



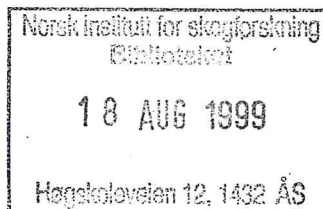
Norsk institutt for
skogforskning
Høgskolevn. 12
N-1432 Ås
Tlf. 64 94 90 00
Fax. 64 94 29 80
E-post; post@nisk.no

Oppdragsrapport 14/99

Skogsbilveier

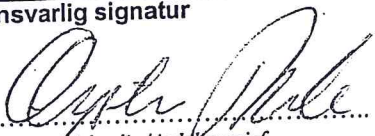
Lønnsomhet og kostnadsfordeling

Jørn Lileng, Øystein Dale og Jan Bjerketvedt



OPPDRAGRAPPORT fra Norsk institutt for skogforskning (NISK)

Høgskoleveien 12, 1432 Ås
Telefon 64 94 90 00 Telefax 64 94 29 80

Tittel: Skogsbilveier Lønnsomhet og kostnadsfordeling	Serienr.: OR 14/99	Dato: 17.08.99
	Antall sider: 43	ISBN: 82-7169-903-2
Forfatter: Jørn Lileng, Øystein Dale og Jan Bjerketvedt		Sign.
Oppdragsgiver: Utviklingsfondet for skogbruket (UTF)	Arkiv nr. - kontraktsdato: 97/00476	Tilgjengelig: Lukket: <input type="checkbox"/> Begrenset: <input type="checkbox"/> Åpen: <input checked="" type="checkbox"/>
Sammendrag: Hovedmålet med prosjektet var å utvikle nye rutiner for beregning av veianleggs lønnsomhet og kostnadsfordeling mellom interessentene. Lønnsomhetsberegningene gjennomføres ved å kartlegge innsparingene på grunn av redusert transportavstand før dette settes opp mot anleggskostnadene. For kostnadsfordelingen er "Hedmarksmodellen" forsøkt gjort mer eksakt ved å utvikle en ny metode for å fastsette beliggenhetsfaktoren. På bakgrunn av resultatene er det utarbeidet et dataprogram (Excel applikasjon) som utfører lønnsomhetsberegninger og kostnadsfordeling av skogsveianlegg. I programmet kan man foreta kostnadsfordelingen ved hjelp av Hedmarksmodellen eller transportgevinstmetoden. Dataprogrammet utfører også følsomhetsanalyser hvor man tester hvordan enkeltfaktorer slår ut på hovedresultatene. Med dette kan planleggeren kunne se hvilken effekt de ulike forutsetningen gir og hvilke faktorer som har størst innvirkning på resultatene.		
Erneord Norsk: Skogsbilveier, lønnsomhet, kostnadsfordeling Engelsk:		
Ansvarlig signatur  Adm.dir./Avdelingssjef		

Forord

Etter initiativ fra Landbruksdepartementet har Norsk institutt for skogforskning (NISK) utvikle nye rutiner for beregning av veianleggs lønnsomhet og kostnadsfordeling mellom interessentene. Dette arbeidet er i utgangspunktet to prosjekter som ble gjennomført samtidig, slik at begge prosjektene presenteres i samme rapport. Utviklingsfondet for skogbruket (UTF) finansierte prosjektet.

Prosjektet tar for seg bakgrunnen for dagens praksis ved lønnsomhetsberegninger og kostnadsfordeling av skogsveier, samt presentasjon av et dataprogram som behandler lønnsomhet og fordeling av kostnader. Dataprogrammet er kun en demonstrasjonsversjon, slik at det gjenstår å teste og videreutvikle dette i samarbeid med skognæringen.

1432 Ås, august 1999

Jørn Lileng

Øystein Dale

Jan Bjerketvedt

Sammendrag

Målet med dette arbeidet var å utarbeide nye effektive rutiner for beregning av lønnsomhet ved skogsveibygging, samt å drøfte Hedmarksmodellen med tanke på å gi en mer objektiv fordeling av veibyggingkostnadene. Økonomi betraktningene gjennomføres ved å kartlegge innsparinger på grunn av redusert driftsveilengde under ulike terreng- og skogforhold, før dette settes opp mot anleggskostnadene. Kostnadsfordelingen er forsøkt gjort mer eksakt ved å utvikle en ny metode for å fastsette beliggenhetsfaktoren. På bakgrunn av disse resultatene er det utarbeidet et demonstrasjons dataprogram (Excel applikasjon) som utfører lønnsomhetsberegninger og kostnadsfordeling av skogsveianlegg. I programmet kan man foreta kostnadsfordelingen ved hjelp av Hedmarksmodellen eller transportgevinstmetoden.

For kostnadsfordeling står man fritt til å velge hvilken metode som skal benyttes når anleggskostnadene skal fordeles mellom interessentene. Per i dag er Hedmarksmodellen den mest vanlige metoden. Alternativet er transportgevinstmetoden som krever mer arbeid med tanke på grunnlagsdata og beregninger. Et dataprogram vil lette bruken av den sistnevnte metoden da beregningen vil kunne gjøres automatisk.

Ved lønnsomhetsberegninger av skogsbilveier er det driftstekniske og administrative, samt fordeler i forbindelse med skogkultur, jakt, fiske, friluftsliv o l som legges til grunn for beregningene.

Ettersom det ikke eksisterer noen fast metode for lønnsomhetsberegninger av skogsveianlegg, får man regionvise forskjeller der metodene variere mellom ulike saksbehandlere. Et dataprogram vil redusere disse forskjellene ved at planleggerne benytter det samme behandlingsverktøyet. De økonomiske beregningene og forslag til kostnadsfordeling som dataprogrammet kommer med, vil også langt på vei tilfredsstillende kravene til økonomisk dokumentasjon.

Dataprogrammet belyser også hvordan ulike driftsveilengder og terrengforhold slår ut på driftskostnadene. Følsomhetsanalysene i programmet viser bl a at terrengtransporten er svært avgjørende for driftenes lønnsomhet. Derfor burde terrengtransporten i større grad differensieres ved prisfastsettelse av skogsdrifter. Med dette ville ikke den generelt lave markedsprisen for driftene med lang terrengtransport og vanskelig terreng komme til gode for de skogeierne som ikke prioriterer veibygging.

Skogbestand som ligger i tekniske nullområder etter veibygging kommer utenfor veienes dekningsområde og kommer dermed ikke med som beregningsgrunnlag i dataprogrammet.

Avskrivningsperioden for veianleggene er i dataprogrammet satt til 20 år. Denne perioden er den mest vanlige å bruke per i dag. Det bør drøftes om denne perioden bør utvidet eller gjøres med fleksibel ettersom veianleggene høyst sannsynlig også vil være intakt og i bruk etter 20 år. En økning av avskrivningstiden vil gjøre forholdsvis små utslag på lønnsomheten dersom mesteparten av avvirkningen kommer de første årene etter veibygging.

Følsomhetsanalysene som presenteres i rapporten foretas med utgangspunkt i tre alternative fordelinger av antall dekar innenfor fem hogstklasser. Fra alternativ 1 til alternativ 3 flyttes hovedtyngden av antall dekar fra hogstklasse IV og V til hogstklasse II og III. Resultatene viser at terrengtransporten er den mest følsomme faktoren, og utgjør i forhold til summen av

de resterende faktorene henholdsvis 86 % og 81 % for alternativ 1 og alternativ 3. Dette viser at terrengtransporten er meget avgjørende for lønnsomheten av skogsveibyggingen, og at transporten i terrenget fortsatt dominerer etter at mesteparten av arealet forskyves til hogstklasse II og III.

Av faktorene statstilskudd, marginal skattesats og skogavgift med skattefordel er det statstilskuddet som har størst betydning for resultatene. Anleggskostnadene for de tre faktorene endrer seg med henholdsvis 6,7, 2,3 og 1,6 %, ved å endre faktorene hver for seg med 10 %.

Innhold

SAMMENDRAG

FIGUROVERSIKT	5
1. INNLEDNING	7
1.1 PROBLEMSTILLING.....	8
2. DAGENS PRAKSIS VED LØNNSOMHETSBEREGNING OG KOSTNADSFORDELING AV SKOGSBILVEIER	9
2.1 TIDLIGERE ARBEIDER, UNDERSØKELSER OG BAKGRUNNSTALL.....	9
2.1.2 <i>Terrengklassifisering</i>	11
2.1.3 <i>Kjøre- og ganghastigheter i terrenget</i>	13
2.1.4 <i>Redusert maskin-, utstyr- og tømmertransport</i>	15
2.1.5 <i>Reduserte administrasjonskostnader</i>	17
2.1.6 <i>Reduserte plante- og kulturkostnader</i>	18
2.1.7 <i>Andre fordeler</i>	20
2.2 KOSTNADSFORDELING.....	20
2.2.1 <i>Hedmarksmodellen</i>	20
2.2.2 <i>Transportgevinstmetoden</i>	23
2.2.3 <i>Sammenligning av Hedmarksmodellen og Transportgevinstmetoden</i>	24
2.2.4 <i>Forslag til forbedringer av Hedmarksmodellen</i>	26
3. BESKRIVELSE AV DATAPROGRAM	27
3.1 BESTANDSDATA.....	27
3.2 TERRENGKLASSIFISERING.....	28
3.3 INNSPARING PÅ GRUNN AV VEIBYGGING.....	28
3.3.1 <i>Reduserte utgifter til terrengtransport</i>	28
3.3.2 <i>Reduserte hogstkostnader (sluttavvirkning og tynning)</i>	30
3.3.3 <i>Reduserte utgifter til administrasjon, planting og ungsogpleie</i>	31
3.4 ANLEGGSKOSTNADENE.....	31
3.5 LØNNSOMHETEN AV VEIANLEGGET.....	32
3.5.1 <i>Nåverdi av innsparingene</i>	32
3.5.2 <i>Veikostnadene før skatt</i>	32
3.6 KOSTNADSFORDELING - HEDMARKSMODELLEN.....	33
3.7 FØLSOMHETSANALYSER.....	33
3.7.1 <i>Nåverdi av innsparingene</i>	35
3.7.2 <i>Terrengklassene</i>	40
3.7.3 <i>Anleggskostnadene</i>	40
4. DISKUSJON OG KONKLUSJON	42
5. LITTERATURLISTE	43

Figuroversikt

Figur 1. Avlesing av tilknytningsfaktor.....	22
Figur 2. Veiløsning som krever justering av tilknytningsfaktor.....	22
Figur 3. Skisse av eiendommer og vei.....	24
Figur 4. Alternativ 1. Den prosentvise endringen av nåverdien av de totale innsparingene ved å endre timeprisene med 10 %.....	36
Figur 5. Alternativ 1. Sammenligning av hvordan endring i timeprisene virker inn på nåverdien av de totale innsparingene for terrengtransporten og summen av de andre.....	36
Figur 6. Alternativ 2. Den prosentvise endringen av nåverdien av de totale innsparingene ved å endre timeprisene med 10 %.....	37
Figur 7. Alternativ 2. Sammenligning av hvordan endring i timeprisene virker inn på nåverdien av de totale innsparingene for terrengtransporten og summen av de andre.....	37

Figur 8. Alternativ 3. Den prosentvise endringen av nåverdien av de totale innsparingene ved å endre timeprisene med 10 %	38
Figur 9. Alternativ 3. Sammenligning av hvordan endring i timeprisene virker inn på nåverdien av de totale innsparingene for terrengtransporten og summen av de andre.....	38
Figur 10. Følsomhetsanalyse av kalkulasjonsrentefoten og tilvekstprosenten for alternativ 1.....	39
Figur 11. Hvordan statstilskudd, marginal skattesats og skogavgift med skattefordel virker inn på anleggskostnadene.....	41

Tabelloversikt

Tabell 1. Innsparingene i kr per m ³ når terrengtransportavstanden reduseres med 100 m (Jorstad 1987).....	10
Tabell 2. Hvordan veibygging reduserer kostnadene i kr/m ³ /100m for hogst og terrengtransport under ulike terrengforhold (Skaar 1994).....	10
Tabell 3. Avtalte terrengtransportkostnader ved tykning i Skr/m³/100m mellom svenske skogeiere og entreprenører. (Överenskommelse mellom Västerbotten-Övik och skogsmaskinföretagare. 1997).....	11
Tabell 4. Avtalte terrengtransportkostnader ved sluttavvirkning i Skr/m³/100m mellom svenske skogeiere og entreprenører. (Överenskommelse mellom Västerbotten-Övik och skogsmaskinföretagare. 1997).....	11
Tabell 5. Slingrefaktorklasser, terrengtype og slingrefaktorer for forskjellige terrengbrattheter og ujevnheter (Skaar 1994).....	12
Tabell 6. Hvordan høydeklassene og antall hinder defineres etter den svenske modellen (Berg 1991).....	13
Tabell 7. Beregning av overflatestrukturklassen ved å finne høydeklassen og gjennomsnittet av mengden hinder (Berg 1991).	13
Tabell 9. Prosent- og gradintervallene for de forskjellige helningsklassene (Berg 1991).....	13
Tabell 10. Kjørehastighet, slingretillegg og kjøretid for 10-tonns lassbærer for de forskjellige terrengklassene (Jorstad 1987).....	14
Tabell 12. Ganghastighet, slingretillegg og gangtiden for de forskjellige terrengklassene (Jorstad 1987).....	14
Tabell 13. Terrengtransporthastigheter for lassbærer i tre forskjellige terrengtyper (Skaar 1994).	15
Tabell 14. Reduksjon i tømmertransportkostnadene når driftsavstanden reduseres med 100 m (Jorstad 1987).	15
Tabell 15. Reduksjon av hogstkostnader for motormanuelle og maskinelle drifter (kr/m ³ /100m) på grunn av kortere avstand til driftsområdene (Jorstad 1987).....	16
Tabell 16. Terrengtransportkostnadene i Skr/m ³ /100m for utkjøring av tynningsvirke ved ulike overflatestruktur- og helningsklasser (Överenskommelse mellom Västerbotten-Övik och skogsmaskinföretagare, 1997).....	17
Tabell 17. Terrengtransportkostnadene i Skr/m ³ /100m for utkjøring av virke etter sluttavvirkning ved ulike overflatestruktur- og helningsklasser (Överenskommelse mellom Västerbotten-Övik och skogsmaskinföretagare, 1997).....	17
Tabell 18. Antall administrative besøk per omløp ved de ulike behandlingsalternativene (Jorstad 1987).	17
Tabell 19. Reduksjon i administrasjonskostnader (kr/m ³ /100m) ved de ulike terrengklassene og behandlingsalternativene (Jorstad 1987).	18
Tabell 20. Reduksjonen i gangkostnadene (kr/m ³ /100 m) under planting (Jorstad, 1987).	18
Tabell 21. Reduserte transportkostnader (kr/m ³ /100 m) under tykning.(Jorstad, 1987).....	19
Tabell 22. Reduserte transportkostnader (kr/m ³ /100 m) for ungskogpleie. (Jorstad 1987).....	20
Tabell 23. Eksempel på oppsett av Hedmarksmodellen.	21
Tabell 25. Transportgevinstmetodens fordelingsprinsipp.	23
Tabell 26. Kostnadsfordeling etter transportgevinstmetoden	25
Tabell 27. Kostnadsfordeling etter Hedmarksmodellen. Tilknytningsfaktor: 0-1. Beliggenhetsfaktor: 1. Adkomst/Transport: 25/75.....	25
Tabell 28. Andelsprosenten for ulike alternativer av tilknytnings- og beliggenhetsfaktor.	25
Tabell 29. Terrenghastigheter for lassbærer (m/min) for de ulike terrengklassene (Överenskommelse mellom Västerbotten-Övik och skogsmaskinföretagare 1997).....	28
Tabell 30. Terrenghastigheter for landbrukstraktor og stammelumner (m/min) for de ulike terrengklassene som benyttes i programmet (Överenskommelse mellom Västerbotten-Övik och skogsmaskinföretagare 1997 og Dale 1998).....	29
Tabell 31. Ganghastigheter (min/100 m) for de ulike terrengklassene som benyttes i programmet (Lindström 1983).....	30
Tabell 32. Hogstklassenes prosentvise arealfordeling for de ulike alternativene.....	34
Tabell 33. Den prosentvise fordelingen av kubikkmassen innenfor hogstklasse III og IV + V, for de fire 5-års periodene innenfor veianleggets avskrivningstid på 20 år.....	35

1. Innledning

I etterkrigsåra har tømmerprisene stadig blitt lavere i forhold til den generelle prisutviklingen i samfunnet, samtidig har kostnadene for den manuelle arbeidskraften økt kraftig sammenlignet med tømmerprisene. Som følge av dette har skogbruket vært gjennom en sterk rasjonalisering for å opprettholde lønnsomheten, der bl a skogveier er ett viktig ledd for å redusere driftskostnadene og dermed øke inntjeningen. I tillegg til stadig økende krav til effektivitet og kvalitet, stilles det i nye forskrifter og retningslinjer strengere krav til dokumentasjon og kontroll. Veibyggning sees på som en næringsinvestering der det bl a kreves samfunnsøkonomisk lønnsomhet som må dokumenteres før veianlegg godkjennes og mottar tilskudd fra det offentlige. Ved lønnsomhetsberegninger av skogsbilveier er det driftstekniske og administrative, samt fordeler i forbindelse med skogkultur, jakt, fiske, friluftsliv o l som legges til grunn for beregningene.

