



# Uppdatering av båtnadskalkyl med hänsyn till nya faktorer

*Updating of forest road cost estimations*

**Martin Stoor**

**Arbetsrapport 233 2008**  
**Examensarbete 30hp D**

**Handledare:**  
**Iwan Wästerlund**

---

Sveriges lantbruksuniversitet  
Institutionen för skoglig resurshushållning  
S-901 83 UMEÅ  
www.srh.slu.se  
Tfn: 018-671000



ISSN 1401-1204  
ISRN SLU-SRG-AR-233-SE



# Uppdatering av båtnadskalkyl med hänsyn till nya faktorer

*Updating of forest road cost estimations*

**Martin Stoor**

## **SAMMANFATTNING**

Sverige har 419 000 km väg i landet och ungefär hälften av dessa är skogsbilvägar. Det skogliga vägnätet har till uppgift att möjliggöra leveranser av virke från skogen till industri. Med en råvara som är spridd över stora arealer är ett bra vägnät viktigt. Varje år har skogsbilvägnätet byggts ut med ungefär 1 700 km. För att avgöra om ytterligare väg skall byggas används båtnadskalkyler.

Syftet med arbetet var att ta fram en modern och uppdaterad båtnadskalkyl för skogsbilvägar. Genom att granska vilka nyttor och kostnader som en väg bidrar med har nya och gamla parametrar undersökts och värderats för att se om dessa ska vara med i båtnadskalkylen. Examensarbetet utfördes på uppdrag av Bergvik Skog.

Resultaten omfattar både nya och äldre kalkylmodeller med olika testkörningar och jämförelser. Samtliga kalkylmodellerna har konstruerats i Excel. Parametrarna från de äldre kalkylerna har med enkla modeller visat sin betydelse i en båtnadskalkyl. En ny modell konstruerades som innehöll alla parametrar som ansågs vara möjliga att få in i en kalkyl på ett bra sätt. Därefter genomfördes ett flertal scenarion som testkördes i den nya modellen. Dessa resultat jämfördes mot äldre modeller genom att använda samma ingångsdata i de äldre modellerna. Vid en närmare överblick av den nya kalkylmodellen som innehöll alla parametrar kunde det påvisas att vissa parametrar inte var lika betydelsefulla som andra. Dessa mindre betydelsefulla parametrar kunde då förenklas bort och en ny förenklad modell var resultatet.

Sammanfattningsvis kan sägas att de parametrar som betyder mest i testerna inom detta arbete är virkestransporter, skogsbränsletransporter, maskinförflyttningar, produktions-ökning i väggkant, produktionsförlust i väggata, slingertillägg och flexibilitet.

Nyckelord: Båtnadskalkyl, båtnad, skogsbilväg, transporter, lönsamhet

## **ABSTRACT**

Sweden have 419 000 km road in the country and about half of these roads is forestroads. The forest road net most important mission is to make it possible to deliver wood from the forest to the industries. With a raw material that is spread over a large area the road network is important. Each year has the forest road network been extended with about 1 700 km new roads. To decide if a new road is to be built different forest road cost estimation models has been used.

The purpose with this thesis was to make a modern and up to date forest road cost estimation model. By looking into which benefits and costs a road contributes with new and old parameters has been investigated and evaluated to see if they should be a part of the forest road cost estimation. First is a total model was constructed and then it was simplified to an easier model. This thesis was commissioned by Bergvik Skog.

The results on both new and old models from test runs are shown to make comparisons. All models have been constructed in Excel. The parameters from the older models have showed their effect in simple models. A new model was constructed with all parameters that could be included within a model in a good way. After that several different cases were made to test the new model. These results were compared with results from the same case but with a simpler model. With a closer look of these results there was possible to see that some parameters was not as important as others. These parameters could then be removed and a new simplified model was the result.

As conclusion it can be said that the parameters that are the most important ones in the tests within this thesis is timber transport, forest fuel transport, machine movement, increase in production at the edge of the road, lost of production in the road, winding factor and flexibility.

Keywords: forest road, cost estimation, transport, profitability

# Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING.....	2
ABSTRACT .....	3
<b>1 INLEDNING .....</b>	<b>5</b>
1.1 <i>Bakgrund</i> .....	5
1.2 <i>Problemformulering</i> .....	6
1.3 <i>Mål</i> .....	6
<b>2 ÖVERSIKT OM BÅTNADSKALKYLER .....</b>	<b>7</b>
2.1 <i>Virkestransporter</i> .....	7
2.2 <i>Kalkylränta</i> .....	7
2.3 <i>Kalkyltid</i> .....	8
2.4 <i>Diskontering</i> .....	8
2.5 <i>Internränta</i> .....	8
2.6 <i>Översikt kalkyl</i> .....	9
<b>3 MATERIAL OCH METODER .....</b>	<b>11</b>
3.1 <i>Produktionsbortfall i väggatan</i> .....	12
3.2 <i>Produktionsökning i väggkant</i> .....	12
3.3 <i>Storm- och torkskador</i> .....	13
3.4 <i>Flexibilitet och tillgänglighet</i> .....	14
3.5 <i>Investering i fastigheten</i> .....	16
3.6 <i>Slingertillägg</i> .....	17
3.7 <i>Skogsbränsle</i> .....	17
3.8 <i>Transport vid skötsel</i> .....	18
3.9 <i>Transportbesparing för skördare</i> .....	19
3.10 <i>Markberedning</i> .....	19
3.11 <i>Gödsling</i> .....	19
3.12 <i>Skogsvård</i> .....	19
3.13 <i>Planttransport</i> .....	20
3.14 <i>Beredskapsnytta</i> .....	20
3.15 <i>Jakt</i> .....	20
3.16 <i>Terrängförhållanden och maskinkostnad</i> .....	21
3.17 <i>Den nya modellen</i> .....	21
<b>4 RESULTAT .....</b>	<b>22</b>
4.1 <i>Effekt av olika parametrar i gamla kalkylmodellen</i> .....	22
4.2 <i>Resultat fall 1</i> .....	24
4.3 <i>Resultat fall 2</i> .....	28
4.4 <i>Effekt av olika parametrar i nya kalkylmodellen</i> .....	29
4.5 <i>Ny kalkylmodell med fall 1 och 2</i> .....	30
4.6 <i>Fall 3</i> .....	33
4.7 <i>Fall 4</i> .....	35
4.8 <i>Effekt av kalkyltid</i> .....	37
4.9 <i>Analys av gallringsfall</i> .....	38
4.10 <i>Analys av de nya parametrarnas betydelse</i> .....	40
4.11 <i>Förenklad modell</i> .....	42
<b>5 DISKUSSION .....</b>	<b>44</b>
5.1 <i>Felkällor och kritik</i> .....	45
5.2 <i>Möjligheter till vidareutveckling</i> .....	46
5.3 <i>Slutsatser</i> .....	47
<b>Bilaga 1. Kalkylmodell 1 .....</b>	<b>52</b>
<b>Bilaga 2. Kalkylmodell 2 .....</b>	<b>53</b>

# 1 INLEDNING

## 1.1 Bakgrund

I Sverige finns det idag ungefär 419 000 km väg och stora delar av vägnätet används i någon utsträckning av skogsbruket. Ungefär 200 000 km är skogsbilvägar (Anon. 2004) och detta vägnät har till uppgift att göra skogsråvaran tillgänglig och ge möjlighet att leverera rätt råvara vid rätt tidpunkt (Filipsson 2001). Att skogsbruket är viktigt för Sverige ser man genom att det sysselsätter ca 90 000 människor och ger ett tillskott på BNP med ca 3,5 % (Anon. 2004).

För att ett lands kommunikationer ska fungera krävs en väl fungerande infrastruktur. Detta gäller inte minst inom skogsbruket där vägar och deras farbarhet är avgörande för hela verksamheten. Med en stor geografisk spridning av råvaran har det sedan skogen började brukas använts olika sätt för att transportera virket till industrin (Anon. 2004).

Från 1900-talets början och några decennier framåt var många av landets vattendrag flottrensade och användes som viktiga flotleder. På 1920-talet utvecklades vägbyggandet i sådan skala att det började påverka skogsbruket. Därefter byggdes det allt mer väg och med den höga arbetslöshet som rådde under 30-talet (Nordfjell & Lidestav 2005) samt med stöd av stadsbidrag (Nilsson 1963) byggdes vägnätet ut. Flottningens epok slutade helt när man 1991 inte längre bedrev flottning på Klarälven. Från att ha använt flottning och häst till virkestransporter är det idag helt dominerande transportsättet för skogsbruket vägtransporter med lastbil. Delvis används även järnväg och fartyg för virkestransporter (Anon. 2004).

Idag har Sverige ett medeltransportavstånd av virke i terräng på 458 m mellan stubbe och väg. Detta ger 12 m väg/ha i snitt för riket men med stora variationer från norr till söder (Anon. 2004). Enligt skogsstyrelsens vägplan 90 har behovet av nybyggnation under perioden 1990-2005 varit 2 200 km årligen (Filipsson 2001). Dock har byggnationen av nya skogsbilvägar på senare år varit ca 1 700 km per år (Anon. 2004). De vägar som byggs måste hålla fastställda standarder så att man kan bedriva rationella virkestransporter (Thörnevall 2007). Även andra krav ställs för att genomföra nybyggnation. Det är inte bara ekonomisk hänsyn som ska tas med i beräkningarna, även miljön skall beaktas. En ny vägbyggnation påverkar miljön på flera olika sätt och vid vägplanering tas hänsyn till känsliga naturområden (Anon.e 2007). Planering och byggande av väg kan med hänsyn och rätt tekniker minska miljöpåverkan avsevärt. Medeltransportavståndet år 2003 med lastbil var 91 km för rundvirke (Anon. 2004). Skogsbranschen är den bransch i Sverige som bidrar till mest transporter (Anon.e 2007) och då är det viktigt med ett aktivt miljöarbete vid vägbyggnation och transporter.

För att avgöra om det är lönsamt att bygga en väg eller inte används en så kallad båtnadskalkyl. Skogsbilvägen i sig ger inte några inkomster utan det är främst genom transportbesparingar som en väg finansieras (Filipsson 1988). I en båtnadskalkyl jämförs kostnader för att inte bygga väg och transportera virke med skotare mot kostnader om man bygger väg och använder sig av både skotare och lastbil (Thörnevall 2007). Målet är att den totala transportkostnaden på väg och i terräng samt eventuell vägbyggnad och underhåll skall vara så låg som möjligt (Anon. 2004). Den optimala båtnaden är maximal skillnad mellan sammanlagda nyttor och sammanlagda kostnader (Filipsson 1988). Vid terrängtransport av virke med skotare är kostnaden ca 50 gånger större än transport av samma mängd virke på väg med lastbil (Anon.g 2007). Beroende på förutsättningarna kan denna skillnad i kostnad ge ekonomiska förutsättningar för att bygga en väg (Thörnevall 2007). I dagens båtnadskalkyl är det skogbrukets nyttor som inräknas. Det är många transporter som genomförs inom

skogsbruket i samband med exempelvis avverkning, plantering, röjning, förflyttningar av personal, utrustning och maskiner. Den största och viktigaste faktorn idag är terrängtransport av virke som är kostsamt. Kortfattat är båtnaden summan av alla nyttor en väg ger minus alla kostnader för vägen och vägtransporter. Är nyttorna tillräckligt stora överväger de kostnaderna mot att bygga väg, vilket leder till en positiv båtnad och en lönsam helhet (Filipsson 1988).

Med ett tätare vägnät är det lättare att göra rätt åtgärd vid rätt tid och aktiviteten ökar i skogen (Lindström 1983). Givetvis ökar även möjligheterna för allmänheten att ta sig ut i skogen för att t.ex. fiska och jaga vid ett tätare vägnät (Filipsson 2001). Allmänheten har tillgång till ca 80 % av skogsbilvägarna (Knutsson 1992).

Flexibilitet är viktigt men hur detta kan tas med i en kalkyl på ett bra sätt är ingen lätt fråga. Bärigheten på vägen anger flexibilitet och hur tillgänglig vägen är för att användas. Detta är en viktig och svår fråga i arbetet.

Framöver kommer Bergvik Skog AB att öka sina gallringsvolymerna och behovet att bygga vägar med små volymer som båtnadsunderlag ökar. Med en fullständigare kalkyl med fler parametrar än dagens kan det bli lättare att få båtnad för en väg som är viktig vid gallring.

Allt mindre lager vid industri jämfört med tidigare och större krav på leveransprecision och färskhet gör att det krävs flexibilitet för att kunna möta industrins krav. För att aktuella åtgärder ska kunna utföras på ett effektivt sätt behöver skogsbranschen kontinuerligt uppdatera sina kunskaper om vägar (Anon.f 2007).

## ***1.2 Problemformulering***

En gammal och ofullständig båtnadskalkyl ligger idag till grund för skogsbranschens beräkningar om en väg ska byggas eller inte. Mycket har förändrats sedan kalkylen gjordes och det råder en annan syn på brukandet idag. Många faktorer t.ex. skogsbränsle, gödsling, mm. har tillkommit och dessa tas inte med i kalkylen trots att en väg kan generera ett flertal nyttor (Filipsson 2001). Med dessa nyttor och ökade krav från industri och kunder vill Bergvik Skog AB ta fram ett underlag som kan användas på distriktsnivå för att enkelt räkna om det finns båtnad för en väg. Det finns ett flertal problem att lösa för att få en användbar kalkyl. Ett flertal intressanta parametrar som inte ingår i dagens båtnadskalkyl kan vara värdefulla att räkna med i kalkylen.

Genom att undersöka parametrarna som ingår i den befintliga kalkylen och även andra parametrar som kan vara av intresse, kan en mer relevant kalkyl tas fram för att bättre motsvara dagens situation. Svårigheten ligger i hur man ska värdera dem och få in parametrarna i en kalkyl. Några andra parametrar som kan vara av intresse är följande: Produktionsbortfall i väggatan, produktionsökning i vägganten, transportarbete vid skötsel, jakt, beredskapsnytta, skogsbränsletransport. Troligtvis kommer det även att förekomma en mängd andra parametrar under arbetets gång.

## ***1.3 Mål***

Målet med detta examensarbete är att ge ett förslag på en modern och uppdaterad båtnadskalkyl för skogsbilvägar. Där ska aktuella parametrar vägas in och värderas för att få en kalkyl som tar bättre hänsyn till dagens behov.

Först kommer en total kalkyl att genomföras med en mängd parametrar för att sedan söka att förenkla kalkylen.



## 2 ÖVERSIKT OM BÅTNADSKALKYLER

Detta examensarbete består av flera delar som kommer att bindas ihop. Först har en genomgång av litteratur om äldre kalkylmodeller genomförts. Detta för att få en bra grund att utgå från och en ökad förståelse för hur en kalkyl fungerar och är uppbyggd. För att förenkla och förtydliga visas några olika exempel på beräkningar med enkla äldre modeller. Med detta som utgångspunkt kan skillnader mellan olika modeller och parametrar visas och jämförelser mellan modellerna göras.

Från punkt 2.1 och neråt kommer en genomgång av de parametrar som ingår i de kalkyler som används idag.

### 2.1 Virkestransporter

Skogsbilvägar är viktiga för en mängd ändamål som t.ex. flyttar av maskiner, personal, mm. Men framförallt har vägen funktion för att transport av virke från avverkning till industri. I och med att virket finns över stora områden blir det mycket transporter med varierande transportavstånd både i terrängen och på väg (Thörnevall 2007).

2005 transporterades 54,6 miljoner ton rundvirke med lastbil i Sverige. (Bäcke 2006). Kostnaden för virkestransporter är en betydande del av den totala produktionskostnaden för virke inom skogsbruket. Transporter av virke på väg kostar ca 1/25-1/50 av vad det kostar att transportera virke i terräng. Detta gör att det kan finnas utrymme för att bygga väg. Med ett tätare vägnät ökar tillgängligheten och det blir lättare att möta industrins krav på färskhet och sortiment vid leveranser under svåra perioder som tjallossning. Beroende på vägklass kan transporter av virke ske på olika tider av året och med olika hastigheter.

Ingående data om virkestransporter är uttagsvolym, transportkostnader på väg och i terräng, transportavstånd på väg och i terräng. Ibland tas det hänsyn till terrängförhållandena för att skatta kostnaderna vid terrängtransport av virke.

### 2.2 Kalkylränta

När pengar satsas inom någon verksamhet är målet att dessa ska ge en avkastning, en förräntning. Räntan kan påverkas av flera faktorer så som inflation, andel eget/lånat kapital och alternativräntan. Även vilken säkerhet investeringen har påverkar räntan. Investering i skog anses som en relativt säker placering av kapital och inflationssäker.

Investeringar inom skogsbruket i Sverige sträcker sig oftast över långa tidsperioder. T.ex. kan en investering i plantering tills intäkten faller ut från en slutavverkning vara runt 100 år framåt i tiden. Detta långa tidsperspektiv gör att valet av ränta är viktigt (Karlsson 2005). Desto lägre ränta som används desto högre nuvärde får intäkter eller besparingar som faller ut längre fram i tiden. Vid en högre ränta blir dessa intäkter mindre värda och det blir svårare att få ett lönsamt skogsbruk. Räntan är en faktor som slår mycket hårt i en båtnadskalkyl. Vanligaste sättet för att minska påverkan av räntan är att bygga vägen i anslutning till en större slutavverkning. Då erhålls nytta av det investerade kapitalet snabbt (Lindström 1983). För att kunna skatta framtida intäkter och göra kalkyler på lönsamhet längre fram i tiden antas dagens prisläge gälla för kostnader och intäkter i framtiden också.

### **2.3 Kalkyltid**

Vägens beräknade livslängd är dess kalkyltid och under den perioden räknas alla nyttor och kostnader som vägen ger upphov till in. Kalkyltidens längd räknas i år och vanligtvis har en väg av bättre klass en längre kalkyltid än en väg av sämre klass. Alla nyttor och kostnader som vägen bidrar med under kalkyltiden bedöms och därefter väljs det alternativ som ger högst måluppfyllnad.

Valet av kalkyltid är svårt och påverkar hur vägnätet formas. Vid längre kalkyltider kommer fler nyttor in i bilden som kan ge alternativa dragningar av vägen eller påverka valet av vägklass som kan ge en större sammanlagd vinst (Lindström 1983). Framtida vägutbyggnad påverkas också av de vägar som byggs idag och risk finns att den bästa lösningen inte är möjlig att genomföra pga. tidigare vägbyggen (Filipsson 1988).

