



Sveriges Lantbruksuniversitet
Examensarbeten
Institutionen för skogsekonomi

Markvärdets förändring efter askspridning till skogsmark i Götaland

Difference in land value after ash recycling to forests in Götaland

Per-Ove Torstensson



Askåterföring foto: Anja Lohmander

Examensarbete i skogshushållning. 30hp, D-nivå

Handledare: Göran Bostedt

Biträdande handledare: Hans Ekvall

Examinator: Peter Lohmander

Förord

Studien bottenar i att sammanställa de befintliga forskningsresultaten från askåterföring och askgödsling på dikad torvmark i syfte att värdera lönsamheten.

Jag vill tacka alla de personer som ställt upp med hjälp under arbetets gång. Min biträdande handledare Hans Ekvall har ställt upp i tid och otid som bollplank och problemlösare när arbetet tenderat att köra fast. Flera experter inom området har hjälp till att hänvisa till den senaste litteraturen och resultaten som finns inom området. Ulf Sikström, Hampus Holmström, Gunnar Thelin, Gustaf Egnell och Björn Hånell. Katharina Pedersen på askspridningsentreprenören Askungen Vital AB har hjälpt till med aktuella kostnader och information om praktiska problem. Rickard Tengström Södra skogsägarna, Vänerbygdens SBO har försett mig med aktuella prislistor för att kunna beräkna det ekonomiska utfallet på bästa sätt.

Sist men inte minst vill jag tacka övriga medlemmar i projektgruppen; min handledare Göran Bostedt, Stefan Löfgren och Therese Zetterberg, för ett gott samarbete och givande diskussioner vid samlingarna.

Sammanfattning

Askåterföringen på fastmark syftar till att återställa den långsiktiga näringsbalansen och motverka markförsurningen. Den är ett led i ett kretsloppstänkande där allt som tas ifrån marken också ska återföras.

Ett ökat behov av skogsbiobränslen leder till att grenar och toppar (GROT) i allt högre utsträckning flyttas från skogen därmed förflyttas en stor del av viktiga näringsämnen. Baskatjonerna som annars motverkar markförsurningen blir kvar i askan.

Askan som blir kvar efter förbränning läggs vanligen på deponi, men med hjälp av införda deponiskatter är målsättningen att askan ska återföras till skogen för att sluta kretsloppet.

För markvärdesberäkningarna användes värderingsprogrammet Plan33. 12 trädslagsrena fiktiva bestånd skapades, 6 fastmarksbestånd och 6 bestånd på dikad torvmark, med medianboniteter för Götaland.

Tillväxteffekterna har visat sig vara måttliga på fastmark. Denna studie visar att endast granmarker ger positivt nuvärde vid askåterföring i Götaland. Detta beror på att tillväxteffekten ökar med stigande bonitet. På dikad torvmark där fältvegetationen ligger mellan lågstarr och fräken visar alla företagsekonomiska kalkyler på positivt nuvärde oavsett trädslag. Sprids askan i en härdad form som är långsamtlöslig med skyddszoner mot vattendrag tyder de flesta studierna på att negativa miljöeffekter undviks på både fastmark och dikad torvmark.

Nyckelord: Askåterföring, Askgödsling, Askspridning, Markvärde, GROT

Abstract

Ash recycling aims to restore the long-term nutrient balance and prevent soil acidification. It is part of a cyclic approach in which everything taken from the ground will also be returned.

An increased need for bio energy leads to branches and tops (GROT) increasingly being removed from the forest. Thus a large proportion of important nutrients are being removed. Base cations in GROT which would counteract soil acidification if they had been left in the forest are removed and end up in the ashes.

The ash that remains after burning is usually put on landfill. Through taxes to put on landfill there is an objective that the ashes will be returned into the woods to close the natural cycle.

In this study land value calculations were done by the valuation program Plan33. Twelve fictitious stands were created of median site classes for the region Götaland, 6 mineral soil stands and 6 stands in drained peat land. Half of the stands had Norway spruce as the only tree species and half of the stands had Scots pine.

Growth effects after ash recycling have proven to be moderate in mineral soil. My results show that only Norway spruce stands provides positive net present value after ash recycling in Götaland. This is because the growth effect increases with site class. At drained peat land where the vegetation type is between sedge and horsetail shows all business calculations on positive value regardless of tree species. When ashes are spread in a stabilized form with retention zones against streams, most studies indicate that adverse environmental impacts are avoided in both mineral soils and drained peat lands.

Keywords: Ash recycling, ash fertilization, wood ash, land value, bio energy

Innehållsförteckning

Förord	2
Sammanfattning.....	3
Abstract	4
1 Inledning	6
1.1 Bakgrund	6
1.2 Syfte	7
2 Material och Metod	8
2.1 Avgränsningar	8
2.2 Definitioner.....	8
2.3 Scenarion	8
2.4 Samhällsekonomisk kalkyl	10
2.5 Markvärde	10
2.6 Data för den företagsekonomiska kalkylen.....	13
2.7 Produktionseffekter	15
2.7.1 Produktion efter askspridning på fastmark	15
2.7.2 Produktion efter askspridning på dikad torvmark.....	17
2.8 Kostnader för askspridning.....	21
2.9 Miljöeffekter	22
3 Resultat.....	23
3.1 Skillnad i markvärde och volymproduktion på fastmark.....	23
3.2 Skillnad i markvärde och volymproduktion på dikad torvmark	25
4 Diskussion	28
4.1 Askans påverkan på tillväxten	28
4.2 Askspidningens ekonomi	29
5 Slutsats.....	30
Bilaga 1Prislista Södra skog	31
Bilaga 2Kvalitetsutfall Götaland.....	32
Bilaga 3 Sortimentindelning.....	Fel! Bokmärket är inte definierat.
Bilaga 4 Grafik från Plan33	33
Bilaga 5 Utdrag från Plan33:s rapport.....	34
Referenser:.....	36

1 Inledning

1.1 Bakgrund

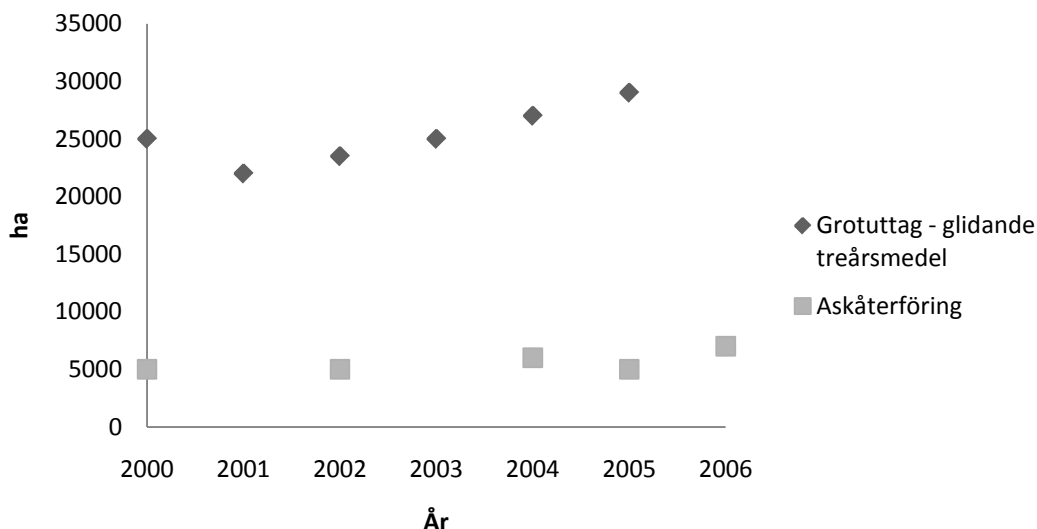
Att ta tillvara på grenar och toppar (GROT) efter avverkning blir allt vanligare och syftar till ett uthålligt energisystem. Användningen av flis och pellets istället för fossila bränslen har visat sig ge goda resultat för miljön i form av att svavelrelaterad försurning har minskat kraftigt. Dock ökar den försurande effekten från skogsbruket på grund av ett ökat uttag. Skogsbruket beräknas stå för 30-70% av försurning i Sverige (Akselsson C, et al. 2007) samtidigt finns studier som visar på en lägre produktion för nästa generation skog på marker där GROT har tagits ut kanske till följd av bortförsl av viktiga näringsämnen (Egnell et al. 1998).

Den aska som blir kvar efter förbränning innehåller många näringsämnen och baskatjoner. Askan är starkt basisk och kan om den återförs motverka den försurning som är orsakad skogsuttag (Akselsson C et al. 2007).

Vidare kan askans näringsämnen återställa den långsiktiga näringsbalansen och motverka framtida produktionsminskningar eller biodiversitetsförändringar (Skogsstyrelsen, 2008).

I Sverige uppgår den årliga produktionen av aska till cirka 1,3 miljon ton varav omkring 150 000-300 00 ton aska bedöms komma från i huvudsak skogsbränslen, vilken kan vara möjlig att återföra till skog.

Naturvårdsverket föreslår därför i en fördjupande utvärdering av försurning ett nytt nationellt delmål för att minska skogsbrukets försurningspåverkan på skogsmark, sjöar och vattendrag inom ramen för miljö kvalitetsmålet ”Bara naturlig försurning”. År 2015 skall skogsbrukets försurningspåverkan i försurade områden inte överstiga det som kompenseras via naturliga processer. (Naturvårdsverket rapport 5766, 2007)



Figur 1. Årlig areal för GROT- uttag (glidande treårsmedelvärden, 2000- 2005) respektive askåterföring (2000 – 2006) till skogsmark i Sverige (Eriksson & Karlsson, 2008)

På önskemål från Svenska Naturskyddsföreningen infördes en avfallskatt för att lägga aska på deponi år 2000. Deponiskatten gör det förmånligt för värmeverken att betala för att askan ska spridas i skogen istället för att betala en högre deponeringsavgift. Trots Skogsstyrelsens rekommendationer på att återföra aska efter GROT -uttag har verksamheten varit låg, se figur 1, och askan har istället lagts på deponi. De ekonomiska incitamenten i form av ökad produktion har ansetts vara för låga för skogsägare ska visa sig intresserade (Norrbom, 2008).

I den absoluta merparten av Sveriges skogar är det kväve som begränsar skogens tillväxt. Askan innehåller alla näringsämnen som träden behöver förutom kväve. Askåterföring har till och med visat sig ge en produktionsminskning på magra marker (Jacobson, 2003).

På torvmarker däremot är kväve sällan det begränsade näringsämnet utan fosfor (P) och kalium (K) begränsar. På grund av ett mäktigt torvdjup (>30cm) når inte trädens rötter ner till mineraljorden som genom vittring är rik på P och K. Tidigare försök har visat på goda tillväxtreaktioner efter askåterföring på dikad torvmark (Silfverber och Huikari, 1985).

1.2 Syfte

Denna studie ingår som en del i ett större projekt att utvärdera de samhällsekonomiska värdena av askåterföring på fastmark och askgödsling på dikad torvmark. Målet med denna studie är att a) sammanställa tidigare forskning om tillväxtförändringen efter askspridning i skogsmark. b) räkna fram skillnaden i markvärde för respektive marktyp och bonitet efter askspridning för att visa vilka arealer som är lämpliga för askspridning.

2 Material och Metod

Detta examensarbete är en litteraturstudie och sammanställning av kunskapsläget inom askåterföring och askgödsling. Intervjuer har hållits med experter inom området. Beräkningar av markvärde har gjorts med hjälp av värderingsprogrammet Plan33 som har möjlighet att optimera tidpunkt för askspridning beroende på en rad olika variabler.

2.1 Avgränsningar

Arbetet är avgränsat till att bara beröra Götaland. Fastmarksbestånden kännetecknas av att

- a) GROT har tagits ut
- b) Vara ogödslade
- c) Tre medianboniteter för respektive trädslag. T18, T20, T23, G26, G29 och G31

Kännetecken för torvmark är att marken skall ha

- a) Ett befintligt dräneringssystem (minst 25m till ett fungerande dike)
- b) Skall ha en lyckad föryngring, vegetationstyp ska vara av bättre ris- eller lågstarrtyp
- c) Tre medianboniteter för respektive trädslag. T16, T22, T24, G20, G26 och G29

2.2 Definitioner

Aska: Med aska avses aska främst från biobränslen. Det går i linje med kretsloppstanken. Skogsstyrelsens rekommendationer är utformade så att ingen nettotillförsel av tungmetaller skall anrikas på skogsmarken. Även aska från annan råvara kommer att användas under förutsättning att de klarar Skogsstyrelsens krav på innehåll av tungmetaller. I tidiga försök förekommer aska i lös form, men moderna försök omfattar i stort sett alltid aska i en härdad form för att undvika negativa miljökonsekvenser (Skogsstyrelsen, 2008).

