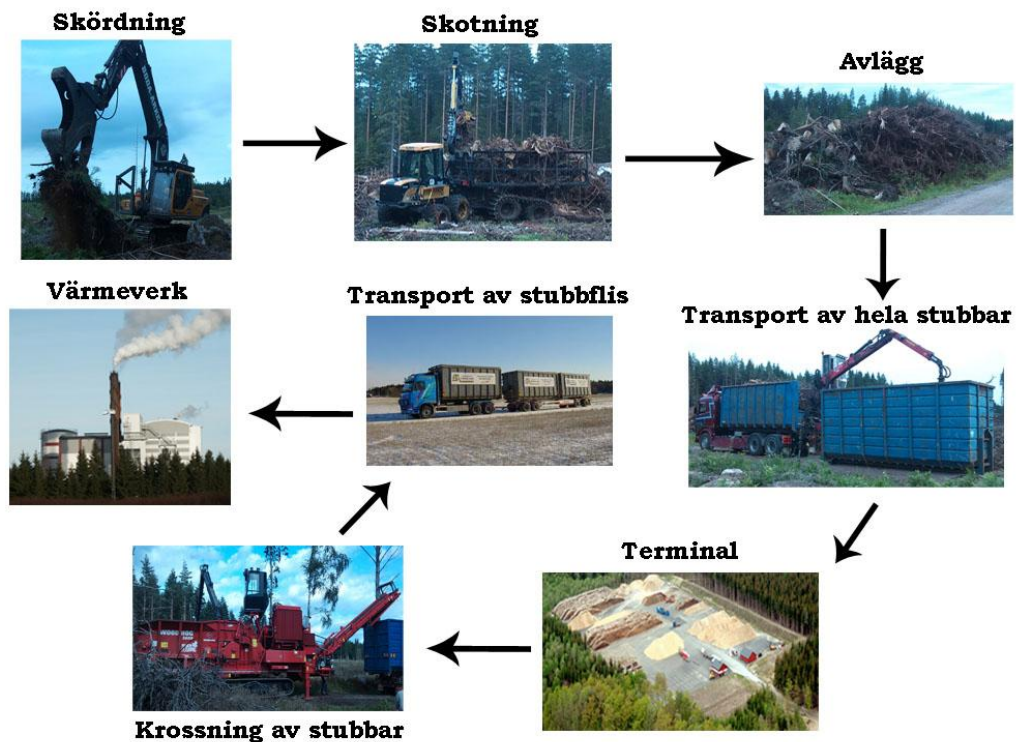
Skogsstyrelsen tittar väldigt mycket på hur stubbskörd påverkar omgivningen och det finns strikta föreskrifter för vad som gäller vid stubbrytning. Idag skall även naturvårdshänsynen sättas i fokus. Skogsstyrelsen har tagit fram ett häfte där rekommendationer ges om vilka bestånd som är lämpliga respektive olämpliga för stubbskörd då de vill att hänsynen följs (Skogsstyrelsen, 2009b).

Sedan 1970-talet har det mesta utvecklats utom just själva maskinerna för brytningen. Maskinerna har liknande aggregat och man använder fortfarande en banddriven grävmaskin som basmaskin. Reglerna kring stubbskörden har utvecklats för att nå upp till miljömålen samtidigt som det efterfrågas att hålla nere arealerna så något förhastat inte görs som i slutändan blir fel.

2.4 Stubbskörd – från hygge till industri

För att få en bättre överblick över hur stubbskörden fungerar praktiskt beskrivs nedan hur ett av alla system kan se ut. Det är även ett av de mer använda systemen idag. Se figur 1.

Enligt studier gjorda av Henrik von Hofsten på Skogforsk lönar det sig att krossa stubbarna så tidigt som möjligt i systemet. Detta för att minska transportkostnaderna då stubbar är väldigt skrymmande när de ännu inte krossats. Lasten innehåller alltså mycket luft. Därför vill man krossa stubbarna redan på hygget. En svaghet med detta system är då att antalet operationer i systemet ökar. Man får fler maskiner och transporterna på vägarna i skogen ökar (von Hofsten Henrik, 2010, Länk C).



Figur 1. Beskriver hur ett stubbskördssystem kan se ut.

Som sagt så finns det flera olika system att använda sig av när man skall skörda stubbar. Ingen säger att det ena är bättre eller sämre. Det är främst transporten som kostar och det är en av orsakerna som gör att stubbskörden blir dyr.

2.5 Lagar och regler vid stubbskörd

Hur skogen brukas har varierat mycket över tiden och även synen på hur en avverkning kan se ut. På senare år har även uttagen av grot (grenar och toppar) ökat efter avverkning då efterfrågan på biobränsle ökat. Det har även blivit mer aktuellt att ta ut stubbar efter avverkning.

Skogsstyrelsen anser att uttag av stubbar ses som en normal rationalisering inom skogsbruket och skall då följas av gällande skogsvårdslag och de delar av miljöbalken som Skogsstyrelsen har tillsynsansvar för (Skogsstyrelsen, 2009b).

Om stubbskörd skall utföras efter en avverkning skall detta enligt 14 § Skogsvårdslagen (1979:429) anmälas senast sex veckor innan stubbskörden påbörjas. Anmälan är sedan giltig i fem år. Enligt 30 § Skogsvårdslagen (1979:429) skall hänsyn tas till naturvårdens och kulturmiljövårdens intressen. 30 § Skogsvårdslagen (1979:429) kan även användas till att besluta om förbud eller anpassningar. Detta för att skydda värdefulla kultur- och naturmiljöer och även när behov uppstår förena dessa med vitesföreläggande (Skogsstyrelsen, 2009b).

Enligt Skogsstyrelsen anses stubbskörd vara en åtgärd som väsentligt kan ändra naturmiljöer och stubbskörd är ett exempel på en åtgärd som kan vara samrådspliktig enligt 12 kap. 6 § Miljöbalken (1998:808). När anmälan görs enligt 14 § Skogsvårdslagen (1979:429) innebär det även anmälan för samråd enligt miljöbalken.

När det handlar om samrådsärenden kan det komma på tal om större hänsyn än vid tillämpning av skogsvårdslagen, men endast om det då finns skäl för detta. Man kan få rätt till ersättning (Skogsstyrelsen, 2009b).

I lagen om kulturminnen m.m. (1988:950) skyddas fornlämningar. Till de fasta fornlämningarna finns det även ett fornlämningsområde som har samma skydd som själva fornlämningen. Stubbskörd får inte förekomma inom fornlämningsområden eller på fornlämningar utan tillstånd från Länsstyrelsen.

Skogsstyrelsen kan ställa krav på en markägare som vill skörda stubbar. Detta framgår i 2 kap. 15 § Regeringsformen (1974:152) som reglerar egendomsskyddet. Egendomsskyddet handlar om vad en markägare får tolerera att stå ut med vid intrång på sin fastighet utan att det kommer utgå någon ersättning. Detta gäller endast verksamhet som inte enligt annan lagstiftning är förbjuden.

Tillämpningen av den nya vattenförvaltningen kommer i framtiden att med stor sannolikhet få stor påverkan på skogsbruksåtgärder som ska vidtas. Här ingår då även stubbskörd. Dock är denna tillämpning inte helt klarlagd ännu (Skogsstyrelsen, 2009b).

2.6 Teknik

Först efter att en avverkning gjorts kan stubbarna skördas. För att underlätta skörden av stubbarna skall groten vara utskotad. Tidpunkten för uttagning av stubbarna kan variera. Antingen görs det direkt efter avverkning eller så kan det göras några år senare. Fördelen med att vänta några år är att rötterna börjar förmultna och brytningen blir mindre kraftkrävande.

Idag finns det två sätt att ta upp en stubbe ur marken. Det ena är när de konventionella aggregaten används som antingen bryter, sliter eller drar upp stubben. Det andra sättet är med den nya stubbfräsen där stubben först fräses upp och sedan lösgörs med mindre kraftkrävande metoder (von Hofsten m.fl. 2007).

2.6.1 Basmaskin

Som basmaskin används oftast en bandgrävmaskin i viktklassen 20 – 25 ton. Samma system användes förr då stubbar skördades för cellulosaindustrin. Utvecklingen har helt enkelt inte gått framåt på maskinsidan (föredrag av Dimitris Athanasiadis, 2010).

Enligt Karlsson 2007, använder de i Finland sig oftast av en 23 tons grävmaskin eller tyngre. Då kombineras oftast stubbskörden med markberedningen. När en grävmaskin skall tas i drift till stubbskörd bör den befintliga bukplåten bytas ut mot en tjockare variant. Skydden runtomkring maskinen bör också förbättras med exempelvis skydd för rutan, då risken för personskador är stor (Karlsson, 2007).

Att stora och tunga grävmaskiner används är ingen ovanlighet. Ofast vill förarna ha en större maskin för att kunna stå stadigt när de påbörjar arbetet med upp-tagningen av stubbarna. Med större maskiner får även förarna en längre räckvidd och behöver då inte flytta maskinen lika ofta. Dagens aggregat kräver även en större basmaskin för att maskinen skall orka med att driva aggregatet (Karlsson 2007).

I ett bildspel gjort av Ola Lindros från 2009 studerades en grävmaskin där chassit på maskinen var ombyggt till ett skotarchassi. Lastbäraren har byggts om till ett lastväxlarflak för att se ifall prestationen blir bättre om stubbskördaren kombineras med stubbskotaren. Grävmaskiner är normalt inte skogsanpassade, men har starka kranar medans skotarna är skogsanpassade men däremot saknar tillräckligt starka kranar. Det Lindros kom fram till i studien var att de större skördarna borde klara av att skörda stubbar upp till 75 cm i diameter (Lindros Ola, 2009, Länk D).