I programmet Vägrust används 2 stycken perioder på 5 år vardera och detta ger en sammanlagd kalkyltid på 10 år (Myhrman 2007). Enligt Kalkylteknik vid skoglig vägnätsplanering från Skogstyrelsen 1983 rekommenderas en kalkyltid på 10 eller 30 år. Bergvik använder idag en kalkyltid på 30 år. Dock blir skogsbilvägars livslängd oftast längre än den kalkyltid som vägens båtnad beräknas på (Carlsson pers. medd. 2007). Något som är viktigt vid jämförelser mellan modeller är att vägalternativen jämförs mot terrängtransportalternativ under lika lång kalkyltid. Alltså ska en väg med 10-års kalkyltid jämföras mot terrängtransporter under samma 10 års period.

### **2.4 Diskontering**

Diskontering är ett bra sätt för att jämföra intäkter och kostnader som faller ut vid olika tidpunkter. Kostnader och intäkter räknas tillbaka till en och samma tidpunkt och det resulterar i ett nuvärde. Detta har gjorts på de kostnader och intäkter som faller ut vid båtnadsberäkningarna. Formeln för att räkna ut diskonteringsfaktorn är:  $1/(1+i)^n$  (Nilsson 1963), där  $i$ = ränta och  $n$ = år.

Det är mer värt att få en krona idag än imorgon, men då förutsätts att kronan kan placeras på något annat som ger en given ränta. Om kronan fås imorgon går räntan förlorad och det kan sägas vara mindre värt beroende på räntan. Diskontering kan göras med intäkter och kostnader för väldigt lång tid framåt och ge en framtida ekonomisk bild. För att förtydliga det hela följer här ett exempel.

En intäkt på 1 000 kr fås om 5 år. Räntan är 5 % och för att veta vad denna intäkt är värd idag diskonteras värdet.

$$\text{Nuvärde} = 1\,000 * (1/(1+0,05)^5) = 783,52 \text{ kr}$$

### **2.5 Internränta**

Om valet står mellan flera olika vägprojekt kan det vara svårt att avgöra vilka eller i vilken ordning de skall genomföras. Genom att beräkna internräntan kan avkastningen jämföras på de olika vägprojekten. Högst lönsamhet ger högst internränta på investerade pengar och på så sätt kan en överblick fås på hur projekten kan prioriteras (Lindström 1983).

## 2.6 Översikt kalkyl

För att få förståelse för hur en kalkyl kan se ut och fungera visas nedan ett antal parametrar i äldre kalkylmodeller. I tabell 1 visas de parametrar som kan ingå i en äldre kalkyl och deras betydelse.

**Tabell 1.** Översikt av parametrar som kan ingå i dagens båtnadskalkyler

*Table 1. Overview of parameters that are included in the forest road cost estimation of today*

Parametrar	Betydelse
Transportavstånd	Stor
Kalkyltid	Liten
Uttagsvolym	Stor
Ränta	Stor
Terrängegenskaper GYL	Stor

Förenkling av Thuressons modell 1995 (Thörnevall 2007).

$$IU = (V \times TKfv) - (V \times (TKev + VTK))$$

IU= Totalt investeringsutrymme

V= Total volym virke som ska transporteras ut på vägen

TKfv = Terrängtransportkostnad per m<sup>3</sup> före vägbygge

TKev = Terrängtransportkostnad per m<sup>3</sup> efter vägbygge

VTK= Vägtransportkostnad per m<sup>3</sup>

Kalkyl ur Kalkylteknik vid vägnätsplanering av Lindström 1983:

$$Bti = a \cdot p \cdot (Tif \cdot Uf - Tie \cdot Ue + Zif \cdot Vf - Zie \cdot Ve)$$

Bti= transportbåtnad per kostnadsslag och beräkningsenhet (skifte, avdelning, bestånd, dyl.)

i= index för kostnadsslag: virkestransport, persontransport, vägstofnad

a= areal per beräkningsenhet i hektar (ha)

p= transportmängd/ha

Ti= avståndsberoende terrängtransportkostnad (förflyttningskostnad) för kostnadsslag (kr/m<sup>3</sup>sk och km)

U= terrängtransportavstånd (km)

Zi= avståndsberoende kostnad längs väg för kostnadsslag (kr/m<sup>3</sup>sk och km)

V= transportavstånd längs väg (km)

f= index: före utbyggnad

e= index: efter utbyggnad

Kalkyl ur Kalkylteknik vid vägnätsplanering av Lindström 1983:

$$Kvf = To \cdot a/2 + Zo \cdot b/2 + y \cdot b/2a \cdot b \cdot 100p$$

Kvf= sammanlagda genomsnittskostnaden för väghållning, terrängtransport och vägtransport för en m<sup>3</sup>sk inom båtnadsområdet. Sorten är i denna formel kr/m<sup>3</sup>sk men i andra formler kan man beräkna Kvf i kr för ett helt område. Vinsten blir störst om Kvf minimeras.

To= Undervägs kostnad för terrängtransport (kr/m<sup>3</sup>sk och km)

a= verkningsdjupet (km)

Zo= Undervägs kostnad för vägtransport (kr/m<sup>3</sup>sk och km)

b= båtnadsområdets gräns mätt i vägens längdriktning (km)

$y$  = årlig väghållningskostnad dvs. ränta och amortering på vägbyggnadskostnader+ underhållskostnad (kr/km och år)

Ur ovanstående formel kan optimalt verkningsdjup räknas ut genom att derivera formeln med  $a$ . Då fås följande formel:

$$a = \sqrt{(2y/T_o * p * 100)}$$

### 3 MATERIAL OCH METODER

Studien avser en granskning av den gamla båtnadskalkylen och underlag till en ny och modernare kalkylmodell. De nya parametrarna granskades för att eventuellt tas med i en total kalkyl tillsammans med de parametrar som är av betydelse från dagens kalkyler. Därefter följer en utvärdering av vilka förenklingar som är möjliga att göra av nya totala kalkylen för att göra den mer användarvänlig och förstålig. Vidare kommer de parametrar som tar ut varandra, har liten påverkan eller inte är intressanta i kalkylen lösas ut och en förenklad modell kan ta form.

För att se hur man idag använder sig av båtnadskalkyler har två företag besökts. Där har några skarpa exempel på planerade skogsbilvägar genomförts och deras modeller diskuterats. Ett flertal personer med goda kunskaper på olika områden om skogsbilvägar har också intervjuats på telefon eller via e-post. Dessa personer redovisas i referenslistan under muntliga källor.

Beräkningarna gjordes med vad som kallas kalkylmodeller. Kalkylmodell 1 avsåg ett objekt och kalkylmodell 2 flera objekt men är i grunden samma kalkylmodell. Båda dessa modeller avsåg den gamla modellen för båtnadskalkyler. Dessa modeller innehåller skotningsavstånd, volym, kalkyltid, kalkylränta, vägtransportavstånd, vägtransportkostnad, skotningskostnad, huggningsår, slingerfaktor, väglängd samt byggkostnad och underhållskostnad för väg.

Formler i kalkylmodell 1 och 2:

Kostnader i nuvärde utan väg

$(\text{volym} * (1 / (1 + \text{kalkylränta})^{\text{huggningsår}})) * ((\text{terrängtransportavstånd} * \text{slingerfaktor}) * \text{terrängtransportkostnad}) = \text{kostnader i nuvärde utan väg}$

För modell 2 görs en likadan beräkning för varje bestånd som kan huggas vid olika tidpunkter och med olika avstånd och volymer. Bakgrunden till de olika modellerna 1 och 2 är samma beräkningar men med lite olika upplägg i struktur. Dessa kalkylmodeller valdes ändå att hållas isär i olika modeller eftersom de kan påvisa skillnader mellan att använda medelvärden och specifika värden för olika parametrar, även om så inte görs inom ramen för det här arbetet. Gamla enkla modeller kan ha enbart ett fält för många parametrar som i kalkylmodell 1 och dessa bygger på att man använder medelvärden eller värden från endast ett objekt. Det valdes även att hållas isär för att påvisa att det blir tydligt och enkelt att använda samt förstå en kalkylmodell där parametervärdena är uppdelade jämfört med en modell där det används medelvärden.

Kostnader i nuvärde med väg

$(\text{volym} * (1 / (1 + \text{kalkylränta})^{\text{huggningsår}})) * (((\text{terrängtransportavstånd} \text{ med } \text{väg} * \text{slingerfaktor}) * \text{terrängtransportkostnad}) + (\text{vägtransportavstånd} * \text{vägtransportkostnad})) = \text{kostnader i nuvärde med väg}$

Vägbyggnadskostnad och underhåll

$(\text{väglängd} * \text{byggnadskostnad}) + ((\text{väglängd} * \text{underhållskostnad}) * (1 / (1 + \text{kalkylränta})^{\text{vägens kalkyltid i år}}))$

Kostnader i nuvärde utan väg- Kostnader i nuvärde med väg

- Vägbyggnadskostnad och underhåll= Båtnad

Vid ett positivt värde från ovanstående modell finns det båtнад för en väg medan det vid negativa siffror är lönsammast att inte bygga väg.

Kalkylmodell 3 var den nya moderniserade totala båtнадskalkylen medan modell 4 är den förenklade modellen enligt detta arbete. Kalkylmodellerna prövades på ett antal olika fall. Indata till de olika fallen valdes så att en stor spridning skulle fås på t.ex. volym per objekt, skotningsavstånd, fördelning gallring/slutavverkning, mm.

### **3.1 Produktionsbortfall i väggatan**

Genom att mark tas i anspråk av vägen förlorar man den produktion av virke som annars hade varit där. Detta leder till ett produktionsbortfall och minskade intäkter från virke. Här finns det dock olika sätt att se på problemet. Man skulle förmodligen avverka och terrängtransportera ut virke i båtнаdsområdet även om man inte bygger en skogsbilväg. Transporten i terräng ger upphov till en basväg där det kommer att köras ett antal gånger. Basvägen kan variera i storlek, men i vilket fall som helst så tas även här mark i anspråk. Basvägen blir möjligtvis inte lika omfattande som en väggata från en skogsbilväg. Om man ska räkna med produktionsbortfall i väggatan kanske man också ska räkna med produktionsbortfallet i en basväg.

Vägverket använder idag vid ersättning för intrång på skogsmark normen från 1950 som grund för ersättning. I denna norm är ingångsvärdena bonitet, kulturkostnad eller väntetid på föryngring, ålder, korrektionsfaktor, trädslagsfördelning, mm. I ersättningen ingår markvärde, för tidig avverkning och fördyrad avverkning samt storm- och torkskador. Den skog som avverkas värderas olika beroende på hur gammal den är och hur länge den har kvar till normal avverkningsålder. Rutegård och Bogghed på Lantmäteriverket håller på att uppdatera de skogliga delarna med nya data i ersättningsnormen och detta kommer troligtvis att vara klart under 2008 (Rutegård pers. medd. 2007).

Detta ingår i kalkylmodell 3 och formel för att räkna ut detta är:

$((\text{Väglängd} * \text{väggatans bredd}) / 10000) * \text{markvärde kr/ha}$

### **3.2 Produktionsökning i väggkant**

När ett bestånd blir glesare och stammarna blir mer fristående minskar konkurrensen. Det blir mer ljus och näring åt varje träd och produktionen hos det enskilda trädet ökar. Detta är precis vad som händer i en kant av en väggata där man öppnar upp beståndet.

Enligt Isomäki (1986) kan aldrig kanteffekten uppväga den produktionsförlust som uppstår i öppningen av en bred gata. Men tillväxtökningen kan väga upp en del av förlusten. Försök i både gran, tall och björk visar att den så kallade kanteffekten finns och Isomäki påvisade dess betydelse. Produktionsökningen sker främst i de träd som står närmast kanten eller maximalt 5 m in i beståndet (Isomäki 1986). En liknande studie har genomförts på äldre skog och resultatet visade en ökning i kantzonen även här (Jakobsson & Nilsson 2005). Kantträden svarar direkt och effekten har följts upp och visar att det finns en tillväxtökning i beståndskanter jämfört med beståndets inre som fortgår efter 20 år. Tillväxten sker mest i form av en ökad diametertillväxt. Bäst verkar gran svara på att en gata tas upp i beståndet (Isomäki 1986).

I studierna gjorda av Isomäki 1986 på kanteffekten i kraftledningsgator motsvarade kanteffektens ökade produktion en areal som motsvarar 4 meters bredd in i gatan. Detta är medelkanteffekten för bestånden på bägge sidor av kraftledningsgator som är mellan 10 m upp till 30 m breda. Undersökningen är gjord på både tall, gran och björk i olika åldrar.

I en annan studie gjord av Isomäki & Niemistö (1990) visade de på kanteffekten i stickvägar vid gallring. De har uppmätt en ökning av tillväxten i kanten på ungefär 25 %.

Den zon från stickvägen som de uppmätt en kanteffekt i har varit 3 m bred åt vardera hållet. Detta skulle i bästa fall innebära att 1,5 m ( $6 \text{ m} * 0,25$ ) av basvägens yta tas upp av kanteffekten. Med en basvägsbredd på 5 m blir 3,5 m kvar och borde således också räknas av vid en jämförelse mot en väggata.

I en basväg blir det markkompaktering och skador på träden i kantzonen av basvägen. Detta bidrar till en produktionsförlust på 5-10 % på kanteffekten inom 3 meter från basvägens kant (Wästerlund 1994). Om kanteffekten minskas till 17,5 % i snitt minskar kanteffekten till att ta upp ca 1 m av basvägens areal. Detta ( $6 \text{ m} * 0,175$ ) ger ett bortfall i på 4 m för en 5 m bred basväg i en båtnadskalkyl.

Produktionsbortfallet i en väggata är bredden på väggatan minus kanteffekt minus bortfallet från basväg. Förlusten räknas fram genom ett markvärde multiplicerat med den kvarvarande arealen från väggatan. Totalt bortfall i en väggata på 15 m borde då vara:  $15 \text{ m} - 4 \text{ m} - 4 \text{ m} = 7 \text{ m}$ .

Formel för att räkna ut detta visas nedan och detta ingår i kalkylmodell 3:

$((\text{Väglängd} * (\text{väggatans bredd} - 4 \text{ meter} - 4 \text{ meter}) / 10000) * \text{markvärde kr/ha})$

### **3.3 Storm- och torkskador**

Skogsbryn påverkas starkt av vinden och de får ta den största vindstyrkan. Kanter som har stått vindexponerat under lång tid klarar hårda vindar bra men nyupptagna kanter är instabila. Även gallringar eller genomhuggningar av bestånd ger en försämrad vindstabilitet (Persson 1975). Efterhand förbättras stabiliteten och efter gallring är beståndet betydligt stabilare redan efter ca 4 år med en mindre risk för stormfällning (Blomgren 2006). Vägverkets ersättning när de löser in skogsmark för storm- och torkskador grundar sig på ersättningsnormen från 1950. Denna ersättningsnorm gjordes från början för kraftindustrin och bestämmande för deras ersättning vid intrång för kraftledningsgator (Karlsson pers. medd. 2007).

Andelen skog som beräknas att drabbas av stormfällning och torkskador bygger på erfarenhetstal och uppskattningar av skador gjorda vid olika förhållanden. Med bonitet och graninblandning som ingångsdata fås ett procenttal fram. Genom att multiplicera procenttalet med den totala volym som avverkat i väggatan fås den beräknade virkesmängd ut som drabbas av storm- eller torkskador och som ska ersättas (Anon. 1950). För Bergviks del kan den virkesmängd som beräknas skadas räknas som en produktionsförlust och en minuspost i en båtnadskalkyl. I tabell 2 visas hur skadenivå för olika boniteter fås fram (Anon. 1950).

**Tabell 2.** Beräknade storm- och torkskador för olika boniteter**Table 2.** Estimated damage by wind and drying for different site productivity

Graninblandning	Skador (%)
Bonitet IV/V och bättre	
Bestånd med graninblandning mer än 70 (%)	20
Bestånd med graninblandning mer än 30 och högst 70 (%)	15
Bestånd med graninblandning högst 30 (%)	10
Bonitet V och sämre	
Bestånd oavsett graninblandning (%)	10

För att förstå boniteterna i tabell 2 finns i tabell 3 en översättning från Jonson-boniteter till ståndortsindex (Hägglund & Lundmark 2005).

**Tabell 3.** Översättning från Jonson-bonitet till ståndortsindex**Table 3.** Translation from Jonson- site productivity to site index

Trädslag	Jonsson-bonitet, klass –m <sup>3</sup> sk per ha och år							
	VIII- 1.2	VII- 1.8	VI- 2.5	V- 3.4	IV- 4.5	III- 6.0	II- 8.0	I- 10.5
Landsdel								
Tall norra Sverige		12	14	17	20	23		
Tall södra Sverige		12	14	17	21	24	26	
Gran norra Sverige		13	14	17	20	24	28	
Gran södra Sverige				17	21	25	28	32

Detta ingår i kalkylmodell 3 och formel för att räkna ut detta är:  
(volym i väggata\*skadeprocent)\*virkesvärde

### 3.4 Flexibilitet och tillgänglighet

Industrin vill idag ha ett jämt flöde av virke året runt för att minimera lager som kostar pengar och utnyttja råvaran från skogen effektivare tack vare bl.a. färskhet och mindre lagringsskador (Lindström m.fl. 1979). För att tillgodose industrin med rätt sortiment vid rätt tid ställs det högre krav än tidigare på levererat virke. Med rätt kunskap och planering kan logistiken lösas för att förse industrin med virke (Anon.f 2007).

Bärigheten är avgörande för tillgängligheten av virkesråvara. Bärigheten på en väg avgörs av vilken väggklass den tillhör. Det finns idag 4 klasser för bärighet och 4 klasser för hastigheten på vägen. Bärigheten klassas från A-D och hastigheten från 1-4 enligt nedan:



Klass A= farbar med lastbil hela året  
Klass B= farbar med lastbil hela året utom under tjällossning  
Klass C= farbar med lastbil hela året utom under tjällossning och längre regnperioder  
Klass D= farbar med lastbil enbart vintertid

Klass 1= 60 km/h  
Klass 2= 40 km/h  
Klass 3= 30 km/h  
Klass 4= 20 km/h

Det finns ytterligare en klassning som begränsar användandet på delar av det svenska allmänna vägnätet. Denna bärighetsklassning bygger på ett maximalt tillåtet axel/boggityck på 10/18 ton och maximal bruttovikt på lastbil enligt nedan:

Bk 1= 60 ton maximal bruttovikt  
Bk 2= 51,4 ton maximal bruttovikt  
Bk 3= 37 ton maximal bruttovikt

Ett bra vägnät av tjälsäkra vägar och med stor andel av årsavverkningsvolymen tillgänglig från tjälsäkra vägar ger god flexibilitet (Lindström m.fl. 1979). Är däremot en liten andel av årsavverkningsvolymen möjlig att nå från vägnätet av tjälsäkra vägar är möjligheterna att vara flexibel små. Utbyggnad av ytterligare tjälsäkra vägar kan då vara motiverat. Vid upprustning eller nybyggnation av väg beaktas valet av vägklass eftersom tjälsäker väg vill nås till så låg kostnad som möjligt och med maximal nytta (Lindström 1983). Det gäller alltså att bygga tjälsäkra vägar där de ger som mest nytta och passar in bra med det övriga vägnätet.