Askåterföring: Syftar till att föra tillbaka aska i kompositionssynpunkt. Sker på fastmark där GROT tidigare har blivit uttaget och skall kompensera för förluster av baskatjoner och förhindra markförurning (Skogsstyrelsen, 2008).

Askgödsling: Med askgödsling menas att använda askan i produktionshöjande syfte. Dikade torvmarker är ofta rika på kväve men saknar många andra viktiga näringsämnen som finns i askan. Försök visar på markant produktionsökning efter asktillförsel på dikad torvmark (Norrbom, 2008).

Askspridning: Ett samlingsnamn för askåterföring och askgödsling och syftar bara att föra tillbaka aska från i första hand skogsbränslen till skogen.

2.3 Scenarion

Försök har visat att olika marker ger olika utslag på tillväxtreaktion (Sikström et al., 2009) För att få bättre resultat på undersökningen har denna studie koncentrerat sig på Götaland. Götaland är mest intressant eftersom som GROT- uttagsaktiviteten är störst där. Södra Sverige är också i högre grad drabbat av surt atmosfäriskt nedfall än resterande landet, varvid behovet av pH-

höjande åtgärder förefaller vara i störst behov där. GROT- uttagets lönsamhet beror i hög grad transportkostnaderna. Eftersom de flesta värmeverk ligger i Götaland blir således också lönsamheten av GROT- uttag störst där (Egnell, 2008). Askans tillväxthöjande potential är också högre i Götaland eftersom tillväxtökningen är kopplad till ett gynnsammare klimat (Hånell, 2009; Thelin, 2006). För att återspegla variationer i trädslag och bonitet har 12 olika typbestånd tagits fram med hjälp av medianboniteter från Riksskogstaxeringens data. Tre trädslagsrena bestånd för gran respektive tall på både fastmark och dikad torvmark har tagits fram enligt tabell 1.

Tabell 1.

Bestandsvariabler för typbestånd i Götaland, Bestånd 1-6 avser vara fastmark och bestånd 7-12 är dikad torvmark

Best. nr.	SI	Antal plantor	Andel gran, %	Andel tall, %	Grot-uttag	Kalkyl-ränta, %	Företagets kostnad för ask-spridning inkl. subvention, kr/ha
1	G26	2096	100	-	Ja	3	200 ¹
2	G29	2306	100	-	Ja	3	200
3	G31	2449	100	-	Ja	3	200
4	T18	2012	-	100	Ja	3	200
5	T20	2166	-	100	Ja	3	200
6	T23	2402	-	100	Ja	3	200
7	G20	1686	100	-	Nej	3	700 ²
8	G26	2096	100	-	Nej	3	700
9	G29	2236	100	-	Nej	3	700
10	T16	1863	-	100	Nej	3	700
11	T22	2322	-	100	Nej	3	700
12	T24	2483	-	100	Nej	3	700

Skogsstyrelsen har satt upp riktlinjer för askåterföring på fastmark och kommit fram till att en giva på maximalt 3 ton aska/ha och omloppstid är att rekommendera då det kompenserar för näringsuttaget som sker vid GROT-uttag och säkerställer att ett nettotillskott av tungmetaller inte anrikas i skogen (Skogsstyrelsen 2008). För att studien ska vara tillämpbar under dagens restriktioner har vi valt att simulera efter Skogsstyrelsens rekommendationer. Studier visar dock att dikade torvmarker är i större näringsbehov, där rekommenderas en större giva. Silfverberg (1996) rekommenderar i sin doktorsavhandling 45kg fosfor/ha vilket ligger i linje med Holmen

¹ Kostnaden på 200 kr/ha är den administrativa avgift som markägaren betalar till Skogsstyrelsen för samordning av askspridningen. Kostnaden bygger på att värmeverket står för kostnaden 450 kr/TS ton aska som täcker alla spridningskostnader.

² På grund av lägre produktivitet för spridning på dikade torvmarker blir spridningskostnaden 100 kr dyrare/ton aska. På dikad torvmark sprids 5 ton aska/ha. Kostnaden 700 kr/ha beräknas $200 + 100 \times 5$.

(1980) och Paavilainen och Päivänen (1995) rekommendationer om minst 40kg fosfor och 80kg kalium/ha. Det motsvarar en giva på ca 5 ton aska/ha. Dagens regelverk omfattar inte aska som produktionshöjare utan bara i kompensationsssyfte, vilket öppnar för högre givor på torvmark dock gäller samrådspålikt enligt Miljöbalken 12 kap 6§ där Skogsstyrelsen blir den samrådande myndigheten.

Urvalet av lämpliga torvmarker för askgödsling grundade sig på Björn Hånells rapport från 2004 där uppgifter har sammanställts från Rikskogstaxeringen med avseende på torvdjup, vegetationstyp och dräneringsgrad.

2.4 Samhällsekonomisk kalkyl

En samhällsekonomisk kostnads- intäktsanalys, eller cost- benefit analysis (CBA) kan definieras som ett systematiskt sätt att beskriva och mäta effekterna av en åtgärd som vidtas av t.ex. ett hushåll, ett företag eller en offentlig myndighet (Bostedt, Håkansson & Kriström, 2006).

Man ställer de agenter som genererar intäkter och värden mot dem som står för kostnaderna. Den samhällsekonomiska kalkylen skiljer sig från den företagsekonomiska eftersom den inkluderar alla samhällets värden och inte bara de monetära. Det gör att i en företagsekonomisk kalkyl inte alltid genererar största samhällsnyttan och nödvändigtvis inte optimal ur ett välfärdsperspektiv. Då denna studie ingår i ett projekt där samhällsnyttan av askspridning till skogsmark skall värderas mot alternativa användningsområden såsom konstruktionsmaterial till vägbyggen eller lägga den på deponi. Denna studie är en företagsekonomisk kalkyl vilket innebär att gällande subventioner för återförandet av aska till skogsmark tas med i beräkningarna och att samtliga resultat belastas med en skattesats. Detta görs för att efterlikna det praktiska beslutsunderlaget i dagsläget.

2.5 Markvärde

Det finns olika sätt att värdera investeringars lönsamhet. Ett av de vanligaste inom skogsekonomi är markvärde eller kalmarksvärde där marken värderas utan träd efter antingen vad marknadspriset uppgår till eller vad nuvärdet av all framtida produktion av virke på marken genererar (Ekvall, 2005).

Martin Faustmann presenterade markvärdekalkylen 1849, den har sedan dess varit mycket diskuterad och ifrågasatt av skogsfolk och ekonomer. Ohlin (1921) kunde dock bevisa genom strikta matematiska bevis att Faustmanns formel var korrekt. Formeln kunde bl.a. visa vid vilken omloppstid markvärdet maximerades.

Markvärdet är högre vid låga räntor och vid höga boniteter. Denna studie omfattar endast trakthyggesbruk vilket förenklar framräknandet av markvärdet. Studier har visat på att markvärdet kan vara komplicerat att räkna fram i blädningsskog (Ekvall, 2005). Blädning kommer dock inte vara aktuellt i denna studie.

En vanlig definition av markvärdet är: Nuvärdet av all framtida virkesproduktion då marken är kal (Ekvall, 2005).

Att marken är kal gör det enkelt att för markägaren att ta beslut vad marken skall användas till. Markvärdet visar att kalmarken har ett pris och kan köpas och säljas fritt på en marknad t.ex. kan det finnas möjligheter att sälja marken som tomtmark för bostäder. När markägaren har valt att

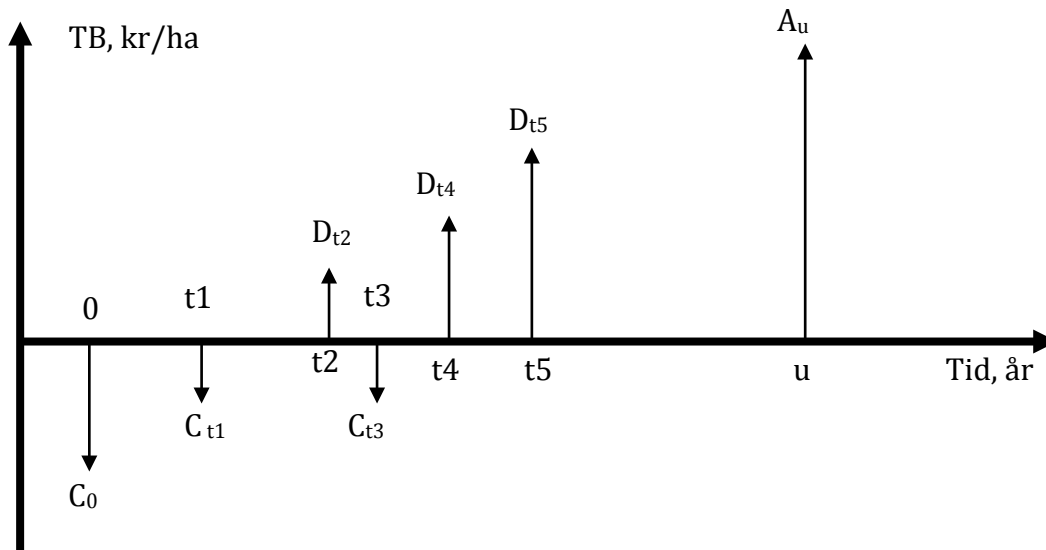
plantera träd på kalmarken binder denne upp sig mot virkesproduktion och marken kan då bli svår att sälja för annat nyttjande vilket leder till att markägaren går miste om markvärdet. Som kompensation för den uteblivna inkomsten krävs en årlig ränta på markvärdet, beräknat som $\text{markpris} \times \text{ränta}$ (Ekvall, 2005).

Markvärdeskalkylen är i första hand en produktionskalkyl och kan användas för alla typer av investeringar (Johansson & Löfgren, 1985).

I denna studie kommer markvärdet att räknas fram genom en anläggningskostnad i form av markberedning och plantering sedan kan Plan33 fritt bestämma skötsel i form av optimal tidpunkt för röjning, gallring, slutavverkning och askspridningen. Plan33 är ett datorprogram som används för planering, värdering och analys av skogsföretag. Det är framtaget av SLU institutionen för skogsekonomi och används i undervisning och forskning. Programmet använder Ekös tillväxtfunktioner och ger användaren möjlighet att själv skriva in värden för skogsvård- och avverkningskostnader samt virkespriser.

Plan33 kommer att presentera markvärdekalkylen med skattehänsyn för att kalkylen ska få bättre möjlighet att förklara ekonomiska skeenden i skogsbruket (Lindgren, 1978).

I företagsrelaterade sammanhang bör markvärdekalkylen påverkas av de skatter som påläggs ägare och företag. Grundregeln i Plan33 är att intäkter och kostnader reduceras med inkomstskatt och kalkylräntan härleds med hänsyn till inkomstskatt och/eller kapitalskatt (Ekvall, 2005).



Figur 2. Täckningsbidrag under en rotationsperiod.

Variabler:

- TB, täckningsbidrag = Särintäkt - Särkostnad
- C0, grundinvesteringen eller anläggningskostnaden för ett nytt bestånd, exempelvis markberedning och plantering
- Ct1, kostnad för exempelvis röjning
- Ct3, Kostnad för askspridningen
- Dt2, Dt4, Dt5, täckningsbidrag från gallringar år t2, t4 och t5

- Au, täckningsbidrag från slutavverkning år u
- Tax, skattesatsen 40 %

Under en omloppstid genomgår ett bestånd flera åtgärder som genererar såväl positiva som negativa täckningsbidrag. I figur 2 symboliseras ett bestånd enligt trakthyggesbruksmodellen. Vid år 0 görs en investering i form av markberedning och plantering och redovisas som en kostnad med nedåtgående pil. Vid år t1 genomförs en röjning som också är en kostnad. Vid år t2 genomförs en gallring, den kan ge både ett negativt och ett positivt täckningsbidrag. I denna studie har en restriktion satts där ingen gallring ska genomföras om den genererar ett sämre täckningsbidrag än – 1000 kr/ha. Gallringsintervallet är satt så att det inte får vara tätare än 5 år och inte längre än 20 år. Vid år t3 är askspridningen. Den ska ligga efter en förstagallring för att befintliga stickvägar ska finnas som är en förutsättning för markburen askspridning. Därefter följer eventuellt två gallringar till innan år u som är tidpunkten för den optimala slutavverkningsåldern. Då kalavverkas beståndet och cykeln börjar om från år 0.

Beräkningen av markvärdet går till i två steg.