2.6.2 Klippaggregat

Finland har hållit på med stubbrytning länge och har ett stort försprång när det gäller denna marknad. Därför kommer de flesta aggregat just ifrån Finland.

Klippaggregatet är ett av de vanligast förekommande aggregaten på marknaden och som mest liknar de aggregat som användes på 1970-talet. En av de mer kända tillverkarna är Pallari i Finland. De första klippaggregaten satt fast i grävmaskinens sticka och det medförde att grävmaskinen enbart kunde användas till stubbrytning. Om grävmaskinen skall användas till andra jobb måste den byggas om. Idag har konstruktionen gjorts om och klippaggregaten sitter inte längre fast i stickan, detta för att underlätta bytet mot andra redskap. Klippaggregatet är även långsamt och kräver mycket kraft från basmaskinen. För att kunna använda klippaggregatet behövs en grävmaskin på minst 20 ton.

De flesta klippaggregat är uppbyggda på samma sätt. De har ett kraftigt stativ där två grävtänder är fastsvetsade och sedan sitter det en arm (klipp) monterad från

motsatt sida som har till uppgift att klippa stubben i delar. Armen drivs av en eller två hydraulcylindrar. Nackdelen är att grävmaskinen måste vara utrustad med hydrauluttag längst ut på stickan (Björheden m.fl. 2010).

Aggregatet fungerar så att den antingen klipper stubben direkt i marken och sedan rycker upp den eller så rycks stubben upp först och sedan klipps. När stubben har rycks upp ur marken och skakats, klipps den ytterligare en gång och läggs sedan i en hög för att torka.

2.6.3 Stubbfräsen

Stubbfräsen är ett av de senaste aggregaten som kommit ut på marknaden. Dock finns stubbfräsen för närvarande endast som en prototyp. Stubbfräsen är en slags borrar som fräser ut kärnan ur stubben. Samtidigt som kärnan fräses ur lämnas mycket av stubben kvar i marken i form av rötter och rotben.



Figur 2. Stubbfräsen i arbete (Foto: Skogforsk).

Stubbfräsen består av en stor järncylinder som har en diameter av 70 cm. Nedre delen av cylindern är tandad för att kunna såga. Stubbfräsen ser ut som en stor jättelik hålsåg. När stubbfräsen har fräst färdigt sitter det en utstötare inne i cylindern som pressar ut stubben ur cylindern då den är klar för att läggas på hög.

Arbetsgången går till på det vis att föraren styr in grävmaskinsarmen över stubben och sätter ner fräsen mot stubben. Fräsen börjar rotera och sågar snabbt av rotbenen. Stubbkärnan lyfts upp och pressas ur fräsen samtidigt som den läggs i en hög. Fräsen har en ungefärlig hastighet av 50 varv i minuten. Aggregatet är väldigt vänligt mot marken då det gör minimala markskador jämfört med andra aggregat. Fler positiva saker med stubbfräsen är att förarmiljön förbättras då vibrationerna minskas.

Nackdelar med stubbfräsen som bör noteras är att den inte kan bilda några markberedningspunkter som de andra aggregaten oftast kan bilda. Ytterligare en nackdel med stubbfräsen är att volymsutbytet minskas, vilket beror på att stubbfräsen lämnar kvar mycket av stubben i marken. Rötter och större rotben lämnas

kvar i marken då det enbart är kärnan som tas upp. Fördelen med att rotbenen lämnas kvar är att naturvården gynnas samtidigt som stubbarna tas upp. Att lämna kvar rötter och rotben i marken gynnar även skotningen då bärigheten ökar (von Hofsten m.fl. 2007).



Figur 3. Visar den urfrästa kärnan (Foto: Skogforsk).



Figur 4. Visar hålet som bildas efter fräsning (Foto: Skogforsk).

2.6.4 Grep

Grepen är ett av de enklast konstruerade aggregaten. Grepen kan närmast jämföras med en jättelik dynggrep. Grepen är billig i inköp och väger (cirka 800 kg), vilket gör den till ett av de lättaste aggregaten på marknaden. Den är utformad som en skopa men istället för heltäckande plåtar är det springor mellan tänderna som gör att föroreningar såsom jord och sten enkelt kan sorteras bort från stubben. En av tänderna är längre än de andra för att underlätta klyvningen av stubben.

Grepen sätts fast i det vanliga fästet på grävmaskinen, vilket leder till att basmaskinen inte är låst till just stubbrytning utan även kan användas till andra arbetsuppgifter.

Nackdelar som grepen har jämfört med andra aggregat, är att om stubben tas upp hel istället för att klyvas i marken kommer klyvningen att bli svårare då det blir mer problematiskt att få stubben att ligga still (Björheden m.fl. 2010).



Figur 5. Visar en grep i arbete (Foto: Skogforsk).

2.6.5 Skotarens utseende

För att kunna transportera ut de skördade stubbarna från hygget används en ombyggd skotare. I Finland bygger de om skotarnas lastbärare till en balja, likt den som dumprar har. En annan variant som de också gör är att istället för baljan byggs det på en grind och ett grotunderrede (Karlsson, 2007).

Den extra grinden påverkar produktiviteten mest och anses öka produktiviteten med 12 %.

Det pågår även försökt för att försöka lösa lastförmågan hos skotarna. För stubbar är väldigt skrymmande och tar stor plats gentemot sin massa. (Karlsson, 2007).



Figur 6. Visar skotaren som använts i denna studie vid skotning av stubbar. Denna har en grind byggd runt om och sedan ett grotunderrede (Foto: Gustav Cagner).

När det handlar om att hitta den bästa lösningen när stubbarna skall skotas ut så har olika system av skotning testats. I projektet *Helträdsutnyttjande* beskrivs det hur försök för att lösa skotningsproblemen gjorts förr. Då testades ett påbyggt tippbart dumperflak på en skotare som fungerade som lastrede. Dock blev inte rensningen bra eftersom mycket av jorden hamnade i den slutliga högen när man tippade av stubbarna (Anon 1977).

Idag har det gjorts försök där man provat att kombinera stubbskördaren med stubbskotaren. Syftet med att kombinera dessa är att slippa lägga stubbarna på marken och därmed öka prestationen. Samtidigt eftersträvas att minska transportererna på hygget då bärigheten blir sämre och risken för markskador ökar efter att stubbarna skördats.

Det är den stubbskördaren som nämns under punkt 2.6.1 som man har gjort försöken på. Denna maskin är inte enbart byggd för att skörda stubbar utan är även byggd för att kunna ha ett lastväxlarflak istället för den konventionella lastbäraren som dagens skotare har. Bilder på denna maskin finns att beskåda i Ola Lindros arbete (Lindros Ola, 2009, Länk D).

2.7 Bestånd som är lämpliga för stubbskörd

Stubbskördens sker först efter slutavverkning eftersom förlusten blir större än vinsten om stubbarna tas ut under gallringen. Idag väljs även de mer grandominerade markerna eftersom de anses vara lättare att skörda och utbytet är bättre för granstubbar än för tallstubbar. Man skördar självklart även tallstubbar men dessa stubbar är mer tidskrävande. Av naturvårdsskäl skall lövskogar undvikas vid stubbskörd (Karlsson, 2007).

I Finland skördas inte stubbar under 20 cm av ekonomiska skäl. Stubbarna som har en diameter överstigande 70 cm skördas inte. I Finland lämnas 25 % av stubbarna

i marken och även huvuddelen av rötterna. Detta görs för naturvärden och även för att markens produktionsförmåga inte skall minska (Egnell m.fl., 2007).

När det är tänkt att stubbskörd skall utföras så måste stubbskörden koncentreras till bestånd där åtgärden inte nämnvärt påverkar miljön runt omkring. Det är viktigt att beakta de allmännas intressen.

Enligt Skogsstyrelsens (2009b) rekommendationer skall nedanstående faktorer vara uppfyllda för att beståndet skall vara lämpligt för stubbskörd.

- Markförhållandena får inte vara så dåliga att det uppstår sådana stora skador att efterföljande produktion och miljö påverkas negativt.
- Bestånd som är rötskadade. Här har studier visat att stubbskörd minskar rotrötan i efterkommande bestånd.
- Igenplanterad åkermark där trädslaget är gran. Här finns det relativt låga miljövärden.

2.8 Bestånd som är olämpliga för stubbskörd

Oftast när ett område är olämpligt för stubbskörd är det för att det antingen finns höga naturvärden eller höga sociala värden, exempelvis friluftsliv. Det kan även röra sig om områden där det finns värdefulla kulturmiljöer. När det handlar om höga naturvärden eller värdefulla kulturmiljöer är det främst när dessa förekommer i en större del inom samma bestånd som det är olämpligt att skörda stubbar. Skogsstyrelsen har då som rekommendation att stubbskörd skall undvikas i följande bestånd (Skogsstyrelsen, 2009b; Egnell m.fl., 2007).

- Bestånd där stubbskörd riskerar att påverka höga naturvärden och värdefulla kulturmiljöer negativt.
- Bestånd som ligger i anslutning till vattentäkter. Detta för att inte påverka dricksvattenkvaliteten.
- Där markfuktighetsklassen *fuktig* eller *blöt* förekommer. Alltså där grundvattenytan är mindre än en meter under markytan. Här är risken väldigt stor för kraftiga markskador som sedan leder till negativ påverkan på ytvattenkvaliteten. Påverkan innebär sedimentation och förhöjd utlakning av de organiska och oorganiska ämnena i marken.
- Bestånd etablerade på finjordsrika marker. Alltså jordarter med finmo/mo och finare textur. Här bör stubbskörd inte utföras eftersom marken kompakteras och eroderar. Vissa undantag kan göras där det är flackare och där området i sig inte har närliggande vatten. Exempel på sådana

bestånd kan vara nedlagd åkermark med granplantering.