Skogsbruket vill klara av att leverera till minsta möjliga sammanlagda kostnad och byggnation av olika vägklasser kostar olika mycket och ger olika mycket transportbesparing. T.ex. kan man köra fortare på en klass 2 väg jämfört med en klass 4 och detta ger billigare vägtransport. Dock är klass 2 vägen dyrare att bygga.

För att skapa en uppfattning av dagens synsätt på hur flexibilitet värderas har intervjuer med väg- och skogsfolk på olika positioner och i olika organisationer genomförts. Genom att intervjua virkesköpare, drivningsledare och distriktschefer på olika företag i regionen där Bergvik Skog AB är verksam, kan en bild erhållas av hur de värderar att få tillgång till virke.

Vid ett virkesköp får en skogsägare med dåliga vägar ett lägre bud på sin avverkning jämfört med en som har bra vägar om de har likadan skog pga. högre reparationskostnader för de dåliga vägarna och dyrare drivning. Vanligt är att en okulär inspektion utförs av vägen och på så sätt skattas vägens skick. Sedan skattas eventuella kostnader för reparationer och dessa drar ned budet på objektet. Valet av vägstandard går mycket på känsla och gamla erfarenheter. Stora volymer slutavverkning som ligger i anslutning till tjälsäker väg ger en utbyggnad av tjälsäker väg till området. Även genomfartsvägar kan byggas tjälsäkert om det ger stora avverkningsvolymer och passar in bra i vägnätets framtid.

Kan virke levereras under perioder då det är svårt att få fram virke i övrigt kan det vara värt en extra leveransbonus beroende på kund. Leveransbonusar kan finnas i lite olika former och kan kallas lite olika t.ex. barmarkspremie. Genom att vägens standard anger tillgängligheten på vägen kan volymer inom vägens båtnadsområde premieras om de kan levereras under en viss period. Premien varierar

med väglagen och tiden för virkets tillgänglighet. Även beroende på vilka bonuspåslag som används inom olika regioner och över tiden varierar premien. Bestånden som avverkas måste också ha bra terrängbärighet, alternativt om väglager har lagts upp innan svåra perioder. Med detta premieringssystem kan det räknas både på nybyggnad av väg och vid upprustning av väg till högre vägstandard. En upprustning till högre standard ökar tillgängligheten till vägen och mängden virke inom vägens båtnadsområde. På så sätt kan leveransbonusar nyttjas på den volym som kan levereras på den aktuella skogsbilvägen.

Beroende på sortiment och tidsperiod varierar leveransbonusen. SCA har under perioden juni-september bonuspåslag för levererad granmassaved mellan 10 och 50 kr/m<sup>3</sup>f (Anon.b 2007). Norra Skogsägarna betalar en bonus mellan 25-40 kr/m<sup>3</sup>to för sågtimmer som levereras under perioden från augusti till 15 mars (Anon.a 2007). Detta blir vid omräkning 30,50-48,8 kr/m<sup>3</sup>fub. Här syns hur bonussystemen skiljer sig mellan olika perioder, sortiment och organisationer.

Alternativet om virke inte kan fås fram från skogen i ett jämnt flöde är att bygga upp lager före svårare perioder. Det kostar att lagra virke och det blir lagerförluster ju längre virket lagras pga. kvalitetsförluster. Kvalitetsförluster uppkommer genom tork-, svamp- och insektsskador (Wahn 2005). Lagerförluster och kostnader för lager vid industri eller terminal kanske kan användas för att skatta vad det är värt att kunna leverera virke direkt från skogen med ett jämt flöde till industri. Då kan kostnaderna för lager och lagerförluster läggas på vägbyggnad istället. Enligt Wahn (2005) var den genomsnittliga kostnaden för lagring och kvalitetsförluster 33,4 kr/m<sup>3</sup>fub. Detta kanske är mer användbart för företag med egna industrier eller försörjningsavtal eftersom leveransbonusar där inte förekommer i samma utsträckning.

Pengar som har spenderats på olika sorters vägupprustningar för att göra virke tillgängligt kanske också kan användas för att skatta värdet på virkets tillgänglighet. Detta kan göras med olika åtgärder som t.ex. grusning och ska vara åtgärder som går utöver det normala underhållet. Genom att ta fram vilka kostnader som har lagts ner för att göra virke åtkomligt i ett antal fall och vilka volymer som har körts ut kan användas för att få fram en kostnad per m<sup>3</sup>fub. Det kan vara bra att använda ett större antal fall pga. att kostnaden kan variera mycket.

Detta är möjligt att använda i kalkylmodell 3 och formel för att räkna ut detta är:  
Premie/bonus\*volym

### **3.5 Investering i fastigheten**

Att bygga en väg på sin fastighet kostar pengar och ett väl utbyggt vägnät höjer värdet på fastigheten. Tillgängligheten blir bättre och ett effektivare skogsbruk kan bedrivas. Detta leder till en vinstökning vid brukandet. LRF värderar och handlar med skogsfastigheter i Sverige och de bedömer en skogsfastighet efter hur långt terrängtransportavståndet är i de olika bestånden. Om det finns väg eller inte på fastigheten tas det ingen hänsyn till. Inte heller vägens klassning värderas trots att både byggnadskostnad och tillgängligheten påverkar värdet av fastigheten. Sveaskog säljer i dagsläget ut delar av sitt skogsinnehav till privatpersoner. Vid försäljning och värdering tar de hänsyn till om väg finns på fastigheten.

Skattemässiga förhållanden vid byggnation av skogsbilvägar ser lite olika ut beroende på vilken syn som finns på vägens brukande. Det finns två synsätt som ger olika möjligheter vid avdrag för anskaffning av markanläggning (Nilsson pers. medd. 2007). Det är gemensamma skatteregler för både fysiska och för juridiska personer (Påhlsson pers. medd. 2007).

Det första är ett värdeminskingsavdrag där avdrag görs årligen. För skogsbilvägar gäller det att avdragsutrymmet är maximalt 10 % per år av anskaffningskostnaden. Det andra synsättet ger möjlighet att göra avdrag för hela kostnaden omedelbart. Detta gäller om vägen endast är avsedd att användas en kortare tid på ett par år (Andersson. 2007). Holmen Skog har detta synsättet på de nya vägar som de bygger idag (Gunnarsson pers. medd. 2007). Annars är reparationer och underhåll på skogsbilvägar möjligt att göra avdrag för på en gång (Påhlsson pers. medd. 2007). Denna parameter ingår ej i någon kalkylmodell.

### 3.6 Slingertillägg

Vid terrängtransporter av virke är det långt ifrån alltid som den närmaste vägen som kan tas till avlägg vid väg. Enligt Thörnevall (2007) förkortas terrängtransporten med 1,3 m när 1 m väg byggs. Detta gäller vid normala terrängförhållanden just för att skogsmaskinen behöver slingra sig fram mellan hinder och annat. Vid svårare terrängförhållanden minskas terrängtransportavståndet ännu mer för varje byggd meter väg eftersom skogsmaskinen då måste ta större hänsyn till terrängen och mer omvägar för att ta sig fram. Vice versa gäller vid lättare terrängförhållanden (Lindström 1983).

Mätt avstånd på kartan och köravstånd i terrängen varierar från 10 % upp till 65 % (Lindström 1983). Avståndet beror på varifrån det uppmätta värdet kommer. Det går att mäta fågelvägen i kartan och inte ta några hänsyn till lutning och andra terrängfaktorer. Då blir slingertillägget större än om man mäter en ungefärlig dragning av basväg med hänsyn till lutning och terrängfaktorer (Wästerlund pers. medd. 2007). Detta ingår i samtliga kalkylmodeller.

**Tabell 4.** Slingertillägg beroende på terrängförhållande (Lindström 1983)

*Table 4. Winding factor depending on the terrain conditions (Lindström 1983)*

Ytstruktur	1	2	3	4	5
Tillägg (%)	10	20	35	50	65

### 3.7 Skogsbränsle

Det görs idag stora satsningar på att bygga kraftvärmeverk som ska producera värme och el (Wästerlund pers. medd. 2007). Dessa ska förses med råvara som i många fall är skogsbränsle. Det kan vara t.ex. grot, långa toppar eller stubbar. Med ett allt intensivare uttag av skogsbränsle är det värt att kalkylera med detta uttag. Uttaget är beståndsberoende och kan skattas med hjälp av SI, ålder, volym och trädslagblandning. Mängden uttagen grot varierar ungefär i storleksordningen 40-70 ton råsubstans per hektar (ha) (Pontén 2005). Enligt Sallin (2008) ligger medelvärdet på ca 40 ton grot/ha. Leveransbonusar eller premier förekommer inte idag på skogsbränslen (Ekstedt pers. medd. 2007).

Skogsbränslen kräver mycket volym och det är svårt att få fullt tonnage vid skogsbränslekörning. Vid terrängtransport får en grotkotare med sig ca 8 ton/lass (Pettersson 2006). Det är därmed ganska dyrt och bör vid vägbyggnad ge en tämligen stor transportbesparing. Även lastbilstransporten blir dyrare då lastkapaciteten i ton inte kan nyttjas till fullo. Ungefär 25 ton grot per lass får dagens lastbilar med sig (Wästerlund pers. medd. 2007). Bergvik Skog AB avser att ta ut skogsbränsle vid slutavverkning men inga uttag i gallring. Detta pga. risken för en tillväxtförlust som kan fås vid uttag av grot i gallring (Carlsson pers. medd. 2007). Vid transport av grot visas nedan de antagna kostnader som har fått fram efter att ha varit i kontakt med bl.a. Sydved Energileveranser, Norra skogsägarna och Skogforsk.

Terrängtransport av lösgröt (skotning): 75 kr/ton och km

För kostnaden vid vidaretransport med flisbil av flisad gröt används siffror från Skogforsk på 0,015 kr/m<sup>3</sup>s och 100 m enkel väg (Svensson pers. medd. 2008) och då antas kostnaden för tur och returresa vara 0,03 kr/m<sup>3</sup>s och 100 m. Omräknat till ton och km blir ovanstående kostnad 2 kr/ton och km. Då används en volymvikt på 150 kg/m<sup>3</sup>s för gröt (Pettersson 2006).

Vägtransport av flisad gröt:  $(0,03/0,15)*10 = 2$  kr/ton och km

Formel för att räkna ut detta är nästan samma som för rundvirke fast med andra kostnader som kan ses ovan. Denna parameter ingår i kalkylmodell 3.

Kostnader i nuvärde utan väg för skogsbränsle  
 $(\text{volym} * (1 / (1 + \text{kalkylränta})^{\text{utkörningsår}})) * ((\text{terrängtransportavstånd} * \text{slingerfaktor}) * \text{terrängtransportkostnad}) =$  kostnader i nuvärde utan väg för skogsbränsle

För modell 2 görs en likadan beräkning för varje bestånd som kan huggas vid olika tidpunkter och med olika avstånd och volymer.

Kostnader i nuvärde med väg för skogsbränsle  
 $(\text{volym} * (1 / (1 + \text{kalkylränta})^{\text{utkörningsår}})) * (((\text{terrängtransportavstånd för skogsbränsle med väg} * \text{slingerfaktor}) * \text{terrängtransportkostnad}) + (\text{vägtransportavstånd} * \text{vägtransportkostnad})) =$  kostnader i nuvärde med väg för skogsbränsle

### **3.8 Transport vid skötsel**

Under ett bestånds omloppstid kommer det att genomföras ett antal åtgärder som t.ex. markberedning, plantering, röjning, mm. Alla dessa skötselåtgärder ger upphov till transporter till och från bestånd till fots eller med maskin (Filipsson 2001). I ”Kalkyleringsteknik vid vägnätsplanering” från Skogsstyrelsen finns tabeller med gångtider per km vid olika terrängförhållanden. Det är dock effektivare att förflytta personal och utrustning på väg både med avseende på kostnad och energiåtgång (Filipsson 2001). Det innebär att det finns en transportbesparing att göra genom att förkorta avståndet till objektet och det är följaktligen en nytta som en väg skulle bidra med.

För transporter i kalkylerna används beteckningen förflyttning per dagsverke (dv) vilket kan ses som förflyttningar antingen per dagsverke eller per skift. Med förflyttningar menas att en förflyttning är en enkel transport. Förflyttning tur och retur mellan bestånd och väg räknas som 2 förflyttningar.

Detta ingår i kalkylmodell 3 och formeln som har använts för detta är:

$(((\text{objektets storlek/produktivitet per dagsverke}) * \text{antal transporter per dagsverke})) * ((\text{transportavstånd före väg} * \text{slingertillägg}) * \text{gånghastighet}) * \text{timkostnad} * (1 / (1 + \text{kalkylränta})^{\text{år för åtgärd}}) =$  kostnad för förflyttning före väg

Detta jämförs med kostnad för förflyttning med väg för de olika objekten.

$(((\text{objektets storlek/produktivitet per dagsverke}) * \text{antal transporter per dagsverke})) * ((\text{transportavstånd med väg} * \text{slingertillägg}) * \text{gånghastighet}) * \text{timkostnad} * (1 / (1 + \text{kalkylränta})^{\text{år för åtgärd}}) =$  kostnad för förflyttning efter väg. I 3.9, 3.10 och i 3.12 används i stort sett samma formel fast med olika kostnader och prestationer.

### **3.9 Transportbesparing för skördare**

Även skördaren är ut till depå vid väg ett antal gånger per objekt. Det kan vara service, tankning, förarbyte, mm. Förflyttning av maskinen i terräng går relativt sakta och är kostsamt. Kan denna sträcka förkortas är det en besparing och nytta som vägen bidrar med. I kalkylerna antas att skördaren är tillbaka till depå en gång per dygn i snitt.

### **3.10 Markberedning**

Markberedning utförs på 21 400 ha per år på Bergviks marker (Anon. 2007. c). Med en kortare terrängtransport för markberedare mellan objekt och väg kan kostnaderna minska. Förkortningen av transportavstånd ger en besparing som kan ingå som en pluspost i en båtnadskalkyl. I kalkylen antas att produktiviteten ligger på 0,7 ha i timmen för markberedning. Kostnaden för markberedning antas idag vara på 900 kr/h. Här antas att maskinen är tillbaka vid depå en gång per 8 timmar i snitt.

### **3.11 Gödsling**

Skog-CAN heter ett gödsel som används inom skogsbruket. Det innehåller 27,4 % kväve och man sprider normalt ca 150 kg kväve/ha. Detta innebär att det sprids ca 550 kg skog-CAN gödsel/ha (Malm 2000). Det finns i princip 2 system för att sprida gödsel inom storskogsbruket och det är antingen med traktor av någon form eller med helikopter. Vid gödselspridning med ombyggd skotare kan ca 50 ha gödglas per dag (Anon. 2007. d). Men produktiviteten varierar mycket beroende på terrängen (Malm pers. medd. 2007).

Bergvik gödslar idag 11 900 ha/år och i norra Sverige gödslar Bergvik i 2 omgångar med ca 8-10 års mellanrum. I södra Sverige använder sig Bergvik av 3 gödslingsomgångar (Carlsson pers. medd. 2007).

Skogforsk har påvisat lönsamheten för gödsling med en internränta på 15 % vid engångsgödsling före slutavverkning. Vid normala förhållanden och gödslingar med 8 års mellanrum når man en internränta på 5,6 % (Jacobsson & Pettersson 2003). Idag är det dock kraftigt stigande gödselpriser. Detta kan i sin tur påverka uttaget av grot eftersom kväve följer med vid grotuttag och måste kompenseras (Carlsson pers. medd. 2007).

Antagna värden i kalkylmodellerna för gödsling kommer att vara möjliga att variera. För att kunna räkna på gödslingen har Skogens Gödslings AB delgivit siffror på sina maskiner, produktivitet, mm. De använder ombyggda skotare som lastar mellan 4-7 ton gödsel. Körhastigheten och timkostnad är jämförbar med en vanlig skotare. Maskinen sprider gödsel ca 20 m åt båda sidorna och arbetar sig fram i varannan stickväg. Varje ha tar ungefär 15 minuter vid goda förhållanden men det kan ta en timme per ha vid sämre förhållanden (Malm pers. medd. 2007).

Denna parameter ingår i kalkylmodell 3. Den formel som har använts är:

$$(\text{objektets storlek/produktivitet per lass}) * ((\text{transportavstånd med(eller utan) väg} * \text{slingertillägg}) * \text{körhastighet}) * \text{timkostnad} * (1 / (1 + \text{kalkylränta})^{\text{år för åtgärd}}) = \text{kostnad för gödsling med eller utan väg}$$

### **3.12 Skogsvård**

Skogsvården gynnas av en utbyggnad av vägnätet genom att den allmänna aktiviteten i skogen ökar. Det blir enklare att genomföra rätt åtgärd vid rätt tid (Filipsson. 2001). Både personal och utrustning som t.ex. plantor, röjsågar och drivmedel ska transporteras mellan bilväg och beståndet där åtgärden ska utföras. Med en utbyggnad av väg förkortas terrängtransportavståndet och tiden för förflyttning. Personal kan precis som maskiner inte förflytta sig rakt i terrängen utan måste väja för hinder, mm.

Detta extra terrängtransportavstånd läggs till och kallas slingertillägg. Hur rakt och snabbt personal kan förflytta sig i terrängen beror på terrängförhållanden och visas i tabell 5 (Lindström 1983).

**Tabell 5.** Gångtider per km beroende på terrängförhållande

*Table 5. Walking time per km depending on the terrain conditions*

Ytstruktur	1	2	3	4	5
Min/km	15	19	23	27	31
Km/h	4	3,2	2,6	2,2	1,9

I modellen under skogsvård kan åtgärderna vara plantering, röjning, underröjning eller någon annan åtgärd där man kan fylla i en produktivitet per dagsverke beroende på åtgärd. Dagsverket för en normal erfaren röjare antas vara 1 ha/dag. Produktiviteten kommer dock att vara variabel precis som alla andra prestationer och detsamma gäller vid plantering.