Först summeras samtliga kostnader (föryngring, röjning och askspridning) och intäkter (avverkningsnetton) under en omloppstid se figur 2 och diskonteras till år 0, net present value (NPV) blir således:

$$NPV = (C_0 - C_{t1} \times (1+r)^{-1} - C_{t3} \times (1+r)^{-3} + D_{t2} \times (1+r)^{-2} + D_{t4} \times (1+r)^{-4} + D_{t5} \times (1+r)^{-5} + Au \times (1+r)^{-u}) \times (1 - \text{Tax})$$

Därefter tar man hänsyn till nuvärdet av ett oändligt antal skogsgenerationer med identisk skogsskötsel och beräknar markvärdet med en upprepningsfaktor (Ekvall, 2005).

$$Bu = (NPV \times (1+r)^u / (1+r)^u - 1)$$

När det maximala nuvärdet är fastställt är kalmarksvärdet och omloppstiden definierade. Den omloppstid u, som ger högst nuvärde är den optimala omloppstiden.

Upprepningsfaktorn har inte så stor inverkan på markvärdet i Sverige i skogar med lång omloppstid, men har en betydande inverkan vid exempelvis plantageskogsbruk i tropikerna (Ekvall, 2005).

Tabell 2. Upprepningsfaktorn beroende på ränta och förväntad omloppstid (Ekvall, 2005)

Ränta r %	Omloppstid, år			
	10	50	100	150
1	10,558	2,551	1,587	1,29
3	3,908	1,296	1,055	1,012
5	2,59	1,096	1,008	1,001
7	2,034	1,035	1,001	1

Med hjälp av upprepningsfaktorn går det säga att för exempelvis 3 % kalkylränta och 100 års omloppstid (1,055) kan man beräkna att nuvärdet av den första omloppsperiodens virkesproduktion utgör $1/1,055 \times 100 = 94,8$ % av markvärdet. Följaktligen utgör nuvärdet av

efterföljande omloppsperioders produktion $100 - 94,8 = 5,2$ % av markvärdet. I ett snabbväxande plantage med 10 års omloppstid, står första omloppsperioden för $1/3,908 \times 100 = 25,6$ % av markvärdet. Efterföljande omloppsperioder bidrar med $(100 - 25,6 =) 74,4$ % av markvärdet (Ekvall, 2005).

2.6 Data för den företagsekonomiska kalkylen

För insamling av data till beräkningarna i Plan33 har aktuella prislistor samlats in från Södra skogsägarna som är den största virkesköparen i Götaland. De värden som använts för skogsvårds- och avverkningskostnader har tagits från tidigare publicerad artikel (Ranius et al., 2005)

Tabell 2

Prislista för sågtimmer (SEK/m³to) av gran i olika kvalitetsklasser (Södra skogsägarnas prislista 2009 vid timmerlängd 46 dm)

Kvalitet	Toppdiameter cm													
	14	15	16	18	20	21	22	24	26	28	29	30	32	38
1	240	240	324	360	490	520	498	528	564	582	612	618	546	546
2	240	240	324	338	445	462	456	462	492	510	546	546	486	486

Prislistan som används för studien är hämtad från Södra skogsägarna, september 2009. Plan33 beräknar virkesintäkterna från typbestånden genom att använda priserna från tabell 1 och 2 med glidande medeltal se bilaga 1 och 2. Kvalitetsutfallet i de olika klasserna är skattat med stöd från virkesmätaarföreningen VMF syds stambank (Möller & Moberg, 2007).

Tabell 3

Prislista för sågtimmer (SEK/m³to) av tall i olika kvalitetsklasser (Södra skogsägarnas prislista 2009 vid timmerlängd 46 dm)

Kvalitet	Toppdiameter (cm)												
	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
1	300	300	660	840	900	954	984	1044	1068	1098	1116	1128	1140
2	300	300	516	516	528	552	570	588	594	624	630	636	636
3	300	300	516	516	528	552	570	588	594	624	630	636	636
4	300	300	420	444	444	444	444	450	450	450	450	456	456

Denna studie är deterministisk, d.v.s. att den förutsätter att framtidens händelser och priser är kända. I kalkylen används dagens teknologi, medelvärden på skogens förväntade utveckling och dagens priser på varor och tjänster för all framtid. Det är det vanligaste sättet att angripa skogsekonomiska frågor. Det finns olika metoder för att korrigera framtida virkespriser. En metod är att historiskt titta tillbaka på hur virkespriset har förändrats över t.ex. 50 år och anta att virkespriset kommer att följa samma trend. Detta antagande anses inte ge någon bättre precision eftersom virkespriset tenderar att röra sig slumpmässigt både upp och ner. Det skulle kunna liknas vid att köra bil med hjälp av att endast titta i backspeglarna. En framtid på 50-100 år anses vara helt osäker (Ekvall & Bostedt, 2009). På grund av de stora svårigheterna att skatta

verklighetens prisfluktuationer m.m., brukar man för en så långsiktig investering som virkesproduktion, anta att priser och räntor är fasta och real (utan inflation) (Ekvall, 2005) därför kommer virkespriserna i tabell 2 och tabell 3 vara konstanta genom hela studien. Mer realistiskt skulle vara att använda en prislista med stokastisk variation. Händelser och priser varierar slumpmässigt eller efter en beräknad sannolikhetsfunktion. I och med att framtiden är oförutsägbar kan vi med säkerhet säga att det med säkerhet inte går att förutspå framtida virkespriser (Ekvall & Bostedt, 2009).

Tabell 4

Avverkningskostnad i svensk skog (Ranius et al., 2005)			
Beskrivning	Rörlig kostnad		Fast kostnad
	SEK/tim	SEK/m ³ fub	SEK/bestand
Huggning och körning	705	-	-
Skördare, gallring	705	-	-
Skördare, slutavverkning	550	-	-
Skotare, gallring	550	-	-
Skotare, slutavverkning	-	12	1000
Indirekt kostnad för gallring	-	12	1000
Indirekt kostnad för slutavverkning	-	-	-

Svårigheten att förutspå teknikutveckling liknar svårigheten att bestämma framtida virkespriser. Studien utgår från att avverkningskostnaderna i tabell 4 är konstanta.

Tabell 5

Beräkning av volymutfall GROT (Muntligt meddelande Iwan Wästerlund)		
Trädslag	Gran	Tall
Andel GROT av gagnvirke, (%)	30	20
Andel GROT av gagnvirke efter att 20 % lämnats kvar på hygget, (%)	25	16

Uppgifter om förväntad GROT-volym är baserad på intervju med professor Iwan Wästerlund (01-20-2010). Skogsstyrelsen rekommenderar att en femtedel av grenar och toppar lämnas kvar på hygget (tabell 5) för att värna om den biologiska mångfalden (Skogsstyrelsen, 2008). Att lämna kvar 20 % av avverkningsresterna anses dock inte vara något problem då det av olika anledningar inte är ekonomiskt försvarbart att plocka ut alla grenar och toppar. Att plocka ut 100 % av avverkningsresterna ökar tidsåtgången, föroreningar i form av jord och sten, samt att på vissa delar av marken kan riset behövas som armering för att öka bärigheten vid uttransport av virket (Egnell, 2008).

Tabell 6

Rörliga och fasta skogsvårdskostnader (Ranius et al., 2005)		
Skogsvårdsåtgärder	Rörlig kostnad	Fast kostnad
	SEK/tim	SEK/1000 plantor
Ingen Åtgärd	0	-
Plantering	140	1100
Hyggesrensning	180	-

Markberedning, maskinell	600	-
Röjning, plantskog	210	-
Röjning, ungskog	320	-
Återväxtkontroll	140	-

Källan för värdena i tabell 4 och 6 är något gamla, men bedömningen är ändå att teknikutvecklingen inte har förändrat prisbilden i någon större utsträckning utan att värdena går att använda för gällande studie.

För värdering av olika handlingsalternativ används programmet Plan33.

Plan33 beräknar alla framtida intäkter och utgifter och diskonterar de till nutid. Det gör det möjligt att utvärdera alla möjliga skötselalternativ och investeringar.

Plan33 har som enda skogsplaneringsprogram möjlighet att göra beräkningar med hänsyn till påverkande faktorer som skatt, inflation, stigande eller sjunkande skogsvårds kostnader och teknisk utveckling.

För beräkningarna har aktuella värden av priser på gagnvirke och avverkningskostnader tagits fram tillsammans med Södra Skogsägarna. Prissättningen på GROT skiljer sig runt om i Sverige och det finns inte mycket material publicerat om hur mycket GROT man kan förvänta sig vid en slutavverkning och hur mycket den är värd. Där har Prof. Iwan Wästerlunds antaganden legat till grund för beräkningarna.

Plan33 har räknat fram det optimala året för askspridning och inga restriktioner har satts beträffande framkomlighet på grund av ett befintligt stickvägnät. Samtliga tidpunkter för askspridning har dock inträffat efter att beståndet har gallrats, vilket möjliggör ett markburet spridningssystem. Plan33 kan i vissa bestånd räkna fram att det är ekonomiskt optimalt att gallra upp till 5 gånger under en omloppstid. I denna studie har dock en restriktion satts på max tre gallringar per omloppstid vilket stämmer överens med hur praktiskt skogsbruk bedrivs idag och för att Plan33 inte kan värdera eventuella negativa bieffekter som kan uppkomma efter upprepad körning i bestånden såsom markskador och rotröta.

2.7 Produktionseffekter

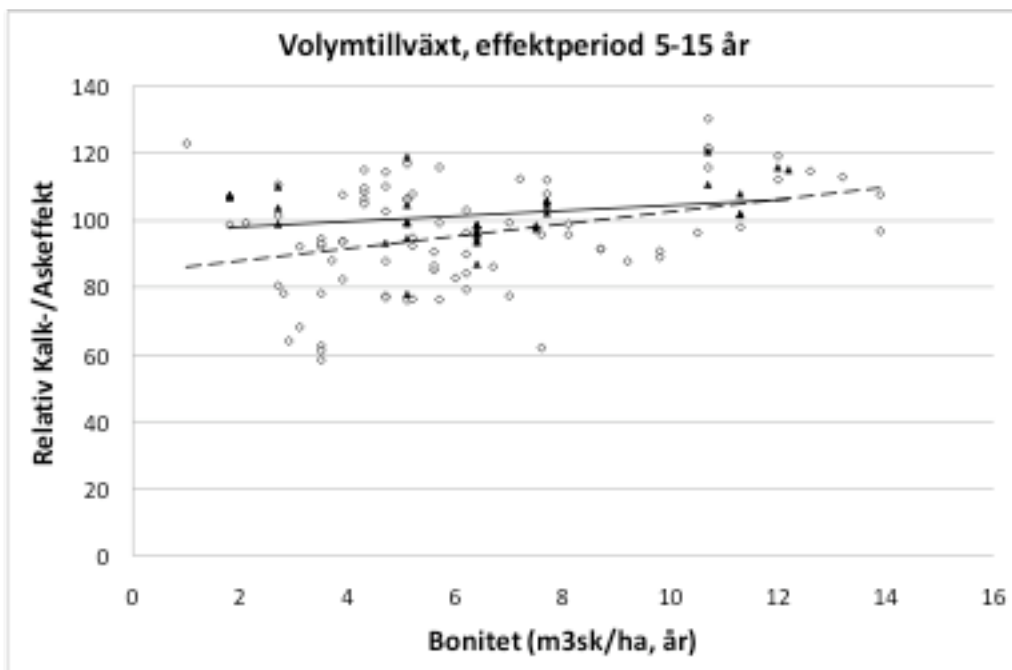
2.7.1 Produktion efter askspridning på fastmark

Askåterföring på fastmark syftar till att återställa den långsiktiga näringsbalansen och att motverka markförurning. Få studier visar på en säkerställd produktionshöjning efter asktillförsel. Däremot har tillväxtminskningar på ca 10 % noterats på svaga marker. Studier från Vindelns försökspark visar att både ammonium och nitrat minskar i marken efter askåterföring (Jacobsson, 1997). Förklaringen ligger troligen i att bakterier och svampar växer när näringsämnen i askan tillförs och binder upp det oorganiska kvävet i marken och gör det otillgängligt för träden (Johansson et al, 1999). Tillväxtminskningen är tillfällig och det oorganiska kvävet frigörs senare då svamparna dör. Det är dock inte säkert att mer kväve blir tillgängligt för träden.