Lønnsomhet av skogsbilveier

I forskrift om planlegging og godkjenning av veier for landbruksformål § 2-2, 3 ledd, står det bl a skrevet at det av søknaden skal framgå hvilke driftsmessige og økonomiske fordeler som oppnås ved tiltaket (veibyggningen). I § 3-3, 1 ledd, står det skrevet at vedtaket må bygge på at de landbruksressurser veien har betydning for skal kunne utnyttes på en rasjonell og regningssvarende måte. Dette er viktige momenter med tanke på de anbefalinger planleggerne og saksbehandlerne kommer med overfor skogeierne. Lønnsomhetsberegninger av skogsbilveier må derfor foretas før et veiprojekt settes igang for å kunne dokumentere de økonomiske fordelene ved prosjektet. Med dette finner man ut hvilken av de alternative veiløsningene som er best, og hvilke løsninger som er mest lønnsomme.

Motivering for skogsbilveibyggning vil som oftest være å bedre den økonomiske utnyttelsen fra skogen. I de aktuelle områdene rasjonaliserer veibyggningen avvirkningene og skogkulturtiltakene, og gir adkomst til tidligere utilgjengelige skogområder. Andre fordeler ved jakt, fiske, hytter, turisme og annen samfunnsnytte er i mange tilfeller også viktige faktorer ved skogsbilveibyggningen. Andre vil kanskje bruke de sistnevnte faktorene for å argumentere mot utbygging, fordi de mener dette ødelegger urørte naturområder og forstyrrer dyrelivet. Denne debatten blir ikke kommentert i dette arbeidet.

For å optimalisere effekten av bevilgningene til veibyggning bør de investerte midlene benyttes på en best mulig måte. For å oppnå dette vil lønnsomhetsberegninger av prosjektene være svært viktig. Kommunene benytter også i økende grad oversiktsplanlegging som bl a fører til et økende behov for vurdering og prioritering av veianleggene.

Kostnadsfordeling

Kostnadsfordeling av felles skogsveianlegg kan gjøres etter minnelig avtale mellom interessentene eller man kan benytte jordskifteretten. Jordskifteloven inneholder bestemmelser som bl a sikrer at flertallet ikke får urimelige fordeler på bekostning av mindretallet. I praksis betyr dette at jordskifteloven pålegger at lønnsomhetsberegninger utføres for den enkelte part i veianlegget når kostnadene blir fordelt ved bruk av jordskifteretten. Jordskifteretten har hjemmel for å ta individuelle hensyn gjennom bl a jordskifteloven § 42, 1, ledd, som sier at jordskifteretten skal legge vekt på den fremtidige utnyttelsen av eiendommene, men kan også ta hensyn til partenes økonomiske evne, og 2, ledd, som sier at retten skal fordele kostnadene

etter den nytten den enkelte part har av veien, og ellers ta de avgjørelsene som er nødvendig for gjennomføring og framtidig bruk.

Jordloven og Jordskifteloven sier bl a at kostnadene ved felles skogsveianlegg skal fordeles etter nytten hver interessent har av tiltaket. Nyttens kan være økonomisk fundert eller uttrykkes for hvor mye hver eiendom vil benytte veien i fremtiden. Innsparingene kommer i form av sparte kostnader eller verdistigning av eiendommen. Med dette står man fritt til å velge metode for å kostnadsfordele skogveianlegg mellom interessentene (Lakså & Vevstad 1985).

Det er flere metoder for å beregne hver enkelt skogeiers andel i et felles veiprojekt. To sentrale metoder er transportgevinstmetoden og Hedmarksmodellen. Sistnevnte metode er den mest brukte kostnadsfordelingsmodellen i skogbruket.

Hedmarksmodellen er en enkel og forholdsvis lite arbeidskrevende metode. Den baseres på produktivt skogareal og kubikkmasse innenfor veiens dekningsområde. For å utjevne fordelinga etter eiendommenes plassering i forhold til veien, fastsettes et tilknytningspunkt langs veien for den enkelte interessent og veiens beliggenhet i forhold til den enkelte eiendom.

Transportgevinstmetoden tar utgangspunkt i de reduserte transportkostnadene som følge av veibyggingen. Den økte lønnsomheten for den enkelte interessent blir benyttet som et utgangspunkt for fordelingen. For områder som før veibyggingen ikke var tilgjengelige, de såkalte nullområdene, vil rånettoen komme inn i fordelingsgrunnlaget.

1.1 Problemstilling

Lønnsomhet

Et av hovedmålene med dette arbeidet er å utarbeide nye effektive rutiner for beregning av lønnsomhet ved skogsveibyggning. Dette skal gjennomføres ved å tallfeste skogbrukets innsparinger ved redusert driftsveilengde under ulike terreng- og skogforhold, og utvikle et dataprogram på grunnlag av disse resultatene. Dagens metoder for lønnsomhetsberegninger skal fortsatt benyttes, men disse skal forsøkes gjort mer eksakte og andelen av skjønn reduseres.

Kostnadsfordeling

Hedmarksmodellen drøftes med tanke på å gi en mer objektiv fordeling av veibyggingskostnadene. Beliggenhetsfaktoren fastsettes svært skjønsmessig og det er ønskelig å gjøre denne vurderingen mer eksakt. Denne faktoren er avhengig av gjennomsnittlig driftsveilengde etter veibygging og terrengets vanskelighetsgrad. På grunnlag av resultatene av undersøkelsene skal det utvikles et dataprogram med utgangspunkt i dataene for lønnsomhetsberegningene av skogveiene.

2. Dagens praksis ved lønnsomhetsberegning og kostnadsfordeling av skogsbilveier

I Norge differensierer markedet driftsprisene svært lite med hensyn på terrengtransportavstand. For moderne driftssystemer er det ingen tariff eller veiledende priser for terrengtransport. I Sverige derimot, inngås det prisavtaler mellom skogeierne og entreprenørene også for moderne helmekaniserte drifter.

Ved lønnsomhetsberegninger av skogsbilveier er nøkkelfaktoren redusert driftsveilengde, der man legger hovedvekten på redusert kjøretid og beregner ut fra dette en redusert kostnad (innsparing). I tillegg beregnes effekten av redusert terrengavstand for hogst, kultur og administrasjon.

Fylkesmennenes landbruksavdeling og kommunale landbruksmyndigheter har i praksis hatt det overordnede ansvaret for planlegging og bygging av skogsbilveiene. Ved lønnsomhetsberegningene av skogsbilveiene benyttes som oftest retningslinjer gitt av Landbruksdepartementet og beregningseksemplene vist av Veidal (1999). Sistnevnte setter innspart terrengtransport kostnader og innsparing i skogkultur, tynning o l på grunn av veibyggingen til henholdsvis 3,0 og 0,5 kr per m³ per 100 m innspart driftsveilengde. Lettere tilgang til jakt- og fisketerreng, hytter, turisme, bompenger og generell samfunnsnytte, som i visse tilfeller kan være avgjørende for lønnsomheten, er ikke med i grunnlaget for beregningene. Veidal (1999) oppgir ikke bakgrunnsdataene og forutsetningene for beregningseksemplene.

2.1 Tidligere arbeider, undersøkelser og bakgrunnstall

Jorstad (1987) utarbeidet en metode for lønnsomhetsberegning av skogsbilveier som ofte benyttes i dag. Han forsøkte å verdsette flest mulig av de faktorene som gir veianlegget verdi og presenterte disse på en slik måte at de kunne benyttes som et hjelpemiddel under veiplanleggingen. Han presiserer at beregningene strengt tatt bare er gyldige for de forutsetningene som er valgt. Disse forutsetningene ble forsøkt å være så realistiske som mulig for å etterkomme ønsket om å få en indikasjon på totalinnsparingen og størrelsen til de enkelte faktorene. Faktorene som er med i beregningene:

- Terrengklassifisering
- Kjøre- og ganghastighet i terrenget
- Reduserte kostnader for maskin-, utstyr- og tømmertransport
- Reduserte administrasjonskostnader
- Reduserte plante- og kulturkostnader

For *administrasjonskostnader* og *plante- og kulturkostnader* beregnet Jorstad (1987) reduksjonene for tre ulike behandlingsalternativ, fordi forskjellige markslag og boniteter krever ulik behandlingsintensitet. Gjennom å anslå middelbonitet i planområdet kan man finne det mest passende behandlingsalternativet.

Behandlingsalternativ 1:

Planting, to sprøytinger, avstandsregulering, to tynninger og sluttavvirkning ved 70 år.

Behandlingsalternativ 2:

Planting, avstandsregulering, en tynning og sluttavvirkning etter 100 år.

Behandlingsalternativ 3:

Planting og sluttavvirkning etter 140 år.

Innsparingene ved veibygging i form av kortere terrengtransport blir presentert med kr per m³ per 100 m (kr/m³/100m). Denne innsparingen beregnes ved å multiplisere kjøretiden med tidskostnaden, og dividere med lass størrelsen. Kjøretiden er den tiden transportmaskinen bruker på retur- og lasskjøring en driftsavstand på 100 m i terrenget. Den reelle kjøreavstanden tur-retur blir dermed 200 m.

Jorstad (1987) presenterte totalinnsparingen for fire forskjellige terrengklasser (se kap. 2.1.2) og de tre ulike behandlingsalternativene. Totalinnsparingen er summen av reduserte kostnader til terrengtransport, hogstkostnader og reduserte kostnader for administrasjon, planting og kultur for de ulike behandlingsalternativene. Tabell 1 viser innsparingene i kr per m³ når terrengtransportavstanden reduseres med 100 m.

Tabell 1. Innsparingene i kr per m³ når terrengtransportavstanden reduseres med 100 m (Jorstad 1987).

Terrengklasse	I (lett)			II			III			IV (vanskelig)		
Red. terrengtransp. kostn.	3,2			4,6			6,0			9,4		
Reduserte hogstkostnader	1,0			1,4			2,0			4,2		
Behandlingsalternativ	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Adm, plante- og kultur	1,8	0,8	0,3	2,6	1,2	0,3	3,5	1,5	0,5	7,5	3,6	1,4
Totalinnsp. (kr/m ³ /100m)	6,0	5,0	4,5	8,6	7,2	6,3	11,5	9,5	8,5	21,1	17,2	15,0

Skaar (1994) satt opp en metode for å beregne reduserte driftskostnader for hogst og terrengtransport på grunn av veibygging. Disse kostnadene ble beregnet for lett-, middels- og vanskelig terreng. Kostnadene tar utgangspunkt i 2,5 kr per G₁₅-min for tømmerhogger med motorsag, og 10,5 kr per G₁₅-min for 10-tonns lassbærer. Tabell 2 viser reduserte kostnader for hogst og terrengtransport.

Tabell 2. Hvordan veibygging reduserer kostnadene i kr/m³/100m for hogst og terrengtransport under ulike terrengforhold (Skaar 1994).

Type arbeid	Lett terreng*	Middels terreng*	Vanskelig terreng*
Hogst	1,0	1,5	2,5
Terrengtransport	3,0	4,0	7,0
Sum	4,0	5,5	9,5

* Tabell 5 beskriver de forskjellige terrengklassene.

Skaar (1994) tar hensyn til plante- og kulturkostnadene og de andre fordelene ved å multiplisere med en korreksjonsfaktor. Denne faktoren tar utgangspunkt i høy, middels og lav bonitet med tilvekst på henholdsvis over 0,5, 0,5 - 0,25 og under 0,25 m³ per år. Faktoren korrigerer for lettere adgang til bestandene som gir fordeler med ferskt tømmer, skogkultur, skogpleie, skogbrann, jakt og fiske. Korreksjonsfaktoren som benyttes er 1,5 for høy, 1,3 for middels og 1,2 for lav bonitet.

I Sverige inngås det prisavtaler mellom skogeierne og entreprenørene. Et eksempel på dette er Överenskommelse mellom Västerbotten-Övik och skogsmaskinföretagare (1997), der de avtalte terrengetransportkostnadene for sluttavvirkning og tynning oppgis. Kostnadene gis i Skr per m³ per 100 m, og er inndelt i fire overflatestrukturklasser og fire helningsklasser (se kap. 2.1.2). Transport på traktorvei er satt til 1,3 Skr per m³ per 100 m. Tabell 3 viser de svenske terrengetransportkostnadene ved *tynning* for de fire overflate- og helningsklassene.

Tabell 3. Avtalte terrengetransportkostnader ved *tynning* i Skr/m³/100m mellom svenske skogeiere og entreprenører. (Överenskommelse mellom Västerbotten-Övik och skogsmaskinföretagare. 1997).

2.1.1.1 Overflatestruktur	Helningsklasser			
	1	2	3	4
1	3,5	3,6	3,9	5,3
2	3,8	4,2	4,8	6,8
3	4,5	5,0	6,1	8,1
4	5,9	6,5	7,0	9,8

Tabell 4 viser de svenske terrengetransportkostnadene ved *sluttavvirkning* for de fire overflate- og helningsklassene.

Tabell 4. Avtalte terrengetransportkostnader ved *sluttavvirkning* i Skr/m³/100m mellom svenske skogeiere og entreprenører. (Överenskommelse mellom Västerbotten-Övik och skogsmaskinföretagare. 1997).

Overflatestruktur	Helningsklasser			
	1	2	3	4
1	2,3	2,4	2,7	3,7
2	2,7	2,9	3,3	4,7
3	3,0	3,4	4,1	5,5
4	4,1	4,4	4,8	6,6

2.1.2 Terrenghastighetsklassifisering

Jorstad (1987) delte terrenget inn i fire klasser etter kjøreforholdene for lassbærer, slik at disse klassene bare omfatter den delen av terrenget som er fremkommelig med lassbærer. Til disse fire klassene ble også ganghastighetene oppgitt. Det ble ikke benyttet et mer detaljert klassifiseringssystem da målet for hans arbeid var å få en indikasjon på inntjeningens størrelse.