### 3.13 Planttransport

Alla transporter berörs av en vägutbyggnad så även planttransporter. Utkörningen av plantor kan ske med hjälp av en mängd olika fordon som t.ex. fyrhjuling med vagn eller miniskotare. Kostnaden, lastförmågan och hastigheten varierar med fordon och terrängförhållanden.

Det är möjligt att använda sig av denna i kalkylmodell 3 och formeln som har använts för att ta fram detta är:

$((\text{Plantantal per ha} \cdot \text{areal}) \cdot \text{transportavstånd}) \cdot \text{transportkostnad} \cdot (1 / (1 + \text{kalkylränta}))^{\text{år för åtgärd}}$

### 3.14 Beredskapsnytta

Nyttor för att snabbt kunna använda vägar kan plötsligt uppstå vid storm, brand, olyckor, maskinservice, mm. Chansen att stoppa en skogsbrand borde vara större vid ett bättre utbyggt vägnät. Även vid andra oförutsedda händelser som t.ex. storm mm. nyttjas vägar och minskar kostnaderna för att ta hand om virke, skadad personal eller flytta maskiner. Om det skulle inträffa maskinhaveri är det lättare, snabbare och därmed billigare att åtgärda om det händer nära väg.

Länsförsäkringar har hand om försäkringar till många skogfastigheter och de ger idag ingen lägre försäkringskostnad om det finns väg på skogfastigheten. De grundar försäkringspremien på areal produktiv mark och värde. Riskanalyser görs inte på fastighetsnivå av försäkringsbolag utan i större områden. Det är idag billigare att teckna försäkring i norra delen av Sverige jämfört med södra delen av landet. Inte heller de andra försäkringsbolagen Folksam, Trygg-Hansa som tillfrågades hade någon premie för skogsbilväg. Denna parameter ingår ej i någon kalkylmodell.

### 3.15 Jakt

Jägare borde vara beredda att betala ett högre arrende för mark som har bra tillgänglighet med bra vägar under stora delar av året. Men för att skatta detta krävs antingen en jämförelse mellan liknande områden med olika mycket väg eller en enkätundersökning. Det är mycket arbete och hinns inte med inom ramen för detta examensarbete. Men ett antagande är att det handlar om låga belopp. Denna parameter ingår ej i någon kalkylmodell.

### **3.16 Terrängförhållanden och maskinkostnad**

Formel för att beräkna kostnad för terrängtransport per m<sup>3</sup> och km (Larsson 1992) är:

$$C=(MK/Q)*V*2$$

Där:

C= undervägs kostnad (kr/m<sup>3</sup> och km)

MK= timpris för skogsmaskin (kr/h)

Q= skogsmaskinens lastkapacitet (m<sup>3</sup>)

V= maskinhastighet omräknat till h/km ( $1/(v*0,06)$ )

v= maskinhastighet (m/min)

### **3.17 Den nya modellen**

Efter mycket insamling av data om ovanstående parametrar och åsikter från olika håll i olika branscher kan en så anpassad modell som möjligt börja konstrueras.

Modellen byggdes i Excel och kommer att innehålla ett antal olika alternativ för vägar. Kostnader och prestationer är antagna värden där efter kontakt med kunniga personer om vad som kan vara ungefärliga värden. Dessa värden behövs för att kunna räkna med modellerna och göra jämförelser. I den färdiga Excel-modellen kommer de celler som ska fyllas i kommer att markeras med en tydlig svart ram runt. Inga celler är vara låsta utan det ska finnas möjlighet att ändra på alla parametrar för att kunna anpassa modellen efter behov. Det finns även möjlighet att lägga till en extra kostnad vid vägbyggnation för situationer som kräver kostsamma åtgärder t.ex. brobygge eller en extra stor vägtrumma.

Den förenklade modell 4 kommer att innehålla de parametrar som påverkar mest i en kalkyl. Efter utvärdering av den totala kalkylmodellen med alla parametrar kan en del parametrar kanske uteslutas för att skapa en förenklad modell. Därefter kan jämförelser mellan de olika modellerna göras för att påvisa skillnader i resultat vid olika fall.

Här kommer en kort översikt av de fallen som kalkylmodellerna provas på. I fall 1 avverkas ett bestånd som sedan markbereds, planteras och röjs. Kalkyltiden var 10 år. I fall 2 avverkas flera olika bestånd vid olika tidpunkter. Det tas även ut skogsbränsle i bestånden och därefter markbereds, planteras och röjs bestånden. Även här var kalkyltiden 10 år. Fall 3 består av fyra olika bestånd som avverkas och gallras vid olika tidpunkter. I några av bestånden tas skogsbränsle ut och i andra gödslas det. Markberedning, plantering och röjning är andra faktorer som räknas under den 20 år långa kalkyltiden i fall 3. Fall 4 har lång kalkyltid på 30 år och består av nio bestånd. Dessa avverkas, gallras, markbereds, planteras, röjs och gödslas. Skogsbränsle tas även ut i några bestånd.

## 4 RESULTAT

### 4.1 Effekt av olika parametrar i gamla kalkylmodellen

I figur 1 visas resultat av beräkningar i kalkylmodell 1 och 2 som ska motsvara äldre modeller. Detta för att visa hur parametrarna som ingår i äldre kalkyler påverkar i fall 1 och fall 2.

I fall 1 beräknas båtnaden på ett enda stort objekt som avverkas som en enhet. Ingångsdata visas i tabell 6.

**Tabell 6.** Ingångsdata till fall 1 i kalkylmodell 1

*Table 6. Input data from case 1 into calculation model 1*

<b>Ingångsdata för vägbåtnad</b>	<b>Värde</b>
Terrängtransport före (m)	800
Terrängtransport efter (m)	200
Vägbyggnad (m)	600
Vägbyggnadskostnad (kr/m)	80
Underhållskostnad: (kr/m)	5
Volym (m <sup>3</sup> fub)	5000
År volymen faller ut	2
Ränta (%)	5
Slingerfaktor	1,2
Kalkyltid (år)	10
Kostnad för terrängtransport (kr/m <sup>3</sup> fub och km)	20
Kostnad för vägtransport (kr/m <sup>3</sup> fub och km)	0,25

I fall 2 baseras båtnaden på 4 olika bestånd som avverkas vid olika tidpunkter. Ingångsdata till fall 2 visas i tabell 7.

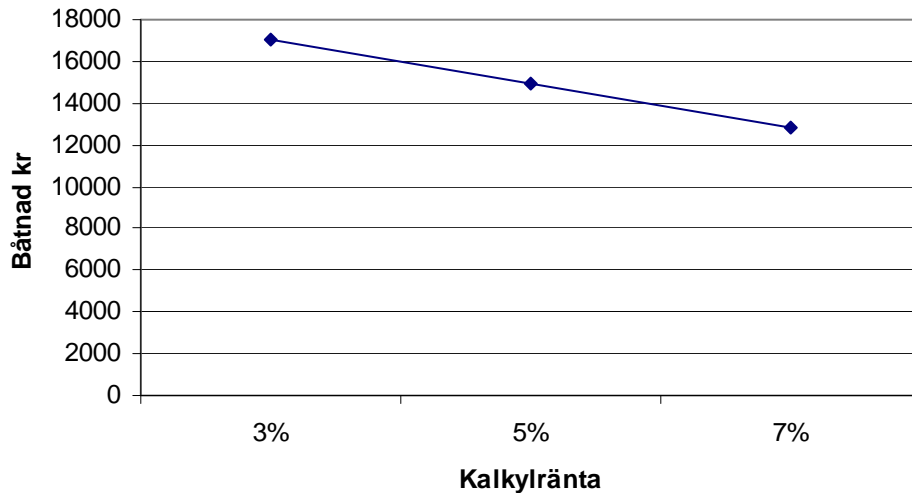


**Tabell 7.** Ingångsdata till fall 2 i kalkylmodell 2*Table 7. Input data from case 2 into calculation model 2*

<b>Ingångsdata för vägbåtnad</b>	<b>Värde</b>
Terrängtransport före avd 1 (m)	600
Terrängtransport efter avd 1 (m)	200
Vägtransportavstånd avd 1 (m)	600
Volym avd 1 (m <sup>3</sup> fub)	900
År volymen faller ut	7
Terrängtransport före avd 2 (m)	1200
Terrängtransport efter avd 2 (m)	300
Vägtransportavstånd avd 2 (m)	800
Volym avd 2 (m <sup>3</sup> fub)	2400
År volymen faller ut	2
Terrängtransport före avd 3 (m)	500
Terrängtransport efter avd 3 (m)	200
Vägtransportavstånd avd 3 (m)	500
Volym avd 3 (m <sup>3</sup> fub)	600
År volymen faller ut	10
Terrängtransport före avd 4 (m)	1300
Terrängtransport efter avd 4 (m)	300
Vägtransportavstånd avd 4 (m)	800
Volym avd 4 (m <sup>3</sup> fub)	1900
År volymen faller ut	5
Vägbyggnad (m)	800
Vägbyggnadskostnad (kr/m)	80
Underhållskostnad: (kr/m)	5
Slingerfaktor	1,2
Ränta (%)	5
Kalkyltid (år)	10
Kostnad för terrängtransport (kr/m <sup>3</sup> fub och km)	20
Kostnad för vägtransport (kr/m <sup>3</sup> fub och km)	0,25

## 4.2 Resultat fall 1

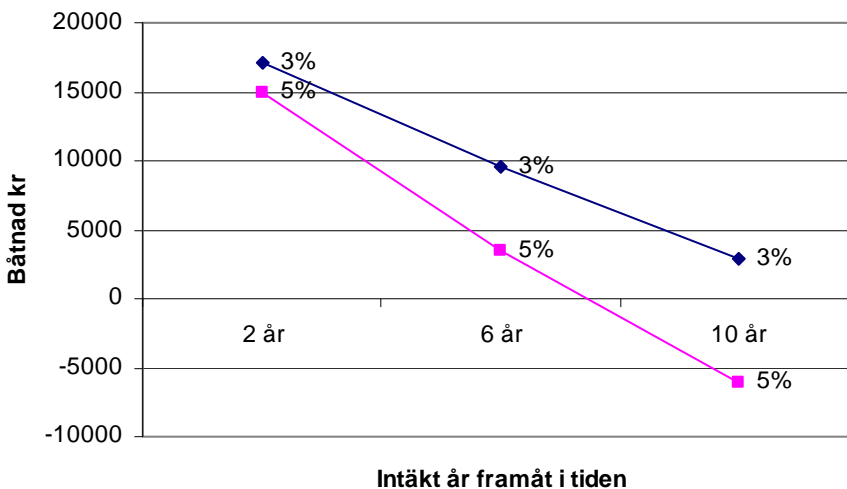
Fall 1 kördes med ingångsdata ur tabell 6 i kalkylmodell 1 i bilaga 1 och med dessa ingångsdata visar kalkylen att det är lönsamt att bygga vägen. Båtnaden är 14 898 kr men med en annan ränta ändras siffrorna snabbt. Vid 3 % ränta ökar båtnaden till 17 046 kr och med en ränta på 7 % visar resultatet fortfarande att det är lönsamt att bygga vägen men båtnaden minskar till 12 817 kr.



**Figur 1.** Båtnad vid olika kalkylräntor för fall 1.

*Figure 1. Forest road cost estimations at different interest rates in case 1.*

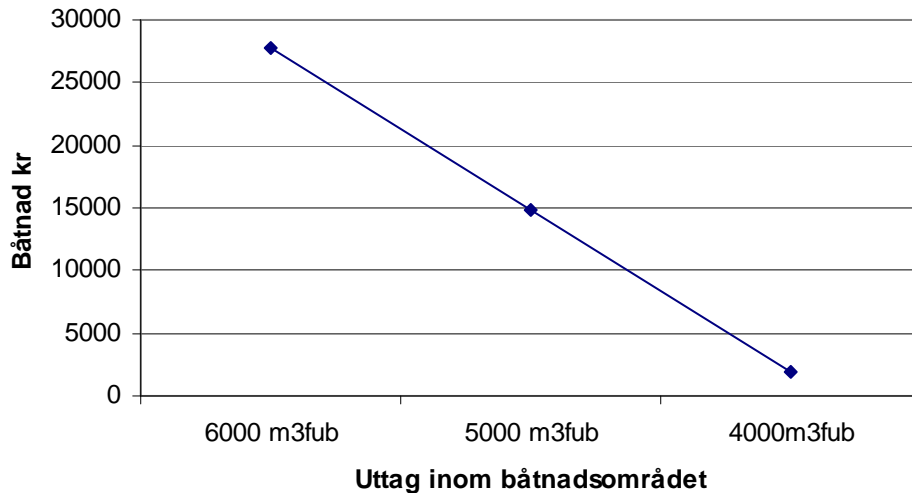
När i tiden en avverkning sker är också viktigt för kalkylen. Eftersom intäkter från avverkningar i framtiden diskonteras tillbaka blir intäkterna mindre värda desto längre fram i tiden som de ligger. Vid lägre räntenivåer påverkas inte nuvärdet lika mycket av tidsfaktorn som om man har en högre ränta. I figur 2 visas resultatet av två fall med olika räntor där en intäkt fallit ut vid olika tidpunkter.



**Figur 2.** Båtnad vid olika kalkylräntor och tidpunkt för intäkt för fall 1.

*Figure 2. Forest road cost estimations at different interest rates and time of income in case 1.*

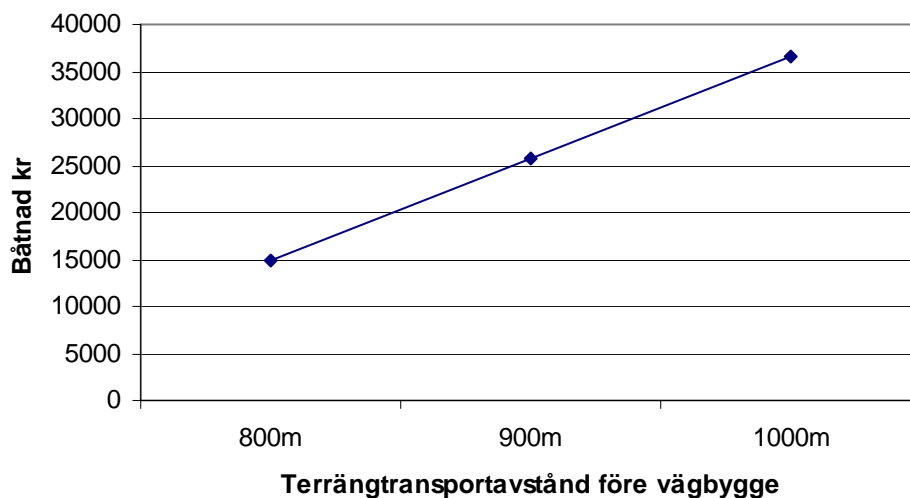
Volymen är en annan viktig parameter som påverkar mycket i kalkylen vilket visas i figur 3. Ökas den totala uttagsvolymen till 6 000 m<sup>3</sup>fub ökar båtnaden till 27 845 kr och vid 4 000 m<sup>3</sup>fub visar båtnaden att det är precis så att det lönar sig att bygga vägen. Resultatet blir då 1 950 kr.



**Figur 3.** Båtnad vid olika uttag i båtnadsområdet för fall 1.

*Figure 3.* Forest road cost estimations at different cutting volumes within the area in case 1.

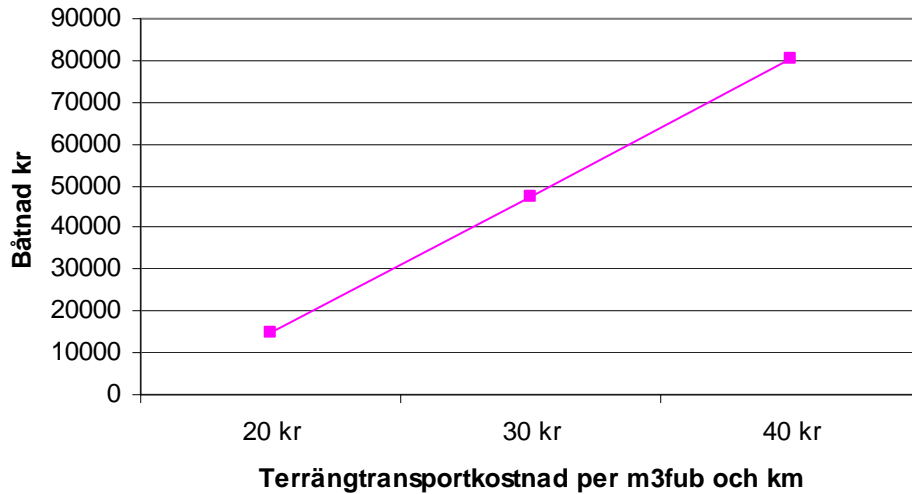
Terrängtransport av virke är kostsamt om man jämför mot vägtransport och det visar sig i kalkylen. Ändras terrängtransportavståndet till 1 000 m innan vägbygge från det ursprungliga exemplet visar det sig att lönsamheten att bygga väg blir större. Från att ha haft en båtnad på 14 898 kr ökar det nu båtnaden till hela 36 666 kr.



**Figur 4.** Båtnad vid olika terrängtransportavstånd före vägbyggnad för fall 1.

*Figure 4.* Forest road cost estimations at different terrain transport distance before building the road in case 1.

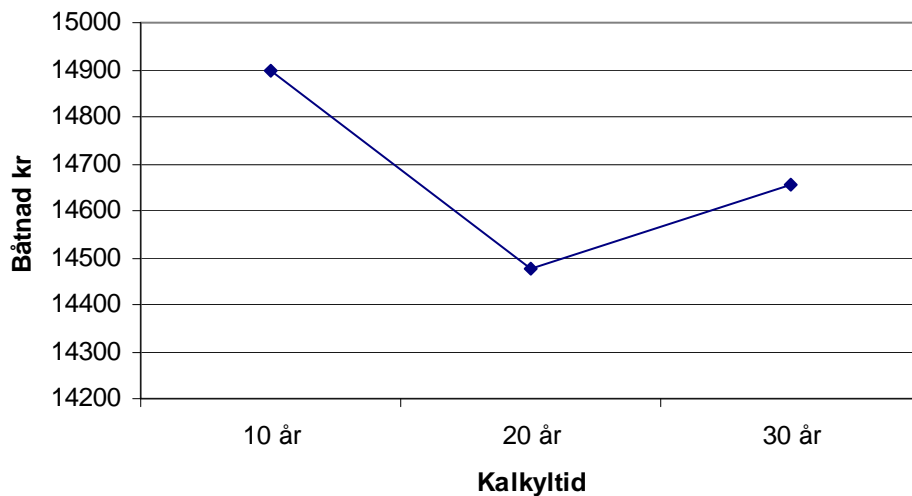
Kostnaden för terrängtransport är beroende av produktiviteten och vid svårare terrängförhållanden minskar maskinens hastighet och lasstorlek samt att körsträckan ökar. Detta leder till en minskad produktivitet och en ökad kostnad för terrängtransporten och det blir således mer lönsamt att bygga väg vid svårare terrängförhållanden (Filipsson 1988). I figur 5 visas 3 olika kostnadsnivåer för terrängtransport och hur detta påverkar båtnaden.