- Bestånd som har en lutning som överstiger 15 – 25 % bör undvikas oavsett textur. Detta för att minska erosion.
- Områden som har ett värdefullt kulturlager t.ex. ett bevarat gårdstun med bibehållen gräsvål. När det är ytstora lämningar bör man ta till försiktighetsprincipen.
- Bestånd där det finns gott om fornlämningar och som därmed oftast hyser fler dolda fornlämningar.
- Bestånd som har höga sociala värden t.ex. tätortsnära skogar. Där friluftsliv utövas av allmänheten. Områden som är viktiga för folkhälsan och människors livsmiljö även rekreation.

2.9 Faktorer som påverkar stubbskörd och skotning av stubbar

Det finns en mängd olika faktorer som påverkar stubbskörd. Det gäller att tänka efter ordentligt innan stubbarna skördas så att resultatet går med vinst. Nedan listas några av de faktorer som är vanliga, och påverkar stubbskörden.

- Trädslag
- Diameter på stubben
- Förarens skicklighet
- Val av område (bärighet)
- Om groten är skotad eller ej
- Väder

Faktorerna avgör prestationen av hur många stubbar som skördaren hinner med att skörda i timmen och per hektar. Trädslaget är en av de faktorer som spelar in en stor roll då gran anses vara lättare att skörda än tall. Detta har att göra med hur rotsystemet är uppbyggt.

Diametern på stubben spelar stor roll. Aggregaten har en maxdiameter som de kan skörda. Är stubben stor måste den klippas redan i marken eller flera gånger när den väl är upptagen. Stora stubbar tar även längre tid att skörda. Mindre stubbar tar kort tid att skörda men kan vara besvärliga i förhållande till utbytet.

Det som avgör prestationen mest är hur skicklig föraren är. Vissa förare väljer att lägga ner mer tid på att stå stadigt med maskinen medan andra förare kan tänka sig att stå lite ostadigare.

Området i sig är viktigt. Dels måste maskinerna kunna ta sig fram och området måste vara tillräckligt stort för att ett uttag av stubbar skall löna sig.

En annan faktor som är viktig är att groten måste vara skotad innan stubbskörden påbörjas. För är inte groten skotad döljs vissa stubbar av riset och stubbskördaren måste plocka bort riset för att hitta stubbarna och det hela slutar med att kostnaderna ökar.

Vädret spelar roll på så sätt att det kan ge sämre bärighet vid regn och mer svårframkomligt vid snö. Skotning skall undvikas på vintern då stubbarna fryser samman. Körning under vintern sliter mer på maskinerna (Eriksson Mattias, Länk E; pers meddelande von Hofsten; Karlsson, 2007; Nylinder, 1977).

2.10 Beräkningsmodeller

Nedan presenteras de modeller som har använts i denna studie för att uppskatta intäkter och kostnader för stubbrytningen på de tre områden som ingår i studien.

2.10.1 Johan Karlssons modell för skördning av stubbar

Den första modellen som testas i denna studie är framtagen av Johan Karlsson (2007) och används för att uppskatta tiden i själva upptagningsmomentet. Indata i modellen är stubbdiametern mätt i cm, trädslag som beräkningen skall göras på samt om marken är fuktig eller ej. Formeln som använts i studien ser ut som nedan:

$$\text{Tot} = 0,0362 \times \text{Stubbdiameter}^2 - 13,0 \times \text{Fuktigt} + 44,7 \times \text{Tall} + 39,4 \times \text{Gran} + 30,2 \times \text{Löv}$$

Tot: Total upparbetningstid (s)

Stubbdiameter²: Kvadraten på stubbens diameter (cm)

Fuktigt: Indikatorvariabel som antar värdet 1 om markfuktighet klass 3 annars 0

Tall: Indikatorvariabel som antar värdet 1 om det är tall annars 0

Gran: Indikatorvariabel som antar värdet 1 om det är gran annars 0

Löv: Indikatorvariabel som antar värdet 1 om det är löv annars 0

(Karlsson, 2007)

2.10.2 Mats Nylinders modell för skördning av stubbar

Den andra modellen som testas i denna studie är framtagen av Mats Nylinder under 1970-talet. Modellen grundar sig på ett finskt aggregat som är konstruerat av Pallari.

Indata i Nylinders modell är diametern mätt i brösthöjd. Därför fick ett omvandlingstal användas för att kunna räkna om varje stubbdiameter till brösthöjdsdiameter. Eftersom områdena i denna studie var grandominerade har enbart omvandlingstalet för gran använts. Omvandlingstalet för gran är 0,765. Ytterligare indata som användes var antal klipp per stubbe. Antal klipp per stubbe sattes till 3 då detta sågs som ett medelvärde för alla de tre områden som ingick i studien.

Enligt Mats Nylinders modell finns det en formel för varje moment. De moment som togs med i denna uträkning var upptagning, jordskakning, klyvning och stubbe till hög. Detta för att lättare kunna jämföra mot Karlsson 2007 där han enbart har med dessa moment. Se tabell 1 för formlerna som använts för varje moment.

Tabell 1. Visar Mats Nylinders formler för beräkning av tid vid stubbskörd

Moment	Formel
Upptagning:	$T=3+0,065*d^2$
Jordskakning:	$T=10+d^2/30$
Klyvning:	$T=15*k+d-25$
Stubbe till hög:	$T=10+d/5+d^2/60$

T: tid, cmin/stubbe
d: Brösthöjdsdiameter i cm
k: Antal klipp/stubbe

(Nylinder, 1977)

2.10.3 Marklunds modell för beräkning av ton TS

För att beräkna uttaget i ton TS på de olika områdena användes en funktion som har utvecklats av Lars Gunnar Marklund 1988. Även denna funktion använder sig av diametern i brösthöjd. För att omvandla stubbdiametern till brösthöjd användes följande omräkningstal, för tall 0,806, för gran 0,765 och för björk 0,740.

Tabell 2. Funktionerna för bestämning av stubb- och rotsystemets torrsvikt (Marklund 1988).

Trädslag	Formel
Gran:	$M=e^{((d/(d+14))*10,5381-2,4447)}$
Tall:	$M=e^{((d/(d+12))*11,1106-3,3913)}$
Löv:	$M=e^{((d/(d+12))*11,1106-3,3913)}$

M: Massan kg torrs substans
d: Brösthöjdsdiameter i cm

Eftersom det inte fanns någon formel för att beräkna ut stubbiomassan för lövträd användes samma funktion som för tall till att beräkna lövträdens biomassa. Efter att ton TS räknats ut för de olika områdena kunde antal MWh beräknas. Detta gjordes genom att använda ett omräkningstal från Dimitris föreläsning där följande omvandlingstal fanns: 1 ton TS = 4,9 MWh.

2.10.4 Beräkning av kostnad för skotning

För att kunna beräkna kostnaden för skotningen användes en funktion som fanns i Dimitris m.fl. Denna funktion grundar sig på medelskotningsavståndet i meter enkel väg. Svaret fås i enheten kr/ton TS. Formeln är gjord både för att kunna beräkna transporten av grot och för transporten av stubbar i terrängen.

$$S_k = 129,3 + (0,1879 \times A_s)$$

S_k : Kostnaden för skotning av både grot och stubbar (kr/ton TS)

A_s : Terrängtransportavstånd (m) enkel väg.

(Dimitris m.fl., 2009)

2.11 Syfte och frågeställningar

Syftet med denna studie är att få svar på frågan om det lönar sig att skörda stubbar. Än så länge är stubbar förhållandevis nytt på energimarknaden men väldigt eftertraktat av kraftvärmeverk och stubbarna tar sig in på energimarknaden med stormsteg.

Ur det ovanstående övergripande syftet har följande frågeställningar tagits fram. Förhoppningsvis ska dessa frågor kunna besvaras med hjälp av detta arbete.

- Vad finns det för typ av modeller idag för att uppskatta avverkningskostnaderna för stubbskörd?
- Finns det någon bra modell man kan använda utifrån beståndsuppgifter i skogsbruksplanen?
- Hur ser de olika systemen på maskinsidan ut?
- Vilka bestånd är lämpliga respektive olämpliga för stubbskörd?
- Finns det någon lönsamhet i att skörda stubbar?

3. MATERIAL OCH METOD

3.1 Material

Följande material har använts under studien

- Kartor över Booforssjös skogsinnehav vid de olika objekten
- Haglöfs dataklave
- Märkfärg
- Sprayburk med orange färg
- Stycktalsräknare
- Snitselband
- Maskiner
 - Volvo EC210 (21 ton)
 - Skotare Ecolog 564C ombyggd för frakt åt stubbar

3.2 Datainsamling

Vid datainsamlingen i fält gjordes en totalinventering av stubbarna trädslagsvis med hjälp av en Haglöfs dataklave. Samtidigt som diametern på stubbarna mättes räknades antalet stubbar trädslagsvis. För att kunna se vilka stubbar som redan var räknade och klavade märktes varje stubbe med en orange prick. Enbart stubbar med 15 cm i diameter och uppåt mättes och räknades med i studien.

För att kunna få något att jämföra mot räknade föraren i stubbskördaren antal stubbar han skördade. Mellan den manuella och stubbskördarens räkning skiljer det ett antal stubbar. I beräkningarna som använts i resultatdelen har då det räknade antalet stubbar enligt föraren använts.