Terrenghastighetsklassene for lassbærer:

- I Meget gode kjøreforhold
- II Gode kjøreforhold
- III Middels gode kjøreforhold
- IV Dårlige kjøreforhold

Ved beregningene av slingretillegget og kjørehastighetene tok Jorstad (1987) utgangspunkt i resultater fra Lindström (1983). Kjørehastigheten knytter seg til parameterene *terrenghastighet*, *bæreevne* og *stigning*. Disse tre parameterene er delt inn i fem klasser der 1 er best og 5 dårligst. Dette klassifiseringssystemet korresponderer med det som ble foreslått av Samset (1975), som beskriver terrenget ved å definere bratthet, jevnhet og bæreevne.

Skaar (1994) bestemmer slingrefaktorklasse og terrengtype ut fra terrengbratthet og høyden på ujevnheter. Antall ujevnheter er ikke med i denne terrengklassifiseringen. Slingrefaktorene deles inn i tre klasser. Terrengbratthetene er delt inn i inntil 15 %, mellom 15 og 30 % og mellom 30 og 45 % og ujevnheter under 50 cm, mellom 50 og 70 cm og over 70 cm. Terrengtypene deles inn i lett, middels og vanskelig terreng. Disse har slingrefaktorer på henholdsvis 1,2, 1,3 - 1,4 og 1,5 - 1,6. Tabell 5 viser slingrefaktorklassene, terrengtypene og slingrefaktorene for de forskjellige terrengbratthetene og ujevnheter.

Tabell 5. Slingrefaktorklasser, terrengtype og slingrefaktorer for forskjellige terrengbrattheter og ujevnheter (Skaar 1994).

Slingrefaktorklasse	Beskrivelse	Terrengtype	Slingrefaktor
1	Terrengbratthet inntil 15 %		
	Ujevnheter < 50 cm	Lett terreng	1,2
	Ujevnheter 50 - 70 cm	Middels terreng	1,3
	Ujevnheter > 70 cm	Middels terreng	1,4
2	Terrengbratthet 15 - 30 %		
	Ujevnheter < 50 cm	Middels terreng	1,3
	Ujevnheter 50 - 70 cm	Middels terreng	1,4
	Ujevnheter > 70 cm	Vanskelig terreng	1,5
3	Terrengbratthet 30 - 45 %		
	Ujevnheter < 50 cm	Middels terreng	1,4
	Ujevnheter 50 - 70 cm	Vanskelig terreng	1,5
	Ujevnheter > 70 cm	Vanskelig terreng	1,6

Berg (1991) beskriver den svenske metoden for terrengklassifisering. Ved beregning av innsparte terrengtransportkostnader er det overflatestruktur og helning som er avgjørende. Disse faktorene defineres uavhengig av hverandre.

Overflatestruktur

Berg (1991) skriver at størrelsen på hindrene er avgjørende for overflatestrukturklassen. Stubber regnes ikke som hinder og benyttes dermed ikke i beregningene. Stener, blokker og jordhauger som er minst 10 cm høye regnes som hinder. Fordypninger som er dypere enn 20 cm når gjennomsnittsdiameteren på bakkenivå er maks 6 ganger dybden, regnes også som hinder.

Overflatestrukturen bedømmes normalt med øyemål, men kan også måles i terrenget. Den bestemmes ved hjelp av *høydeklasser* og *antall hinder* innenfor et gitt område. Antall hinder kan identifiseres ved å beregne gjennomsnittsavstand mellom hindrene eller antall hinder per ha.

Parameteren, *få hinder*, har stor betydning ved fastsettelsen av overflatestrukturklassen. For å oppnå overflatestrukturklasse 1 kan *få hinder* bare forekomme i høydeklasse H20. Om H40 får parameteren, *få hinder*, blir overflatestrukturklassen minst 2. Tilsvarende gjelder for høydeklasse H60 og H80 (Se Tabell 7).

Tabell 6 viser hvordan høydeklassene og antall hinder defineres etter den svenske modellen. Tabell 7 viser hvordan man beregner overflatestrukturklassen ved å finne høydeklassen og gjennomsnittet av antall hinder.

Tabell 6. Hvordan høydeklassene og antall hinder defineres etter den svenske modellen (Berg 1991).

Høydeklasser		Hinder		
Høydeklasse	Hinderhøyde (cm)		Gj. snitt avstand	Antall per daa
H20	10 - 30	Mange	< 1,6 m	> 400
H40	30 - 50	Middels	5 - 1,6 m	400 - 40
H60	50 - 70	Få	16 - 5 m	40 - 4
H80	70 - 90	Svært få	50 - 16 m	4 - 0,4

Tabell 7. Beregning av overflatestrukturklassen ved å finne høydeklassen og gjennomsnittet av mengden hinder (Berg 1991).

Høydeklasse				Overflatestruktur
H20	H40	H60	H80	
Få	Svært få			1. Meget jevnt terreng
Middels	Finnes ingen			
Mange	Få	Svært få		2. Mellomklasse
	Sjelden			
	Middels	Få	Svært få	3. Noe ujevnt terreng
				4. Mellomklasse
Alt terreng vanskeligere enn overflatestrukturklasse 4				5. Meget ujevnt terreng

Helning

Berg (1991) deler helningen inn i fem klasser og bestemmer den ved å finne de mest dominerende helningene innenfor et gitt område. Det riktige er å bestemme helningen uavhengig av transportretningen, men for kortsiktig planlegging kan det være hensiktsmessig å måle helningene i transportretningen. Tabell 8 viser prosent- og gradintervallene for de forskjellige helningsklassene.

Tabell 8. Prosent- og gradintervallene for de forskjellige helningsklassene (Berg 1991).

Klasse	Prosent	Grader
1	0 - 10	0 - 6
2	10 - 20	6 - 11
3	20 - 33	11 - 18
4	33 - 50	18 - 27
5	> 50	> 27

2.1.3 Kjøre- og ganghastigheter i terrenget

Kjørehastigheter

Ved beregning av kjørehastighetene og slingretilleggene tok Jorstad (1987) utgangspunkt i arbeidet til Lindström (1983). Hastighetene gjelder for lassbærer med 10-tonns lasteevne. Kjøretiden beregnes som den tiden lassbæreren bruker på tur-retur kjøring over en horisontalavstand på 100 m. Den reelle kjøreavstanden blir dermed 200 m.

Kjøretiden (K) ble beregnet som:

$$K = \frac{200m \times \text{Slingretillegg}}{\text{Hastigheten}}$$

Kjøretiden er beregnet for de fire forskjellige terrengklassene. Tabell 9 viser kjørehastighet, slingretillegg og kjøretid for 10-tonns lassbærer for de forskjellige terrengklassene.

Tabell 9. Kjørehastighet, slingretillegg og kjøretid for 10-tonns lassbærer for de forskjellige terrengklassene (Jorstad 1987).

Terrengklasse	Hastighet (m/s)	Slingretillegg	Kjøretid (min/100m)
I Meget gode kjøreforhold	0,93	1,15	4,12
II Gode kjøreforhold	0,74	1,29	5,81
III Middels gode kjøreforhold	0,61	1,42	7,76
IV Dårlige kjøreforhold	0,44	1,58	11,97

Ganghastigheter

Jorstad (1987) anslo at normal ganghastighet var 6 km per t (1,7 m per s) på plant og jevnt underlag. Stigningen har sterk påvirkning på ganghastigheten. Durin & Passmore (1967) hevder at når stigningen går fra 0 - 20 % må hastigheten reduseres med 75 % dersom energiforbruket skal være det samme. Lindström (1983) antyder at ganghastigheten synker med 50 % i det vanskeligste terrenget i forhold til det letteste terrenget.

Det forutsettes at man forflytter seg i driftsveitraseen slik at det benyttes samme slingretillegg som driftsveien. Gangtiden er den tiden man bruker til å forflytte seg tur/retur over en horisontal avstand på 100, og kalkuleres ved hjelp av ganghastighet og slingretillegg. Videre er det forutsatt at gangtiden i medbakke er den samme som på flat mark. Med disse forutsetningene beregnet Jorstad (1987) ganghastighetene for de oppgitte terrengklassene.

Gangtiden (G) ble beregnet som:

$$G = \frac{100m \times \text{Slingretillegg}}{\text{Hastighet(mot.)}} + \frac{100m \times \text{Slingretillegg}}{\text{Hastighet(med.)}}$$

Tabell 10 viser gangtiden for de forskjellige terrengklassene utregnet etter formelen overfor.

Tabell 10. Ganghastighet, slingretillegg og gangtiden for de forskjellige terrengklassene (Jorstad 1987).

Terrengklasse	Hastighet (m/s)		Slingretillegg	Gangtid (min/100m)
	motbakke	medbakke		
I Meget gode kjøreforhold	1,7	1,7	1,15	2,3
II Gode kjøreforhold	1,2	1,4	1,29	3,3
III Middels gode kjøreforhold	0,7	1,2	1,42	5,4
IV Dårlige kjøreforhold	0,2	0,9	1,58	16,1

Skaar (1994) satt opp forskjellige terrengtransporthastigheter for lett, middels og vanskelig terreng. Terrengtransporthastighetene ble oppgitt som m per $G_{15\text{-min}}$ og km per $G_{15\text{-t}}$. $G_{15\text{-min}}$ og $G_{15\text{-t}}$ vil si at hvert minutt og hver time kan inneholde tapstider på inntil henholdsvis 15 sekunder eller 15 minutter. Hastighetene tar utgangspunkt i gjennomsnittet for 10-tonns

lassbærer med og uten lass. Lett terreng har slingrefaktor 1,2, middels terreng har slingrefaktor 1,3 og 1,4 og vanskelig terreng har slingrefaktor 1,5 og 1,6. Slingrefaktoren multipliseres med den horisontale driftsavstanden for å få den virkelige driftsveilegden. Tabell 11 viser terrengtransporthastigheter for tre forskjellige terrengtyper.

Tabell 11. Terrengtransporthastigheter for lassbærer i tre forskjellige terrengtyper (Skaar 1994).

Terrengtype	Transporthastighet	
	m/G ₁₅ -min	km/G ₁₅ -t
Lett terreng	70 (60 - 80)	4,2 (3,6 - 4,8)
Middels terreng	50 (40 - 60)	3,0 (2,4 - 3,6)
Vanskelig terreng	30 (20 - 40)	1,8 (1,2 - 2,4)

2.1.4 Redusert maskin-, utstyr- og tømmertransport

Jorstad (1987) skriver at skogsbilveier reduserer den gjennomsnittlige driftsavstanden i terrenget, som bl a reduserer behovet for transport i terrenget. Ut i fra differansen i terrengtransportkostnadene før og etter veibygging kan innsparing i kr per m³ per 100 m beregnes. Disse beregningene foretas med utgangspunkt i tidskostnadene for maskinen per 100 m terrengtransport dividert med antall m³ som transporteres. Beregningene ble foretatt med utgangspunkt i 10-tonns lassbærer med gjennomsnittlig lasstørrelser på 10 m³ under alle forhold.

Transportkostnad per m³ per 100 m

Jorstad (1987) beregner innsparing i kjøreutgifter per m³ per 100 m på følgende måte:

$$\text{Innsparing i kr/m}^3/100\text{m} = \frac{\text{Kjøretid} \times \text{Tidskostnad}}{\text{Lasstørrelse}}$$

Det ble kalkulert med en timekostnad på 470 kr per E₁₅-time.

Tabell 12 viser reduksjonen i tømmertransportkostnader når driftsavstanden reduseres med 100 m. Tallene er angitt i 1987-kr per m³ per 100 m. Tallene er direkte proporsjonale med timekostnaden, slik at forandringer i denne gir tilsvarende utslag i innsparingen per 100 m.

Tabell 12. Reduksjon i tømmertransportkostnadene når driftsavstanden reduseres med 100 m (Jorstad 1987).

Terrengklasse	Beskrivelse	Reduserte transportkostnader
		kr/m ³ /100m
I	Meget gode kjøreforhold	3,2
II	Gode kjøreforhold	4,6
III	Middels gode kjøreforhold	6,0
IV	Dårlige kjøreforhold	9,4

Skaar (1994) beregnet at veibygging, med en pris på 10,5 kr per G₁₅-min for 10 tonns lassbærer, reduserer terrengtransportkostnadene for lett, middels og vanskelig terreng med henholdsvis 3,0, 4,0 og 7,0 kr per m³ per 100 m (Se Tabell 2).

Reduserte hogstkostnader

Jorstad (1987) skilte mellom motormanuell og mekanisert hogst. For motormanuelle hogster ble innsparingen beregnet ved å finne kostnadene ved å gå 100 m i terrenget. For de mekaniserte hogstene ble det forutsatt at hogstmaskinen ble kjørt tur-retur hogstfeltet en gang per dag.

Motormanuelle hogster

Det ble forutsatt at en skogsarbeider gjennomsnittlig avvirket 11 m³ per dag. Timekostnaden for en skogsarbeider ble satt til 100 kr. Inntjeningen ble beregnet på følgende måte.

$$\text{Inntjening i kr/m}^3/100\text{m} = \frac{\text{Gangtid} \times \text{Tidskostnad}}{\text{Dagsproduksjon}}$$

Maskinell hogst

Det ble forutsatt en timekostnad på 900 kr og en dagsproduksjon på 100 m³. For kjørehastighetene i terrenget ble det forutsatt samme hastigheter som for lassbærer. Inntjeningen ble beregnet på følgende måte.

$$\text{Inntjening i kr/m}^3/100\text{m} = \frac{\text{Kjøretid} \times \text{Tidskostnad}}{\text{Dagsproduksjon}}$$

Tabell 13 viser reduksjonen av hogstkostnadene for motormanuelle og maskinelle hogster i kr per m³ per 100 m på grunn av kortere avstand til driftsområdene. Tallene er angitt i 1987-kr per m³ og 100 m.

Tabell 13. Reduksjon av hogstkostnader for motormanuelle og maskinelle drifter (kr/m³/100m) på grunn av kortere avstand til driftsområdene (Jorstad 1987).

Terrengklasse	Beskrivelse	Reduserte hogstkostnader (kr/m ³ /100 m)	
		Motormanuell	Maskinell
I	Meget gode kjøreforhold	0,4	0,6
II	Gode kjøreforhold	0,5	0,9
III	Middels gode kjøreforhold	0,8	1,2
IV	Dårlige kjøreforhold	2,4	1,8

Skaar (1994) beregnet at veibygging, med en pris for tømmerhogger med motorsag på 2,5 kr per G₁₅-min, reduserer driftskostnader til hogsten for lett, middels og vanskelig terreng med henholdsvis 1,0, 1,5 og 2,5 kr per m³ per 100 m (se Tabell 2).

I Sverige finnes tilsvarende tall og beregninger i överenskommelse mellom Västerbotten-Övik och skogsmaskinföretagare (1997) der bl a de avtalte kostnadene for tømmertransport etter tynning og sluttavvirkning er listet opp. Disse kostnadene er oppgitt i svenske kr per m³ per 100 m, og varierer med forskjellige terrengforhold og helning. I kostnadene ligger både tom- og lasskjøring slik at tur/retur avstanden blir 200 m. Tabell 14 viser

terrengtransportkostnadene i Skr/m³/100m for utkjøring av *tynningsvirke*. Tabell 15 viser terrengtransportkostnadene i Skr/m³/100m for utkjøring av virke etter *sluttavvirkning*.

Tabell 14. Terrengtransportkostnadene i Skr/m³/100m for utkjøring av *tynningsvirke* ved ulike overflatestruktur- og helningsklasser (Överenskommelse mellom Västerbotten-Övik och skogsmaskinföretagare, 1997).