**Figur 5.** Båtnad vid olika kostnad för terrängtransport för fall 1.

*Figure 5.* Forest road cost estimations at different terrain transport costs in case 1.

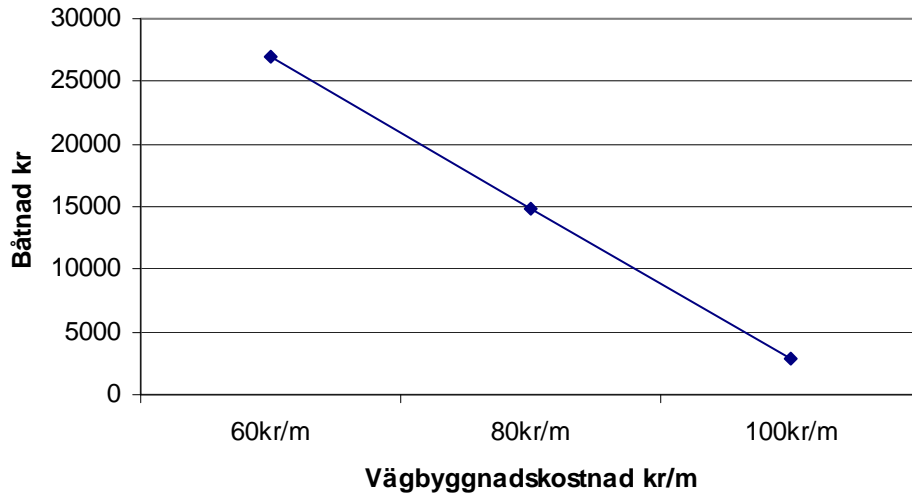
Kalkyltiden är vägens beräknade livslängd. Vid byggnationer av vägar i olika klasser används olika kalkyltider. Vanligtvis har en väg av bättre klass en längre kalkyltid. Genom att använda en längre kalkyltid kommer fler alternativ in och påverkar kalkylen. Dessa alternativ kan påverka vägens dragning eller klass och kan ge en större vinst (Anon. 1983). I figur 6 varieras kalkyltiden för att visa hur det påverkar. Här ligger alla nyttor vägen bidrar till under den första 10-års perioden.



**Figur 6.** Båtnad vid olika kalkyltider för fall 1.

*Figure 6.* Forest road cost estimation at different calculation time in case 1.

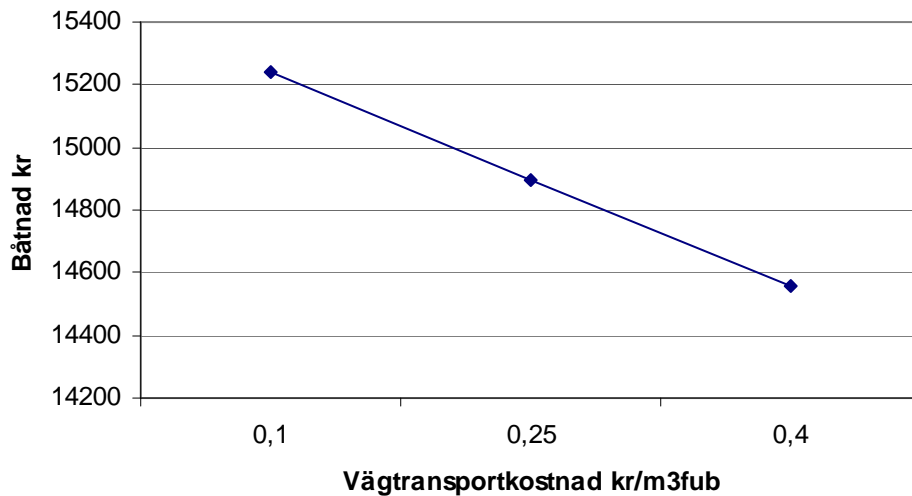
Kostnaden för att bygga väg anges vanligtvis per löpmeter. Med detta menas kostnaden för att bygga 1 meter väg i längdriktningen och hela vägens bredd. I figur 7 visas hur kostnaden för vägbyggnad påverkar i kalkylmodellen.



**Figur 7.** Båtnad vid olika kostnader för vägbyggnad för fall 1.

*Figure 7.* Forest road cost estimation at different costs for road constructions in case 1.

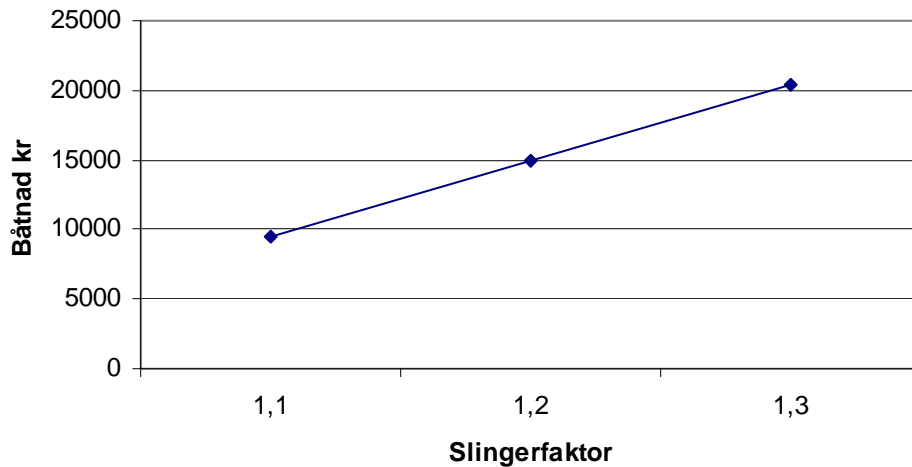
Kostnaden för att köra virke på skogsbilväg är väsentligt lägre jämfört med terrängtransport. Kostnaden per m<sup>3</sup>fub och km är liten och i figur 8 visas hur båtnaden påverkas vid olika kostnader för vägtransport.



**Figur 8.** Båtnad vid olika kostnader för vägtransport för fall 1.

*Figure 8.* Forest road cost estimation at different costs for road transport in case 1.

Eftersom terrängtransporten är kostsam slår valet av slingerfaktor hårt i kalkylen. För att välja rätt slingerfaktor är det viktigt att klargöra på vilket sätt som terrängtransportavståndet ska mätas. I figur 9 visas hur båtnaden varierar beroende på slingerfaktor i kalkylmodell 1 med ingångsdata från tabell 6.



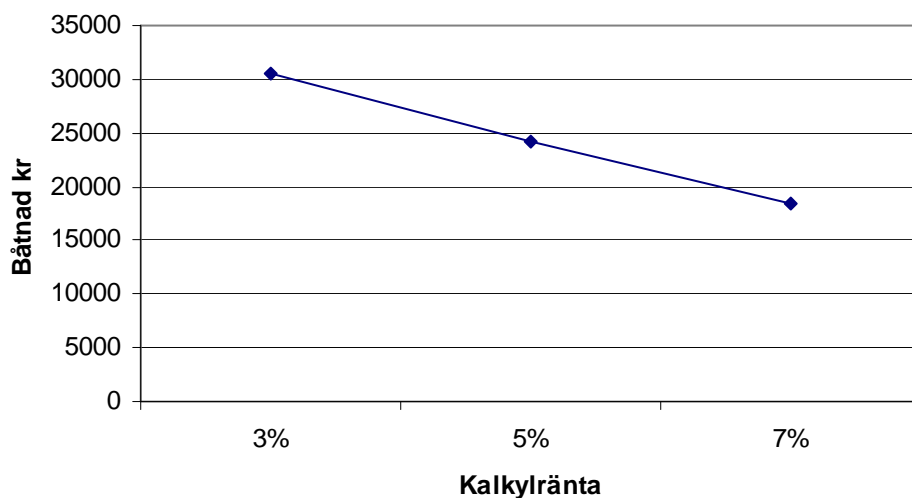
**Figur 9.** Båtnad vid olika slingerfaktor för fall 1.

*Figure 9.* Forest road cost estimations at different winding factor in case 1.

### 4.3 Resultat fall 2

Ingångsdata i tabell 37 sattes in i modell 2 för att prova effekten av de olika bestånden och tidpunkterna som avverkningarna enligt det fallet ska ske. Modellen redovisas i bilaga 2.

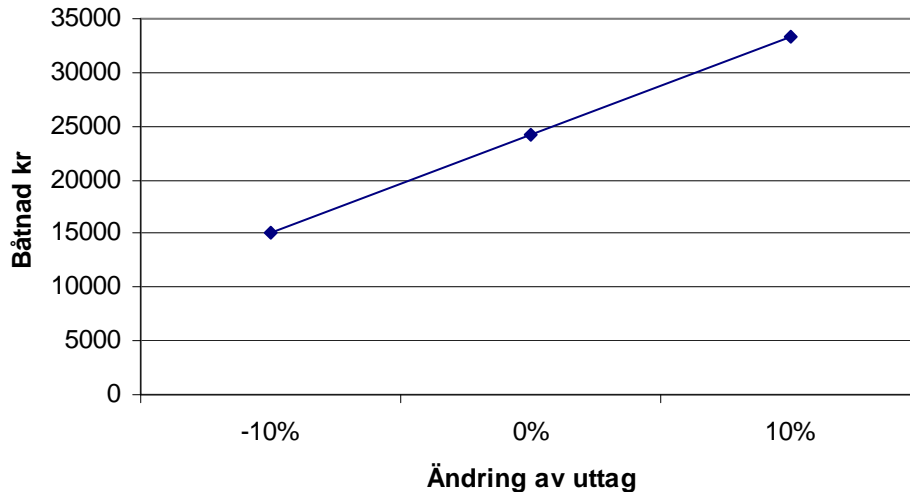
Från utgångsläget med 5 % ränta och en båtnad på 24 211 kr sjunker båtnaden när räntan stiger. Vid 7 % ränta är båtnaden 18 522 kr och marginalerna för att bygga väg sjunker. Om räntan istället sjunker till 3 % ökar båtnaden till 30 517 kr.



**Figur 10.** Båtnad vid olika kalkylränta för fall 2.

*Figure 10.* Forest road cost estimation at different interest rate in case 2.

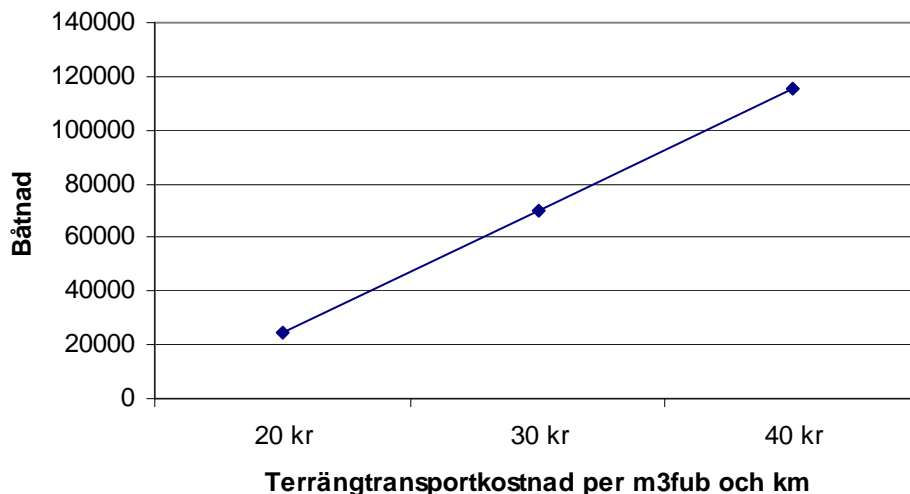
Resultatet visar att med ingångsvärdena i basalternativet blir båtnaden 24 211 kr och sänks uttagsvolymen med 10 % sjunker båtnaden till 15 144 kr. Ökas däremot uttagsvolymen med 10 % blir båtnaden 33 277 kr.



**Figur 11.** Båtnad vid ändring av uttaget för fall 2.

*Figure 11.* Forest road cost estimation when changing the cutting volume in case 2.

Kostnaden för terrängtransport av virke varierades mellan 20 och 40 kr/m<sup>3</sup>fub och km enligt figur 12 för att påvisa hur det påverkar utfallet i kalkylmodellen. Med en kostnad för terrängtransport på 20 kr/m<sup>3</sup>fub och km blev båtnaden 24 211 kr. Ökades kostnaden till 40 kr/m<sup>3</sup>fub och km ökades också båtnaden till hela 115 752 kr. Således hade kostnaden för terrängtransporten mycket stor betydelse för båtnaden.



**Figur 12.** Båtnad vid olika kostnader för terrängtransport för fall 2.

*Figure 12.* Forest road estimation at different costs for terrain transport in case 2.

#### 4.4 Effekt av olika parametrar i nya kalkylmodellen

För att testa den nykonstruerade kalkylmodell 3 och jämföra mot en enklare äldre kalkyl som modell 1 och 2 genomförs ett flertal simuleringar med olika fall. Den nya modellen inkluderar ett antal nya parametrar som har lyckats inkluderas i en båtnadskalkyl. I fortsättningen kommer denna modell kallas för en ny total kalkylmodell. De parametrar som är inkluderade är bl.a. skogsbränsle,

maskinförflyttningar, skogsvård, gödsling, produktionsförlust i väggata, produktionsökning i väggata och dessa har vägts in i den nya båtnadskalkylen. Det blir en mer komplex men också verkligare bild av de nyttor och kostnader som en väg bidrar med.

#### 4.5 Ny kalkylmodell med fall 1 och 2

Här användes fall 1 och 2 i den nya totala modell 3 som innehåller ett antal nya parametrar och de äldre modellerna 1 och 2. Indata till fall 1 visas i tabell 8.

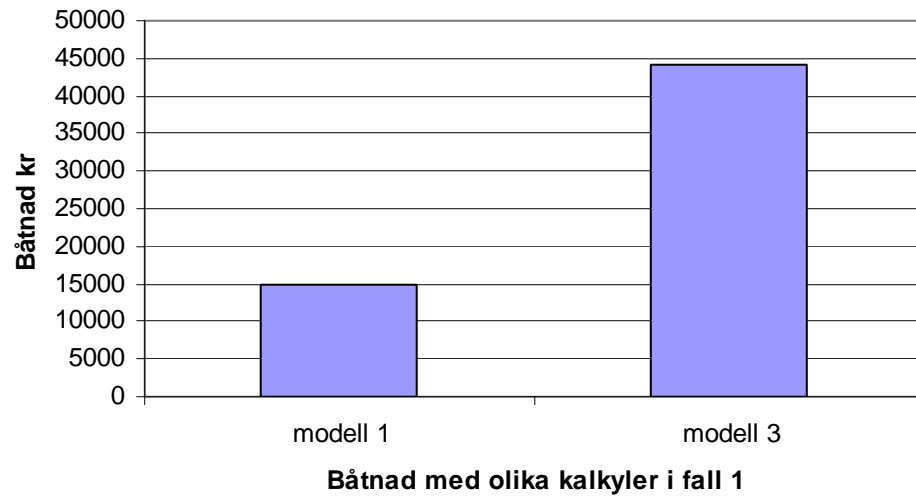
**Tabell 8.** Ingångsdata till nya kalkylmodell 3

**Table 8.** Input data into new calculation model 3

Ingångsdata för vägbåtnad	Värde
Vägbyggnad (m)	600
Vägbyggnadskostnad (kr/m)	80
Underhållskostnad: (kr/m och år)	0,5
Ränta (%)	5
Kalkyltid (år)	10
Virkesvärde (kr/m <sup>3</sup> fub)	350
Granandel och bonitet	>30 % SI 17+
Markvärde/ha (kr/ha)	5000
Slingerfaktor	1,2
<b>Beståndsdata</b>	
Terrängtransport före avd 1 (m)	800
Terrängtransport efter avd 1 (m)	200
Vägtransportavstånd avd 1 (m)	600
Areal avd. 1 (ha)	20
Volym avd 1 (m <sup>3</sup> fub)	5000
Skogsbränsleuttag (ton)	600
År volymen faller ut	2
<b>Markberedning</b>	
Prestation mb (ha/h)	0,7
Förflyttnings hastighet (km/h)	4
Förflyttning/dv	2
Tim kostnad markberedning (kr/h)	900
<b>Skogsvård</b>	
Prestation skogsvård (ha/dv)	1
Förflyttning/dv	2
Gånghastighet (km/h)	2,6
Plantor/ha (st/ha)	2200
Planttransportkostnad terräng (kr/planta)	0,025
Timkostnad skogsvård (kr/h)	160
<b>Maskiner och transporter</b>	
Produktivitet skördare i SA (m <sup>3</sup> fub/h)	24
Timkostnad SA-skördare (kr/h)	950
Produktivitet skördare i GA (m <sup>3</sup> fub/h)	12
Timkostnad GA-skördare (kr/h)	650
Förflyttning/dv	1
Hastighet skördare (km/h)	3
Kostnad för terrängtransport av virke (kr/m <sup>3</sup> fub och km)	20
Kostnad för terrängtransport av grot (kr/ton och km)	75
Kostnad för vägtransport av grot (kr/ton och km)	2
Kostnad för vägtransport av virke (kr/m <sup>3</sup> fub och km)	0,25

För fall 1 tillkom det nu ett antal moment i kalkylen jämfört med de äldre kalkylerna så som bl.a. maskinförflyttningar. Även markberedning räknas in i kalkylen och utförs året efter avverkning på hela arealen som har avverkat. Plantering och planttransport sker året efter markberedning. Även skogsbränsleuttag görs. Skillnaderna i båtnad mellan den gamla och nya modellen visas i figur 13. Med den gamla modellen fås en båtnad på 14 784 kr och med den nya fås en båtnad på 44 191 kr.





**Figur 13.** Båtnad med kalkylmodell 1 och 3 för fall 1.

*Figure 13.* Forest road estimation with calculation models 1 and 3 for case 1.