Det är känt att kväve är nyckelfaktorn för tillväxt på mineraljord i Sveriges skogar, men i södra Sverige har tillväxtökningar på upptill 10 % uppmäts efter askåterföring. Det är troligt att askans pH höjande effekt ger tillväxtökningen och inte enbart näringsinnehållet då aska har liknande effekter på tillväxt som kalkning (Sikström et al, 2009). Nedbrytningen av organiskt material går fortare i och med den pH ökning som askan medför och då ökar även tillgängligt kväve på de

markerna. Thelin (2006) presenterade dock en omfattande studie från sydvästra Sverige där tillväxtökningen i genomsnitt var 14 %. Vidare menar Thelin att fosfor kan begränsa tillväxten för granskog i sydvästra Sverige i betydligt större utsträckning än man tidigare trott. Wardle m.fl. (2004) presenterade att från nio olika platser i världen har tiden fått ekosystemen att utvecklas från kvävebrist till fosforbrist. Fosfor tillkommer inte till ekosystemet på annat sätt än ett begränsat vittringstillskott, medan kväve tillkommer kontinuerligt från både biologisk och atmosfärisk fixering (Thelin, 2006). Just i södra Sverige går tillförseln av kväve extra fort på grund av de höga depositionsnivåerna från nederbörden samtidigt som bortförseln av fosfor går fortare med en ökad skogsproduktion och större uttag av biomassa i form av GROT.

Tillväxteffekterna efter askspridning är dåligt studerade och gällande långtidseffekter finns endast ett fåtal publicerade rapporter. Sikström m.fl. visar i en orienteringsrapport (2009) att det finns en trend, dock ej signifikant, att aska ger en produktionsänkning på magra marker, ingen effekt på mellanboniteter och en produktionsökning på bördiga marker se figur 3.



Figur 3. Samband mellan bonitet och relativ tillväxteffekt av kalk och aska under 5-15 år efter behandling, fyllda trianglar heldragen linje är askåterföringsförsök och ihåliga romber och streckad linje är kalkförsök (Sikström et al. 2009)

Sambandet lyder: Askans tillväxteffekt = $8,812 \times \text{Bonitet} + 96,569$
 $R^2 = 0,0772$; $p < 0,1061$; $n = 35$

Trendlinjen har en mycket låg signifikansnivå och några säkra slutsatser om tillväxtförändringar efter askåterföring kan således inte tas. På de bördigaste bestånden minskar dock variansen för både ask- och kalkförsök och ger nära på en entydig produktionsökning, medan på svagare boniteter ökar spridningen i tillväxtresultaten. Denna studie kommer att basera sina beräkningar på Sikström m.fl. (2009) värden på grund av att minska risken att övervärdera tillväxten för hela Götaland.

Studien visar också att aska och kalk har liknande effekter på tillväxten vilket gör det möjligt att få en uppfattning av de långsiktiga effekterna eftersom det finns fler äldre kalkningsstudier. Denna studie gör antagandet att tillväxtökningen är varaktig under 15 år.

Jacobson (2003) presenterade en studie gör på flera olika försökslokaler i Sverige med varierande bonitet och en beståndsålder mellan 30-60 år. Studien gjordes både med kväve och med aska. Resultatet visade att bara där kväve hade tillsatts kunde en signifikant tillväxtökning säkerställas. På marker där enbart aska hade lagts ut kunde man se en trend till en produktionsminskning på svagare boniteter och en produktionsökning på bättre boniteter. Gränsvärdet ser ut att vara C/N – kvot 30, vilket överensstämmer med tidigare erfarenheter från skogsmarkskalkning (Staafl, H. et al. 1996). Från skogsmarkskalkning går trenden mot att svagare boniteter får både en större produktionsminskning och att produktionsminskningen håller i sig över en längre period 20-30år (Staafl, H. et al 1996) på bättre boniteter har tillväxtökningar runt 10 % uppmätts, men spridningen i materialet är stort och resultaten är inte säkerställda (Jacobsson, 2003). PH-ökningen påverkar markens nedbrytning och omsättningen av tillgängligt kväve. Resultaten från skogsmarkskalkning och askåterföring visar i stort sett samma trend om att tillväxten minskar på svagare boniteter och ökar på de bättre, men minskningen tenderar att bli lägre för aska än för kalk.

2.7.2 Produktion efter askgödning på dikad torvmark

Det finns flera kriterier för en lyckad askgödning. Trädens tillväxt efter askgödning styrs i regel av fem faktorer.

1) Klimatets betydelse

Ju längre tillväxtsång desto större blir gödningseffekten. Träden får längre tid på sig att tillgodogöra sig den ökade näringstillgången. Ett bra sätt att mäta tillväxtsång är att räkna temperatursumma med 5°C som gränsvärde (Möller, G 1980). Det har visat sig ge tillförlitliga uppgifter om hur beståndet kommer att reagera. Bestånd med lägre temperatursumma än 950 grader bör inte askgödas (Hånell, 2009).

2) Växtplatsens dräneringsgrad

En förutsättning för att askgödning ska ge en ökad produktion på torvmark ska marken vara väl dränerad. Det finns ett klart samband mellan grundvattenytans nivå och tillväxtökningen efter gödning. Försök visar att där grundvattennivå sänktes till 30 – 70cm under marken blev produktionen betydligt högre än där vattenytan bara var 10cm under marken.

Riksskogstaxeringen har satt kriteriet för väl dränerat:

- Det ska finnas fungerande diken finns inom 25m från provytecentrum.
- Trädens rötter ska vara i god kondition och får inte hämmas av högt markvatten som ger upphov till syrebrist (Norrbon, 2008).

3) Torvtypens betydelse

Det finns flera olika typer av torv och de har alla olika stora naturliga förråd av näringsämnen. En allsidigt näringsrik torv som ligger i ett gynnsamt klimat frigör så pass mycket näring vid

nedbrytning att en hög uthållig virkesproduktion är att vänta. Där ger inte askgödning alltid en tillväxtökning, exv. hög- och lågörts marker (Holmen, 1980; Hånell, 2009).

I och med att kväve inte finns i askan är det viktigt att torvens kväveinnehåll är tillfredställande. Silfverberg och Huikari (1985) satte tröskelvärdet till 1 % kvävehalt för att se tillväxtökning. Holmen (1969) påvisade att klimatets betydelse och satte lägre tröskelvärden på kvävehalten i södra Sverige och högre i Norra vilket även Silfverberg (1996) konstaterar.

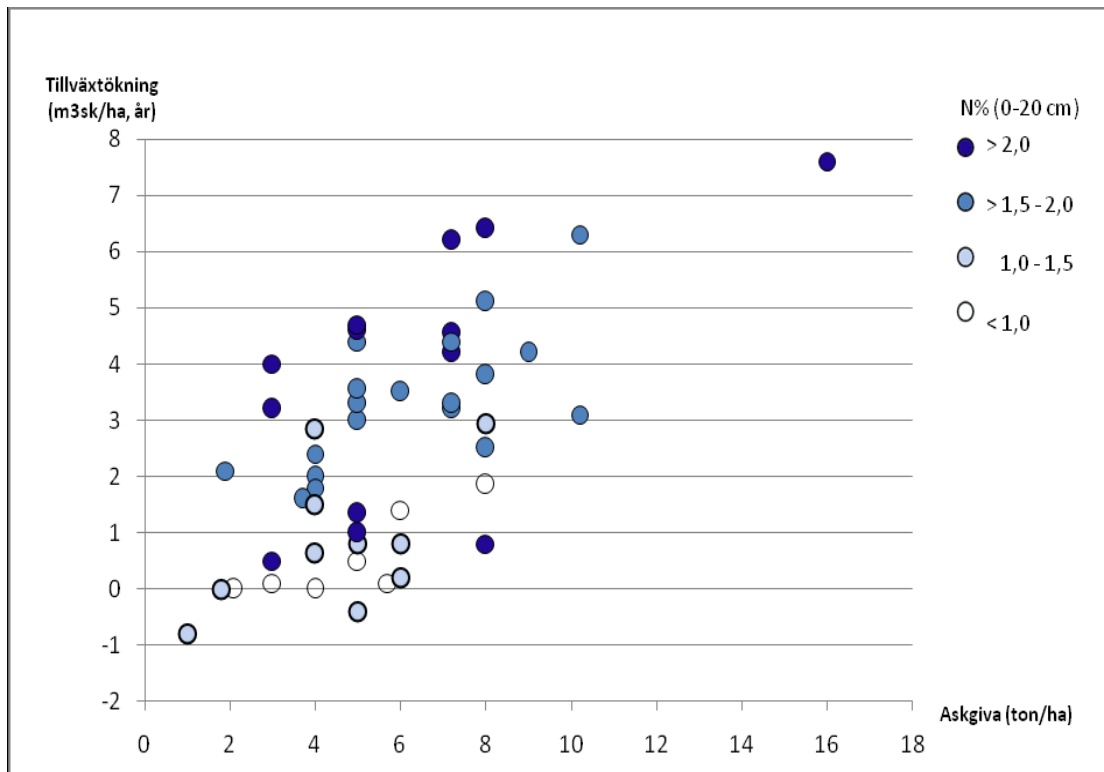
4) Torvdjupet

På marker med tunna torvlager (<30 cm) är ökade tillväxteffekter sällsynta. Det beror på att trädens rötter når ner till mineraljorden där tillgången på mineralnäringsämnen i regel är god (Hånell, 2004).

5) Beståndets utvecklingsgrad

Hur ett bestånd reagerar på gödning beror på dess huggningsklass. Ju större träden är desto mer ökar deras näringsbehov. Studier visar på att kväve blir allt mer den begränsade faktorn ju äldre beståndet blir men att aska har visat sig ge effekt även på äldre bestånd troligtvis eftersom askan leder till snabbare nedbrytning av organiskt material och frigör mer kväve för träden (Hånell, 2004).

Det finns i dagsläget få studier som visar den ökade tillväxten efter gödning på stående skog. Den äldsta studien är från norra Hällmyren, Västerbotten 1926 där 12,5 ton lös vedaska/ha utlagd på kal myr (Malmström, 1935). Holmen (1977) uppmätte en ökning på 5,5 m³sk/ha av medelproduktionen från de första 50 åren efter att askan tillfördes. Genomgående för tidiga gödslingsförsök på torvmarker är att de lagts ut först när etablering av skog misslyckats d.v.s. trädlösa myrar med lågt näringsinnehåll.



Klart är att det finns ett samband mellan temperatursumma och ökad tillväxt. En längre tillväxtperiod gör att träden bättre kan ta tillvara på den ökade näringstillgången. De lägre värdena är således kopplade med växtplatser med mindre gynnsamt klimat, dock ej sämre än 950 dygnsgrader (tröskelvärde 5°C) i temperatursumma (Hånell, 2009).

Hånell (2009) har sammanställt produktionsökningarna för respektive landsdel se tabell 8 och ståndortstyp i en bilaga till MINT- rapporten (Möjligheter för Intensivodling av skog på marker med låga naturvärden)

I tabell 8 redovisas den förväntade årliga produktionsökning som Hånell (2009) har skattat på utvalda dikade torvmarker fördelat på ståndortstyper och landsdelar.

Tabell 8

Förväntad produktionsökning m³sk/ha/år efter en askgiva på 5 ton TS aska (Hånell, 2009)

	Blåbär- fräken	Bättre ris	Lågstarr
Norra Norrland	1,5	2	1,5
Södra Norrland	2	2,5	2
Svealand	2,5	3	2,5
Götaland	3	3,5	3

Produktionsökningen beräknas i tabell 8 efter en giva på 5 ton/ha. Enligt Björn Hånell (2004) skulle en askgödsling av enbart alla lämpliga torvmarker ta 3-4 år om askproduktionen är

300 000 ton/år och innebära en produktionsökning på 1 080 000 m³sk varje år där bara Götaland står för nästan hälften av ökningen (Hånell, 2009). Gödslingseffekten antas i studien vara ihållande under 30 år (Norrbom, 2008).

Björn Hånell (2004) gjorde en kartläggning av dikade torvmarker i Sverige och presenterade den totala arealen dikad torvmark fördelat på vegetationstyp i respektive landsdel se tabell 9.

Tabell 9

Dikad torvtäckt skogsmark, fungerande diken. Fördelning på markslag, dominerande fältvegetation och lands delar. Enhet 1000 ha (Hånell, 2004)

Markslag	Örter	Bättre ris	Lågstarr	Sämre ris	Summa
N. Norrland	36	71	10	12	129
S. Norrland	42	37	3	2	84
Svealand	52	42	4	7	105
Götaland	129	85	20	5	239
Riket	259	235	37	26	557

De dikade torvmarker som har ett fungerande dikessystem redovisas i tabell 9. De marker som i första hand anses som lämpliga för askgödsling är de bestånd med en fältvegetation av antingen lågstarr eller bättre ris. På sämre ris är i regel kvävehalten för låg och fältvegetation av örttyp har

förmodligen en allsidigt komponerad näringssammansättning. Därav koncentreras fokus i det här arbetet på dessa mellanboniteter.