Overflatestruktur	Helningsklasser			
	1	2	3	4
1	3,5	3,6	3,9	5,3
2	3,8	4,2	4,8	6,8
3	4,5	5,0	6,1	8,1
4	5,9	6,5	7,0	9,8

Tabell 15. Terrengtransportkostnadene i Skr/m³/100m for utkjøring av virke etter *sluttavvirkning* ved ulike overflatestruktur- og helningsklasser (Överenskommelse mellom Västerbotten-Övik och skogsmaskinföretagare, 1997).

Overflatestruktur	Helningsklasser			
	1	2	3	4
1	2,3	2,4	2,7	3,7
2	2,7	2,9	3,3	4,7
3	3,0	3,4	4,1	5,5
4	4,1	4,4	4,8	6,6

2.1.5 Reduserte administrasjonskostnader

De som administrerer skogen inspiserer skogen og driftene med jevne mellomrom. Disse befaringsene effektiviseres når avstanden til det aktuelle området reduseres på grunn av skogsbilveibygging. Størrelsen på innsparingene er avhengig av antall befaringer og tidskostnaden. For å få et anslag på befaringshyppigheten gjennomførte Jorstad (1987) en spørreundersøkelse blant de 11 største skogeierne i Norge. Store skogeiere ble valgt fordi han ville kartlegge antall befaringer i et antatt rasjonelt drevet skogbruk. Befaringshyppigheten vil bli å variere med behandlingsintensiteten slik at innsparingene ble beregnet for de tre ulike behandlingsalternativ som er beskrevet tidligere. Befaringshyppigheten ble registrert i hele omløpsperioden for *sluttavvirkning*, *planting*, *kulturarbeid* og *tykning*. Fra spørreundersøkelsen ble det beregnet et middeltall for de forskjellige faktorene.

Tabell 16 viser antall besøk per omløp som utføres av administrasjonen ved de forskjellige behandlingsintensitetene.

Tabell 16. Antall administrative besøk per omløp ved de ulike behandlingsalternativene (Jorstad 1987).

Behandlingsalternativ	Totalt	Per m ³
1	23,3	0,023
2	16,8	0,017
3	12,6	0,013

Reduksjonen i administrasjonsutgifter kan beregnes med formelen:

$$\text{Inntjening/m}^3/100\text{m} = \text{Gangtid} \times \text{Tidskostnad} \times \text{Besøk/m}^3$$

Timekostnaden for administrasjonen ble satt til 160 kr per time.

Tabell 17 viser reduksjonen i administrasjonsutgiftene i kr/m³/100m med bakgrunn fra spørreundersøkelsen.

Tabell 17. Reduksjon i administrasjonskostnader (kr/m³/100m) ved de ulike terrengklassene og behandlingalternativene (Jorstad 1987).

Terrengklasse	Behandlingsalternativ		
	1	2	3
I	0,1	0,1	0,1
II	0,2	0,2	0,1
III	0,3	0,2	0,2
IV	1,0	0,7	0,5

2.1.6 Reduserte plante- og kulturkostnader

Kortere terrengtransportavstand reduserer transportbehovet ved *plantning*, *tynning* og *ungskogpleie*. Jorstad (1987) forutsetter at innsparingen ved sprøyting er tilnærmet lik null fordi mye av dette arbeidet utføres med helikopter.

Planting

Jorstad (1987) beregnet de reduserte plantekostnadene ved å bestemme antall m³ per daa som vil stå på det plantete arealet ved slutthogst. På denne måten knyttes antall daa som plantes til antall m³ som vil sluttavvirkes på dette arealet, slik at inntjeningen kan beregnes i kr per m³. Videre forutsettes at arbeidernes ekstrabelastning ved å bære plantene ut i feltet øker gangtiden med 10 %.

Reduksjon i plantekostnadene beregnes med formelen.

$$\text{Inntjening/m}^3/100\text{m} = \frac{\text{Gangtid} \times \text{Tidskostnad} \times 1,1}{\text{daa/dag} \times \text{m}^3/\text{daa}} \text{ (før sluttavvirkning)}$$

Tabell 18 viser reduksjonen i gangtkostnadene under planting når driftsavstanden reduseres med 100 m. Tallene er angitt i 1987-kr per m³ per 100 m. Kostnadene er knyttet til antall m³ tømmer før sluttavvirkning.

Tabell 18. Reduksjonen i gangtkostnadene (kr/m³/100 m) under planting (Jorstad, 1987).

Terrengklasse	Reduserte gangtkostnader
I	0,1
II	0,1
III	0,2
IV	0,7

Tynning

Jorstad (1987) delte transportbehovet for tynningsdriftene opp i gruppene mannskaps- og virkestransport. Ved disse beregningene må man i tillegg til gang- og kjørehastigheten i terrenget og tidskostnader, finne antall m³ disse tynningsdriftene ville representert ved sluttavvirkning. Denne kubikkmassen beregnes ved å multiplisere antall daa som tynnes per dag med antall m³ per daa ved slutthogst.

Mannskapstransport:

Jorstad (1987) forutsatte en tynningskapasitet på 1 daa per dag og en bestandstetthet på 15 m³ per daa ved sluttavvirkning.

Reduksjon i mannskapstransportkostnadene under tynning beregnes med formelen.

$$\text{Inntjening/m}^3/100\text{m} = \frac{\text{Gangtid} \times \text{Tidskostnad}}{\text{daa/dag (tynning)} \times \text{m}^3/\text{daa (sluttavvirkning)}}$$

Virkestransport:

Jorstad (1987) forutsatte at transporten av virke utføres med lassbærer med nytteclass på 10 m³, og en gjennomsnittlig tynningskapasitet på 4 m³ per dag. Tynningene representerer dermed 2,5 daa per dag ved sluttavvirkning. Bestandstettheten ved sluttavvirkning ble forutsatt til 15 m³ per daa.

Reduksjon i virkestransportkostnadene under tynning beregnes med formelen.

$$\text{Inntjening/m}^3/100\text{m} = \frac{\text{Kjøretid} \times \text{Tidskostnad}}{\text{daa/dag (tynning)} \times \text{m}^3/\text{daa (sluttavvirkning)}}$$

Tabell 19 viser reduserte transportkostnader under tynning når driftsavstanden reduseres med 100 m. Tallene er angitt i 1987-kr per m³ og 100 m. Kostnadene er knyttet til antall m³ tømmer før sluttavvirkning.

Tabell 19. Reduserte transportkostnader (kr/m³/100 m) under tynning. (Jorstad, 1987).

Terrengklasse	Reduserte transportkostnader		
	Mannskapstransport	Virkestransport	Totalt
I	0,3	0,9	1,2
II	0,4	1,2	1,6
III	0,6	1,6	2,2
IV	1,8	2,5	4,3

Ungskogpleie

Jorstad (1987) forutsatte at det ryddes 4 daa per dag. Gangkostnadene blir de samme som for ubelastet forflytning i terrenget. Dette kobles opp mot kubikkmassen før sluttavvirkning. Det forutsettes 15 m³ per daa før sluttavvirkning.

Reduksjon i ungskogpleiekostnadene beregnes med formelen.

$$\text{Inntjening/m}^3/100\text{m} = \frac{\text{Gangtid} \times \text{Tidskostnad}}{\text{daa/dag} \times \text{m}^3/\text{daa (før sluttavvirkning)}}$$

Tabell 20 viser reduserte transportkostnader for ungskogpleie når driftsavstanden reduseres med 100 m. Tallene er angitt i 1987-kr per m³ og 100 m. Kostnadene er knyttet til antall m³ tømmer før sluttavvirkning.

Tabell 20. Reduserte transportkostnader (kr/m³/100 m) for ungskogpleie. (Jorstad 1987).

Terrengklasse	Reduserte gangkostnader
I	0,1
II	0,1
III	0,2
IV	0,4

2.1.7 Andre fordeler

Jorstad (1987) understreker at veibyggning kan gi positive effekter som ikke kommer frem i hans teoretiske fremstilling. Dette er faktorer som er vanskelig å tallfeste fordi det bl a inngår mange individuelle vurderinger. Disse positive utslagene kan være lettere tilgang til jakt og fiske, økt skogbrannberedskap, sunnhetsoversikt og billeberedskap, enklere med egeninnsats, samfunnsnytte, hytter, turisme osv. På en annen side kan også veianlegg ha negative konsekvenser som heller ikke kommer fram i beregningene. Noen vil hevde at veibyggning bl a gir mindre urørte skogområder som igjen gjør det mindre attraktivt for jegere, fiskere, turgåere og turister. Samtidig kan veibyggningen komme i konflikt med miljøvern og biologiske mangfold.

Skaar (1994) tar hensyn til plante- og kulturkostnadene og de andre fordelene ved å multiplisere med en korreksjonsfaktor. Denne faktoren tar utgangspunkt i høy, middels og lav bonitet. Faktoren korrigerer for lettere adgang til bestandene som gir fordeler med ferskt tømmer, skogkultur, skogpleie, skogbrann, jakt og fiske (se kap. 2.1).

2.2 Kostnadsfordeling

Man står i utgangspunktet fritt til å velge hvilken metode man vil benytte til å fordele anleggskostnadene til et veianlegg mellom interessentene. *Hedmarksmodellen* er den vanligste metoden per i dag. Det har sin årsak i at den er enkel å forstå og den er forholdsvis lite arbeidskrevende. Alternativet er *Transportgevinstmetoden*. Den krever både mer grunnlagsdata og mer beregningsarbeid.

2.2.1 Hedmarksmodellen

Beregningene i Hedmarksmodellen tar utgangspunkt i :

- volum i hogstklasse IV og V
- produktivt skogareal
- tilknytningspunkt langs veien for den enkelte eiendom (langsfunksjonen)
- veiens beliggenhet i forhold til den enkelte eiendom (tversfunksjonen)

De tre første parameterene er lette å tallfeste, noe mer problematisk blir det når man kommer til veiens beliggenhet. Tabell 21 viser et eksempel på oppsett av Hedmarksmodellen.

Tabell 21. Eksempel på oppsett av Hedmarksmodellen.

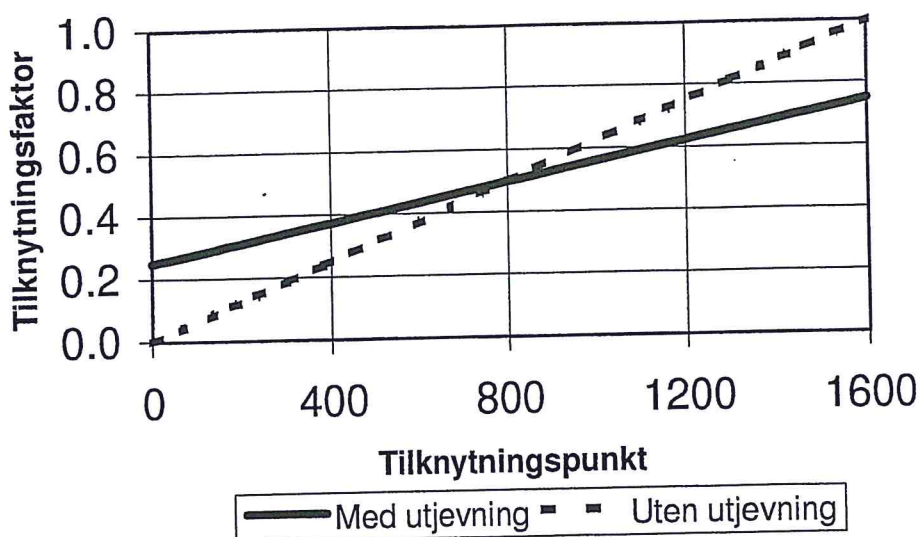
	(1)	(2)	(3)		(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
	Areal daa	Volum m ³	Tilknytnings-		Beligg.- faktor	Adkomst- fordel	0.3 %	Transport- fordel	0.7 %	Andel %	
			punkt meter	faktor							
A	1000	7000	300	0,34	1,0	344	10,0	2406	11,4	11,0	
B	2000	10000	800	0,50	1,0	1000	29,0	5000	23,7	25,3	
C	2000	11000	1300	0,66	0,8	1050	30,5	5775	27,4	28,3	
D	2000	15000	1600	0,75	0,7	1050	30,5	7875	37,4	35,3	
						3444	100	21056	100	100	
						(1)x(4)x(5)		(2)x(4)x(5)		0.3x(7) + 0.7x(9)	

Fremgangsmåten er som følger:

- Tilknytningspunktet for den enkelte eiendom fastsettes som avstanden fra veiens startpunkt og inn til det punktet hvor tyngden av eiendommens aktivitet vil ha sin kontakt med veien.
- Tilknytningsfaktoren fastsettes som et forholdstall mellom tilknytningspunkt og den totale veilengde (se senere omtale).
- Beliggenhetsfaktoren fastsettes på "forstlig skjønn" og beskriver hvordan veien ligger i forhold til eiendommen.
- Adkomstfordelen beregnes som produktet av areal, tilknytningsfaktor og beliggenhetsfaktor. Den enkelte eiers andel av sum adkomstfordel beregnes prosentisk (7).
- Transportfordelen beregnes som produktet av volum, tilknytningsfaktor og beliggenhetsfaktor. Den enkelte eiers andel av sum transportfordel beregnes prosentisk (9).
- Den enkelte eiers andel i veianlegget beregnes gjennom en vektning av adkomst- og transportfordel. Ofte vektlegges adkomstfordelen med 30% og transportfordelen med 70%.

Tilknytningsfaktoren

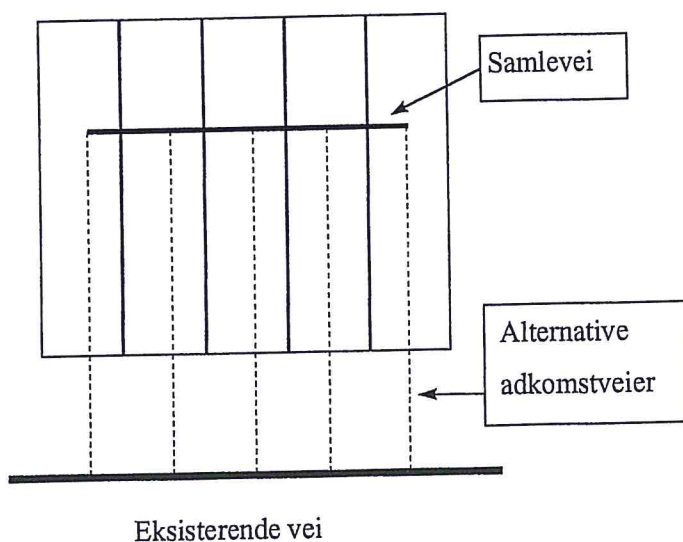
Tilknytningsfaktoren beskriver veiens langsfunksjon, det vil si transport langs veien. Tilknytningspunktet er bestemmende for tilknytningsfaktoren til den enkelte interessent og vurderes ut fra det punktet på veien hvor hovedtyngden av eiendommens aktivitet vil ha kontakt med veien. Identifiseringen av tilknytningspunktet vil være skjønnsmessig, men det må tas hensyn til terreng, bæreevne og tidligere utdriftsretninger. Tilknytningspunktets avstand fra veiens startpunkt og den totale veilengden er hovedparametrene for fastsetting av tilknytningsfaktoren. Det foretas ofte en utjevning av tilknytningsfaktoren mellom de eiere som er lokalisert ved veiens begynnelse og slutt. Dette gjøres vanligvis ved at tilknytningsfaktoren ikke går fra 0.00 til 1.00, men fra 0.25 til 0.75. Figur 1 viser et eksempel på avlesing av tilknytningsfaktor med og uten utjevningfaktorer.