## Fall 2

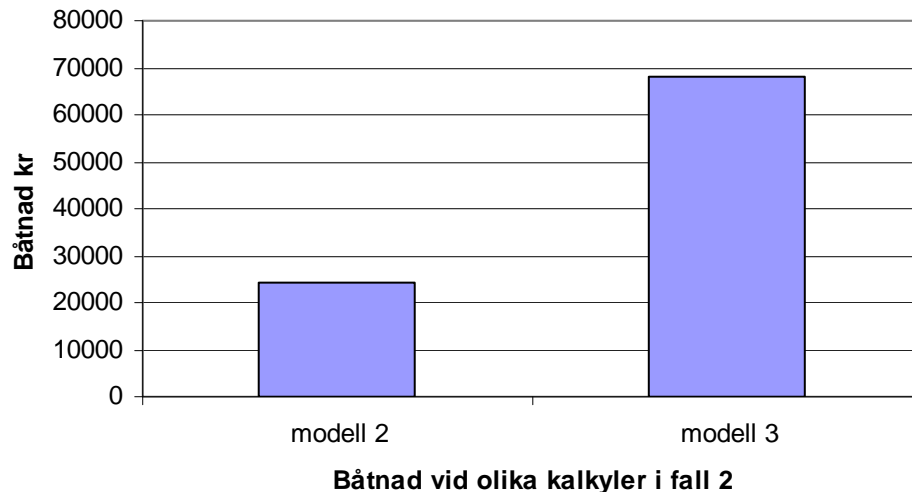
För fall 2 används samma kostnader och prestationer som redovisades i tabell 8 för fall 1.

**Tabell 9.** Ingångsdata till ny kalkylmodell 3

*Table 9. Input data into new calculation model 3*

<b>Ingångsdata för vägbåtnad</b>	<b>Värde</b>
Vägbyggnad (m)	600
Vägbyggnadskostnad (kr/m)	80
Underhållskostnad: (kr/m och år)	0,5
Ränta (%)	5
Kalkyltid (år)	10
Virkesvärde (kr/m <sup>3</sup> fub)	350
Granandel och bonitet	>30 % SI 17+
Markvärde/ha (kr/ha)	5000
Slingerfaktor	1,2
<b>Beståndsdata</b>	
Terrängtransport före avd 1 (m)	600
Terrängtransport efter avd 1 (m)	200
Vägtransportavstånd avd 1 (m)	600
Areal avd. 1 (ha)	4
Volym avd 1 (m <sup>3</sup> fub)	900
Skogsbränsleuttag (ton/ha)	30
År volymen faller ut	7
Terrängtransport före avd 2 (m)	1200
Terrängtransport efter avd 2 (m)	300
Vägtransportavstånd avd 2 (m)	800
Areal avd. 2 (ha)	10
Volym avd 2 (m <sup>3</sup> fub)	2400
Skogsbränsleuttag (ton/ha)	30
År volymen faller ut	2
Terrängtransport före avd 3 (m)	500
Terrängtransport efter avd 3 (m)	200
Vägtransportavstånd avd 3 (m)	500
Areal avd. 3 (ha)	2,5
Volym avd 3 (m <sup>3</sup> fub)	600
År volymen faller ut	10
Terrängtransport före avd 4 (m)	1300
Terrängtransport efter avd 4 (m)	300
Vägtransportavstånd avd 4 (m)	800
Areal avd. 4 (ha)	8
Volym avd 4 (m <sup>3</sup> fub)	1900
Skogsbränsleuttag (ton/ha)	30
År volymen faller ut	5

Liksom i fall 1 tillkom det i fall 2 flera nya moment i kalkylmodell 3. Markberedningen utförs på hela arealen året efter avverkning. Plantering och planttransport sker året efter markberedning. Båtnaden med den gamla modell 2 respektive nya modell 3 är 24 211 kr mot 68 243 kr, vilket visas i figur 14.



**Figur 14.** Båtnad med kalkylmodell 2 och 3 för fall 2.

*Figure 14.* Forest road estimation with calculation models 2 and 3 for case 2.

#### 4.6 Fall 3

I fall 3 användes den nya kalkylmodell 3 för att ytterligare prova hur resultatet skiljer mellan nya kalkylmodell 3 och äldre modell 2. Ingångsdata till fall 3 redovisas i tabell 10 och 11.

**Tabell 10.** Ingångsdata till kalkylmodell 2

*Table 10.* Input data into calculation model 2

Ingångsdata för vägbåtnad	Värde
Vägbyggnad (m)	600
Vägbyggnadskostnad (kr/m)	100
Underhållskostnad: (kr/m och år)	0,5
Ränta (%)	5
Kalkyltid (år)	20
Slingerfaktor	1,2
Skillnad i terrängtransport avd. 1 (km)	0,4
Skillnad i terrängtransport avd. 2 (km)	0,5
Skillnad i terrängtransport avd. 3 (km)	0,3
Skillnad i terrängtransport avd. 4 (km)	0,5
Vägtransportkostnad (kr/m <sup>3</sup> fub och km)	0,6
Terrängtransportkostnad (kr/m <sup>3</sup> fub och km)	50

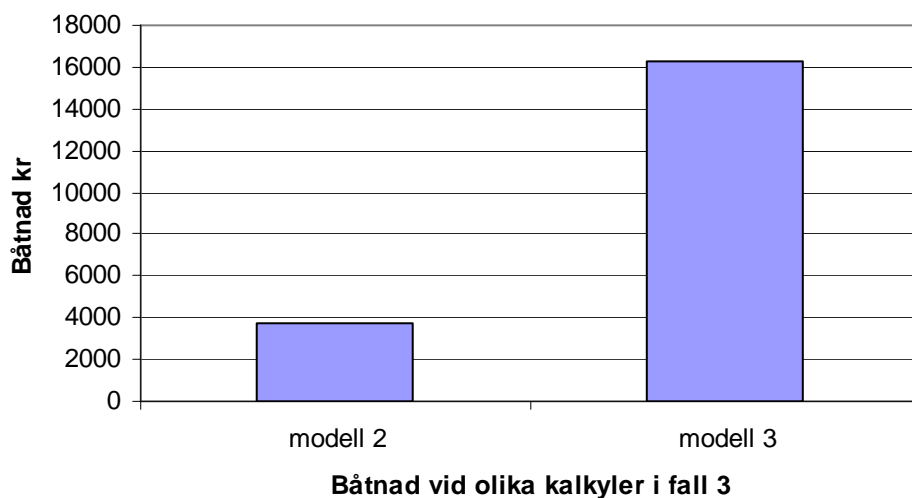
Övriga nya värden som ska in i kalkylmodell 2 såsom beståndsdata och kostnader är redovisade i tabell 11.

**Tabell 11.** Ingångsdata till nya kalkylmodell 3**Table 11.** Input data into new calculation model 3

<b>Ingångsdata för vägbåtad</b>	<b>Värde</b>
Vägbyggnad (m)	600
Vägbyggnadskostnad (kr/m)	100
Underhållskostnad: (kr/m och år)	0,5
Ränta (%)	5
Kalkyltid (år)	20
Virkesvärde (kr/m <sup>3</sup> fub)	350
Granandel och bonitet	>30 % SI 17+
Markvärde/ha (kr/ha)	5000
Slingerfaktor	1,2
<b>Beståndsdata</b>	
Terrängtransport före avd 1 (m)	600
Terrängtransport efter avd 1 (m)	200
Vägtransportavstånd avd 1 (m)	600
Areal avd. 1 (ha)	3
Grotuttag (ton)	120
Volym avd 1 (m <sup>3</sup> fub)	650
År volymen faller ut	2
Terrängtransport före avd 2 (m)	700
Terrängtransport efter avd 2 (m)	200
Vägtransportavstånd avd 2 (m)	600
Areal avd. 2 (ha)	5
Grotuttag (ton)	160
Volym avd 2 (m <sup>3</sup> fub)	1225
År volymen faller ut	1
Terrängtransport före avd 3 (m)	400
Terrängtransport efter avd 3 (m)	200
Vägtransportavstånd avd 3 (m)	600
Areal avd. 3 (ha)	10
Volym avd 3 (m <sup>3</sup> fub)	345
År volymen faller ut	1
Terrängtransport före avd 4 (m)	1000
Terrängtransport efter avd 4 (m)	500
Vägtransportavstånd avd 4 (m)	600
Areal avd. 4 (ha)	3
Grotuttag (ton)	100
Volym avd 4 (m <sup>3</sup> fub)	560
År volymen faller ut	4
<b>Gödsling</b>	
Spridning gödsel (ton/ha)	0,55
Lastkapacitet (ton)	5
Förflyttnings hastighet (km/h)	5
Timkostnad gödsling (kr/h)	600
<b>Markberedning</b>	
Prestation mb (ha/h)	0,7
Förflyttnings hastighet (km/h)	4
Förflyttning/dv	2
Tim kostnad markberedning (kr/h)	900
<b>Skogsvård</b>	
Prestation skogsvård (ha/dv)	1
Förflyttning/dv	2
Gånghastighet (km/h)	2,6
Plantor/ha (st/ha)	2200
Plantransportkostnad terräng (kr/planta)	0,025
Timkostnad skogsvård (kr/h)	160
<b>Maskiner och transporter</b>	
Produktivitet skördare i SA (m <sup>3</sup> fub/h)	24
Timkostnad SA-skördare (kr/h)	950
Produktivitet skördare i GA (m <sup>3</sup> fub/h)	12
Timkostnad GA-skördare (kr/h)	650
Förflyttning/dv	1
Hastighet skördare (km/h)	3
Kostnad för terrängtransport av virke (kr/m <sup>3</sup> fub och km)	50
Kostnad för terrängtransport av grot (kr/ton och km)	75
Kostnad för vägtransport av grot (kr/ton och km)	2
Kostnad för vägtransport av virke (kr/m <sup>3</sup> fub och km)	0,60

Efter att ha kört in samma data i både den gamla kalkylmodell 2 och den nya kalkylmodell 3 kunde skillnaderna påvisas. Båtnaden med den gamla kalkylen visade 3 736 kr. Med den nya totala modellen blev båtnaden med samma indata 16 277 kr och detta är utan något tillägg från premier. I den nya modellen räknas gödsling in och det sker året efter gallring. Även markberedning räknas in och det sker året efter avverkning på samtliga avverkningar. Året därpå planteras de markberedda bestånden och då tillkommer också planttransporter. I och med att en kalkyltid på 20 år används kan också en röjning på samtliga planterade bestånd räknas in i kalkylen och denna sker 8 år efter plantering.

Först i fall 3 var vägklassen av C standard och perioden då vägen kan användas för lastbilstrafik är begränsad. Kan vägstandarden höjas till B ökar tillgängligheten på vägen och därmed till virket i båtnadsområdet. En högre vägstandard är dyrare att bygga varför byggnadskostnaden antas öka från 100 kr/m till 140 kr/m. Båtnaden blir då -7 723 kr. Däremot kan bonustillägg tillkomma pga. leveranser av virke under perioder då det är svårare att leverera virke. Lägg en premie till på 10 kr/m<sup>3</sup>fub på hela volymen som ska avverkas i båtnadsområdet ökar båtnaden till 17 733 kr.



**Figur 15.** Båtnad med kalkylmodell 2 och 3 för fall 3.

*Figure 15. Forest road estimation with calculation models 2 and 3 for case 3.*

#### **4.7 Fall 4**

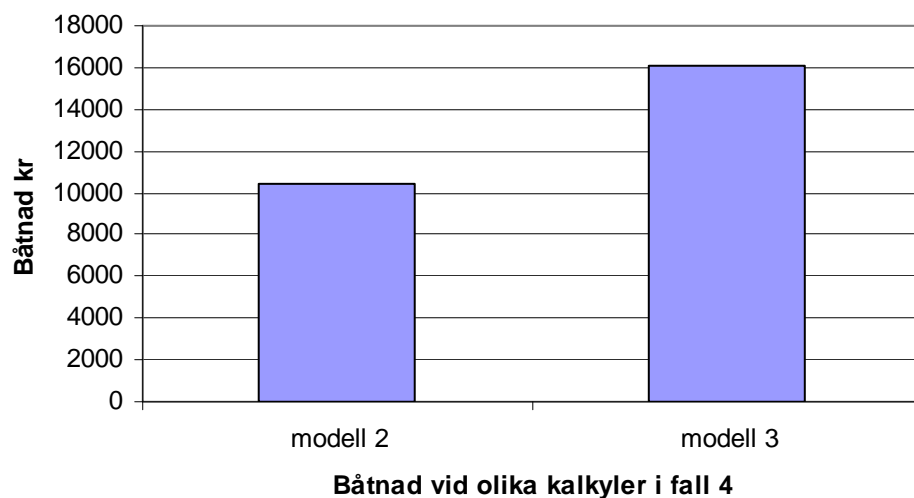
I följande fall användes de ingångsdata för kostnader och prestationer som redovisas i tabell 11. Även samma väglängd användes men med andra beståndsdata och utspridda över tiden för att se hur det påverkar kalkylen. Dessa redovisas i tabell 12.

**Tabell 12.** Ingångsdata till nya kalkylmodell 3**Table 12.** Input data into new calculation model 3

<b>Underlag för vägbåtad</b>	<b>Värde</b>
Vägbyggnad (m)	600
Vägbyggnadskostnad (kr/m)	100
Underhållskostnad: (kr/m och år)	0,5
Ränta (%)	5
Kalkyltid (år)	30
Virkesvärde (kr/m <sup>3</sup> fub)	350
Granandel och bonitet	>30 % SI 17+
Markvärde/ha (kr/ha)	5000
Slingerfaktor	1,2
<b>Beståndsdata</b>	
Terrängtransport före avd 1 (m)	500
Terrängtransport efter avd 1 (m)	200
Vägtransportavstånd avd 1 (m)	600
Areal avd. 1 (ha)	5
Volym avd 1 (m <sup>3</sup> fub)	1000
Grotutttag (ton)	150
År volymen faller ut	3
Terrängtransport före avd 2 (m)	500
Terrängtransport efter avd 2 (m)	200
Vägtransportavstånd avd 2 (m)	600
Areal avd. 2 (ha)	5
Volym avd 2 (m <sup>3</sup> fub)	1000
År volymen faller ut	7
Terrängtransport före avd 3 (m)	500
Terrängtransport efter avd 3 (m)	200
Vägtransportavstånd avd 3 (m)	600
Areal avd. 3 (ha)	5
Grotutttag (ton)	150
Volym avd 3 (m <sup>3</sup> fub)	1000
År volymen faller ut	12
Terrängtransport före avd 4 (m)	500
Terrängtransport efter avd 4 (m)	200
Vägtransportavstånd avd 4 (m)	600
Areal avd. 4 (ha)	5
Volym avd 4 (m <sup>3</sup> fub)	1000
År volymen faller ut	17
Terrängtransport före avd 5 (m)	500
Terrängtransport efter avd 5 (m)	200
Vägtransportavstånd avd 5 (m)	600
Areal avd. 5 (ha)	5
Volym avd 5 (m <sup>3</sup> fub)	1000
Grotutttag (ton)	150
År volymen faller ut	23
Terrängtransport före avd 6 (m)	500
Terrängtransport efter avd 6 (m)	200
Vägtransportavstånd avd 6 (m)	600
Areal avd. 6 (ha)	5
Volym avd 6 (m <sup>3</sup> fub)	1000
År volymen faller ut	26
Terrängtransport före avd 7 (m)	500
Terrängtransport efter avd 7 (m)	200
Vägtransportavstånd avd 7 (m)	600
Areal avd. 7 (ha)	10
Volym avd 7 (m <sup>3</sup> fub)	400
År volymen faller ut	5 och 2:a gallring om 15 år
Terrängtransport före avd 8 (m)	500
Terrängtransport efter avd 8 (m)	200
Vägtransportavstånd avd 8 (m)	600
Areal avd. 8 (ha)	10
Volym avd 8 (m <sup>3</sup> fub)	400
År volymen faller ut	15 och 2:a gallring om 25 år
Terrängtransport före avd 9 (m)	500
Terrängtransport efter avd 9 (m)	200
Vägtransportavstånd avd 9 (m)	600
Areal avd. 9 (ha)	10
Volym avd 9 (m <sup>3</sup> fub)	400
År volymen faller ut	25

Gödsling sker på samtliga gallringar året efter gallring. Markberedning sker på all avverkad areal året efter avverkning. Plantransport och plantering på all avverkad areal sker året efter markberedning. I bestånd 1-4 sker röjning 8 år efter plantering och en andra röjning hinns med i bestånd 1 under kalkyltiden, 28 år från kalkyltillfället.

Vid en körning av den nya totala kalkylmodell 3 med ovanstående indata i fall 4 blir båtnaden 16 110 kr. Med den enklare kalkylmodell 2 är motsvarande siffra 10 399 kr med samma indata och skillnaderna visas i figur 16.

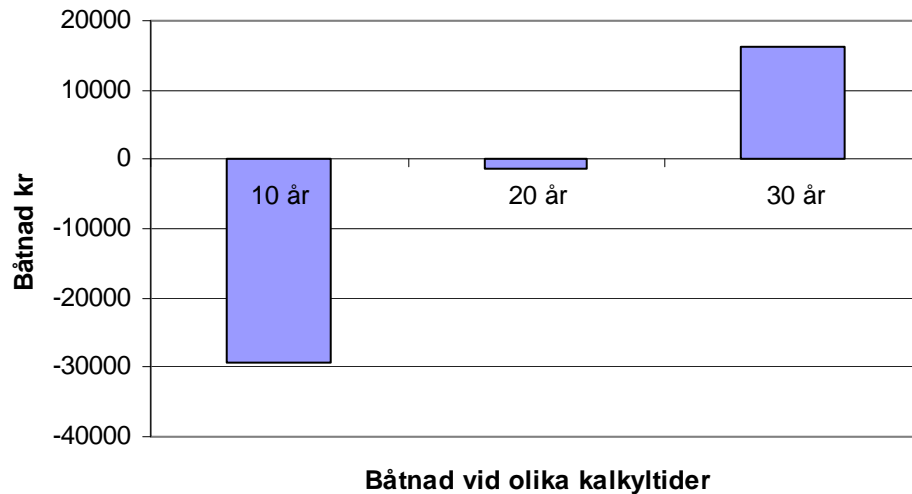


**Figur 16.** Båtnad med kalkylmodell 2 och 3 för fall 4.

*Figure 16.* Forest road estimation with calculation models 2 and 3 for case 4.

#### **4.8 Effekt av kalkyltid**

För att visa skillnaderna vid användandet av olika kalkyltider gjordes jämförelser mellan 10-30 års kalkyltider. Samtliga i kalkylmodell 3 ingående nyttor och kostnader togs med inom den för kalkylen angivna kalkyltiden. För indata och åtgärder användes samma som i fall 4 och tabell 12.