Tabell 10

Dikad torvtäckt skogsmark, ej fungerande diken. Fördelning på markslag, dominerande fältvegetation och lands delar. Enhet 1000 ha (Hånell, 2004)

Markslag	Örter	Bättre ris	Lågstarr	Sämlre ris	Summa
N. Norrland	6	8	4	2	20
S. Norrland	12	6	2	0	20
Svealand	12	9	0	2	23
Götaland	30	21	5	2	58
Riket	60	44	11	6	121

Diken som inte underhålls kommer med tiden att tappa sin funktion att dränera marken och bestånden kan då inte användas för askgödsling. I tabell 10 redovisas den potentiella areal dikad torvmark som efter dikesrensning kan vara aktuell för askgödsling.

2.8 Kostnader för askspridning

De exakta kostnaderna för askspridning är svåra att bestämma med noggrannhet men de är korrelerade till transportavstånd. Askungen Vital AB som är den största askspridande entreprenören i södra Sverige jobbar med ett fast pris 450kr/ton mot värmeverk som vill återföra aska till skogen och då står entreprenören för all hantering av askan efter förbränning på värmeverket (Katharina Pedersen muntligt meddelande). Priset stämmer ganska bra överens med Norrboms (2008) prisuppgifter (tabell 11). Askungen Vital AB kan också erbjuda spridning på dikad torvmark med en modifierad bandvagn. Prestationen blir då något lägre och kostnaden för spridningen ökar med 100-150kr/ton aska vilket debiteras på markägaren. Eftersom spridningsentreprenören vill jobba med stora spridningsobjekt (>100ha) för att öka lönsamheten, låter man Skogsstyrelsen stå för samordning och planering av objekten. Det medför en kostnad på 200kr/ha för markägaren. I övrigt är askan och spridningen helt gratis för markägaren (Holmström, muntligt meddelande).

Tabell 11

Kostnader för askspridning och övriga kostnader (Norrbom, 2008)

Kostnader	SEK/ton
Transport	78
Krossning av aska	46
Spridning med traktor	169
Administration m.m.	130
Total kostnad/ha traktor 5 ton	2113
Total kostnad/ha traktor 3 ton	1268

2.9 Miljöeffekter

Denna studie har fokuserat på att utreda tillväxtförändringarna efter askspridning och en utförligare utvärdering av miljöeffekterna görs parallellt och kommer att redovisas i en annan studie. Studien rättar sig efter gällande rekommendationer från Skogsstyrelsen (2008) beträffande storlek på askgivan.

De miljöeffekter som misstänks vara befogade efter askgödsling är ökad utlakning av nitrat, fosfor och tungmetaller.

Askgivor i rekommenderade doser gav svaga eller inga ökning av nitrifikationen på fastmarker (Martikainen, 1984; Rosén et al., 1993). Magnusson och Hånell (2000) kunde inte heller observera någon förhöjd nitratutlakning tre år efter beskogning och gödsling med åtta ton torvaska per hektar på avslutad torvtäkt. Det är troligt att om aska tillförs på trädbevuxna torvmarker där beståndstillväxten kommer att öka kraftigt leder det till att vegetationen ökar sin kapacitet att ta upp nitrat (Hånell, 2008).

Den fosfor som finns i aska är av uppbyggd av komplexa föreningar och är därmed svårslöslig (Eriksson, 1993). Tillförs fosfor i balans med andra näringsämnen borde risken för utlakning vara liten, vilket har visat sig stämma i praktiska försök (Magnusson & Hånell, 2000)

Askåterföring kan ske under hela rotationsperioden inklusive färska hyggen under förutsättning att det finns befintlig fältvegetation som kan ta upp näringen och att hygget inte är utsatt för omfattande körskador som kan leda till utlakning.

För att ytterligare minska negativa miljöeffekter skall askan vara härdad i någon form så att den löses upp långsamt under en period av 5 – 25 år i fält (Skogsstyrelsen, 2008). Det finns olika metoder att härda aska på. Krossaska, granulering och pelletering. Granulering ger en homogen produkt och kan vara nödvändig i de fall askan ska spridas med helikopter, men framställningskostnaden är hög och produkten blir dyr. Krossaskan framställs genom att tillföra vatten och låta askan självhärda, krossas och eventuellt skiktas för att få önskad partikelstorlek. Att framställa krossaska är billigare jämfört med granulering och pelletering (Ericsson et al., 1994). Beräkningarna i denna studie bygger på att en krossaska används.

3 Resultat

3.1 Skillnad i markvärde och volymproduktion på fastmark

Genom att använda Plan33 har skogsskötseln optimerats med hjälp av Faustmans formel (Ekvall, 2005). Alla framtida virkesintäkter – alla framtida skogsvårdskostnader har diskonterats till nutid. För att beräkna markvärdessförändringen för respektive typbestånd gjordes en beräkning där Plan33 fick beräkna den optimala skötseln med avseende på antal gallringar, gallringsstyrka och gallringstyp. Plan33 har också möjlighet att optimera omloppstiden med avseende på beståndets bonitet och kalkylräntan som i det här fallet är satt till 3 % i samtliga fall. Det mest lönsamma året för askspridningen har Plan33 fått optimera under rotationsperioden. I de fall där askspridningen visat sig vara en olönsam investering har inte Plan33 kunnat finna något optimalt år. I dessa fall har en restriktion tillkommit att askspridningen måste ske mellan år 1-50. Detta för att tillväxteffekten endast ska vara verksam under samma omloppstid.

Tabell 12

Fastmark utan askåterföring

Beståndsnummer	SI	Omloppstid	Antal gallringar	Medelprod., m3sk/år	Markvärde, kr/ha
1	G26	78	3	6,901	3334
2	G29	74	3	7,835	6240
3	G31	65	0	9,287	7905
4	T18	73	0	3,504	- 759
5	T20	71	0	4,163	178
6	T23	67	3	4,913	1584

Ståndortsindex och medelproduktionen för typbestånden på fastmark i Götaland är högre för gran än för tall. Samtliga granbestånd har också högre markvärde än tallbestånden. Intressant att notera är att Plan33 finner att den optimala lösningen är gallringsfri skötsel i de magra tallbestånden och även i det bördigaste granbeståndet (tabell 12).

Tabell 13

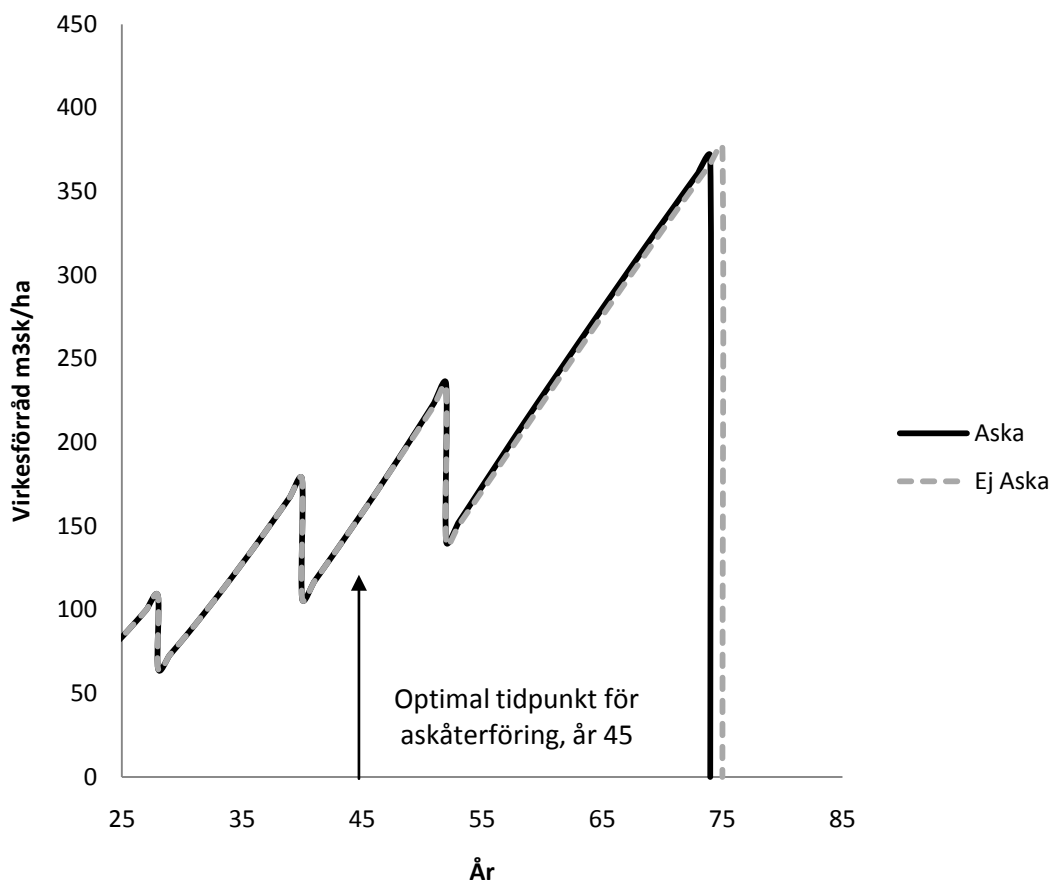
Askåterföring på fastmark, 10 års tillväxteffekt

Best. nr.	SI	Omloppstid	Förändring i produktion, %	Optimalt spridningsår	Antal gallringar	Medelprod, m3sk/år	Markvärde, kr/ha	Skillnad i markvärde, kr/ha
1	G26	78	2,4	64	3	6,943	3387	53
2	G29	73	3,14	45	3	7,882	6358	118
3	G31	69	3,64	48	3	9,764	8660	755
4	T18	73	- 0,59	50	0	3,496	- 799	- 40
5	T20	71	- 0,09	50	0	4,162	145	- 33
6	T23	67	0,5	50	0	4,923	1566	- 18

Markvärdet stiger endast på granmarker och sjunker på tallmarker efter askspridning (tabell 13). Ju bördigare beståndet är desto högre markvärde erhålls. På en granmark med ståndortsindex 31 förkortas omloppstiden med 4 år. Övriga boniteter visar små förändringar i skötselsystem. På fattiga tallmarker där tillväxteffekten efter aska blir negativ hittar Plan33 ingen optimal tidpunkt för askåterföring. På tallmarker har således en restriktion lagts till så att spridningen måste mellan år 1- 50. Plan33 fann då i samtliga fall det mest lönsamt att lägga askgivan så sent i omloppstiden som möjligt.

Volymtillväxt med lika gallringssystem för ett bestånd med askåterföring och ett utan askåterföring på fastmark G29.

Den årliga genomsnittliga produktionen utan askåterföring beräknas till 7,835 m³sk/ha/år medan produktionen ökar till 7,882 m³sk. Markvärdet stiger 6240 kr/ha till 6358 kr/ha.



Figur 5. Virkesförrådets utveckling i ett granbestånd(G29) på fastmark, med och utan askåterföring. Askans tillväxteffekt antas varaktig i 15 år.

3.2 Skillnad i markvärde och volymproduktion på dikad torvmark

På samma sätt som för fastmark har Plan33 fått bestämma optimalt spridningsår för askan med 3 % kalkylränta. På dikad torvmark har inga restriktioner satts mellan vilka år askan måste spridas, eftersom samtliga bestånd förväntas få ökad tillväxt efter askspridningen.