3.3 Maskiner

I denna rapport om stubbskörd har det använts en Volvo EC210 grävmaskin med ett stubbskördningsaggregat som Cede group AB har utvecklat. Efter denna maskin har en Ecolog 564C med ombyggt lastutrymme skotat ut stubbarna till avlägg. Se nedanstående tabell för att få en teknisk specifikation om maskinerna.

Tabell 3. Visar specifikationer på de två maskiner som använts i denna studie av stubbskörd

	Grävmaskin	Skotare
Märke	Volvo EC210	Ecolog 564C
Motorstyrka (kW)	119	150
Massa (ton)	21,6	16,8
Max last (ton)	-	12
Aggregat	Cede group AB Modell 1200	-

3.4 Studerade områden

Tre områden som anses vara lämpliga för stubbskörd har valts ut och studerats. Stubbarna skulle skördas då en ny väg skulle byggas och då passade det bra med att ta med både extremfallen och även de mer normala fallen. De områden som valdes ut var ett med normal skogsmark, ett med sluttande till brant blockig mark och ett med mer sandig mark.

Enligt Skogsstyrelsens rekommendationer är det främst de grandominerade markerna man skall skörda. Eftersom områdena i denna rapport var grandominerande grundar sig alla modell beräkningar på gran.

I beräkningarna för antal ton TS har de andra trädslagen vägds in för att få ett noggrannare värde gentemot det verkliga utfallet.

3.4.1 Område Knorran

I område Knorran var marken relativt frisk med mycket sand. Området hade en stor andel grova granstubar. Se tabell 4 för bättre översikt över området.

Tabell 4. Allmän fakta om område Knorran

Areal (ha)	0,95
GYL¹	111
Markfuktighet	Frisk
Antal stubbar (st.)	628
Antal stubbar per hektar (st.)	873
Andel tall	4 %
Andel gran	91 %
Andel löv	5 %
Da (cm)	38,7
Dg (cm)	39,7
Dgv (cm)	42,2

¹ Grundförhållande, ytstruktur och lutning enligt skogsbrukets terrängtypschema

Svårighet med detta område var de stora stubbarna som tog tid att bryta. Även att föraren var relativt ny på området då entreprenören som var anlitad precis hade investerat i en stubbskördare.

Enligt fakturan uppgick kostnad för brytning till 16 000 kr/ha. Skotningskostnaden uppgick till 14 368 kr/ha. Området innehöll 628 stubbar och hade en areal på 0,95 hektar.

3.4.2 Område Östra Djulö

Område Östra Djulö är ett av de mer normala områden som man oftast stöter på ute i skogen i Sverige. Området ligger i en sluttning med inslag av större stenar på ytan. Ytan var relativt plan så stubbskördaren hade inte direkt några problem med att ta sig fram bortsett från stenarna. Se tabell 5 för bättre översikt över området.

Tabell 5. Allmän fakta om område Östra Djulö.

Areal (ha)	4,5
GYL ¹	122
Markfuktighet	Frisk
Antal stubbar (st.)	2 006
Antal stubbar per hektar (st.)	518
Andel tall	12 %
Andel gran	81 %
Andel löv	6 %
Da (cm)	30,2
Dg (cm)	31,2
Dgv (cm)	34,5

¹ Grundförhållande, ytstruktur och lutning enligt skogsbrukets terrängtypschema

Enligt fakturan uppgick kostnaden för stubbskörd till 6 921 kr/ha. Skotningskostnaden uppgick till 6 764 kr/ha. Området innehöll 2 066 stubbar och hade en areal på 4,5 hektar.

3.4.3 Område Norr Sjön

Norr sjön är ett område där det är väldigt brant och svårt att bryta stubbarna. Hälften av området har en sluttning som ringlar sig runt området. På ytan förekommer det även större stenar som kan ses som problem för stubbskördaren. Området gränsade även till en större sjö.

Svårigheten inom detta område var att skörda stubbarna i de mest branta partierna. Se tabell 6 för bättre översikt över området.

Tabell 6. Allmän fakta om område Norr Sjön

Areal (ha)	2,3
GYL ¹	345
Markfuktighet	Frisk
Antal stubbar (st.)	1 420
Antal stubbar per hektar (st.)	766
Andel tall	9 %
Andel gran	76 %
Andel löv	15 %
Da (cm)	28,5
Dg (cm)	29,7
Dgv (cm)	33,2

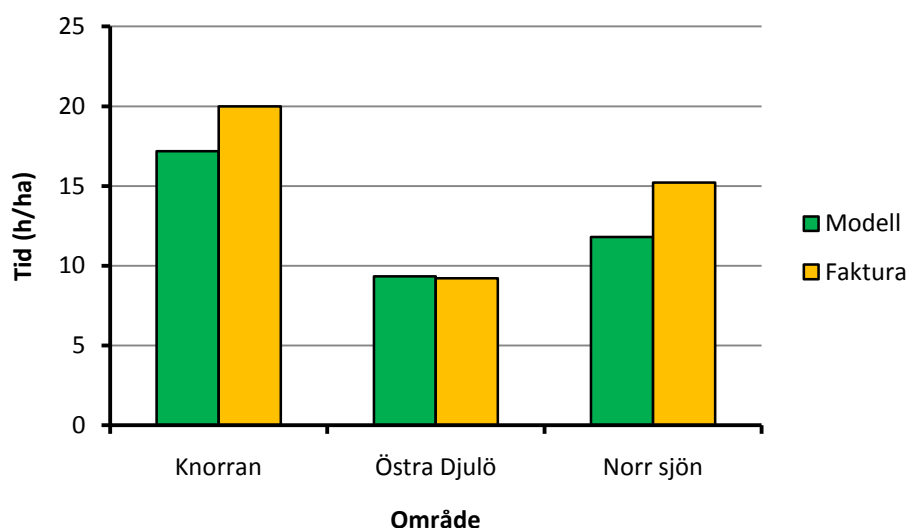
¹ Grundförhållande, ytstruktur och lutning enligt skogsbrukets terrängtypschema

Enligt fakturan uppgick kostnaden för stubbskörd till 12 348 kr/ha. Skotningskostnaden uppgick till 7 913 kr/ha. Området innehöll 1 420 stubbar och hade en areal på 2,3 hektar.

4. RESULTAT

4.1 Upptagningstid och upparbetningskostnad enligt Karlsson

Den första modellen som prövats i denna studie är en modell som Johan Karlsson (2007) har gjort. I figur 7 nedan så kan man se skillnaden i upptagningstid för de tre olika områdena som ingår i denna studie enligt Karlssons modell. Det som ingår i upptagningsmomentet är brytning, rensning, klyvning och stubbe till hög. Som indata i modellen används den genomsnittliga stubbdiametern, vilket trädslag som beräkningen utförs på samt om marken är fuktig eller ej. I detta fall så användes gran som trädslag. Formeln för modellen har presenterats ovan i avsnitt 2.10.1.



Figur 7. Visar tiden för upptagning i h/hektar mellan de olika områdena där Karlssons modell jämförs med verkligt utfall enligt fakturan.

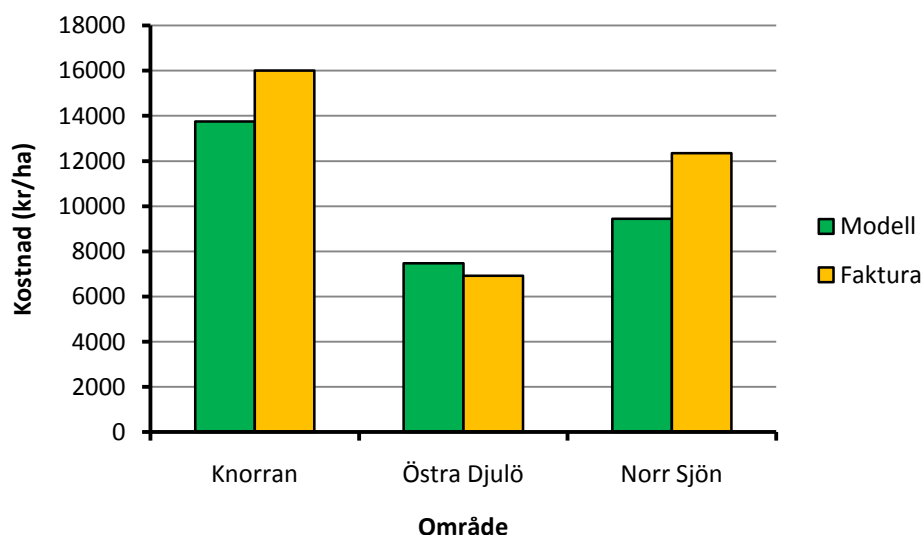
Enligt fakturan i område Knorran tog det cirka 20 timmar per hektar att skörda stubbarna. Tillämpas sedan Karlssons modell visar modellen att det skulle ta cirka 17 timmar att skörda stubbarna.

I område Östra Djulö tog det cirka 9 timmar per hektar att skörda stubbarna enligt fakturatiden. När Karlssons modell används ger den även ett liknande värde som fakturan; cirka 9 timmar per hektar.

I område Norr Sjön tog brytningen cirka 15 timmar per hektar enligt fakturan. Tillämpas Karlssons modell skulle det ta cirka 12 timmar per hektar att skörda stubbarna.

Ur figur 7 ovanför ser man alltså att det skiljer som mest cirka 3 timmar per hektar mellan Karlssons modell och fakturorna för de tre områdena.

Stubbskördaren som skördat på dessa områden har ett timpris på 800 kr i timmen (personligt meddelande, Lennart Nilsson, 2010) Detta timpris multipliceras med tiden som Karlssons modell räknade ut. I figur 8 nedan så visas den totala kostnaden per hektar och område både enligt modellen och för den verkliga fakturan.