Figur 1. Avlesing av tilknytningsfaktor

Begrunnelsen for å benytte denne utjevningen er at de eierne som ligger nær veiens startpunkt har en økonomisk gevinst av at de bakenforliggende eierne blir med på veianlegget.

Det finnes en del spesialtilfeller hvor denne lineære beregningsmåten bør fravikes. Et eksempel er veinettet i en lisse med en adkomstvei opp i lia og en tversgående samlevei. Dersom terrenget tillater fri plassering av veinettets adkomstvei, vil det ikke være riktig at de eierne som tilfeldigvis havner ved enden av veien skal ha høyere tilknytningsfaktor enn de andre. I dette tilfellet bør vanligvis eieren som får adkomstveien gjennom sin skogeiendom få den laveste tilknytningsfaktoren, mens de resterende får lik tilknytningsfaktor. Figur 2 viser en veiløsning som krever justering av tilknytningsfaktor.



Figur 2. Veiløsning som krever justering av tilknytningsfaktor.

Beliggenhetsfaktoren

Beliggenhetsfaktoren skal beskrive hvordan veien ligger i forhold til de enkelte eiendommene. Siden tilknytningsfaktoren er et uttrykk for veiens langsfunksjon, vil beliggenhetsfaktoren være et uttrykk for veiens tversfunksjon. I motsetning til tilknytningsfaktoren, finner man ikke anvisninger i litteraturen angående fastsettelse av beliggenhetsfaktoren. Dette blir derfor gjort svært skjønnsmessig.

De momenter som bør være med i skjønnnet ved fastsettelse av beliggenhetsfaktoren er:

- gjennomsnittlig driftsveilengde etter veibyggning
- terrengforhold (motkjøring/medkjøring, vanskelig terreng)
- behov for å kjøre over annen manns grunn
- behov for ytterligere veibyggning

Ved den konkrete tallfestingen oppstår ofte usikkerheten rundt spørsmålene innenfor hvilket intervall man skal la beliggenhetsfaktoren variere (maks. og min. verdi) og hvordan den skal variere mellom eierne.

Adkomstfordel/transportfordel

Forholdstallet mellom adkomstfordelen og transportfordelen bør variere med skogtilstanden. Er det mye hogstmoden skog i det aktuelle området må transportfordelen settes høyere enn hvis det er et stort innslag av ungskog. Vanlig praksis tilsier at transportfordelen settes til 60-75% i de fleste tilfeller, og at den reduseres med økende andel ungskog.

2.2.2 Transportgevinstmetoden

Transportgevinstmetoden tar utgangspunkt i den type lønnsomhetsberegning som er beskrevet tidligere. Den enkelte skogeiers andel av veibyggingskostnadene blir beregnet på grunnlag av eierens prosentiske andel av de totale innsparingene. Tabell 22 viser transportgevinstmetodens fordelingsprinsipp.

Tabell 22. Transportgevinstmetodens fordelingsprinsipp.

Eier	Bestand	Kostnader før veibyggning	Kostnader etter veibyggning	Innsparing	Sum	Andel
		kroner	kroner	kroner	kroner	%
A	A1	A1-f	A1-e	A1-i	60.000	40
	A2	A2-f	A2-e	A2-i		
	An	An-f	An-e	An-i		
B	B1	B1-f	B1-e	B1-i	90.000	60
	B2	B2-f	B2-e	B2-i		
	Bn	Bn-f	Bn-e	Bn-i		
Sum					150.000	100

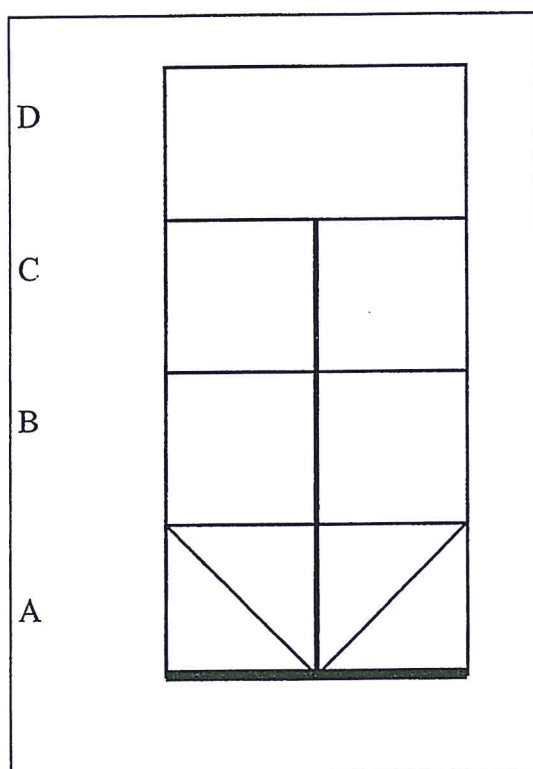
Beregningene i transportgevinstmetoden er langt mer arbeidskrevende enn for Hedmarksmodellen, men dersom man gjennomfører en detaljert lønnsomhetsberegning er det gjenstående arbeidet kun å summere opp innsparingene eiendomsvis og beregne den prosentiske andel.

2.2.3 Sammenligning av Hedmarksmodellen og Transportgevinstmetoden

Hedmarksmodellen er i prinsippet basert på fordeling av kostnadene etter *bruken* av veien, ved hjelp av tilknytningsfaktoren, justert for *nytt* av veien, ved hjelp av beliggenhetsfaktoren. Det gjøres ingen økonomiske beregninger, og det tas heller ikke hensyn til forholdene før veibygging. Det er få parametere som inngår i beregningene og den er enkel å bruke.

Transportgevinstmetoden baserer seg på en fordeling av kostnadene etter den økonomiske *nytt* av veien. Det kreves mye grunnlagsdata, det må settes mange forutsetninger om den fremtidige skogsdriften i området og den er beregningsmessig sett omfattende.

Den mest usikre størrelsen i Hedmarksmodellen er beliggenhetsfaktoren. Kan Transportgevinstmetoden benyttes som fasit for å "kalibrere" fastsettelsen av beliggenhetsfaktoren, eller, sagt med andre ord, kan Hedmarksmodellen beregne nytten? Figur 3 viser et eksempel på hvordan 5 skogeiendommer kan ligge i forhold til skogsvei.



Figur 3. Skisse av eiendommer og vei.

Alle eiendommene består av 100 % gammelskog (h.kl. IV+V). Det forutsettes videre at all skogbehandling skjer relativt likt på alle eiendommene både hva gjelder tidspunkt og inngrep. Innsparingene er derfor ikke diskontert.

For eiendom A sitt vedkommende er nedslagsfeltet til den nye veien redusert, siden den eksisterende veien nederst i Figur 3 vil betjene dette arealet.

Først beregnes kostnadsfordelingen etter transportgevinstmetoden. Dette betraktes som fasit og blir sammenlignet med ulike beregningsvarianter for Hedmarksmodellen.

Tabell 23 viser resultatet av kostnadsfordeling med transportgevinstmetoden. Beregningene er gjort i dataprogrammet som beskrives senere.

Tabell 23. Kostnadsfordeling etter transportgevinstmetoden

Eier			GDL*			Innsparing			Andel %
	Areal daa	Volum m ³	før meter	etter meter	innspart meter	Volum 1000 kr	Areal 1000 kr	Totalt 1000 kr	
A	1000	20000	560	360	200	165,2	5,9	171,1	1,7
B	2000	40000	1520	560	960	1585,9	57,0	1642,9	16,4
C	2000	40000	2520	560	1960	3237,9	116,4	3354,3	33,6
D	2000	40000	3520	700	2820	4658,6	167,5	4826,1	48,3
Sum	7000	140000				9647,7	346,9	9994,6	100,0

*GDL= Gjennomsnittlig driftsveiLengde

Kostnadsfordeling etter Hedmarksmodellen er utført på grunnlag av de samme skoglige og eiendomsmessige data.

Hvis man starter med å holde beliggenhetsfaktoren lik 1,0 for alle eiendommene, kan man se på innflytelsen av tilknytningsfaktoren. Tabell 24 viser kostnadsfordeling etter Hedmarksmodellen.

Tabell 24. Kostnadsfordeling etter Hedmarksmodellen. Tilknytningsfaktor: 0-1. Beliggenhetsfaktor: 1. Adkomst/Transport: 25/75.

Eier	Areal daa	Volum m ³	Tilknytnings-		Beligg.- faktor	Adkomst-		Transport-		Andel (25/75) %
			avst. meter	faktor		nytte	andel %	nytte	andel %	
A	1000	20000	500	0,17	1	167	3,4	3333	3,4	3,4
B	2000	40000	1500	0,50	1	1000	20,7	20000	20,7	20,7
C	2000	40000	2500	0,83	1	1667	34,5	33333	34,5	34,5
D	2000	40000	3000	1,00	1	2000	41,4	40000	41,4	41,4
Sum	7000	140000				4833	100,0	96667	100,0	100,0

Det viser seg fort at begrensningen med å sette tilknytningsfaktoren innen intervallet 0,25-0,75 må forlates. Selv ved å benytte seg av hele intervallet 0-1 blir eier A sin andel for stor og eier D sin andel for liten.

En normal fastsettelse av beliggenhetsfaktoren ville gitt eier A, B og C faktoren 1,0 og eier D ville fått 0,8. Dette gir et enda verre resultat. Tabell 25 viser andelsprosent for ulike alternativer av tilknytnings- og beliggenhetsfaktor.

Tabell 25. Andelsprosent for ulike alternativer av tilknytnings- og beliggenhetsfaktor.

Tilknytningsfaktor	0,25 - 0,75	0,25 - 0,75	0,0 - 1,0	0,0 - 1,0
Beliggenhetsfaktor	1-1-1-0,8	1-1-1-1	1-1-1-0,8	1-1-1-1
Adkomst/Transport	27/75	27/75	27/75	27/75
A	1,7	8,6	8,0	3,8
B	16,4	25,9	24,0	22,6
C	33,6	34,5	32,0	37,6
D	48,3	31,0	36,0	36,1
Sum	100,0	100,0	100,0	100,0

Skal eier A sin andel komme ned mot andelsprosenten fra Transportgevinstmetoden (uthevet i Tabell 25), må faktisk fastsettelsen av beliggenhetsfaktoren gå på tvers av vanlig praksis. I stedet for at eier D skal få redusert sin beliggenhetsfaktor fordi veien har en dårligere plassering i forhold til eiendommen sammenlignet med de andre involverte skogeierne, så må eier D sin beliggenhetsfaktor økes i forhold til de andre.

Disse eksemplene viser at Hedmarksmodellen og Transportgevinstmetoden er basert på to forskjellige prinsipper, hhv. fordeling etter bruk og etter nytte. Det er derfor ikke mulig å bruke den ene til å "kalibrere" den andre.

Hva tilsier at man skal benytte den ene eller andre fordelingsmetoden:

Transportgevinstmetoden har blitt lite benyttet hovedsakelig fordi den er langt mer arbeidskrevende. I hvert fall har den vært det. Med stadig økende mengder data på digital form (skogbruksplaner, kart) og pågående utvikling av tilpasset programvare bortfaller gradvis gyldigheten av den argumentasjonen.

Transportgevinstmetoden er mer i tråd med Jordskiftelovens krav til fordeling etter nytte.

Hedmarksmodellen er enkel og grei å bruke. Den er ikke særlig arbeidskrevende og det er utarbeidet rutiner for å ta med annen bruk av veien, f.eks. jordbruksvirksomhet.

2.2.4 Forslag til forbedringer av Hedmarksmodellen

Med Hedmarksmodellens vide utbredelse og anvendelse er det ikke å forvente at "alle" brått skal begynne å bruke den langt mer omfattende Transportgevinstmetoden. Det er imidlertid enkelte forbedringer som kan gjøres med Hedmarksmodellen for at den skal bli mer fleksibel.

Separat beliggenhetsfaktor for areal og volum

I en del tilfeller vil både andelen og lokaliseringen av ungskog og hogstmoden skog i forhold til skogsveien være vidt forskjellig. Dette kan synliggjøres gjennom å fastsette to forskjellige beliggenhetsfaktorer: en som benyttes til beregning av adkomstfordelen og en som benyttes til beregning av transportfordelen.

Kvantifisering av beliggenhetsfaktoren

Beliggenhetsfaktoren må være koblet opp mot den gjennomsnittlige driftsveilengden etter veibygging. I utgangspunktet kan man derfor beregne beliggenhetsfaktoren på grunnlag av driftsveilengden. Deretter kan man justere den opp eller ned etter de forholdene som er nevnt i omtalen av beliggenhetsfaktoren under kapittel 2.2.1 om Hedmarksmodellen.

Det foreslås at man setter beliggenhetsfaktoren til verdien 1,0 for 0 meter driftsveilengde og reduserer den med f.eks. 0,05 for hver 100 meter driftsveilengde. Minimumsverdien for beliggenhetsfaktoren bør være større enn 0. Dette betyr at driftsveilengder over 1600 meter vil få beliggenhetsfaktor lik 0,2 dersom dette er angitt som minimumsverdi. Både størrelsen på reduksjonsleddet og minimumsverdien vil være påvirket av de lokale terrengforholdene. Det vil ofte være nødvendig å bruke forstlig skjønn for å justere for de influerende faktorene som er nevnt på side 23.

3. Beskrivelse av dataprogram

Dataprogrammet foretar lønnsomhetsberegninger av skogsbilveier og kostnadsfordeling mellom interessentene i veianlegget. De skoglige dataene er tenkt langt inn på bestandsnivå, men beregningene kan også gjøres på skogeier- eller teignivå.

Veibygging reduserer driftsveilengdene slik at man kan beregne en innsparing i kr per m³ evt. kr per daa, med antall 100 m redusert terrengtransport. De reduserte driftskostnadene som gir innsparinger kommer i form av tømmertransport i terrenget, sluttavvirkning, tynning, ungskogpleie, planting, administrasjon og annet i form av jakt, fiske, friluftsliv, bompenger o.l. En terrengtransportavstand på 100 m defineres som tur-retur en horisontalavstand på 100 m, slik at den reelle forflytningsavstanden blir 200 m. Lønnsomhetsberegningene i demonstrasjonsprogrammet tar utgangspunkt i metodene som tidligere er benyttet med noen endringer og modifikasjoner. Ved kostnadsfordelingen benyttes Hedmarksmodellen der beregningen av beliggenhetsfaktoren er endret.

Demonstrasjonsversjonen er programmert i Microsoft Excel 97 for Windows. Programmet er best tilpasset en datamaskin med pentium prosessor og 17 tommer skjerm.

3.1 Bestandsdata

Etter å ha kartfestet en veitrase og veiens nedslagsfelt legges de tilhørende bestandsdataene innenfor veiens dekningsområde inn i programmet. Dataene deles opp for den enkelte interessant i veianlegget. Faktorene som legges inn er bestandsnummer, bonitet, alder, daa, m³ ub, om bestandet ligger i et nullområde samt uttaksprosent ved tynning og sluttavvirkning. Alle hogstklassene er med i bestandsdataene. Innenfor hvert bestand må også den horisontale driftsveiaavstanden til bilvei før og etter veibygging legges inn, og eventuelt hvor mye av bestandet som skal plantes, tynnes eller ungskogpleies. Horisontal driftsveiaavstand vil si den lengden man måler på kart uten å ta hensyn til terrengforholdene. Driftsveiaavstandene måles i de antatte kjøretraseene fra tyngdepunktet i de aktuelle områdene (bestandene) og fram til nærmeste bilvei. Bestandsdataene kan også summeres og legges inn på teig- eller eiendomsnivå.

Nullområder vil si områder som ikke er tilgjengelig til skogbruksformål før veibygging, og kan deles inn i tekniske og økonomiske nullområder.