**Figur 17.** Båtnad vid olika kalkyltider med kalkylmodell 3.

*Figure 17. Forest road estimation at different calculation time with calculation model 3.*

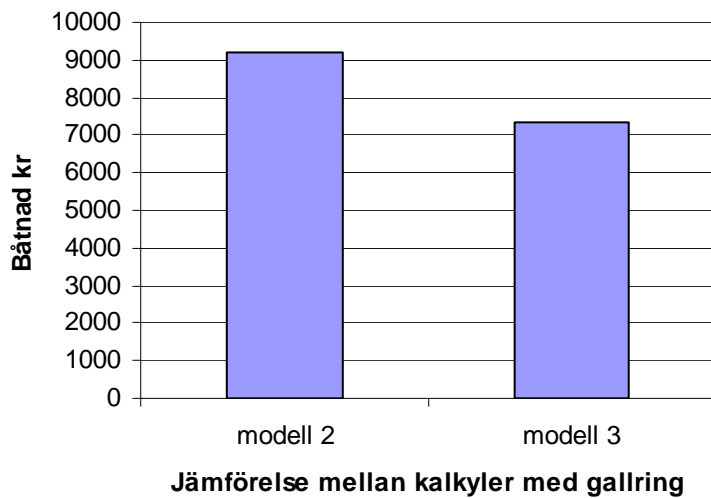
#### **4.9 Analys av gallringsfall**

För att testa hur båtnaden påverkades i den nya modell 3 gjordes en jämförelse med enbart gallringsbestånd mellan äldre modell 2 och den nyare modell 3. Indata från bestånden visas i tabell 13 och vad gäller övriga kostnader och produktionssiffror så används samma som i tabell 11.



**Tabell 13.** Ingångsdata till nya kalkylmodell 3*Table 13. Input data into new calculation model 3*

<b>Ingångsdata för vägbåtnad</b>	<b>Värde</b>
Väglängd (m)	600
Kalkyltid (år)	20
<b>Beståndsdata</b>	
Terrängtransport före avd 11 (m)	900
Terrängtransport efter avd 11 (m)	400
Vägtransportavstånd avd 11 (m)	600
Areal avd. 11 (ha)	10
Volym avd 11 (m <sup>3</sup> fub)	400
År volymen faller ut	2 och 2:a gallring om 12 år
Terrängtransport före avd 12 (m)	800
Terrängtransport efter avd 12 (m)	300
Vägtransportavstånd avd 12 (m)	600
Areal avd. 12 (ha)	10
Volym avd 12 (m <sup>3</sup> fub)	400
År volymen faller ut	1 och 2:a gallring om 11 år
Terrängtransport före avd 13 (m)	800
Terrängtransport efter avd 13 (m)	500
Vägtransportavstånd avd 13 (m)	600
Areal avd. 13 (ha)	10
Volym avd 13 (m <sup>3</sup> fub)	400
År volymen faller ut	1 och 2:a gallring om 11 år
Terrängtransport före avd 14 (m)	400
Terrängtransport efter avd 14 (m)	100
Vägtransportavstånd avd 14 (m)	600
Areal avd. 14 (ha)	10
Volym avd 14 (m <sup>3</sup> fub)	400
År volymen faller ut	4 och 2:a gallring om 14 år



**Figur 18.** Båtnad vid gallring och användning av kalkylmodell 2 och 3 för Tabell 13.

*Figure 18.* Forest road estimation at thinning with calculation models 2 and 3 for Table 13.

Skillnaden mellan den nya kalkylmodell 3 och den äldre kalkylmodell 2 kan förklaras av förluster i väggatan och att storm och torkskador har räknats in i den nya kalkylen. Även underröjning av 24 ha har räknats in i den nya kalkylmodell 3.

#### **4.10 Analys av de nya parametrarnas betydelse**

För att analysera de olika parametrarnas betydelse i båtnadskalkylen har här ett antal olika jämförelser genomförts. De enskilda parametrar som finns i kalkylmodell 3 har uteslutits en och en för att studera vilken betydelse de enskilda parametrarna har. Först uteslöts storm och torkskador och sedan jämfördes kalkylens resultat mot en totalkalkyl. Då fås båtnaden i procent av en total kalkyl. Desto mer procentsiffran avviker från 100 % desto mer betyder parametern i kalkylen, dvs. en känslighetsanalys av olika faktorer.

Slutligen görs en jämförelse mellan sammanslagna totala kalkylerna för de olika fallen och den sammanlagda förändringen för respektive parameter i samtliga fall. Detta för att få en större säkerhet i resultatet.

Flexibiliteten har införts genom att en bonus på 10 kr/m<sup>3</sup>fub har utgått på halva volymen som avverkas inom båtnadsområdet. I testkörningarna nedan inkluderas parametern istället för att exkluderas i kalkylen som de andra parametrarna. Resultatet blir att flexibiliteten visar en positiv avvikelse från totalkalkylen istället för en negativ men man kan ändå se i vilken storleksordning den påverkar.

Vid ”utan allt” har det räknats med enbart virkestransporten och inte heller slingertillägg är inkluderat i detta.

För den förenklade kalkylmodell 4 har virkestransporter, slingertillägg, produktionsförlust i väggata, produktionsökning i väggkant, skogsbränsletransporter, förflyttning inräknats.

I tabell 14 har förkortningar använts och de förklaras enligt följande:

Total = total kalkyl  
 storm och tork= storm och torkskador  
 Mb= markberedning  
 skogsvård= röjning och plantering  
 förflyttningar= skördarförflyttningar  
 skogsbränsle= skogsbränsletransport  
 slinger= slingertillägg  
 Prod i vägkant= produktionsökning i vägkant  
 Prod i väggata= produktionsförlust i väggata  
 plant tp= planttransport  
 utan allt= äldre parametrar utan slingertillägg  
 förenklad= förenklade kalkyl 4

En total översikt av de olika resultaten av känslighetsanalysen visas i tabell 14 för de olika fallen. I fall 1 och 2 anges ingen procentsats för gödsling eftersom denna åtgärd inte utförs i dessa fall. Den totala kolumnen är en sammanslagning av alla fallen och där visas den totala påverkan per parameter över samtliga fall. Även här anges avvikelser i procent från den totala kalkylmodell 3 när en enskild parameter tas bort.

**Tabell 14.** Resultat från olika fall med total kalkylmodell 3

*Table 14. Results from different cases with total calculation model 3*

	fall 1	fall 2	fall 3	fall 4	Total
Total	100%	100%	100%	100%	100%
storm och tork					
tork	110%	106%	126%	126%	112%
Mb	97%	97%	94%	97%	97%
Skogsvård	97%	97%	94%	93%	96%
förflyttningar	89%	90%	83%	86%	88%
Gödsling			99%	98%	98%
skogsbränsle	38%	41%	17%	57%	39%
Slinger	62%	65%	12%	11%	52%
flexibilitet	151%	133%	178%	199%	151%
Prod i vägkant	95%	95%	85%	85%	93%
Prod i väggata	105%	104%	113%	113%	106%
plant tp	99%	99%	98%	98%	99%
utan allt	9%	13%	-45%	-8%	3%
förenklad	102%	99%	110%	112%	103%

#### **4.11 Förenklad modell**

Den förenklade kalkylmodell 4 innehåller virkestransporter, skördartransporter, skogsbränsletransporter, slingertillägg, produktionsförlust i väggata, produktionsökning i väggata och flexibilitet. Även vägtransportkostnaderna är inkluderade i modellen. I övrigt ser kalkylens uppbyggnad ut som den totala kalkylmodell 3.

Anledningen till att produktionsökning i väggata och produktionsförlust i väggatan tas med i kalkylen trots att de enskilt inte står för så många procent är att de tillsammans utgör en tillräckligt stor del av kalkylen för att ta med. De utgör tillsammans 13 % vilket visas i tabell 14 från testerna ovan och de är dessutom mycket enkla att infoga i en kalkyl på ett bra sätt.

Markberedningen påverkar i de ovanstående testkörningarna med 3 %. Därför anses den påverka så lite att den kan förenklas bort.

Skogsvården som inkluderar röjningar och planteringar utgör i testerna 4 % av en totalkalkyl och försvinner därmed även den ut ur den förenklade kalkylen.

Planttransporten utgör 1 % i ovanstående test och anses därför kunna förenklas bort.

Ungefär 2 % utgör gödningen av den totala kalkylen i de fall som har testats vilken gör att den parametern inte blir med i en förenklad kalkyl.

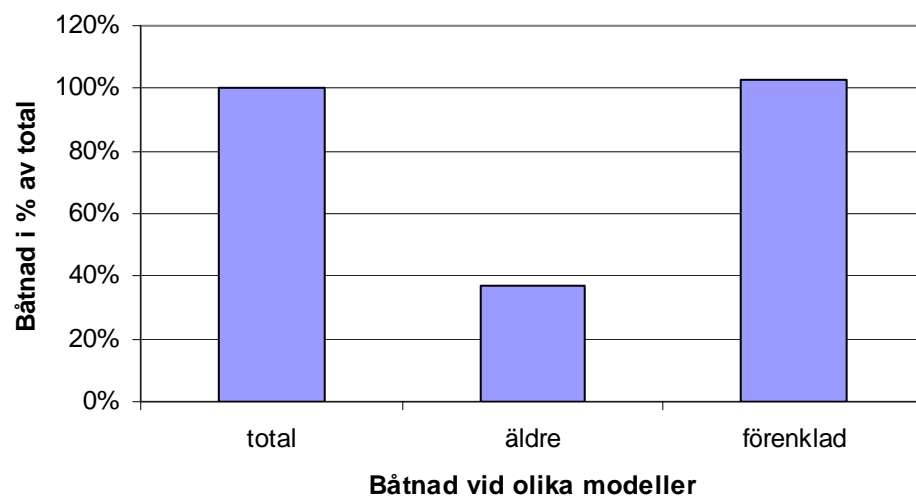
Även storm och torkskador har uteslutits från den förenklade modellen. I ovanstående beräkningar har en volym använts i väggatan och totalt påverkar storm och torkskador 12 % i båtnadskalkylen. Dock är underlaget för den värderingen tämligen gammal och lite tveksam med dagens byggt teknik. I avsaknad av moderna data antas den ha en mindre betydelse. Vidare genom att jämna ut den kostnaden mot de nyttor som också förenklas bort ur den förenklade modellen kan ett bra totalkoncept skapas. De ovanstående bortförenklade parametrarna utgör tillsammans en nytta på ca 10 % och förlusten på storm och torkskador var 12 %. Detta gör att man kanske kan kvitta ut dessa mot varandra.

Hur många procent som storm och torkskador utgör beror mycket på hur stor båtnaden är. Vid liten båtnad utgör dessa skador en större andel än vid högre båtnad och vanligtvis handlar det om några tusenlappar.

Således, det som förenklats bort i modell 4 är alltså markberedning, skogsvård, planttransport, storm- och torkskador samt gödning, eftersom att de bidrar med så pass liten del i en båtnadskalkyl. Genom att förenkla bort dessa parametrar kan användandet och förståelsen för en förenklad kalkyl ökas genom att den blir snabbare och mer lättanvänd.

Den totala kalkylmodell 3 visade att den förenklade kalkylen ger en båtnad på 103 % för de fallen som provats ovan.

I figur 19 har en jämförelse gjorts mellan de äldre kalkylmodellerna 1 och 2, förenklade modell 4 och totala modell 3 för de fallen som har testats med ingångsdata från tabell 14. Den äldre kalkylen motsvarade 37 % av den totala kalkylen och den förenklade visar 103 % för de fallen som har provats.



**Figur 19.** Båtnad för alla fallen med kalkylmodellerna 1-4.  
*Figure 19. Forest road estimation for all cases with calculation model 1-4.*

## 5 DISKUSSION

Målet med arbetet var att ta fram en moderniserad båtnadskalkyl som tar upp de nyttor och kostnader som en skogsbilväg ger upphov till. Resultatet av kalkylen skall vara ett beslutsstöd och ge en skattning om vägen är lönsam att bygga eller inte. Den ska också kunna jämföra olika alternativ vad gäller val av standard, mm. Med hjälp av kalkylen kan bästa alternativ väljas. Något optimalt vägval är det inte frågan om utan här ska alternativen väg eller ej väg jämföras för att kunna fatta ett bättre beslut.

I modellerna kan enheter ändras så länge det sker konsekvent genom hela modellen. Exempelvis kan  $m^3$ fub bytas ut mot  $m^3$ sk. Det gäller då att också anpassa så att kostnaderna är kr/ $m^3$ sk.

Det blir inte så stor skillnad mellan de olika modellerna vid enbart gallring, eftersom många av plusposterna rör slutavverkning. Vid enbart gallring kan det bli sämre båtnad med den nya modellen jämfört med den äldre modellen pga. att produktionsförluster i väggatan räknas in i den nya kalkylen.

Desto svårare terrängförhållanden det blir, desto större skillnad blir det mellan de gamla och nya modellerna. Detta pga. att de nya modellerna innehåller fler förflyttningar som påverkas av att slingertillägg tillkommer.

En annan aspekt är att virkesvolymen som köps upp av bolag från privata skogsägare ökar och målet är att denna volym ska fortsätta öka. Då det sämsta vägnätet ofta finns hos just privata skogsägare måste deras trakter köras under tjalperiod eller när det är bra bärighet. Det i sin tur gör att bolagens egna vägar allt oftare blir använda när det råder sämre bärighet med ökat underhåll eller krav på högre vägstandard som följd (Kjellberg pers. medd. 2007). Blötare vintrar ökar behovet av bra vägar och leveranser blir svårare att uppnå med dagens vägnät (Anon. 2007. h).

För att minska trycket på de stora bolagens egna vägar och premiera de privata skogsägare med bra vägar kan det spekuleras i att mer leveransbonusar kommer att bli aktuella. Detta kommer då att öka betydelsen av bonus i vägkalkyler.

I den här studiens föreslagna totala modell 3 finns det två områden där skogsvården kan fyllas i. Det är för att ha möjlighet att räkna in 2 olika skogsvårdsåtgärder med t.ex. olika produktivitet eller kostnader. Det kan handla om plantering, röjning, underröjning, mm.

Skillnaden mellan en förenklad modell 4 och en total modell 3 är inte så stora och vilket framgår av figur 19. Men om det inom båtnadsområdet kommer att finnas mycket skogsvård eller markberedning inom en snar framtid, så kanske dessa ska tas med i kalkylen för att ge en mer rättvis bild av verkligheten.

### Vägens restvärde

En väg kan för en lång tid ge en basväg för skogsmaskiner när den inte längre kan användas för lastbilstrafik. Körhastighet och lasstorlek borde kunna ökas och ge en billigare terrängtransportkostnad. Denna transportbesparing är en nytta som vägen bidrar med och skulle kunna ingå i en båtnadskalkyl.

Ett annat alternativ är om den gamla vägen kan användas som tillfällig väg för lastbilar såsom vinterväg. Dock blir de flesta skogsbilvägar fortsatt underhållna och brukade som vägar även efter sin

kalkyltid (Carlsson pers medd. 2007). När virke körs ut på en väg som beskrivs ovan med lastbil eller skotare används vägen under en kort period för att därefter lämnas och tillåtas att växa igen. Därefter kan biobränsle tas ut igen vid öppnande av vägen för nästa åtgärd. Dock kan stubbar och sly behövas tas bort ordentligt innan vägen kan användas för att minska risken för fysisk påverkan på fordon.

Detta skulle också kunna vara ett alternativ på områden med dålig bärighet där det ändå inte finns möjlighet att avverka under annan tid än tjälperioden. Istället för att bygga en vanlig väg som det inte faller ut något virke utefter annat än vintertid kan en billig väggropp byggas som kan användas som basväg eller för lastbilstrafik vintertid.

### **5.1 Felkällor och kritik**

I kalkylerna finns det olika värden och antaganden som kan ge upphov till missvisningar eller osäkerhet runt resultaten. Nedan kommer de möjliga felkällorna att gås igenom och förklaras.

Till att börja med är slingertillägget ett medelvärde per båtnadsområde och det kan skilja mellan olika bestånd. Vanligtvis tas en tyngdpunkt ut per bestånd och sedan mäts fågelvägen till närmaste väg, men sättet att mäta terrängtransportavstånd kan variera. Det är inte heller säkert att avlägget placeras där basväg ansluter mot skogsbilvägen. Det innebär en ytterligare förlängning av skotningsavståndet. Därför är det viktigt att det är klargjort hur terrängtransportavståndet skall mätas vid jämförelser av olika alternativ.

Många intäkter och kostnader ligger långt fram i tiden t.ex. för en väg med en kalkyltid på 30 år kan kostnader och intäkter falla ut långt fram i tiden. Det gör att det råder en osäkerhet kring värdet av en sådan intäkt eller kostnad. Dock så antas i kalkylen att framtiden kommer att se ut som idag för att kunna räkna på detta.

Vid vägtransporter med lastbil anges avståndet från det bestånd som lasset kommer från och inte hela vägens längd. Men lastbilen måste ändå in och vända på vändplan eller dylikt varför transportavståndet inte alltid är från vältan vid väg till industri. Detta kan ge en fel kostnad men det är svårt att avgöra hur mycket extra lastbilarna måste åka för att kunna vända. Dessutom är kostnaden för lastbilstransport relativt liten i förhållande till andra parametrar i en båtnadskalkyl.

En svaghet i denna studie kan vara att många värden är antagna i de olika båtnadskalkylerna. Dessa värden kommer dock från kunniga personer i olika organisationer. Men målet med studien var att skapa en båtnadskalkyl som kan användas och där det bara är att sätta in rimliga värden för nya användare. De antagna värdena skiljer sig också åt beroende på organisation och geografiskt område. Även vid en riktig beräkning från verkligheten överensstämmer inte resultatet från båtnadskalkylen helt med verkligheten eftersom indata från bestånden, kostnad för vägbyggnad osv. inte är exakta utan består av uppskattade medelvärden.

Vid lastbilstransport på en väggklass kan i verkligheten olika körhastigheter hållas och detta ger upphov till olika transportkostnader. Desto snabbare virket kan transporters desto billigare blir vägtransporten. I modellen tas dock ingen hänsyn till väggklassen när det gäller virkestransport på väg. Detta eftersom lastbilstransporten påverkar kalkylen väldigt lite enligt figur 8. Väggklassen beaktas bara utifrån om virke kan köras ut under perioder då det kan ge leveransbonusar.

## 5.2 Möjligheter till vidareutveckling

För att utveckla kalkylmodellerna ytterligare finns det några saker att göra som har upptäckts under arbetets gång men som inte har lösts av olika anledningar. Det finns också faktorer idag som redan är utvecklade och som kan byggas in i kalkylmodellerna t.ex. StoraEnsos GYL-snurra som förklaras utförligare nedan. På andra områden sker en successiv utveckling och där gäller det att följa med i utvecklingen och anpassa kalkylen vid behov. Att bestämma riktlinjer för hur kalkyler skall användas kan också vara viktigt.