Figur 8. Upparbetningskostnaden i kr/hektar i en jämförelse mellan Karlssons modelltider och fakturans verkliga utfall.

I område Knorran kostade skörden cirka 16 000 kr per hektar enligt fakturan. Beräknas tiden istället fram med hjälp av modellen och multipliceras med timpriset skulle det kosta cirka 13 800 kr per hektar.

I område Östra Djulö kostade skörden cirka 6 900 kr per hektar enligt fakturan. Beräknas tiden istället fram med hjälp av modellen och multipliceras med timpriset skulle det kosta cirka 7 500 kr per hektar.

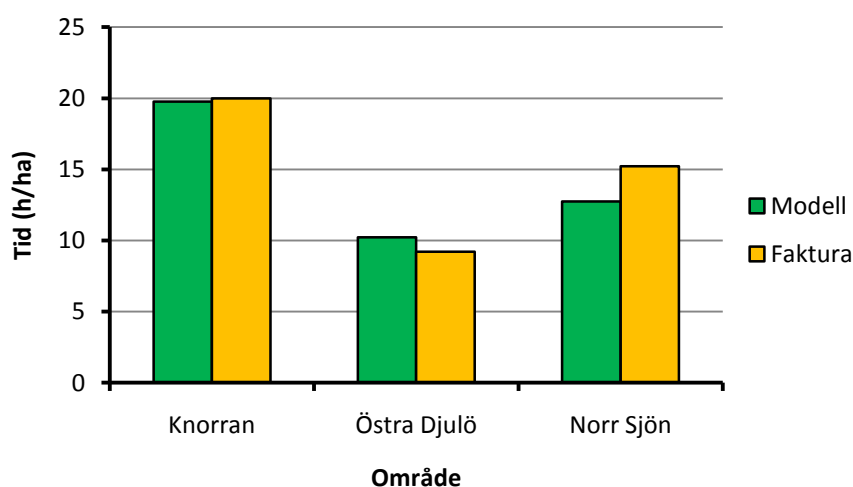
Enligt fakturan i område Norr Sjön kostade skörden cirka 12 300 kr per hektar. Beräknas tiden istället fram med hjälp av modellen och multipliceras med timpriset skulle det kosta cirka 9 400 kr per hektar.

Det skiljer som mest cirka 2 900 kr per hektar mellan Karlssons modell och fakturan vad avser kostnaden för brytningen.

4.2 Upptagningstid och uppdragskostnad enligt Nylinder

Denna modell utgår från ett finskt aggregat som Pallari konstruerat och modellen är hämtad ur ett av Mats Nylinders arbeten om stubbskörd från 70-talet (Nylinder, 1977). Likt Karlssons modell beräknas enbart tiden. Det som är annorlunda här är att det är formler som dels är framtagna för det specifika aggregatet Pallari och dels att modellen är äldre och inte uppdaterad till dagens teknik. I Nylinders modell används medeldiametern i brösthöjd som indata. Eftersom brösthöjdsdiametern inte var känd för de tre områdena har omräkningstalet (0,765) för gran använts för att kunna omvandla stubbdiametern till brösthöjdsdiameter innan diametern stoppas in i modellen. Formeln för modellen har presenterats ovan i avsnitt 2.10.2.

Även i Nylinders modell är det enbart brytning, rensning, klyvning och stubbe till hög som använts i upptagningsmomentet. En sak som bör påpekas är att Nylinder har med antal klipp per stubbe. I denna studie antas antal klipp per stubbe vara ca 3 klipp. Vid kostnadsberäkningen har samma timpris som nämnts under punkt 4.1 använts. Detta timpris multipliceras med tiden som Nylinders modell räknade ut och redovisas i figur 10.



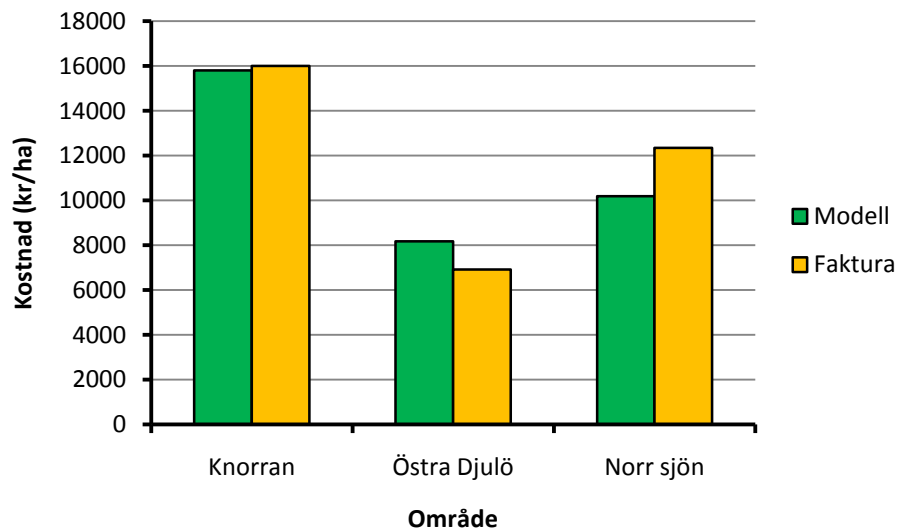
Figur 9. Visar tiden för upptagning i h/hektar mellan de olika områdena där modellen i en jämförelse med verkligt utfall syns efter Nylinder 1977s funktion.

I område Knorran tog det cirka 20 timmar per hektar att skörda stubbarna enligt fakturan. Enligt Nylinders modell skulle det ta cirka 20 timmar per hektar att skörda stubbar i område Knorran.

I område Östra Djulö tog det cirka 9 timmar per hektar att skörda stubbarna enligt fakturan. Enligt Nylinders modell skulle det ta cirka 10 timmar per hektar.

I område Norr Sjön tog det cirka 15 timmar per hektar att skörda enligt fakturan. Tillämpas Nylinders modell skulle det ta cirka 13 timmar per hektar att skörda stubbarna.

Det skiljer som mest cirka 2 timmar per hektar mellan Nylinders modell och fakturan.



Figur 10. Visar upparbetningskostnaden i kr/hektar i en jämförelse mellan Nylinders modell och verkligt utfall.

I område Knorran kostade skörden cirka 16 000 kr per hektar enligt fakturan. Beräknas tiden istället fram med hjälp av modellen och multipliceras med timpriset skulle det kosta cirka 15 800 kr per hektar.

I område Östra Djulö kostade skörden cirka 6 900 kr per hektar enligt fakturan. Beräknas tiden istället fram med hjälp av modellen och multipliceras med timpriset skulle det kosta cirka 8 200 kr per hektar.

Enligt fakturan i område Norr Sjön kostade skörden cirka 12 300 kr per hektar. Beräknas tiden istället fram med hjälp av modellen och multipliceras med timpriset skulle det kosta cirka 10 200 kr per hektar.

Det skiljer som mest cirka 2 100 kr per hektar mellan Nylinders modell och fakturan.

4.3 Skotning enligt Dimitris m.fl.

När det handlar om skotning mäts volymen antingen i ton TS (TS = torrsubstans) eller antal m^3 s. I den funktion som Dimitris m.fl. har använt i sin studie ges indata i ton TS och då blir priset i kr/ton TS. För att kunna använda denna formel har antal ton TS först uppskattats med hjälp av Marklunds (1988) biomassafunktioner för vart och ett av de tre områdena.

Se tabell 7 nedan för att få en uppfattning om hur många ton TS det rör sig om per område.

Tabell 7. Visar de olika områdenas totala ton TS enligt Marklunds funktioner.

Område	Antal ton TS
Knorran	95,8
Östra Djulö	152,4
Norr Sjön	102,3

Se tabell 8 nedan för skotningens medelavstånd och kostnad uttryckt i kr/ton TS per område. Medelskotnings avstånd är det värde som fördes in i Dimitris m.fl. formel för att få fram kostnaden i kr/ton TS.

Tabell 8. Visar de olika områdenas medelskotningsavstånd och skotningskostnad i kr/ton TS för vart och ett av områdena.

Område	Medelavstånd enkel väg (m)	Skotningskostnad (kr/ton TS)
Knorran	270	180
Östra Djulö	550	233
Norr Sjön	500	223

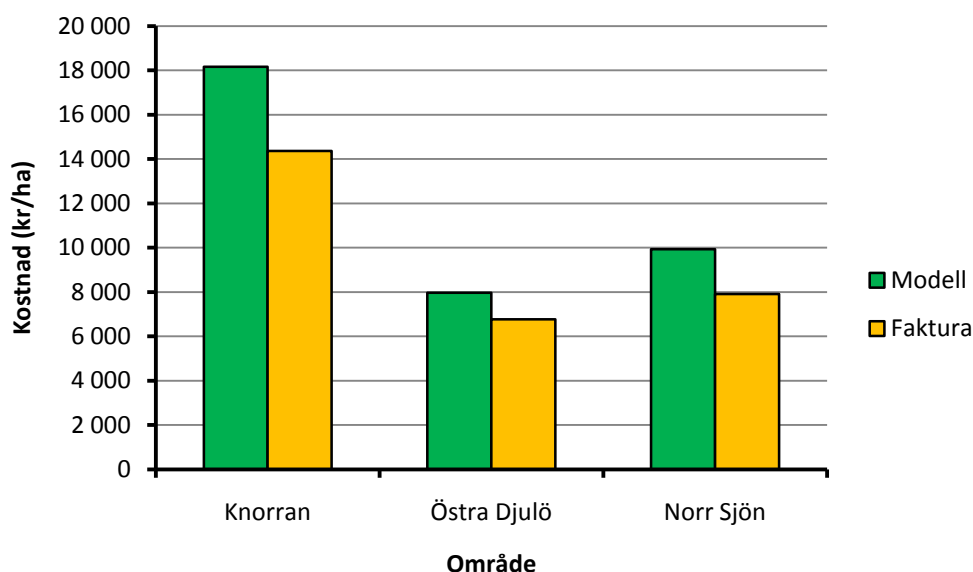
I figur 11 nedan kan man utläsa vad skotningen av stubbar per område har kostat i kr per hektar, både enligt fakturan och den beräknade kostnaden enligt Dimitris m.fl. funktion.