Tabell 14

Dikad torvmark ej askgödsling

Beståndsnummer	SI	Omloppstid	Tidpunkt första gallring	Antal gallringar	Markvärde, kr/ha	Medelprod, m3sk/år
7	G20	94	41	3	- 126	4,678
8	G26	72	29	3	4446	6,679
9	G29	73	27	3	6520	7,461
10	T16	92	47	3	- 892	2,483
11	T22	77	35	3	2432	4,424
12	T24	72	33	3	3580	4,832

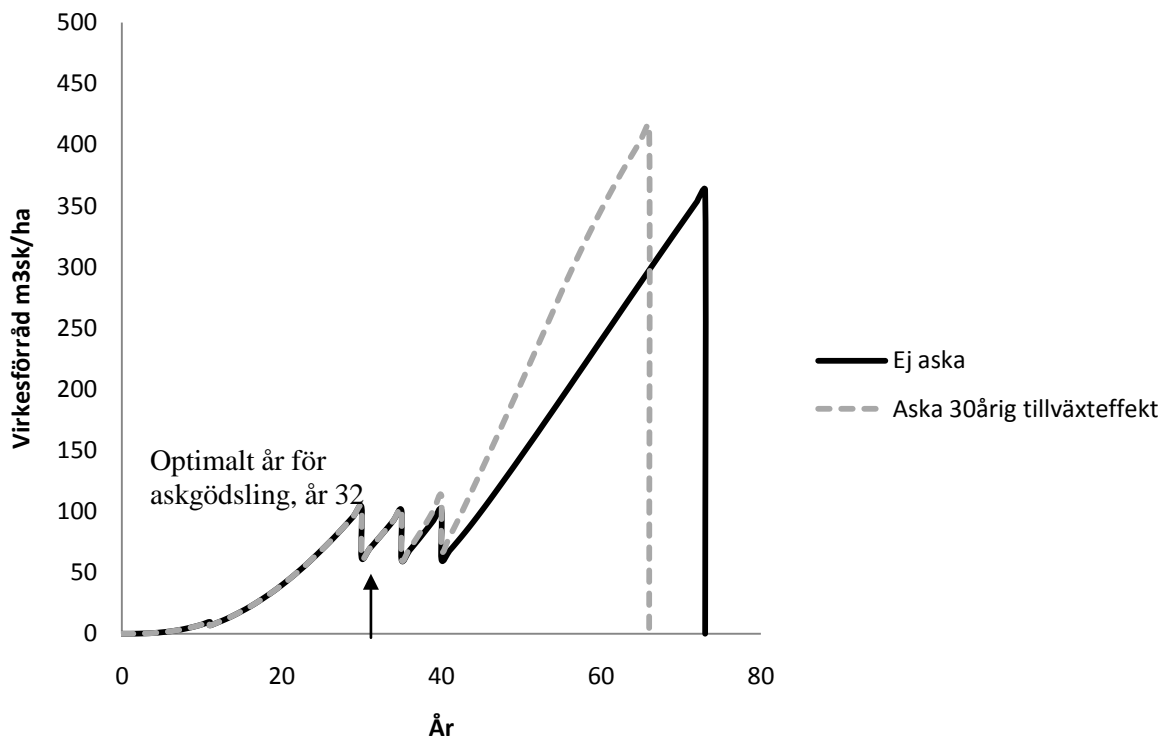
Markvärdet är negativt på de svagaste boniteterna för båda trädslagen, men är positivt för resterande typbestånd (tabell 14) skötseln med tre gallringar är lika för samtliga typbestånd.

Tabell 15

Askgödsling på dikad torvmark, 30 års tillväxteffekt

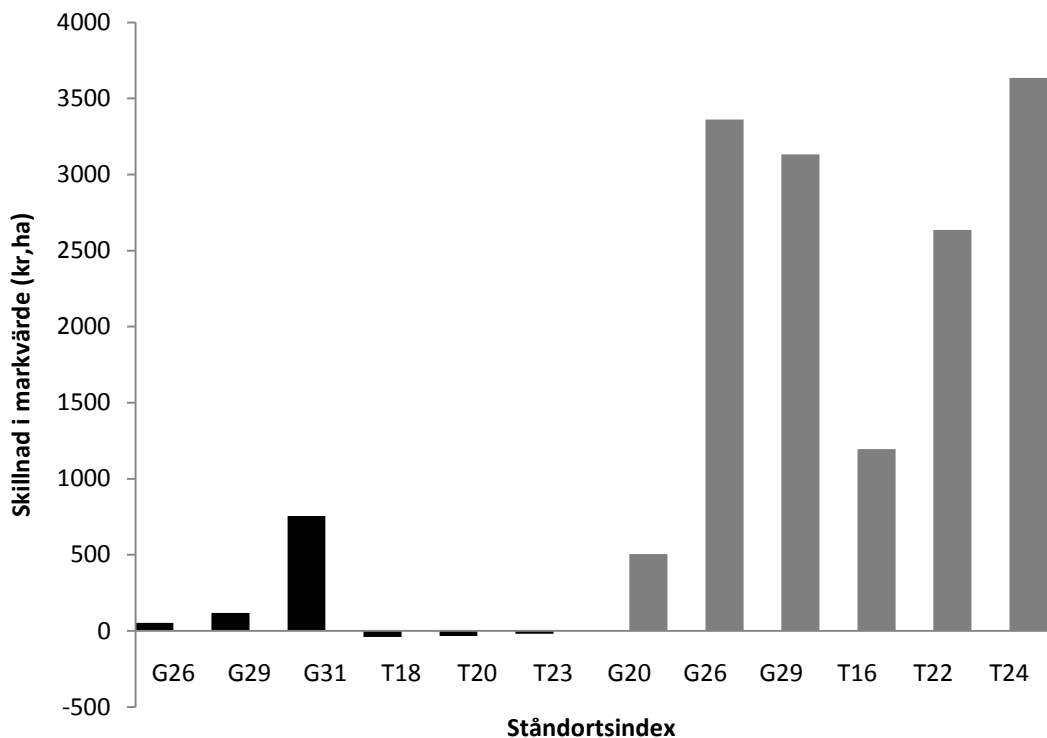
Best. nr.	SI	Omloppstid	Optimalt spridningsår	Förändring i prod, m3sk/ha/år	Antal gallringar	Medelprod, m3sk/år	Markvärde, kr/ha	Skillnad i markvärde, kr/ha
7	G20	73	43	3,0	3	5,68	378	504
8	G26	67	32	3,5	3	8,353	7808	3362
9	G29	64	30	3,0	3	8,726	9653	3133
10	T16	72	36	3,0	3	3,985	303	1195
11	T22	65	33	3,0	3	5,691	5067	2635
12	T24	63	32	3,5	3	6,468	7216	3636

Askgödsling på dikad torvmark ger genomgående ett ökat markvärde (504-3636 kr) jämfört med kontrollen (tabell 15). Högst skillnad i markvärde får det bördiga tallmarksbeståndet. Optimalt år för spridning varierar från år 30 på det bördigaste granbeståndet till år 43 för det magraste granbeståndet. Den optimala omloppstiden förkortas för samtliga bestånd med mellan 5-21 år.



Figur 4 Virkesförrådets utveckling i ett granbestånd (G26) på dikad torfmark, med och utan askgödsling.

Den årliga genomsnittliga produktionen utan tillförsel av aska beräknas till $6,679\text{m}^3\text{sk/ha/år}$ medan medelproduktionen ökar till $7,755\text{m}^3\text{sk}$ efter askgödsling (figur 4). Markvärdet stiger med askgödsling från 4548kr/ha till 6596kr/ha och omloppstiden förkortas också från 74år till 69år .



Figur 5 Markvärdets förändring i jämförelse mot kontrolllytan för varje typbestånd i Götaland efter att askspridning har skett. Svarta staplar är typbestånd för fastmark och gråa staplar är typbestånd för dikad torvmark.

Markvärdet ökar mer på dikad torvmark än fastmark. Högst markvärdeshöjning erhålls på medel och bördiga boniteter på dikad torvmark. Tallbestånd med ståndortsindex 24 på dikad torvmark ger största markvärdesökningen.

4 Diskussion

Askåterföringen syftar till att återställa den långsiktiga näringsbalansen och motverka markförsurningen som bidrar till att våra vattendrag blir sura. Den är ett led i ett kretsloppstänkande där allt som tas ifrån marken också ska återföras.

4.1 Askans påverkan på tillväxten

Askan innehåller de flesta näringsämnen men saknar kväve. Sikström och Jacobson (2002) menar att kväve är den begränsade faktorn för tillväxt i svenska skogar och där askan ger positiv tillväxt är det likt kalkning på grund av dess basiska verkan som genererar en ökad nedbrytningshastighet och på kväverika marker kan det leda till en ökad tillgång på tillgängligt kväve och bidrar således till en positiv tillväxteffekt (Jacobsson, 2003). Det generella rådet har varit att vänta och se hur tillväxten förändras och åtgärda problemet när det uppkommer eftersom ekonomin i åtgärden kan vara tvivelaktig (Sikström & Jacobson, 2002). Men studier av barranalyser från sydvästra Sverige visar även på att tillförsel av fosfor kan vara direkt korrelerat till ökad tillväxt (Thelin, 2006). Thelin (2006) presenterar en omfattande studie från sydvästra Sverige där tillväxtökningen i genomsnitt var 14 %. Vidare menar Thelin att fosfor kan begränsa tillväxten för granskog i sydvästra Sverige i betydligt större utsträckning än man tidigare trott. Wardle m.fl. (2004) presenterade att från nio olika platser i världen har tiden fått ekosystemen att utvecklats från kvävebrist till fosforbrist. Fosfor tillkommer inte till ekosystemet på annat sätt än ett begränsat vittringstillskott, medan kväve tillkommer kontinuerligt från både biologisk och atmosfärisk fixering (Thelin, 2006). Just i södra Sverige går tillförseln av kväve extra fort på grund av de höga depositionsnivåerna från nederbörden samtidigt som bortförseln av fosfor går fortare med en ökad skogsproduktion och större uttag av biomassa i form av GROT. På marker i sydvästra Sverige där fosforbrist föreligger kan en tillväxtökning på 10 -20 % vara trolig efter askåterföring med 1-3 ton aska (Thelin 2006). Vid sådan tillväxtökning förefaller askåterföring vara mycket lönsam.

Askåterföringens tillväxteffekt i denna studie bygger helt på resultaten från Sikström m.fl. (2009). På grund av att omfattande studier om askans tillväxteffekter inte finns närvarande idag har dessa resultat ändå fått ligga till grund i studien. Resultaten från askåterföringen i denna studie ska ses som osäkra då R^2 förefaller vara mycket lågt (0,0772). Tolkningen av Sikström m.fl. (2009) resultat kan vara att askåterföring på bördig fastmark ger en produktionsökning, medan osäkerheten ökar vid svaga boniteter. Det förefaller möjligt att produktionen både kan öka och minska efter askspridning på svaga boniteter. En brist i studien är en känslighetsanalys av hur markvärdet hade förändrats om en annan tillväxt hade valts. Med den höga osäkerheten i materialet kan det förefalla att även tallmarker kan visa sig ge tillväxtökningar och ge lönsamhet till askåterföringen. En annan brist i studien är att eventuella produktionsminskningar efter GROT- uttag helt har förbisetts. Det påverkar inte huruvida askåterföringen blir lönsam eller ej, men det kan vara intressant om GROT- uttaget i sin helhet ska värderas.

För dikad torvmark visar litteraturen på en i stort sett entydig tillväxtökning vid askgödsling med givor över 2 ton per ha och på vegetationstyper mellan lågstarr och fräken. Norrbom (2008) menar att det är relativt få studier gjorda i Sverige på tillväxteffekterna efter askgödsling och att det kan vara svårt att med säkerhet säga hur stor tillväxten kommer att bli. Hånell (2009) visar i MINT- rapporten på möjliga tillväxtökningar i olika delar av Sverige på respektive vegetationstyp. De stämmer ganska väl överens med Norrboms (2008) beräkningar som till stor

del är baserade på finska resultat. Vidare menar Hånell (2009) att det finns ca 114 000 ha dikad torvmark med önskad vegetationstyp som är lämplig för askgödsling i Götaland. En askgödsling med 5 ton aska/ha skulle innebära en årlig produktionshöjning med 363 000 m³sk enbart i Götaland. Fler studier kan behövas för att med säkerhet veta hur reaktionen blir på stående skog efter askgödsling under omloppstiden. Klart är att tillväxteffekten blir större på dikad torvmark än på fastmark.

4.2 Askspridningens ekonomi

Askåterföring visar sig med gällande regelverk, där värmeverken står för den största kostnaden för spridningen, vara lönsamt på bördiga granmarker där tillväxteffekten är som störst. Även om hela kostnaden läggs på den privata markägaren kommer åtgärden att vara lönsam vid en förväntad tillväxt ökning på 14 % under tio års tid (Thelin, 2006). På medel och svaga boniteter genererar askåterföring ett sämre markvärde trots låga spridningskostnader eftersom träden visar negativ eller ingen tillväxtökning efter askspridning. I Götaland visar samtliga granmarker i rapporten en positiv markvärdesförändring medan samtliga tallmarker visar på en negativ markvärdesförändring (tabell 13). Det leder till att den privata skogsägaren inte kan se några kortsiktiga incitament på att investera i askåterföring på tallmark. Ur ett samhällsekonomiskt perspektiv ska externa effekter läggas till exv. värdet av försurade sjöar och minskade fisketillgångar. Samt värdet av de eventuella produktionsminskningarna på lång sikt. Jag anser dock i likhet med Sikström och Jacobson (2002) att ur virkesproduktion finns det ingen anledning att forcera ett beslut om att all aska ska spridas tillbaka till skogen om askan i sig inte leder till någon tillväxtökning. Eventuella framtida tillväxtminskningar är går att åtgärda när de uppkommer genom att tillsätta näringsämnen genom konstgödsel (Sikström & Jacobson, 2002).

Askgödsling har den komplimenterade egenskapen att ge kväverik dikad torvmark ett tillskott av näringsämnen som det annars råder brist på. Askgödsling kan öka tillväxten med 3,5 m³sk/ha under 30 år och öka markvärdet med uppemot 3600kr/ha under förutsättning att dagens förhållanden där värmeverket står för spridningskostnaderna och att kalkylräntan är 3% (tabell 15).