Det kan finnas utrymme för att förenkla användningen av modellerna ytterligare genom att minska antalet celler som fylls i manuellt. Detta skulle göra modellerna mer användarvänliga och spara tid. Risken finns då att förståelsen för vad som görs och händer minskar med ökad risk för missuppfattningar. Det kan också vara bra att enkelt kunna ändra i cellerna om det skulle behövas.

Stora Enso använder sig av en modell där hänsyn tas till alla parametrar i GYL, dvs grundförhållande, ytstruktur och lutning. Den bygger på svårighetspoäng och desto svårare förhållanden desto fler poäng. Detta går sedan in i vidare kalkyler där högre svårighetspoäng leder till dyrare terrängtransportkostnad. Grunden till svårighetspoängen baseras på regressionsanalyser som gjordes av Bo Morenius (Forsberg pers. medd. 2007).

I StoraEnsos kalkyl kan också timmerandel fyllas i och den påverkar kostnaden för terrängtransport med skotare. Det påverkar även lastbilstransporten men gör väldigt liten effekt i en båtnadskalkyl. Terrängtransporten blir billigare med högre timmerandel. Dock gör timmerandelen liten skillnad i kalkylen enligt egna testkörningar i StoraEnsos GYL-kalkyl. Det som kan sparas vid en högre timmerandel ligger maximalt ungefär runt 1,5 kr/m<sup>3</sup>fub. Desto svårare terräng desto mindre betyder timmerandelen i kalkylen.

En dikningseffekt kan uppnås i väggkant och påverka produktionen. Det är möjligt att dikningen kan påverka kanteffekten så att mer eller mindre av produktionsförlusten i väggatan upptas och därmed påverkar båtnaden.

Skador på skogen som uppkommit pga. vägbyggnation kan dra ned båtnaden för en väg. Det kan vara avgrävda rötter, påkörningsskador, mm. som påverkar produktionen negativt och ger upphov till en produktionsförlust.

Biobränsleuttag i väggkant genom t.ex. buskröjning kan ge ett netto som skulle kunna ge en högre båtnad för en väg. Detta kan vara en nytta som vägen bidrar med.

En spekulering är att det i framtiden med en ökad konkurrens och efterfrågan på biobränsle kanske kan komma att betalas leveransbonusar för grot. Detta skulle kunna öka båtnaden för ett vägbygge.

När en väggata huggs upp kan det hända att skogen som avverkas blir mer kostsam att avverka än vad som är normalt. Det kan bero på t.ex. klenare medelstam och det blir då en fördyrad avverkning i väggatan. Även flyttkostnaden kan bli högre än normalt per m<sup>3</sup> om maskinerna flyttas enbart för att avverka en väggata som många gånger innehåller en ganska liten volym. Denna kostnadsfaktor är ej medtagen i någon kalkyl. Men det kommer också en intäkt från det avverkade virket i väggatan. Det kan ses som en pluspost och eventuellt tas med i en båtnadskalkyl. Denna intäkt kan få betydelse i och med att tidiga intäkter inte påverkas i samma utsträckning av diskonteringen.



En väg är en investering som bör öka värdet på fastigheten. Att det finns väg och vägens klass bör värderas och ge ett extravärde till fastigheten. Detta skulle innebära att vägen är en investering i fastigheten som är möjlig att få mer betalt för. Men exakt hur detta värde ska värderas och inkluderas i en båtnadskalkyl återstår och utreds inte vidare i detta arbete.

### Vägförlängning

När väg byggs in till en avverkning dras vägen ofta en liten bit in i avverkningen. Detta medför att slutet på vägen efter avverkningen kommer att ligga på ett hygge eller senare i en ungskog. Om det då finns bestånd bortanför den aktuella avverkningen kanske man vill bygga vidare en förlängning av vägen. Om då vägslutet ligger på ett hygge ger den första biten väg väldigt lite eller ingen nytta och ger därmed dålig båtnad.

Om man vet att bakomvarande bestånd kan ge en framtida båtnad för en förlängning av vägen kanske vägen skall byggas till bortre kanten av den aktuella avverkningen. Då får man nytta av vägen direkt genom ett något kortare transportavstånd vid avverkningen och påföljande åtgärder. Det blir också lättare att förlänga vägen genom att man inte får lika mycket sträcka över hygge/ungskog med dålig båtnad. Med denna förlängning fås också ett något större båtnadsområde vilket kan påverka båtnaden. Varje meter väg som byggs över hygget ger en avtagande båtnad för den väg som byggs till den aktuella avverkningen. Det kan vara bra att ta fram någon sorts regel för tillfällena när skogsbilväg avslutas i en avverkning. Det skulle kunna vara t.ex. att om bakomvarande bestånd kan ge båtnad vid åtgärder inom 10 år så skall vägen förlängas till bakkant på avverkningen.

### 5.3 Slutsatser

Efter att ha gjort ett antal beräkningar i de olika kalkylmodellerna och jämfört resultaten kan en värdering av de olika parametrarna göras. Efter utvärdering av de olika parametrarna har vissa kunnat värderas och inkluderas i en båtnadskalkyl. Några intressanta parametrar kvarstår olösta. Även de äldre parametrarna har analyserats när det gäller känslighet och påverkan i båtnadskalkylerna. De parametrar som har utvärderats genom tester i olika scenarion har kunnat rangordnas efter sin påverkan i en båtnadskalkyl. En förenklad kalkyl har utformats för att göra arbetet i båtnadskalkylen enklare och mer överskådligt. Kalkylmodellerna fungerar bra för att beräkna båtnad med hänsyn till ett flertal nya parametrar. Vid jämförelser påverkas båtnaden avsevärt med hänsyn till dessa nya parametrar.

Det är viktigt att noggrant beakta kalkyltid och vägens dragning vid båtnadsberäkning för att bygga väg som möjliggör en fortsatt utveckling av vägnätet för framtida åtgärder i skogsbruket.

De parametrar som betyder mest verkar vara virkestransporter, skogsbränsletransporter, maskinförflyttningar, produktionsökning i väggata, produktionsförlust i väggata, slingertillägg och flexibilitet. Därför har just dessa parametrar inkluderats i den förenklade modellen.

Slutligen ska det påpekas att resultaten från ovanstående beräkningar inte är något som kan användas som underlag för vägbåtnad. De ingångsvärden som har använts är antagna värden och med andra ingångsvärden fås ett helt annat resultat. Verkligheten kan skilja sig avsevärt jämfört med hur det ser ut i en båtnadskalkyl när det gäller t.ex. kostnader och nyttor. Det kan vara orsaker som är svåra att påverka, t.ex. dålig bärighet. Därför är det noga att man har så bra planering och bra ingångsdata som möjligt samt använder sitt sunda förnuft.

# REFERENSLISTA

## *Tryckta källor*

Anon. 1950. Kommunikationsdepartementet. Betänkande angående grunder för bestämmande av ersättning för intrång av kraftledning i skogsmark. Stockholm. Kommunikationsdepartementet.

Anon. 1983. Skogsstyrelsen. Kalkylteknik vid vägnätsplanering. Jönköping.

Blomgren, S. 2006. Stormskador i stickvägsgallrade bestånd i sydvästra Sverige. Alnarp. Examensarbete nr 79. SLU. Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap.

Filipsson, S. Vägnätsplanering i skogsbruket, 1988, Garpenberg, SLU Institutionen för Skogsteknik. Stencil.

Filipsson, S & Grahn, B. 1999. Planera och bygga en skogsbilväg. Skogsstyrelsen 1999. Jönköping.

Hägglund, B. & Lundmark, J-E. 2005.Handledning i bonitering med Skogshögskolans boniteringssystem. Solna. Skogsstyrelsen.

Isomäki, A. & Niemistö, P. 1990. Effect of strip roads on the growth and yield of young spruce stands in southern Finland. Helsingfors. Folia Forestalia 756.

Isomäki, A. 1986. Effects of line corridors on the development of edge trees. Helsingfors. Folia Forestalia 678.

Jacobsson, S. & Pettersson, F. 2003. Ny vår för skogsgödsling. Resultat nr. 23. Skogforsk. Uppsala.

Jakobsson, R & Nilsson, M. 2005. Effect of boarder zones on volume production in Scots pine stands. Umeå. ACTA UNIVERSITATIS AGRICULTURAE SUECIAE Doctoral Thesis No: 2005:34

Larsson, G. 1992. Skogsväghållning byggnad och underhåll. Sveriges lantbruksuniversitet Skogsmästarskolan. Skinnskatteberg. Rapport 1992:2.

Lindström, I. Andreasson, O. Fåhraeus, L. Gripenberg, N. Jonsson, R. Lindqvist, E. Nyfelt, B. Peterson, O. Sjölander, M. Stenerås, B. Ronge, U. Skogsstyrelsen & Vägverket. 1979. Tjällossningsprojektet.

Karlsson, J. 2005. Optimization Models and Methods for Harvest Planning and Forest Road Upgrading. Linköping. (Linköping studies in service and Technology. Dissertations No: 956).

Kinnman, G. & Lindfelt, B. 1941. Handledning i Skogsvägbyggnad. Svenska skogsvårdsföreningen. Stockholm.

Thörnevall, D. 2007. Metod för användning av Geografiska Informations System vid långsiktig vägplanering. Umeå. Arbetsrapport nr. 176. SLU. Institutionen för skoglig resurshushållning.

Myhrman, J. 2007. Planering av väginvesteringar. Umeå. Arbetsrapport nr. 182. SLU. Institutionen för skoglig resurshushållning.

Nilsson, B. 1963. Kalkylera mera - Besluta bättre, Forskningsstiftelsen SDA, Stockholm. Meddelande nr. 78.

Nordfjell, T. & Lidestav, G. 2005. Kompendium till kursen skogsteknologi SH4099 år 2005. Umeå. Skogens transporter.

Persson, P. 1975. Stormskador på skog- Uppkomstbetingelser och inverkan av skogliga åtgärder. Skogshögskolan, Inst. för skogsproduktion, rapporter och uppsatser nr 36.

Pontén, M. 2005. Potential för uttag av GROT inom Holmen skog i Västerbotten. Umeå. Studentuppsatser nr.16. SLU. Institutionen för skogsekonomi.

Sallin, S. 2008. Ekonomi vid uttag av långa toppar som skogsbränsle i slutavverkning. Umeå. Arbetsrapport nr. 217. SLU. Institutionen för skoglig resurshushållning.

Wahn, J. 2005. Strategisk/Taktisk vägplan. Umeå. Examensarbete nr. 57. Institutionen för skogens produkter och marknader.

Wästerlund, I. 1994. Forest responses to soil disturbance due to machine traffic. Garpenberg.

### ***Elektroniska källor***

Andersson, V. 2007. Skatteverket. Handledning för beskattning av inkomst och förmögenhet vid 2007 års taxering del 2. Länk:

[http://skatteverket.se/download/18.47eb30f51122b1aaad280001999/\\_30223.pdf](http://skatteverket.se/download/18.47eb30f51122b1aaad280001999/_30223.pdf). Besökt: 2007-10-29

Anon.a [www.norraskogsagarna.se](http://www.norraskogsagarna.se) Virkesprislista Örnsköldsvik. Besökt: 2007-11-28

Anon.b [www.skog.sca.se](http://www.skog.sca.se) Prislista leveransvirke Medelpad. Besökt: 2007-11-28

Anon.c [www.bergvikskog.se](http://www.bergvikskog.se) Besökt: 2007-10-05

Anon.d 2007. Skogens Gödslings AB. Länk: <http://www.sg-systemet.com/>. Besökt: 2007-10-29

Anon.e 2007. Skogscentralen. Länk:

[http://www.metsakeskus.fi/web/swe/palvelut/metsatiet/metsatie\\_ja\\_ymparisto/etusivu.htm](http://www.metsakeskus.fi/web/swe/palvelut/metsatiet/metsatie_ja_ymparisto/etusivu.htm)

Besökt: 2007-09-10

Anon.f 2007. Skogsstyrelsen, Vägar. Länk:

<http://www.svo.se/episerver4/templates/SNormalPage.aspx?id=34221&epslanguage=SV>

Besökt: 2007-09-06

Anon.g 2007. Skogforsk. Kunskap direkt. Länk:

<http://www.skogforsk.se/KunskapDirekt/default.aspx?p=18017&bmp=16319>

Besökt: 2007-09-06

Anon. h 2007. Klimatändringen tuff men lönsam för skogsägarna. Skogseko nr 3 2007. Länk: <http://www.svo.se/episerver4/templates/SNormalPage.aspx?id=36562> besökt: 2007-12-12

Anon. 2004. Skogsstyrelsen. Skogsstatistisk årsbok. Länk: <http://www.skogsstyrelsen.se/fakta/stat/ska2/>  
Besökt: 2007-09-09

Anon. 1997. Skogsindustrierna. Transporterna och miljön. Länk: <http://www.skogsindustrierna.org/LitiumDokument20/GetDocument.asp?archive=3&directory=28&document=4635>  
Besökt: 2007-09-10

Anon. 2001. Skogsstyrelsen. Skogsvårdsorganisationens utvärdering av skogspolitiken effekter, Meddelande 1-2002. Länk: <http://www.svo.se/forlag/meddelande/1544.pdf> Besökt: 2007-09-10

Bräcke, J. 2007. Skogsstyrelsen. Skogsstatistisk årsbok 2007. Länk: <http://www.svo.se/episerver4/dokument/sks/Statistik/Arsbok/08.%20Virkestransporter.pdf> Besökt: 2007-11-28

Ekedahl, F. 2007. Skogsstyrelsen. Skogsbilvägar. Länk: <http://www.svo.se/episerver4/templates/SNormalPage.aspx?id=18195&epslanguage=SV>  
Besökt: 2007-09-06

Filipsson, S. 2001. Skogsbilvägar rapport 81. Länk: <http://www.skogsvardstyrelsen.se/forlag/rapporter/1703.pdf>  
Besökt: 2007-09-10

Knutson, G. 1992:Jo313. Motion till riksdagen, Skogsvägar Länk: <http://www.riksdagen.se/webbnav/?nid=410&typ=mot&rm=1991/92&bet=Jo313>  
Besökt: 2007-09-06

Malm, D. 2000. Växtpressen nummer 1. årgång 29. (mars) Länk: [http://fert.yara.se/library/attachments/media\\_room/publications/VP00\\_1.pdf](http://fert.yara.se/library/attachments/media_room/publications/VP00_1.pdf) Besökt: 2007-10-05

Pettersson, M. 2006. Grotanpassningens kvalitet påverkar prestationen vid grotkotning. Energidalen. Länk: <http://www.energidalen.se/files/Skotning.pdf>  
Besökt: 2007-11-30

Pettersson, M. 2006. Grotkotning – driftsuppföljning och studie. Energidalen. Länk: [http://www.energidalen.se/files/Delrapport\\_Grotkotning.pdf](http://www.energidalen.se/files/Delrapport_Grotkotning.pdf) Besökt: 2008-02-01

### ***Muntliga Källor***

Carlsson, T. Skogsdirektör, Bergvik Skog AB.

Ekstedt, S. Distriktschef Gävle-Dala, Sydved Energileveranser

Forsberg, D. StoraEnso

Forsman, M. Norra skogsägarna  
Gunnarsson, L. Holmen Skog  
Karlsson, S. Vägverket  
Kjellberg, K. Vägansvarig, Sveaskog  
Malm, D. Skogens Gödslings AB  
Nilsson, T. Servicejouren, Skatteverket  
Pettersson, A. Länsförsäkringar Västerbotten  
Påhlsson, R. Professor i skatterätt, Göteborgs universitet  
Rutegård, G. Lantmäteriet  
Svensson, G. Skogforsk  
Wedin, A. LRF konsult  
Wästerlund, I. Professor i skogsteknik, SLU

# Bilaga 1. Kalkylmodell 1

## Båtnadskalkylmodell 1 underlag för beräkningar

kalkylränta	5%
väganläggningsskostnad	80 kr/m
undehållskostnad	5 kr/m
väglängd	600 m
livslängd	10 år
slingerfaktor	1,2

### Transportkostnader

vägtransport	0,25	kr/m <sup>3</sup> fub och km		
terrängtransport	20	kr/m <sup>3</sup> fub och km		
		med slingertillägg		
	före	efter	före	Efter
terrängtp avstånd	0,8	0,2	0,96	0,24
vägtp avstånd		0,5		

### Avverkning

volym	5000	m <sup>3</sup> fub	år	2	diskont.	0,907029
volym		m <sup>3</sup> fub	år		diskont.	1
volym		m <sup>3</sup> fub	år		diskont.	1
volym		m <sup>3</sup> fub	år		diskont.	1

### terrängtp före väg

kostnad nuvärde	87074,83	kr
kostnad nuvärde		kr
kostnad nuvärde		kr
kostnad nuvärde		kr

vägbyggnads kostnader	48000
underhållskostnad	1841,7398
diskkont.underhåll	0,6139133

### terrängtp efter väg

kostnad nuvärde	21768,71	kr
kostnad nuvärde	0	kr
kostnad nuvärde	0	kr
kostnad nuvärde	0	kr

vägtransport	566,89342
--------------	-----------

**båtnad**  
14897,5

## Bilaga 2. Kalkylmodell 2

### Båtnadskalkylmodell 2

#### underlag för beräkningar

kalkylränta	5%			
väganläggningkostnad	80 kr/m			
undehållskostnad	5 kr/m			
livslängd	10 år			
slingarfaktor	1,2			

### Vägbygge

längd		
m	800	kostnad kr
	600	
	500	

#### kostnader

vägtransport	0,25 kr/m <sup>3</sup> fub och km
terrängtransport	20 kr/m <sup>3</sup> fub och km

#### Avverkning

#### Transportbesparing

best. nr	volym	år	disk. Uttag	skillnad	slingor	Vägtp	besparing i kr
1	900	7	639,6132	0,4	0,48	95,94198	6044,345
2	2400	2	2176,871	0,9	1,08	435,37415	46585,03
3	600	10	368,348	0,3	0,36	46,043494	2606,062
4	1900	5	1488,7	1	1,2	297,73994	35431,05
7			0	0,3	0,36	0	0
8			0	0,3	0,36	0	0
7			0	0,3	0,36	0	0
5			0	0,3	0,36	0	0
6			0	0,3	0,36	0	0
8			0	0,3	0,36	0	0
9			0	0,3	0,36	0	0
			0	0,3	0,36	0	0
			0	0,3	0,36	0	0

#### båtnad

24210,84 kr

besparing med väg 90666,49 kr