I område Knorran kostade skotningen cirka 14 400 kr per hektar enligt fakturan. Använder man istället Dimitris m.fl. funktion, där antal kr/ton TS multipliceras med antal ton TS, skulle skotningen kosta cirka 18 100 kr per hektar.

I område Östra Djulö kostade skotningen cirka 6 800 kr per hektar enligt fakturan. Använder man istället Dimitris m.fl. funktion skulle skotningen kosta cirka 8 000 kr per hektar.

I område Norr Sjön kostade skotningen cirka 7 900 kr per hektar enligt fakturan. Använder man istället Dimitris m.fl. funktion där antal kr/ton TS multipliceras med antal ton TS skulle skotningen kosta cirka 9 900 kr per hektar.

Som mest skiljer det alltså cirka 3 700 kr/ha för skotningen i en jämförelse mellan modell och faktura.



Figur 11. Visar kostnaden för skotningen i kr/hektar i en jämförelse mellan Dimitris m.fl. modell och fakturan.

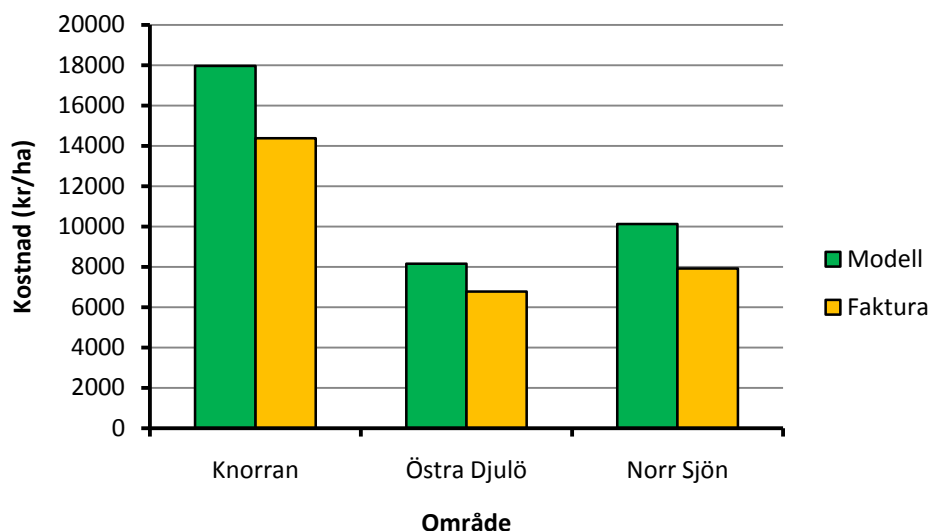
4.4 Skotning enligt Skogforsk

Skogforsk har utvecklat ett verktyg på sin hemsida där man snabbt och enkelt kan lägga in värden och få ut ett resultat i både skotning och brytning (Skogforsk, 2011, länk F). I denna studie var värdena tvungna att omvandlas från ton TS till m^3s . Omvandlingen som användes var att 1 ton TS är detsamma som 5,6 – 6,7 m^3s . Omvandlingstalet som användes vid omvandlingen var 5,6 m^3s .

För skotningen lades avståndsvärden in för de olika områdena. Modellen beräknade då ut ett pris i kr/m^3s . Se tabell 9 nedan för kostnader enligt Skogforsk.

Tabell 9. Översikt över avstånd och kostnad för skotning i de olika områdena enligt Skogforsks modell.

Område	Medelskotningsavstånd enkel väg (m)	Antal $m^3s/område$	Kostnad (kr/m^3s)
Knorran	270	536,48	31,8
Östra Djulö	550	853,44	42,5
Norr Sjön	500	572,88	40,6



Figur 12. Visar kostnaden för skotning i kr/hektar i en jämförelse mellan Skogforsks modell och fakturan.

Kostnaden enligt Skogforsks modell blev i princip densamma som för Dimitris m.fl. modell. Därför görs det ingen vidare tolkning av Skogforsks modell.

Det bör påpekas att de använder olika enheter i uträkningen. Skogforsk använder sig av m³s medan Dimitris m.fl. använder kr/ton TS.

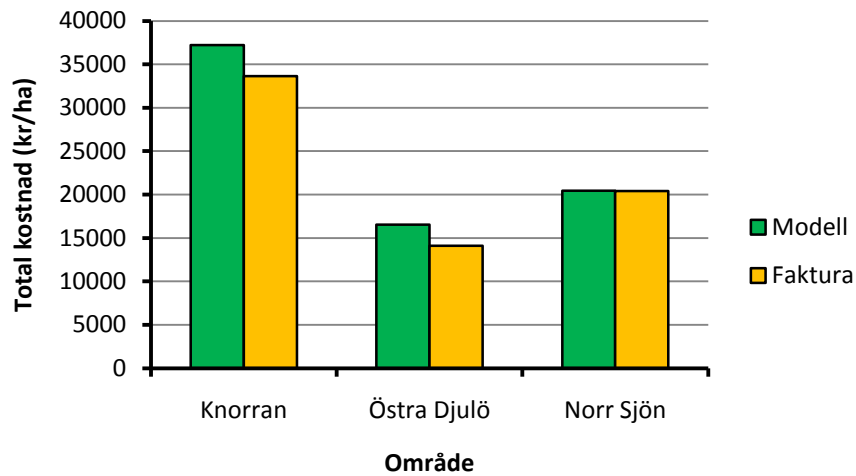
4.5 Sammanställning av kostnader för stubbskörd och skotning

För att få en bättre uppfattning av resultaten sammanställs alla kostnader med de bästa uppskattningarna för stubbskörd och de bästa värdena för skotning i tabell 10. Stubbskördens värden nedan kommer från Nylinders modell och skotningsvärdena kommer från Dimitris m.fl. modell.

Tabell 10. Visar uträkningen av kostnaderna mellan stubbskörd och skotning i kr.

KOSTNADER	Knorran		Östra Djulö		Norr Sjön	
	Modell	Faktura	Modell	Faktura	Modell	Faktura
Brytning av stubbar:	15 015	15 200	36 390	30 800	23 445	28 000
Transport av stubbskördare:	1 750	1 750	1 800	1 800	400	400
Skotning av stubbar:	17 247	13 650	35 455	30 100	22 838	18 200
Transport av stubbskotare:	1 350	1 350	0	0	338	338
SUMMA KOSTNADER:	35 362	31 950	73 645	62 700	47 021	46 938
SUMMA Kr/Ha:	37 223	33 632	16 549	14 090	20 444	20 408

För att enklare kunna se hur värdena skiljer sig åt fördes värdena in i ett stapeldiagram. Se figur 13 nedan för hur förhållandet är mellan värdena.



Figur 13. Sammanställning över de bästa värdena för stubbskörd och skotning i kr/hektar.

Skördning och skotning inom område Knorran har en kostnad på 37 223 kr per hektar enligt beräkning med Nylinders modell. Tittar man istället på kostnaderna enligt fakturan kostar brytningen plus skotning 33 632 kr per hektar.

I område Östra Djulö kostar det 16 549 kr per hektar enligt beräkning med modellen. Enligt fakturan kostade det 14 090 kr per hektar.

I område Norr Sjön kostar skördning plus skotning 20 444 kr per hektar enligt modellen. Enligt fakturan kostade skördningen plus skotningen 20 408 kr per hektar.

Det skiljer som mest cirka 3 600 kr/hektar mellan modellerna och fakturan.

4.6 Uppskattning av intäkter för de tre områdena

För att kunna se ifall det går att få ut någon lönsamhet i stubbskörd måste intäkterna uppskattas. Detta har gjorts genom att använda Marklunds funktioner för att få ut ton TS per område. Efter detta omvandlades ton TS till MWh med hjälp av ett omvandlingstal. Omvandlingstalet är att 1 ton TS är detsamma som 4,9 MWh. Efter att man har fått fram värden i MWh multipliceras dessa med ett pris som är hämtat från energimyndigheten (Energimyndigheten, 2010, Länk G). Se tabell 11 nedan för att se hur stor den uppskattade intäkten per område blev.

Tabell 11. Visar den uppskattade intäkten i kr och även i kr/ha per område.

	Knorran	Östra Djulö	Norr Sjön
Andel ton TS (torrsubstans):	95,8	152,4	102,3
Antal MWh:	469,4	746,8	501,3
Kr per MWh:	195	195	195
TOTAL INTÄKT (Kr):	91 537	145 618	97 748
TOTAL INTÄKT Kr/Ha:	96 355	32 723	42 499

Observera att dessa värden enbart är uppskattade efter beräkning av modeller.

4.7 Uppskattning av netto för de tre områdena

De värden som verkligen säger något om hur stubbskörden har gått ekonomiskt är nettovärdena som visas i tabell 12 nedan. För att värdet skall likna det verkliga värdet har även krossningen och transporten av stubbarna räknats med. Krossningen kostar 35 kr/m³s och transporten kostar 50 kr/m³s (personligt meddelande, Lennart Nilsson, 2010).

Tabell 12. Visar nettot av stubbskörden i denna studie. Röda siffror kommer från fakturan. Svarta siffror kommer från beräkning i modeller och är då uppskattade värden.