Tekniske nullområder vil si de stedene der skogen ikke er tilgjengelig før man gir området adkomst i form av tekniske inngrep. Disse inngrepene vil vanligvis være veibygging for å gi adgang til kubikkmassen.

Økonomiske nullområdene er arealer hvor driftskostnadene er større enn tømmerverdien. Det kan for eksempel være ved ekstrem lang terrengtransport. Bare de områdene som utløses av veibygging bør være med i beregningene.

For hvert bestand bestemmes en uttaksprosent som korrigerer for hvor mye som avvirkes i forhold til den kubikkmassen som står på rot. Ved sluttavvirkning vil eksempelvis en viss andel av trærne stå igjen på grunn av kantsoner, utilgjengelighet, flerbrukshensyn, skjermstillingshogster o.l.

3.2 Terrenklassifisering

Det svenske terrenklassifiseringssystemet er lagt til grunn i programmet (se kap 2.1.2). Det benyttes fire klasser for hver av faktorene overflatestruktur og helning. *Overflatestrukturen* bestemmes ved hjelp av høydeklasser og antall hinder innenfor et gitt område. *Helningen* fastsettes ved å finne de mest dominerende helningene. Dersom virkestransporten i terrenget foretas på traktorvei benyttes det en terrenklasse 6 for både helning og overflatestruktur.

Terrenklassifiseringen foretas i de samme driftstraseene som benyttes til å beregne driftsveilegdene. Ut fra terrenklassene fastsettes en slingrefaktor og programmet beregner deretter de virkelige driftsveilegdene og antall innsparte 100 m.

3.3 Innsparing på grunn av veibygging

Innsparingene bestemmes dels ved å beregne differansen i terrentransportavstanden før og etter veibygging. Terrentransporten av tømmeret etter sluttavvirkning og tynning samt selve sluttavvirkningen beregnes i kr per m³ per 100 m, mens administrasjon, planting, ungskogpleie og tynningshogsten beregnes i kr per daa per 100 m. Tynningshogstene fastsettes per daa, fordi det antas at brukeren av programmet lettere anslår antall daa som skal tynnes i forhold til tynningskapasiteten i m³ per t. Forventede inntekter av bompenger, jakt, fiske, friluftsliv o l settes til et fast beløp i kr per år. Det skilles mellom motormanuelle og maskinelle avvirkningsmetoder.

Terrentransporten av tømmer er delt opp i driftssystemene lassbærer, landbrukstraktor, stammelunner og et valgfritt alternativ (annet). Sistnevnte benyttes da ingen av standardsystemene passer inn i beregningene. Et eksempel på dette kan være bruk av kabelkraner der det er vanskelig å beregne en innsparing per 100 m. I slike tilfeller kan det være hensiktsmessig å forutsette en innsparing i kr per m³, uten å ta hensyn til antall 100 m redusert transportlengde.

3.3.1 Reduserte utgifter til terrentransport

Det teoretiske grunnlaget for beregning av transportgevinst baseres på redusert transporttid, slik at med samme terrenklasse får bestand med kort driftsveilegde relativt lavere innsparing enn de med lang driftsveilegde.

Lassbærer

Terrenghastighetene for lassbærer er hentet fra Överenskommelse mellom Västerbotten-Övik och skogsmaskinföretagare (1997), der det er beregnet en gjennomsnittshastighet for ulike typer av lassbærere og terrenklasser. Tabell 26 viser terrenghastigheter for lassbærer i m per min for de ulike terrenklassene i dataprogrammet.

Tabell 26. Terrenghastigheter for lassbærer (m/min) for de ulike terrenklassene (Överenskommelse mellom Västerbotten-Övik och skogsmaskinföretagare 1997).

Overflatestruktur	Helningsklasser			
	1	2	3	4
1	65	63	57	42
2	58	53	47	33
3	50	45	37	28
4	38	35	32	23

Etter at terrengklassifiseringen er utført beregnes tiden i G_{15} -min per m^3 ub per 100 m terrengtransportavstand.

Dette gjøres med formelen:

$$G_{15}\text{-min}/m^3\text{ub}/100m = 216/\text{hastighet}(m/\text{min})/m^3 \text{ per lass}$$

Ved å anslå eller beregne enn maskinkostnad i kr per G_{15} -time finner man kostnaden i kr per m^3 under bark per 100 m terrengtransportavstand. Innsparingen ved veibyggingen beregnes dermed ved å bestemme antall innsparter 100 m som følge av veibyggingen. Kostnadene beregnes med formelen:

$$\text{Kr}/m^3\text{ub}/100m = G_{15}\text{-min}/m^3\text{ub}/100m * \text{kr}/G_{15}\text{-min}$$

Eksempel: Lassbærer med kapasitet på $12 m^3$ ub.
Timekostnad på 800 kr/ G_{15} -time
Transportstrekning med overflatestrukturklasse på 2 og helningsklasse på 1.

$$G_{15}\text{-min}/m^3\text{ub}/100m = 216/58/12 = 0,31$$

$$\text{Kr}/m^3\text{ub}/100m = 0,31*(800/60) = 4,13$$

Landbrukstraktor og stammelunner

Det forutsettes at landbrukstraktor og stammelunner har lik kjørehastighet i terrenget. Ved beregning av disse hastighetene ble det tatt utgangspunkt i tallene for lassbærer fra Överenskommelse mellom Västerbotten-Övik och skogsmaskinföretagare (1997) og Dale (1998). Tall fra sistnevnte forfatter ble benyttet til å beregne terrenghastigheter for landbrukstraktor og stammelunner under lette kjøreforhold, som vil si det samme som overflatestrukturklasse 1 og helningsklasse 1. Ved bestemmelse av kjørehastighetene for de øvrige terrengklassene ble de svenske tallene for lassbærer benyttet som beregningsgrunnlag. Landbrukstraktorer og stammelunnere forutsettes relativt å ha de samme hastighetsreduksjonene for de ulike terrengklassene som lassbærerene.

Ettersom kjørehastigheten for landbrukstraktor og stammelunner forutsettes å være den samme, er det timekostnaden og lasskapasiteten som gir kostnadsforskjellen mellom disse driftsmetodene. Beregning av kostnadene i kr per m^3 ub per 100 m ble foretatt på samme måte som for lassbærer. Tabell 27 viser terrenghastigheter for landbrukstraktor og stammelunner i m per min som er benyttet i programmet for de ulike terrengklassene.

Tabell 27. Terrenghastigheter for landbrukstraktor og stammelunner (m/min) for de ulike terrengklassene som benyttes i programmet (Överenskommelse mellom Västerbotten-Övik och skogsmaskinföretagare 1997 og Dale 1998).

Overflatestruktur	Helningsklasser			
	1	2	3	4
1	100	97	88	65
2	89	82	72	51
3	77	69	57	43
4	58	54	49	35

3.3.2 Reduserte hogstkostnader (sluttavvirkning og tynning)

Reduserte hogstkostnader etter veibyggning beregnes på grunnlag av redusert driftsveilegde til og fra hogstfeltet. Det forutsettes at hogstmaskinen kjøres til og fra feltet én gang om dagen. Veibyggningen gir ingen innsparing på selve hogsten men i transporttiden til og fra hogstfeltet. Det er skilt mellom motormanuelle og mekaniserte hogster både ved sluttavvirkning og tynning. Som nevnt tidligere beregnes innsparingene for hogsten ved sluttavvirkning i kr per m³ per 100 m, mens m³ byttes ut med daa ved tynning.

Redusert hogstkostnad (innsparing) er beregnet med utgangspunkt i gang- og kjørehastighet i terrenget, timekostnad og den daglige avvirkningskapasiteten. Gang- og kjørehastigheten bestemmes ut fra terrengklassene, mens timekostnadene og avvirkningskapasitet fastsettes skjønnsmessig.

Motormanuell hogst

Lindström (1983) oppga ganghastigheter for de ulike overflatestrukturklassene på flat mark (helningsklasse 1). Ganghastighetene for helningsklassene 2, 3 og 4 ble bestemt ved å ta utgangspunkt i ganghastighetene i terrengklasse 1 for de ulike overflatestrukturene fra Lindström (1983), og å øke disse med henholdsvis 20, 30 og 40 %. Tabell 28 viser ganghastigheter i min per 100 m for de ulike terrengklassene som benyttes i programmet.

Tabell 28. Ganghastigheter (min/100 m) for de ulike terrengklassene som benyttes i programmet (Lindström 1983).

Overflatestruktur	Helningsklasser			
	1	2	3	4
1	3	3,6	3,9	4,2
2	3,8	4,6	4,9	5,3
3	4,6	5,5	6,0	6,4
4	5,4	6,5	7,0	7,6

Innsparingen for den motormanuelle hogsten blir bestemt med formelen

$$Kr/m^3 ub/100m = Tidskostnad (kr/G_{15-min}) * ganghastighet (G_{15-min}/100m) / hogst (m^3/dag)$$

Maskinell hogst

For de mekaniserte hogstene benyttes kjøretiden i terrenget ved kostnadsberegningene. Programmet bruker de samme terrenghastigheter for hogstmaskinene som for lassbærere.

Innsparingen for den maskinelle hogsten blir bestemt med formelen.

$$Kr/m^3 ub/100m = Tidskostnad (kr/G_{15-min}) * kjørehastighet (G_{15-min}/100m) / hogst (m^3/dag)$$

3.3.3 Reduserte utgifter til administrasjon, planting og ungskogpleie

Administrasjon

Utgiftene til administrasjon er avhengig av antall befaringer og tidskostnaden. Disse innsparingene beregnes i kr per daa per 100 m. Det forutsettes i programmet at hvert bestand befares gjennomsnittlig fire ganger i løpet av veianleggets avskrivningstid. Disse besøkene regnes om til antall besøk per daa. Planleggeren trenger dermed kun å bestemme en tidskostnad før administrasjonens innsparinger kalkuleres. Ganghastighetene tar utgangspunkt i terrengklassifiseringen.

Innsparing for administrasjon bestemmes med formelen.

$$Kr/daa/100m = \text{Tidskostnad (kr/G}_{15\text{-min})} * \text{ganghastighet (G}_{15\text{-min}/100m}) * (4/\text{ant. daa})$$

Planting

Antall daa som skal tilplantes må bestemmes på forhånd for det enkelte bestand, og innsparingene beregnes i kr per daa per 100 m. Antall daa som plantes per dag bestemmes ved hjelp av planteantallet per dag og planteavstanden (forbandet). Disse faktorene og tidskostnaden må derfor forutsettes før beregningene foretas. Alle ganghastighetene ved de ulike terrengklassene legges til 10 % på grunn av den ekstra vekten plantene representerer.

Innsparingen for planting bestemmes med formelen.

$$Kr/daa/100m = \text{Tidskostnad (kr/G}_{15\text{-min})} * \text{ganghastighet (G}_{15\text{-min}/100m}) * 1,1/\text{daa pr dag}$$

Ungskogpleie

Antall daa som skal ungskogpleies må også fastsettes for hvert enkelt bestand. Innsparingene beregnes i kr per daa per 100 m. Tidskostnaden og kapasiteten i antall daa per dag bestemmes på forhånd.

Innsparingen for ungskogpleie bestemmes med formelen:

$$Kr/daa/100m = \text{Tidskostnad (kr/G}_{15\text{-min})} * \text{ganghastighet (G}_{15\text{-min}/100m}) / \text{daa pr dag}$$

3.4 Anleggskostnadene

Anleggskostnadene er alle utgifter som knytter seg til veibyggingen. Det skilles mellom traktorveier og skogsbilveier. Summen av anleggskostnadene for disse veiene benyttes videre til lønnsomhetsberegningene av veianlegget. For skogsbilveiene benyttes faktorene veilengde, veikostnad i kr per m³ og slitelag i kr per m³, snuplass, møteplass, velteplass, avkjøringer, stikkrenner, bruer, sprengning og annet. Tilsvarende for traktorveiene er veilengde, veikostnad i kr per m, stikkrenner, bruer, sprengning og annet. De ulike faktorene bestemmes for hver parsell. Såpass mange faktorer er presisert fordi veiplanleggeren da må ta standpunkt til flest mulig av kostnadsfaktorene.

3.5 Lønnsomheten av veianlegget

Etter at innsparingene og anleggskostnadene er beregnet må kalkulasjonsrentefoten, årlig tilvekstprosent og forventede årlige inntekter av bompenger, fastsettes. Kalkulasjonsrentefoten brukes til å justere kostnader og innsparinger tilbake til år null. Tilvekstprosenten benyttes for å ta hensyn til den årlige tilveksten av kubikkmassen i skogen, og nåtidsverdien av bompengene beregnes ved hjelp av kapitaliseringsfaktoren. Det benyttes en avskrivningstid for veianlegget på 20 år.

Alle innsparingene og de årlige kostnadene regnes tilbake til år null som vil si nåverdien av beløpene for det tidspunktet veien bygges. Nåverdien av innsparingene reduseres med nåverdien av anleggskostnadene, og gir kapitalverdien av veianlegget. Kapitalverdien er dermed differansen mellom oppsummerte, diskonterte innbetalinger og oppsummerte, diskonterte utbetalinger.

Videre beregnes en internrente som gir uttrykk for avkastningen som oppnås av kapitalen som er bundet i investeringen. Internrenten er den renten som gir kapitalverdi lik null og benyttes som et lønnsomhetsmål. Kapitalverdien er et absolutt tall mens internrenten er en relativ beregning. Dersom investeringene og utgiftene eksempelvis øker med det dobbelte, vil også kapitalverdien dobles, mens internrenten fortsatt vil være uendret.

Ved bestemmelse av veianleggets kapitalverdi og internrente, bør alle inntekts- og kostnadsfaktorene være med i beregningene. Ut fra økonomiske betraktninger vil også dette gi det mest riktige resultatet.

3.5.1 Nåverdi av innsparingene

Avvirkning av skogsbestand innenfor veiens dekningsområdet skjer ikke samtidig, slik at hogstene må fordeles over flere år innenfor veianleggets levetid. Avskrivningsperioden på 20 år deles inn i fire 5-års perioder som diskonteres for henholdsvis 2, 7, 13 og 17 år. Denne inndelingen benyttes for innsparingene i terrengtransporten, hogsten og annet. Terrengtransporten deles inn i hogstklasse III, IV og V. For hogsten skilles det mellom tynning i hogstklasse III og sluttavvirkning i hogstklasse IV og V. Under annet ligger spesielle driftsmetoder hvor det ikke beregnes en innsparing i antall 100 m men bare kr per m³. Administrasjon, planting og ungskogpleie deles ikke inn i perioder og diskonteres dermed bare en gang for hele perioden (10 år). De årlige inntjeningene som følge av veibyggingen med hensyn på bompenger, jakt, fiske, skogbrann osv kapitaliseres over hele 20 års perioden.

3.5.2 Veikostnadene før skatt

Anleggskostnadene er en nåverdi fordi de kommer på det tidspunktet veien bygges. Felles veianlegg er ofte tilskuddsberettiget, noe som bidrar til å redusere veibyggingskostnadene for skogeierne. Ved å benytte skogavgiften til finansiering av veien oppnås det en skattefordel som også gir gunstigere økonomi. Sammen med den marginale skattesatsen kan den samlede virkningen av statstilskuddene og skogavgiftene med skattefordel beregnes. Disse fordelene kommer ut som en faktor som multipliseres med anleggskostnadene. Statstilskudd og skogavgift med skattefordel gir en direkte økonomisk virkning som senker de reelle veikostnadene før skatt. Den marginale skattesatsen vil for mange skogbrukere ligge på 28 eller 35,8 % avhengig av personinntekten. Maksimal marginalsatt var i 1998 på 49,5 %

(Pettersen 1997). Nåverdien av fremtidig vedlikehold og snøbrøyting regnes innenfor veiens avskrivningstid som i dette tilfellet er 20 år.