Denna studie visar på att av den företagsekonomiska kalkylen att döma ska askan i första hand läggas på dikad torvmark där fältvegetationen är bättre ris till blåbär- fräken och askspridningen ska ske 30 - 35 år innan tänkt slutavverkning.

Studiens svaghet är att den bara räknar med en kalkylränta. Lönsamheten i askspridning är kopplad till vilken kalkylränta som används. Det kan vara intressant att med en känslighetsanalys undersöka hur lönsamheten påverkas av förändrad ränta, teknisk utveckling samt förändrade virkespriser.

För att askgödsling ska vara attraktivt att börja tillämpa, så får det inte anses vara negativt ur miljösynpunkt. Studier visar att askgödsling i regel leder till mindre eller inga utlakningstendenser.

Askgödsling på dikad torvmark har också den positiva egenskapen att den motverkar surt avrinningsvatten till våra vatten drag. De flesta studier visar på att några negativa miljöeffekter inte är att vänta vid askgivor under rekommenderade 5 ton TS aska/ha (Martikainen, 1984; Magnusson & Hånell, 2000) För en privat skogsägare är askgödsling på dikad torvmark med en ståndortstyp av bättre ris en i närmast helt säker och lönsam investering oavsett trädslag.

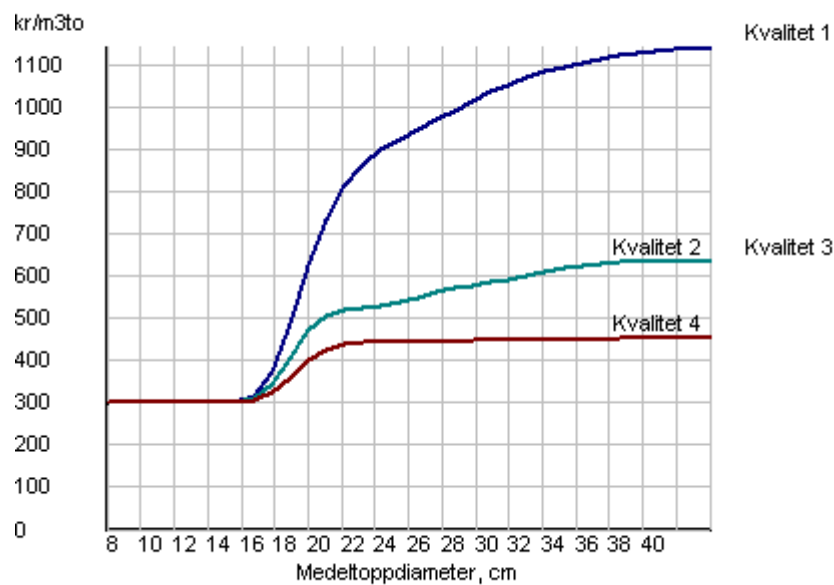
Askgödsling har med ny teknik blivit billigare och om intresset ökar kommer förmodligen kostnaden för spridningen kunna sjunka ytterligare.

5 Slutsats

Askgödsling på dikad torvmark är, på grund av dess låga kostnader i förhållande till dess tillväxteffekt, en bra möjlighet för att öka lönsamheten i skogsbruket samtidigt som det bidrar med positiva miljöeffekter. Askgödsling på dikad torvmark visar på god lönsamhet med dagens regelverk där aska vid en kalkylränta på 3 %. Askåterföring på granmark är under dagens förutsättningar där värmeverket står för merparten av spridningskostnaden en lönsam investering under förutsättning att kalkylräntan är 3 % och att spridningen sker vid optimal tidpunkt. På marker där askåterföring inte visar sig ge någon betydande tillväxtökning måste andra samhällsvärden värderas för att ta ställning till om det ur en samhällsekonomisk synvinkel kan vara ekonomiskt försvarbart att verka för att askan skall föras tillbaka till skogen.

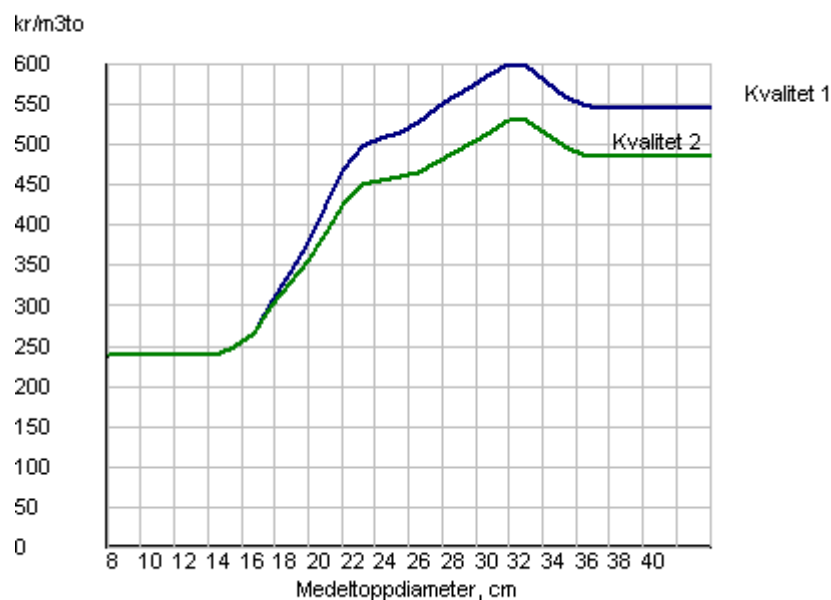
Bilaga 1 Pristlista Södra skog

Pris sågtimmer: Tall



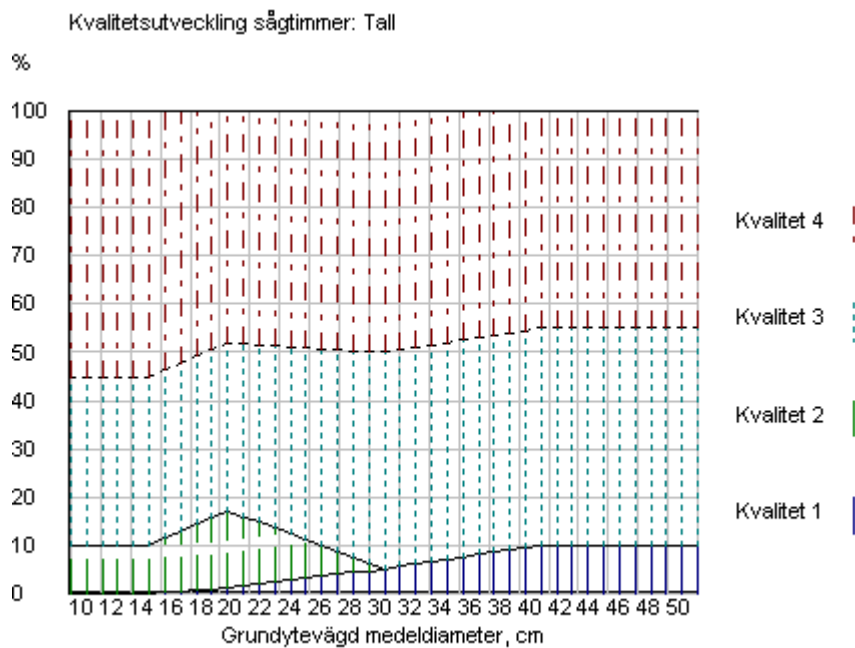
Prisutveckling mot stigande medeltoppdiameter, glidande medelvärde. (Södra skogsägarna, september 2009)

Pris sågtimmer: Gran

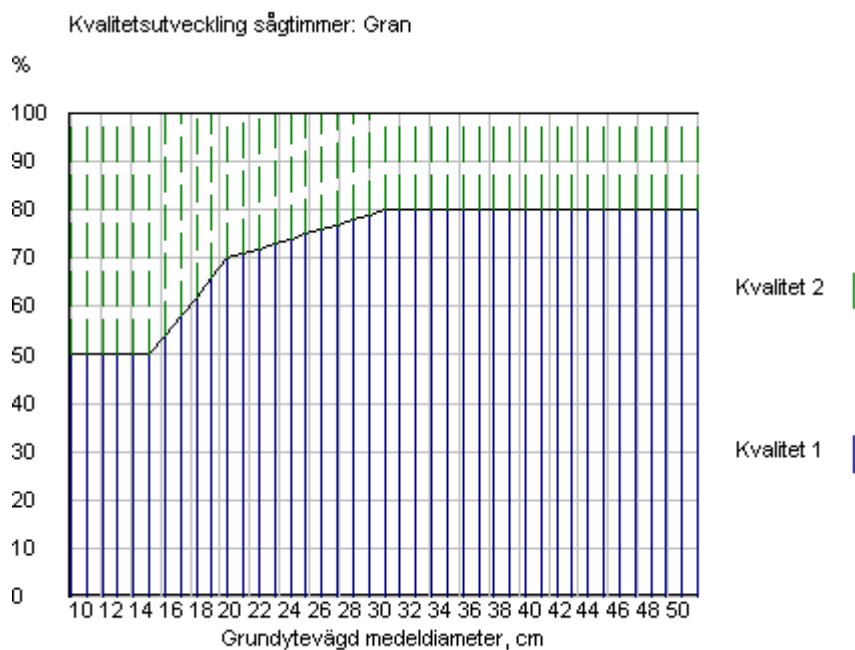


Prisutveckling gran, observera att enskilda diametrar kan ge oväntade ”pucklar”, se 30-36 cm (Södra skogsägarna, september 2009)

Bilaga 2 Kvalitetsutfall Götaland



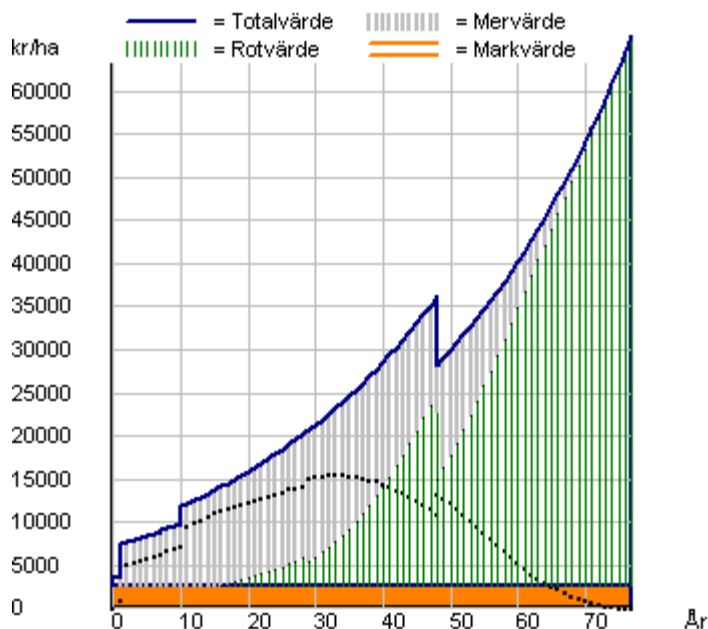
Kvalitetsutveckling tall, bygger på egna antaganden om kvalitetsutvecklingen med stöd från VMF Syds stambank.



Kvalitetsutveckling gran, bygger på egna antaganden om kvalitetsutvecklingen.

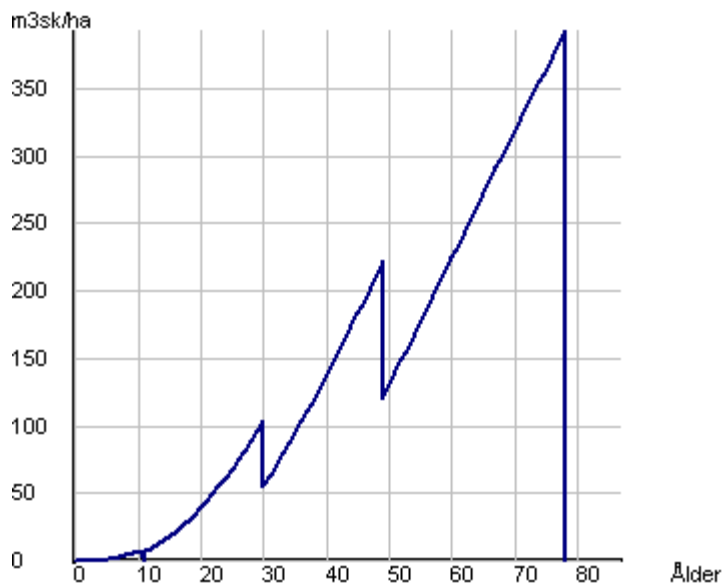
Bilaga 3 Grafik från Plan33

Totalvärde Ränta = 3,00 SI = G26 Andel, Tall = 0% Gran = 100%
 Bu = 2584 kr/ha Omloppstid = 77 år



Totalvärdet räknas fram genom att summera markvärdet med rot- och mervärdet.