	Knorran		Östra Djulö		Norr Sjön	
	Modell	Faktura	Modell	Faktura	Modell	Faktura
Förväntade intäkter	91 537	91 537	145 618	145 618	97 748	97 748
Kostnader	35 362	31 950	73 645	62 700	47 358	46 938
SUMMA:	56 175	59 587	71 973	82 918	50 390	50 810
Krossning:	18 777	18 777	42 672	42 672	28 644	28 644
Transport:	26 824	26 824	29 870	29 870	20 051	20 051
NETTO (kr):	10 574	13 986	- 569	10 376	1 695	2 115
NETTO (Kr/Ha):	11 131	14 722	- 128	2 332	737	920

5. DISKUSSION

5.1 Stubbskörd

5.1.1 Upparbetningstid och uppabetningskostnad enligt Karlsson

I område Knorran skiljer sig modellen från fakturan med ungefär 3 timmar per hektar. Trolig orsak kan vara att föraren var ny på att skörda stubbar och att detta då gjorde att tiden i verkligheten blev högre. Tittar man istället på område Östra Djulö ser man att det inte skiljer lika mycket mellan fakturan och modellen. Trolig orsak kan dels vara att modellen är gjord efter denna typ av skogsmark och dels att stubbdiametern här är lägre än i de övriga områdena. I område Norr Sjön ser man slutligen att fakturan har ett högre värde än vad modellen har. Främsta anledningen till detta är att området var väldigt brant, vilket gjorde det svårskördat. Grävmaskinen har alltså haft problem i de brantare partierna. Föraren har antagligen lagt ner mer tid på att få maskinen att stå stadigt innan stubbskörden har påbörjats.

Johan Karlsson (2007) tar också upp att prestationen hos stubbskördaren minskar när det blir brantare terräng. Det bör även tilläggas att modellen inte räknar med tider som exempelvis förflyttning mellan stubbar, och det gör att modellen normalt visar en lägre tid än vad fakturan visar.

Eftersom modellen utgår från stubbdiameter är det först efter avverkningen som man kan mäta stubbarnas diameter. Det negativa är att det därmed blir svårare att innan avverkningen räkna på ifall det lönar sig att skörda stubbar.

Sammanfattningsvis kan man säga att Karlssons modell fungerar bra för att beräkna arbetstiden per stubbe. Dock bör man ha i åtanke att vissa tider inte kommer med i beräkningarna. Dessa tider är bland annat förflyttning mellan stubbarna och när föraren gör i ordning marken för att få maskinen att stå stadigare.

5.1.2 Upparbetningstid och uppabetningskostnad enligt Nylinder

Efter att Nylinders modell testats i denna studie märktes det att Nylinders värden var mer i nivå med fakturans värde än vad Karlssons modell var. Det vill säga Nylinders modell är mer exakt och fungerar bättre till att uppskatta brytningskostnaderna vid stubbskörd för denna studies objekt.

En orsak till att värdena blev mer exakta för Nylinders modell kan vara det att Pallari-aggregatet har liknande prestation som det aggregat som använts som underlag i denna studie. Ytterligare en trolig förklaring till varför Nylinders modell ger bättre värden kan vara att Nylinder har med antal klipp per stubbe i sin

funktion. Detta är en faktor som spelar stor roll vid stubbskörd. Ju fler klipp per stubbe, desto längre tid tar det att upparbeta stubben.

Fördelen med Nylinders modell är också att man direkt kan använda sig av beståndsdata från skogsbruksplanen för att göra uppskattningar av brytningskostnaden. Eftersom det är brösthöjdsdiametern som används som indata underlättar detta mycket då man redan innan avverkning kan göra en prognos för om det kommer att löna sig med stubbskörd eller inte.

Som det går att utläsa ur figur 9 skiljer det som mest 2 timmar per hektar mellan modell och faktura för de tre områdena. Detta ger en förbättring på 1 timme per hektar i jämförelse med Karlssons modell. I område Knorran var modellens värde mycket bättre jämfört med fakturan. Modellen fungerade väldigt bra här. Även i Nylinders formler påverkades stubbskörden av förarens skicklighet och stubbarnas diameter. I område Östra Djulö avviker Nylinders modell lite mer än vad Karlssons modell gör. En trolig orsak till detta är att antal klipp är satt till 3 per stubbe. Eftersom diametern är lägre här än i Knorran skulle 2 klipp per stubbe varit att föredra för att inte lägga för mycket tid på att sönderdela de redan små stubbarna. Ändrar man från 3 till 2 klipp per stubbe i formeln så ser man att resultatet blir mer likt fakturans utfall.

Tittar man slutligen på område Norr Sjön så ser man att Nylinders modell inte heller är byggd för brant terräng. Här hamnade uppskattningen för brytningen på 12 300 kr/ha medan fakturan visade på 10 200 kr/ha. Antagligen är Nylinders modell utvecklad i plan terräng och detta går att se på de två tidigare områdena där värdena stämmer bättre överens.

Som slutsats kan man säga att Nylinders modell ger ett bättre värde än Karlssons modell. Dock bör man tänka på vad som kan styra skörden och vilken terräng man använder sig av. För ser vi på område Norr Sjön igen så kan man även där styra resultatet med hjälp av antalet klipp. Det är även bra att man i Nylinders modell kan använda sig av beståndsuppgifter från planen för att utföra beräkningen.

5.2 Stubbskotning

5.2.1 Skotning enligt Dimitris m.fl.

Enligt figur 11 så ser man att det är en skillnad mellan modellen och fakturan i samtliga områden. En trolig orsak till skillnaden mellan modellen och fakturan är antagligen att uppskattningen av ton TS har skattats för högt jämfört med vad fakturan har för värde. Det beror främst på att den manuella mätningen fått med fler stubbar än vad som skördades och detta i sin tur gör att andelen ton TS ökar vid beräkningen. Det gör i sin tur att skotningskostnaden enligt modellen blir högre än på fakturan.

5.2.2 Skotning enligt Skogforsk

Efter att Skogforsks modell testats sågs det att båda modellerna för skotning gav liknande värden där det knappt gick att skilja dem åt. Antagligen har Skogforsk använt sig av Dimitris m.fl. modell eller så är det bara så att de stämmer bra överens båda två.

Nackdelen var att man var tvungen att omvandla volymen från ton TS till m^3s .

Även i denna modell spelar det en stor roll att uppskattningen av ton TS inte stämmer överens med fakturan. Därför stämmer inte modellens värden så bra med fakturans värden.

5.3 Ekonomi

5.3.1 Sammanställning av kostnader för stubbskörd och skotning

Efter det att beräkningar av brytningen och skotningen gjorts så kunde dessa värden kopplas samman och visa vad den uppskattade kostnaden skulle bli gentemot fakturan. Enligt fakturorna hamnade kostnaden för brytning och skotning för de tre områdena på mellan 14 000 kr/ha och 33 600 kr/ha. Det skiljer som mest 3 600 kr per hektar mellan Nylinders modell och utfall enligt faktura för de tre områdena enligt tabell 10.

Som det också går att läsa ur tabell 10 har Norr Sjös kostnader blivit mer lika än för de andra områdena. Trolig orsak är antagligen att brytningskostnaden har underskattats på grund av den branta terrängen. Dock så kompenseras detta eftersom samtliga skotningskostnader överskattar fakturans verkliga kostnad. Brytningskostnadens underskattning och skotningskostnadens överskattning tar alltså ut varandra för Norr Sjön.

I de andra två områdena skiljer kostnaden sig med upp till 3 600 kr per hektar. Det får anses vara acceptabelt då modellerna har räknat ut en högre kostnad än vad fakturan visar. Det hade varit sämre om modellen hade räknat ut en lägre kostnad än fakturan.

5.3.2 Uppskattning av intäkter

Den intäkt som är framräknad bygger på att alla de stubbar som mäts in i klaven också tas ut. I kommersiell drift kommer den verkliga intäkten att bli lägre än den uppskattade. Det är på grund av att stubbarna som mäts in med hjälp av klaven är fler än vad stubbskördaren har skördat. Sedan måste man även spara en del stubbar som naturvård. Detta minskar också den verkliga intäkten något.

5.3.3 Uppskattning av netto för de tre områdena

Om värdena i tabell 12 stämmer skulle stubbrytningen gå plus på Knorran och Norr Sjön men inte Östra Djulö. Om man går tillbaka till tabell 10 (kostnader) så ser man att både skotningen och brytningen är dyrare enligt modellerna än enligt fakturan för Östra Djulö. Antagligen är skotningen dyrare för att medelskotningsavståndet är fel uppskattat vilket i sin tur påverkar det övriga. Dessutom är även ton TS väldigt högt skattad inom området, vilket gör att brytningen och skotningen blir dyr. Brytningskostnaden i modellen kan också vara högre eftersom antalet klipp per stubbe var svåruppskattat. Detta medför att tiden ökar och därmed också kostnaderna.

Tittar man istället på vad kostnaderna från fakturan säger för Östra Djulö skulle man gå plus 2 300 kr/ha (se tabell 12). Man får dock vara beredd på att det kan bli fler områden som går minus än plus eftersom den uppskattade intäkten innehåller fler stubbar än vad som skördats och att det också skall lämnas stubbar till naturvård. I realiteten är det nog bara området Knorran som kommer att generera ett positivt netto.

5.4 Slutsatser

Denna studie ger en inblick i hur svårt det är att beräkna lönsamheten vid stubbskörd. Modellerna som har testats får ändå generellt anses ha fungerat bra och genererat realistiska resultat jämfört med fakturan. Dock ser man att modellerna har brister i det att de inte behandlar allt vad avser exempelvis terrängen. Det bästa hade varit om det funnits en modell som tagit hänsyn även till typ av terräng.