3.6 Kostnadsfordeling - Hedmarksmodellen

Ved kostnadsfordeling tar dataprogrammet utgangspunkt i Hedmarksmodellen. Før beregningene starter må adkomst og transportfaktorene, utjevningfaktorene, minimumsgrensen for beliggenhetsfaktoren og tilknytningspunktene til den enkelte interessent bestemmes. Disse faktorene legges inn i de angitte feltene i programmet.

Med utjevningfaktorene, tilknytningspunktene og den totale veilengden, beregner programmet tilknytningsfaktorene til den enkelte interessent. Formelen for tilknytningsfaktoren som benyttes er:

$$T = \frac{P(E - S)}{L} + S \quad \text{der, } T = \text{tilknytningsfaktor, } P = \text{tilknytningspunkt, } E = \text{endepunktfaktor,} \\ S = \text{startpunktfaktor, } L = \text{totale veilengde.}$$

Programmet kommer med et forslag til beliggenhetsfaktor med utgangspunkt i gjennomsnittlig driftsveilengde etter veibygging, der det korrigeres for ulike terrengetyper ved å multiplisere driftsveilengden med en slingrefaktor. I motsetning til den vanlige bruken av Hedmarksmodellen der man opererer med bare én beliggenhetsfaktor, skilles det nå mellom driftsveilengdene fra tyngdepunktene til både areal og kubikkmasse. Det vil si at programmet kommer med et forslag til beliggenhetsfaktor for både areal og kubikkmasse. De gjennomsnittlige driftsveilengdene areal- og kubikkveies slik at store bestand og kubikkmasser veier tyngre enn små. Tallene hentes fra lønnsomhetsberegningene av skogveiene. Beliggenhetsfaktoren for arealene beregnes med utgangspunkt i hele skogeiendommen. Det vil si at alle bestandene innenfor veiens dekningsområde kommer med i betraktningen. Tilsvarende for kubikkmassen benyttes alle bestand i hogstklasse III til V som beregningsgrunnlag. Adkomsten og transporten multipliseres nå med hver sin faktor i motsetning til tidligere da man benyttet den samme faktoren for begge. Dersom det er nødvendig kan disse faktorene overstyres manuelt. Programmet kommer med et forslag til fordeling, men brukeren må korrigere for lokale variasjoner i hvert enkelt tilfelle dersom det er nødvendig.

Ved fastsettelse av beliggenhetsfaktorene for de ulike interessentene regnes en reduksjon på 5 % for hver 100 m, med null driftsveilengde som utgangspunkt. Dette vil si at ingen kan få en faktor på 1, fordi man alltid vil ha en driftsveilengde. Eksempelvis vil en driftsveilengde etter veibygging på 100 og 200 m få en beliggenhetsfaktor på henholdsvis 0,95 og 0,9. En interessent med gjennomsnittlig driftsveilengde etter veibygging på 2000 m vil i teorien få en beliggenhetsfaktor på null. For å unngå at dette skal skje kan det legges inn en minimumsfaktor for driftsveilengder over 2000 m. I praksis vil det være svært sjelden at veianlegg får driftsveilengder etter veibygging på over 2 km.

3.7 Følsomhetsanalyser

Dataprogrammet inneholder følsomhetsanalyser der man tester hvordan enkeltfaktorene slår ut på hovedresultatene. Med dette kan veiplanleggeren se hvilken effekt de ulike forutsetningene gir og se hvilke faktorer som har størst betydning for resultatene. Følsomhetsanalysene kan brukes til å diskutere hvilke feilkilder som finnes og de økonomiske konsekvensene av å gjøre

feilvurderinger. Man undersøker hvor følsom kalkylen er for endringer i de faktorer som inngår i kalkylen. Svakheten med følsomhetsanalyser slik de nyttes her, er at man bare endrer en faktor av gangen. I mange tilfeller er virkeligheten mer kompleks slik at flere faktorer endres samtidig. Tiltross for dette sier følsomhetsanalysen mye om usikkerheten til de enkelte faktorene.

Følsomhetsanalysene i programmet benyttes til å vurdere hvilken betydning ulike faktorer har for innsparingene og kostnadene. Ved analysene av følsomheten til terrengtransport, sluttavvirkning, tynning, ungsogpleie, planting og administrasjon tar programmet ikke hensyn til kalkulasjonsrentefoten og fordelingen av kubikkmassen innenfor avskrivningsperioden. Det vil si at innsparingene ikke diskonteres tilbake til år null, og kan dermed ikke brukes til å analysere kapitalverdi og internrente. Ved følsomhetsanalysene av den årlige kubikkmeter tilveksten innenfor veianleggets dekningsområde og kalkulasjonsrentefoten, tar programmet hensyn til fordelingen av kubikkmassen innenfor avskrivningstiden for veianlegget. Anleggskostnadene benyttes som utgangspunkt når følsomheten til statstilskudd, marginal skattesats og skogavgiften med skattefordel analyseres.

I denne rapporten presenteres resultatene av følsomhetsanalysene som rettlinjede stjernerdiagram. Stigningen til linjene angir følsomheten til målevariabelen. Jo brattere stigning, jo mer følsomme er variablene for endringer av måleparameteren. Det vil si at de faktorene med størst stigningstall er mest avgjørende for resultatene.

Forutsetninger

Følsomhetsanalysene som presenteres i denne rapporten foretas med utgangspunkt i tre alternativer med forskjellig arealfordeling mellom hogstklassene. For alle alternativene forutsettes det at arealene innenfor dekningsområdet til veien er på totalt 10000 daa.

Tabell 29 viser hogstklassenes prosentvise arealfordeling for de ulike alternativene.

Tabell 29. Hogstklassenes prosentvise arealfordeling for de ulike alternativene.

Alternativ	Hogstklasse					
	I	II	III	IV	V	
1	5	10	10	30	45	
2	5	25	20	20	30	
3	5	40	30	10	15	

Av arealet i hogstklasse IV og V ble 80 % plantet, i hogstklasse III ble 50 % av arealet tynnet og i hogstklasse II ble 50 % av arealet ungsogpleiet. Det forutsettes en tynning og en ungsogpleie i løpet av avskrivningsperioden på 20 år. For tynnings- og sluttavvirkningshogstene settes en uttaksprosent på henholdsvis 30 og 60 %. Uttaksprosenten korrigerer for bark, avkapp, randsoner, flerbrukshensyn o.l.

Avvirkningen fordeles mellom fire perioder innenfor avskrivningstiden for veianlegget på 20 år, der det skilles mellom tynning i hogstklasse III og sluttavvirkning i hogstklasse IV og V (se Tabell 30). Innsparingen i terrengtransporten ble satt til 600 m. Beregningsgrunnlaget for kubikkmassen var 15 m³ per daa i hogstklasse IV og V og 7,5 m³ per daa i hogstklasse III. Beregningene foretas for de beste terrengklassene som vil si overflatestruktur- og helningsklasse 1. Videre forutsettes terrengtransport med lassbærer og helmekanisert sluttavvirkning og tynning. Utgangspunktet for utkjørings- og hogstkostnadene var 800 kr per

G_{15} -time. For planting, ungskogpleie og administrasjon regnes en utgangspris på 150 kr per G_{15} -time.

Tabell 30 viser den prosentvise fordelingen av kubikkmassen innenfor hogstklasse III og IV + V, for de fire 5-års periodene innenfor veianleggets avskrivningstid på 20 år.

Tabell 30. Den prosentvise fordelingen av kubikkmassen innenfor hogstklasse III og IV + V, for de fire 5-års periodene innenfor veianleggets avskrivningstid på 20 år.

Periode	År	Prosentvis fordeling av m ³	
		III	IV + V
1	0-5	40	50
2	6-10	20	30
3	11-15	20	10
4	16-20	20	10

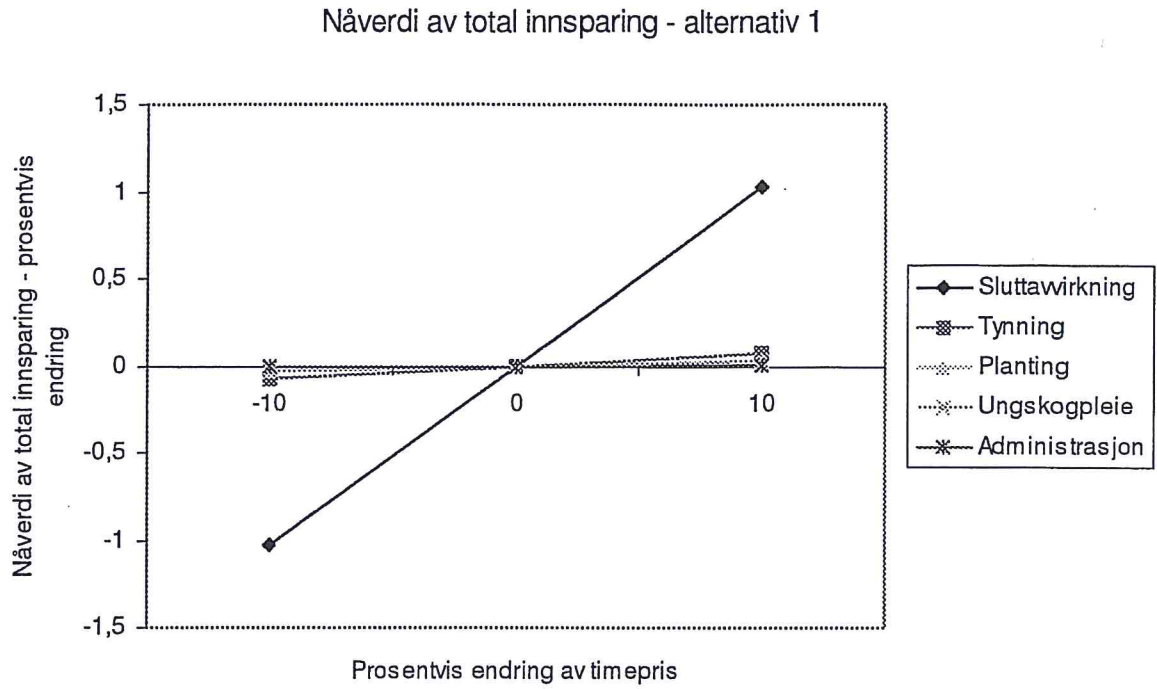
Følsomheten beregnes ved å endre måleparameteren med 10 %, og registrere hvordan dette slår ut på total innsparing. Disse utslagene kalkuleres i prosent med utgangspunkt i den verdien de totale innsparingene har før man endrer måleparameterne. Et eksempel på dette kan være at man tester terrengtransporten ved å kun øke timeprisen for lassbærer fra 800 kr – 880 kr, og registrere hvordan dette slår ut på summen av alle innsparingene, terrengtransport, sluttavvirkning, planting, tynning, ungskogpleie og administrasjon. Ved å gjennomføre tilsvarende analyser ved å endre timeprisen for de resterende faktorene med 10 %, kan man sammenligne de ulike faktorenes følsomheten.

3.7.1 Nåverdi av innsparingene

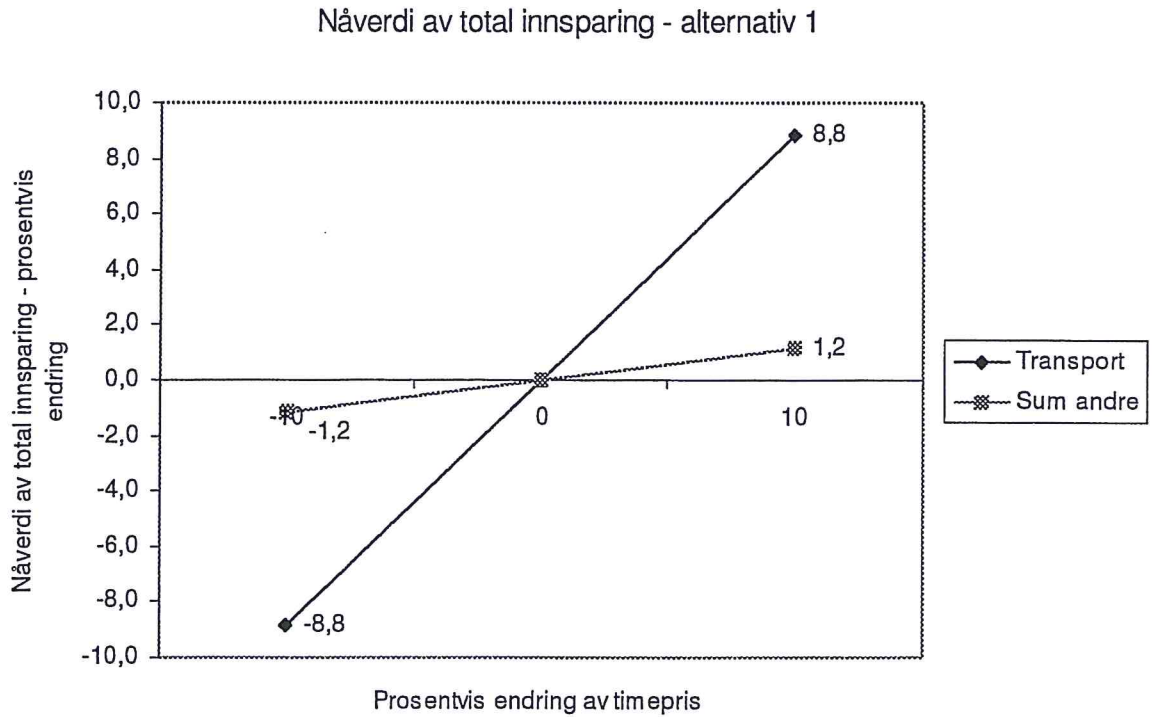
I denne presentasjonen tas det, i motsetning til følsomhetsanalysene i dataprogrammet, hensyn til innsparingenes nåverdi. Det er med andre ord tatt hensyn til avvirkningstidspunktet, tilvekstprosenten og kalkulasjonsrentefoten. Dette er gjort fordi man med dette kan drøfte eventuelle forskjeller mellom nåverdimetoden og metoden som ikke regner innsparingene tilbake til år null.

Det foretas følsomhetsanalyser av faktorene kalkulasjonsrentefot, årlig tilvekstprosent, terrengtransport, sluttavvirkning, planting, tynning, ungskogpleie og administrasjon. Kalkulasjonsrentefoten og årlig tilvekst endres med 10 % fra henholdsvis en rentefot på 5 % og en tilvekst på 1.5 %. For de resterende faktorene endres timeprisene med 10 %. Følsomheten til faktorene angis som den prosentvise endringen til nåverdien av innsparingene. Når hver enkelt faktor sin timepris endres med 10 % og man tester hvordan dette virker inn på summen av alle faktorenes innsparinger, vil også summen av alle faktorenes endringer bli 10 % ettersom timeprisen har direkte innvirkning på lønnsomheten.

Figur 4 - Figur 9 viser hvordan de tre alternativene (se Tabell 29) påvirker nåverdien av innsparingene. Faktorene som studeres er terrengtransport, sluttavvirkning, tynning, planting, ungskogpleie og administrasjon. Figur 10 viser følsomhetsanalysen av kalkulasjonsrentefoten og tilvekstprosenten for alternativ 1.