Volymproduktion Ränta = 3,00 SI = G26 Andel, Tall = 0% Gran = 100%
 Växttid = 78 år Summa uttag = 534 m3sk Medelprod = 6,94 m3sk/år



Grafisk beskrivning av volymutvecklingen i ett bestånd med två gallringar och en röjning.

Bilaga 4 Utdrag från Plan33:s rapport

Utan Aska och utan GROT

Nuvärdet av skogsvårdskostnaderna, c, för en omloppstid.

 Real ränta efter skatt = 3,00 %
 Föryngringsprogram nr 1 (MPKR)
 Slutålder (max volymprod) = 95 år
 Plantålder = 2 år
 Plantantal = 2096 per ha
 Åtgärd År Kostnad Nuvärde
 MbMas 0 1440 1440
 Täck2 1 6536 6346
 ÅVKon 7 135 109
 RöÜng 10 3324 2474
 Totalt nuvärde år 0, c 10369
 c efter korrektion 10369
 c efter skatt (40 %) 6221

Mbmas = Markberedning maskinell
 Täck2 = täckrotsplanta 2 år gammal
 ÅVKon = Återväxtkontroll
 RöÜng = Røjning Ungskog

Resultat markvärdeanalys

Ränta = 3,00 % SI = G26 c = 6221 kr/ha Omloppstid = 77 år
 Markvärde = 2584 kr/ha Väntetid = -1 år Antal gallringar = 2

Åtgärd	Åld	Vff		Df		Hf		Avv		Tb	Tb Utbyte	W -	C =	Bu			
		Ut	Vfe	Du	De	Hu	He	Gy	Stam						kost	kr/	kr/
	år	m3sk	m3sk	cm	cm	cm	cm	m2/	mar/	kr/	kr/	kr/	m3fub/	m3to/	ha	ha	ha
Röjn	11	9,7	3,4	3,2	2,1	2038											
		2,9	3,1	3,0													
		6,8	3,5	3,3	1,5	1426											
		2,9	(död ved avsatt)														
Gall 1	30	103,6	15,1	12,1	14,9	1669											
		46,6	12,3	9,8			199	4	172	0,711	0,057						
		57,0	17,5	14,0	7,2	918											
Gall 2	49	221,9	24,0	17,4	26,5	1012											
		99,9	23,9	17,4			135	134	13334	0,296	0,452						
		122,1	24,0	17,4	13,8	546											
Slut	77	591,2	26,3	18,7	80,6	2040											
(0 gall)		579,4	26,3	18,7			89	211	122426	0,246	0,500	8689	-	6957	=	1731	
		0,0	0,0	0,0													
		11,8	(småträäd kvar)														
Slut	73	468,7	29,6	20,7	56,6	1090											
(1 gall)		461,5	29,6	20,7			77	252	116325	0,185	0,561	9481	-	7062	=	2419	
		0,0	0,0	0,0													
		7,3	(småträäd kvar)														
Slut	78	393,0	32,1	21,8	44,3	697											
(2 gall)		387,7	32,1	21,8			73	275	106470	0,145	0,600	9517	-	6933	=	2584	
		0,0	0,0	0,0													
		5,3	(småträäd kvar)														

Under en omloppstid av 77 år (antal gallringar = 2) produceras:

gagnvirke:	534 m3sk => 6,937 m3sk/år
därav uttag av massaved:	119 m3fub => 1,542 m3fub/år
sågtimmer:	281 m3to => 3,643 m3to/år
avsatt död ved samt röjvirke:	2,9 m3sk => 0,038 m3sk/år
stående träd:	5,3 m3sk => 0,069 m3sk/år
medeldiameter uthuggna träd:	28,87 cm
stående medelförråd:	146 m3sk/ha

Ekonomisk avkastning på en normalskog på 100 ha:

Netto, skogen	140962	140962 kr/år
Allmänna omkostnader	- 20074	0 kr/år
Netto skogsbruket	= 120889	140962 kr/år
Netto skogsbruket	= 1209	1410 kr/år och ha
Avkastningsvärde(es)	= 24178	28192 kr/ha

Resultaträkning för normalskogen:

	Rel värde	
Virkespris	1,000	(Sågtimmer: 0,811 Massaved: 0,189)
- AvvKost	0,299	
- SkvKost	0,067	
- ÖvrKost	0,091	

AvvKost= Avverkningskostnader

SkvKost= Skogsvårdskostnader

ÖvrKost= Övriga kostnader

Referenser:

- Akselsson, C. Zetterberg, T. Belyazid, S. Westling, O. Hellsten, S. Moldan, F & Kronnäs, V (2007) Skogsbrukets försurningsbidrag. In Naturvårdsverkets rapport- Bara naturlig försurning. rapport nr 5766. Bilaga 8
- Bostedt, G., Håkansson, C. & Kriström, B. (2006). Miljövärdering och ekonomiska modeller för hållbar utveckling. Rapport, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Egnell G., Nohrstedt H.-Ö., Weslien J., Westling O., Örlander G (1998) Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) av skogsbränsleuttag, asktillförsel och övrig näringskompensation. Skogsstyrelsen Rapport 1. Skogsstyrelsens förlag. Jönköping. ISSN 1100-0295.
- Egnell, G. (2008) Skog & Trä, Biobränslemarknaden i Sverige- En nulägesanalys. Sveriges Lantbruks Universitet.
- Ekvall, H (2005) Plan33 - ett verktyg för ekonomisk analys av skogsbruksföretagets virkesproduktion. Upplaga 2.
- Ekvall, H. & Bostedt, G. (2009) Skogsskötselns ekonomi. Skogsskötselserien. http://www.skogsstyrelsen.se/epi/epi4/dokument/sks/Fakta_om_skog/Skogsskotselserien/Skogsskotselns-ekonomi/18_skogsskotselns_ekonomi.pdf
- Ericsson, S-O. Lundborg, A & Oskarsson, R. A (1994) Aska i skogen- samlade erfarenheter och kunskaper från Projekt Skogskraft
- Eriksson, H & Karlsson, S. (2008) Bara naturlig försurning. Bilaga 5. Rapport 5780, Naturvårdsverket.
- Eriksson, J. (1993) Karaktärisering av vedaska. Vattenfall, FUD-rapport U(B) 1992/48
- Holmen, H. (1977) Prioritering av forskningsinsatser. Torvmarksgödsling. I: Skogsgödsling nu och i framtiden – en lägesorientering. Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift, Supplement 11, 22. 23-29.
- Holmen, H (1980) Skogsproduktion på torvmark. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Redogörelse nr 3.
- Hånell, B. (2004) Arealer för skogsgödsling med träaska och torvaska på organogena jordar i Sverige. Värmeforsk, Stockholm.
- Hånell, B. (2008) Aska till torvmarksskogar. In: Tiberg, C., Olsson, S., Thelin, G & Egnell, G. Miljöriskvärdering av askor – Kursutveckling av SIG och SLU i samarbete. Stockholm: Värmeforsk
- Hånell, B. (2009) Möjlighet till höjning av skogsproduktionen i Sverige genom dikesrensning, dikning och gödsling av torvmarker. In: Fahlvik, N., Johansson, U., Nilsson, U. (eds.). Skogsskötsel för ökad tillväxt. Faktaunderlag till MINT-utredningen. SLU, Rapport. ISBN 978-91-86197-43-8. Bilaga 4:1-28

- Jacobsson, S. (1997) Återföring av aska kan ge tillväxtförluster. Skogforsk, Resultat 23.
- Jacobsson, S. (2003) Addition of Stabilized Wood Ashes to Swedish Coniferous Stands on Mineral Soils – Effects on Stem Growth and Needle Nutrient Concentrations. *Silva Fenica* 37, 437-450.
- Johansson, M-B, Nilsson, T & Olsson, M. (1999) Miljökonsekvensbeskrivning av Skogsstyrelsens förslag till åtgärdsprogram för kalkning och vitalisering. Rapport I 1999, Skogsstyrelsens förlag, Jönköping. 172 s.
- Johansson, P-O. & Löfgren, K-G. (1985) *the Economics of Forestry & Natural Resources*. Basil Blackwell, Oxford.
- Lindgren, J-E. (1978) Skogsbeskattning, värdetillväxt och slutavverkningstidpunkt. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsekonomi. Rapport nr 26, Stockholm
- Magnusson, T. (2009) Skogsbruk- mark och vatten. Skogsskötselserien.
<http://www.skogsstyrelsen.se/episervern4/templates/SNormalPage.aspx?id=36689>
- Magnusson, T. & Hånell, B. (2000) Aska för beskogning av torvtäcker- Påverkan på växtnäringförhållanden, tungmetaller och vattenkvalitet. Eskilstuna, rapport ER 18:2000: Energimyndigheten
- Malmström, C. (1935). Om näringsförhållandenas betydelse för skogsmarkens produktiva förmåga. *Medd. Stat. Skogsf. anst.* 28: 571-650.
- Martikainen, P. J. (1984) Nitrification in two coniferous forest soils after different fertilization treatments. *Soil Biol. Biochem.* 17: 245-248.
- Möller, G. (1980) Gödsling och tillväxteffekter, Skogsproduktion på våtmark. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten redogörelse Nr 3.
- Möller, J. & Moberg, L. (2007) Stambank VMF syd – preliminärt första utkast. Skogforsk
- Norrbom, T (2008) Askgödsling och dess lämplighet i torvmarksskogar tillhörande Sveaskog Förvaltnings AB, Examensarbete, SLU.
- Ohlin, B. (1921) Till frågan om skogsarnas omloppstid. *Ekonomisk tidskrift*, Vol 22, Pp 89 -122
- Paavilainen, E. & Päivänen, J. (1995) *Peatland forestry, ecology and principles*. Berlin: Springer Verlag, Ecological studies 111.
- Rosén, K., Eriksson, H., Carholm, M., Lundqvist, H & Rudebeck, A. (1993) Granulerad vedaska till skog på fastmark – ekologiska effekter. *Ramprogram Askåterföring*, NUTEK R 1993:26, 60ss
- Sikström, U & Jacobson, S. (2002) Trädens tillväxt – fortfarande en fråga om kväve! Resultat, Skogforsk Nr 2
- Sikström, U (2008) Tillförsel av aska och PK med eller utan N på en torvmark i södra Sverige Effekter på trädutveckling och ämneshalter i barr. Stockholm: Värmeforsk

Sikström, U. Ernfors, M. Jacobsson, S. Klemedtsson, L. Nilsson, M. & Ring, E. (2006). Värmeforsk Rapportnr 974: Tillförsel av aska i tallskog på dikad torvmark i södra Sverige- effekter på skogsproduktion. Stockholm: Värmeforsk

Sikström, U. Jacobson, S. Johansson, U. Kukkola, M. Saarsalmi, A & Holt-Hanssen, K (2009) Långtidseffekter på skogsproduktion efter askåterföring och kalkning – Preliminära resultat från en pilotstudie. Stockholm: Värmeforsk

Silfverberg, K. (1995) Forest regeneration on nutrient-poor peatlands: Effects on fertilization, mounding and sowing. *Silva Fenn.* 29

Silfverberg, K., & Huikari, O. (1985) Wood ash fertilization on drained peatlands. *Folia Forestalia* 633.

Skogsstyrelsen 2005. Nationella skogliga sektorsmål. Skogsstyrelsen. (se www.skogsstyrelsen.se under "Projekt")

Skogsstyrelsen 2008. Rekommendationer vid uttag av avverkningsrester och askåterföring. Meddelande 2-2008. Skogsstyrelsen, Jönköping. ISSN 1100-0295

Staafl, H. Persson, T. & Bertils, U. (1996) Skogsmarkskalkning- resultat och slutsatser från Naturvårdsverkets försöksverksamhet. Naturvårdsverket förlag.

Thelin, G (2006) Askåterföring till gran och bokbestånd – effekter på näring, tillväxt, kvävedynamik och kolbalans. Stockholm: Värmeforsk

Wardle, D A. Walker, L R. & Bardgett R D. (2004) Ecosystem Properties and Forest Decline in Contrasting Long-Term Chronosequences. *Science* 305, 509-513.

Intervjuer:

Gunnar Thelin. Konsult, Ekobalans (17-11-2009)

Hampus Holmström, Skogsstyrelsen Borås (17-10-2009)

Iwan Wästerlund. Professor, Skoglig planering och teknologi (20-01-2010).

Katharina Pedersen. Administrationsansvarig, Askungen Vital AB (17-11-2009)