För att kunna bedriva stubbskörd i större skala krävs det också att maskinsidan förnyas. Inte bara aggregaten utan även att basmaskinerna och skotarna behöver utvecklas. Grävmaskiner är inte de allra bästa maskiner att köra på ett hygge med. Det bästa vore om det kunde utvecklas ett aggregat som kunde kopplas på en skotare alternativt en drivare där stubben lyfts upp direkt på en lastbärare. Eller varför inte sätta på stubbfräsen på en skotare och öka rotationshastigheten på stubbfräsen? Hade det även funnits en beräkningsmodell för stubbskörd så hade fler och fler blivit intresserade av stubbskörd och då hade uttaget ökat.

Lönsamheten med stubbskörd är fortfarande osäker. Enligt de områden som ingått i denna studie skulle område Knorran löna sig bäst. Trolig orsak till varför Knorran skulle löna sig är antagligen att stubbarna haft en stor diameter och att marförhållandena gjorde att det var lätt att bryta stubbarna här. Även Norr Sjön visar ett positivt netto fastän på en relativt låg nivå. Troligtvis så visar det så pass lågt netto på grund av den branta terrängen. Område Östra Djulö visar positivt netto enligt fakturan men negativt netto enligt modellen. Troligtvis för att modellen har räknat att brytningen skulle bli dyrare än vad den egentligen blev.

Sammanfattningsvis kan man alltså säga att lönsamhet i stubbskörd kan finnas. Dock bör man räkna noga på om stubbskörd lönar sig på den marktyp som det är tänkt att stubbskörda innan man bestämmer sig. Viktigt är också att rätt teknik väljs. Vilken teknik som används för att tillvarata stubbarna styr mycket hur lönsamheten i slutänden kommer att bli. Även vilken typ av mark och vilken diameter området som skall skördas har spelat stor roll. Sedan bör området innehålla tillräckligt många stubbar för att intäkten ska bli den rätta. Det gäller även att passa på att skörda då priserna är bra. Idag så kan man se att priserna stiger vad avser stubbflis.

Andra faktorer som påverkar lönsamheten med stubbskörd är avståndet till värmeverk. När avståndet ökar är det tveksamt om stubbskörd lönar sig och detta gäller även om stubbarna krossas före transport.

Sedan måste man vara medveten om att om stubbarna skall krossas vid avlägg så ökas antalet operationer och det blir fler maskiner och transporterna ökar vilket i sin tur sliter på vägen.

Det bör återigen påpekas att nettovärdena i denna studie bör tas med en nypa salt då intäkten endast är uppskattad.

6. SAMMANFATTNING

Stubbar användes som brännved och för framställning av trätjära från omkring 1850 fram till 1950-talet då oljan började användas i större omfattning. Under 1970-talet så startades projektet *Helträdsutnyttjande* där syftet var att se ifall stubbarna kunde användas till cellulosaindustrin. Detta för att försöka hitta ett komplement till den befarade virkesbristen.

Med dagens stigande energipriser har intresset för att avverka stubbar ökat, denna gång för användning som bibränsle. EU har ställt särskilda mål till år 2020 där vi måste minska alla utsläpp med 20 %. Med hjälp av stubbarna kan vi öka bibränsleanvändningen och minska de fossila utsläppen.

Syftet med detta examensarbete var att undersöka om stubbrytning lönar sig samt testa olika beräkningsmodeller för uttag av stubbar. Än idag finns det ingen beräkningsmodell som fungerar bra. Hade det funnits en beräkningsmodell som fungerat hade antagligen intresset för uttag av stubbar ökat.

I detta examensarbete har stubbrytning på tre olika områden belysts, samtliga belägna utanför Katrineholm i Södermanlands län på Ericssbergs säteris marker. Stubbarna skulle skördas för att ge plats åt en ny väg. De tre områdena innehöll både normal skogsmark och mer extrema markförhållanden.

Två olika modeller för beräkning av tiden vid upptagningen av stubbar har studerats. En modell är utvecklad av Mats Nylinder (1977) och en modell är utvecklad av Johan Karlsson (2007). Båda modellerna fungerar bra i denna studie och ger realistiska uppskattningar av brytningskostnaden i en jämförelse med det faktiska utfallet enligt fakturan. I Karlssons modell skiljer det i de undersökta tre områdena som mest 3 timmar per hektar mellan modell och faktura. I Nylinders modell skiljer det som mest 2 timmar mellan modell och faktura.

Vid beräkningen av skotningen har också två modeller använts. Dels en modell som är utvecklad av Dimitris m.fl., men även en modell som Skogforsk har utvecklat och publicerat på sin hemsida (Skogforsk, 2011, länk F). Båda modellerna har gett ett bra resultat som stämmer väl överens med fakturan.

Sammanfattningsvis fungerade modellerna för brytning och skotning bra för uppskattning av kostnaden vid stubbskörd. Dock bör man påpeka att det finns en del viktiga faktorer, som exempelvis terrängtyp, som de testade modellerna inte beaktar.

Slutsatsen från denna studie är att det kan finnas en lönsamhet i stubbskörd, men att detta förutsätter goda förutsättningar i fält och korta transportavstånd. Tekniken kring stubbskörd behöver dock utvecklas vilket kan göra den mer lönsam i framtiden.

7. KÄLLFÖRTECKNING

Athanassiadis, Dimitris. Melin, Ylva. Lundström, Anders. Norfjell, Tomas. (2009): *Marginalkostnader för skörd av grot och stubbar från föryngringsavverkningar i Sverige*. Institutionen för skoglig resurshållning, Arbetsrapport 261, Umeå

Anon. (1977): Projekt Helträdsutnyttjande (1977): *Drivning och vidaretransport vid helträdsutnyttjande*

Björheden, R. Eliasson, L. von Hofsten, H. Enström, J. Iwarsson, M. Johannesson, T. (2010) *Skogen – en växande energikälla*, Rapport Skogforsk 2010, Skogforsk, Uppsala,

Egnell, Gustaf. Hyvönen, Rita. Högbom, Lars. Johansson, Therese. Lundmark, Tomas. Olsson, Bengt. Ring, Eva. Von Sydow, Fredrika. (2007): *Miljökonsekvenser av stubbskörd – en sammanställning av kunskap och kunskapsbehov*. Energimyndigheten. Rapport ER 2007:40, juni 2007, Eskilstuna

Fredriksson, Peter. (2011): Framtiden het i skogen. *Skogseko*. Nr 2: sidan 8-11

Jonsson, Yngve. (1985): Teknik för tillvaratagande av stubbved. *Forskningsstiftelsen skogsarbeten. Redogörelse nr 3*. Stockholm.

Karlsson, Johan. (2007): *Produktivitet vid stubblyftning*. Examensarbete i skogshushållning med inriktning mot teknologi. Arbetsrapport 168, Umeå

Marklund, Lars Gunnar. (1988): *Biomassafunktioner för Tall, Gran och Björk i Sverige*. Institutionen för skogstaxering, Rapport 45, Umeå.

Nylinder, Mats. (1977): *Upptagning av stubb- och rotved*. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Redogörelse nr 5. Stockholm.

Skogsstyrelsen. (2009a): Skogsstyrelsen (2009): *Stubbskörd – Rekommendationer och praktiska råd*

Skogsstyrelsen. (2009b): *Kunskapssammanställning och Skogsstyrelsens rekommendationer*. Meddelande 4 – 2009, Skogsstyrelsen

von Hofsten, Henrik. Nordén, Berndt. (2007): *Stubbfräsen – en ny och annorlunda teknik för att tillvarata stubbar*. Resultat 2007:18, Skogforsk, Uppsala.

Internetlänkar

Länk A

EU kommissionen, 2008, EU:s klimat och energipaket

<http://www.regeringen.se/sb/d/8857>

Länk B:

Skogforsk, 2010 (Hämtad 2011-05-11)

<http://www.skogforsk.se/sv/KunskapDirekt/skogsbransle/Stubbar/>

Länk C

von Hofsten, Henrik. 2010. Artikel om att krossa stubbarna på hygget

(Hämtad 2011-05-11)

<http://www.forskning.se/pressmeddelanden/pressmeddelandenarkiv2010/krossastubbarnapaavlagget.5.626de3121289139eac080004160.html>

Länk D

Lindros, Ola. 2009. Bildspel om stubbrytning (Hämtad 2011-05-11)

http://www.forestpower.net/data/liitteet/17322=stubbkrafter_web_2009-10-15.pdf

Länk E

Eriksson, Mattias. Bildspel om stubbskörd hos SCA (Hämtas 2011-05-11)

www.efokus.se/media/mattias_eriksson.ppt

Länk F

Priser enligt Energimyndigheten (Hämtad 2011-05-17)

<http://webbshop.cm.se/System/ViewResource.aspx?p=Energimyndigheten&rl=defa-ult:/Resources/Permanent/Static/99ebd1ccc08e494594a4c268ee220a5f/2207W.pdf>

Länk G

Skogforsks beräkningsverktyg för skogsbränsle (Hämtad 2011-05-30)

<http://www.skogforsk.se/sv/KunskapDirekt/skogsbransle/Rakna-med-skogsbransle/Kostnader-for-skord-av-skogsbransle/>

Personlig kontakt

von Hofsten, Henrik. Skogforsk. Försökstekniker. Mailkontakt 2011

Dimitris, Athanassiadis. Institutionen för skoglig resurshållning, Umeå. Forskare. Föredrag om stubbskörd 2010.

Nilsson, Lennart. Booforssjö. Skogsförvaltare. Informationsmöte om stubbskörd 2010 på Booforssjöns marker