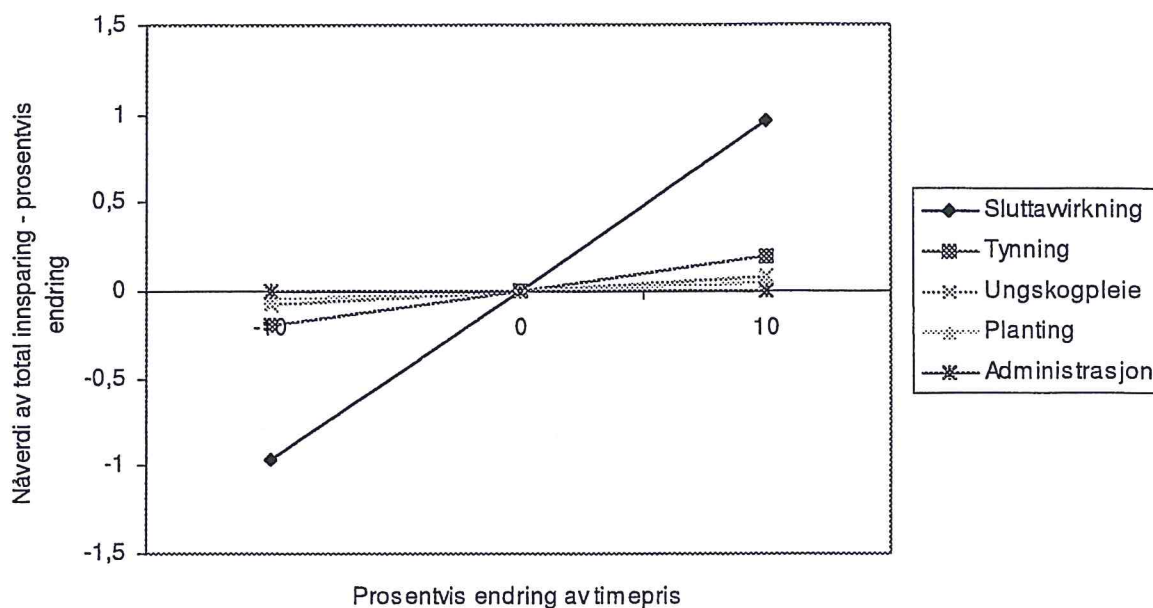


Figur 4. Alternativ 1. Den prosentvise endringen av nåverdien av de totale innsparingene ved å endre timeprisene med 10 %



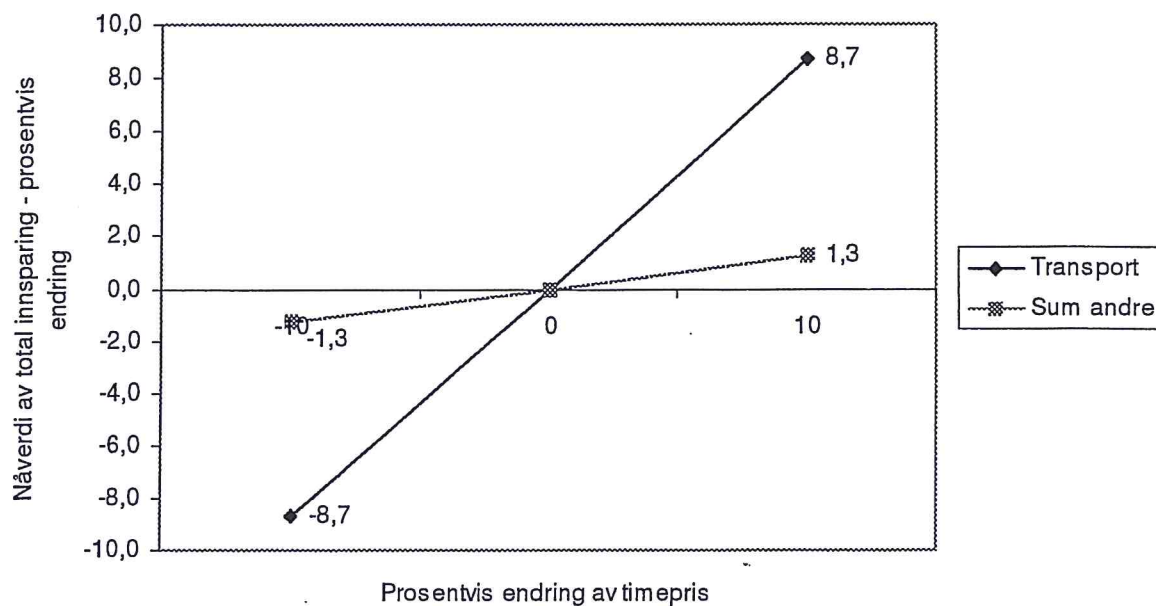
Figur 5. Alternativ 1. Sammenligning av hvordan endring i timeprisene virker inn på nåverdien av de totale innsparingene for terrengtransporten og summen av de andre.

Nåverdi av innsparing - alternativ 2



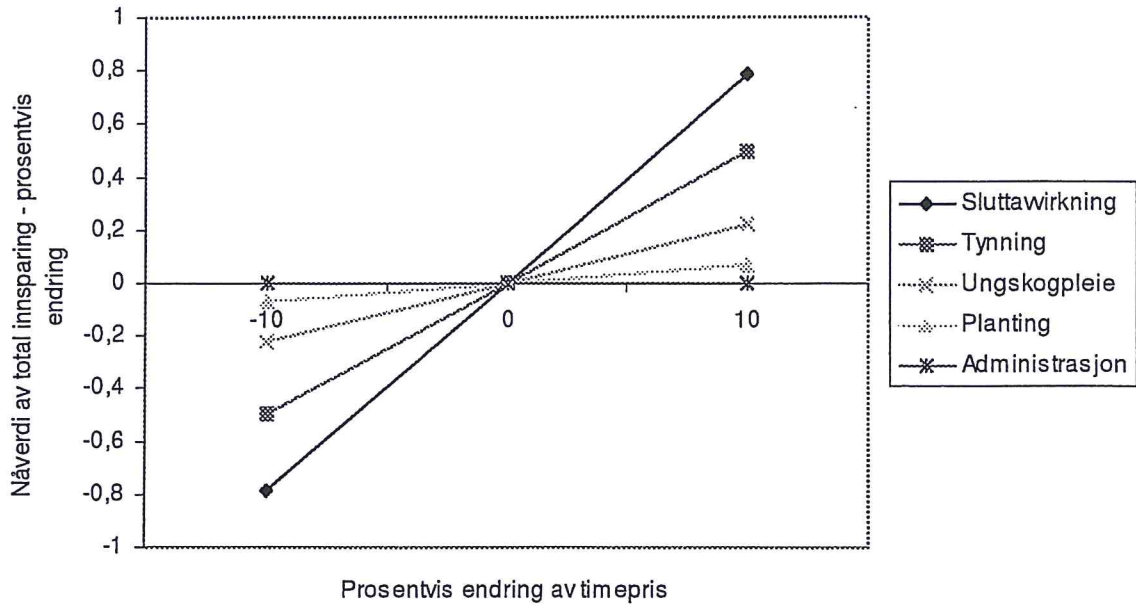
Figur 6. Alternativ 2. Den prosentvise endringen av nåverdien av de totale innsparingene ved å endre timeprisene med 10 %

Nåverdi av total innsparing - alternativ 2



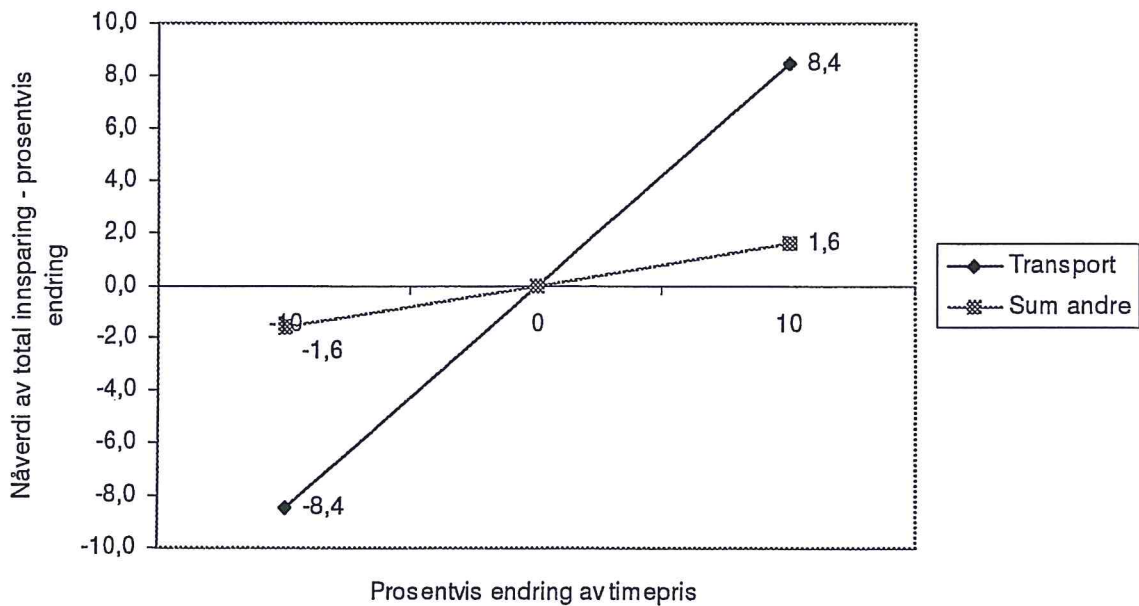
Figur 7. Alternativ 2. Sammenligning av hvordan endring i timeprisene virker inn på nåverdien av de totale innsparingene for terrengtransporten og summen av de andre.

Nåverdi av total innsparing - alternativ 3



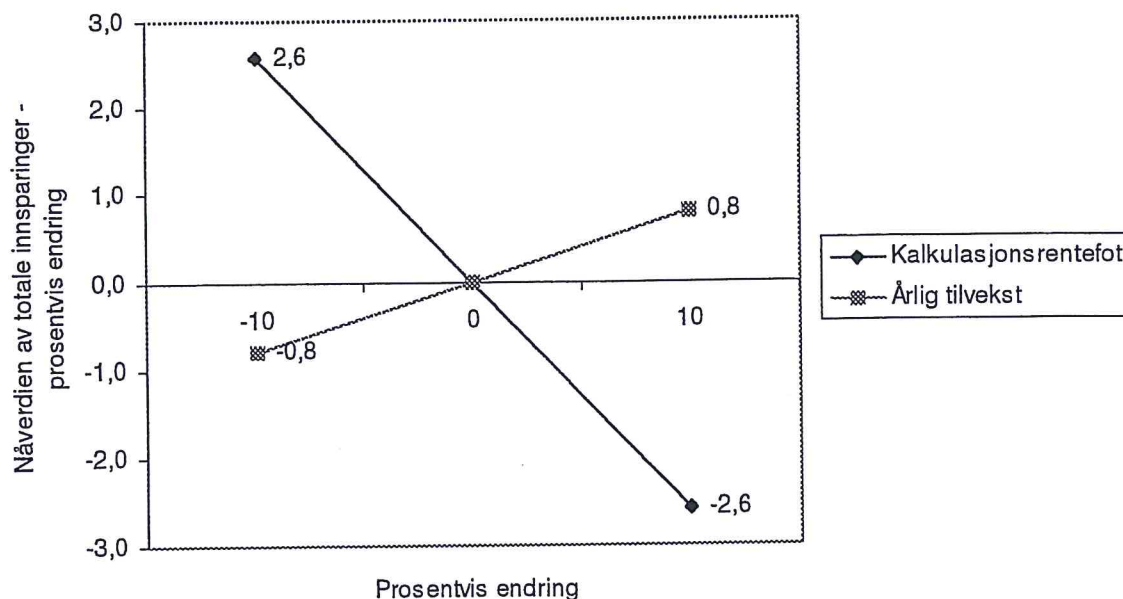
Figur 8. Alternativ 3. Den prosentvise endringen av nåverdien av de totale innsparingene ved å endre timeprisene med 10 %

Nåverdi av total innsparing - alternativ 3



Figur 9. Alternativ 3. Sammenligning av hvordan endring i timeprisene virker inn på nåverdien av de totale innsparingene for terrengtransporten og summen av de andre.

Alternativ 1



Figur 10. Følsomhetsanalyse av kalkulasjonsrentefoten og tilvekstprosenten for alternativ 1.

Følsomhetsanalysene av nåverdien av de totale innsparingene viser at endringen av terrengtransporten synker fra 8,8 % i alternativ 1 til 8,4 % i alternativ 3, mens summen av de resterende faktorene får en tilsvarende økning. Betydningen av terrengtransporten i forhold til summen av de andre faktorene synker fra 86 % alternativ 1 til 81 % for alternativ 3. Dette er et resultat av at hovedtyngden av arealet skyves fra hogstklasse IV og V til hogstklasse II og III. Avvirkningstidspunktet kommer dermed senere i perioden som igjen forskyver tidspunktet for terrengtransporten. Ettersom antall dekar i hogstklasse II og III øker fra alternativ 1 til 3 får kulturarbeidene en større betydning.

I motsetning til tynningen, plantingen og ungskogpleien synker nåverdien av innsparingen for sluttavvirkningen med 0,24 % fra alternativ 1 til 3. Årsaken til dette er at mye av kubikkmassen flyttes fra hogstklasse IV og V til hogstklasse II og III, slik sluttavvirkningen kommer senere innenfor avskrivningsperioden til veien.

Kurven for administrasjon tilnærmet helt flat for alle alternativene. Dette viser at utgiftene til administrasjon har lav følsomhet og dermed liten betydning for sluttresultatene.

Ettersom terrengtransporten veier mye tyngre enn summen av de resterende faktorene, synker veianleggets lønnsomhet fra alternativ 1 til 3. Da med forutsetning om at anleggskostnadene er de samme for alle alternativene. Dette viser at en økende andel av kubikkmasse i hogstklasse IV og V øker veianleggets lønnsomhet.

Ved å sammenligne resultatene fra følsomhetsanalysene i dataprogrammet, der man ikke tar hensyn til nåverdien av innsparingene, med resultatene fra nåverdien til innsparingene, ser man at metodene gir små forskjeller. Nåverdimetoden gir en noe økt følsomhet for terrengtransporten og sluttavvirkningen, mens de resterende faktorene får en litt svakere

følsomhet. Årsaken til dette er som nevnt tidligere at nåverdi metoden tar hensyn til kalkulasjonsrentefoten og avvirkningstidspunktet, slik at betydningen av sluttavvirkningen og terrengtransporten økes ytterligere.

Følsomhetsanalysen av tilvekstprosenten og kalkulasjonsrentefoten for alternativ 1, gir endringer av innsparingenes nåverdi på henholdsvis 0,8 % og 2,6 %. Dette viser at rentenivået er viktig for veianleggets kapitalverdi forutsatt at anleggskostnadene ikke endrer seg i takt med rentenivået. Dersom anleggskostnadene er de samme etter økning av kalkulasjonsrentefoten er det viktig å merke seg at internrenten er den samme mens kapitalverdien reduseres. Tilvekstprosenten har mindre betydning enn terrengtransporten og kalkulasjonsrentefoten, men ligger på høyde med sluttavvirkning som har størst innvirkning sammenlignet med de resterende faktorene planting, tynning, ungsogpleie og administrasjon.

3.7.2 Terrengklassene

For terrengklassene analyseres overflatestruktur, helning og forskjellen mellom motormanuell og maskinell avvirkning. I dette eksempelet benyttes alternativ 1 som beregningsgrunnlag. For de motormanuelle avvirkningene øker innsparingene fra det letteste til det vanskeligste terrenget med 307 %. For de maskinelle hogstene øker innsparingen tilsvarende 314 %. Dette viser at vanskelig terreng gir god forutsetning for lønnsomme veianlegg, forutsatt at anleggskostnadene ikke overstiger inntektene fra skogen.

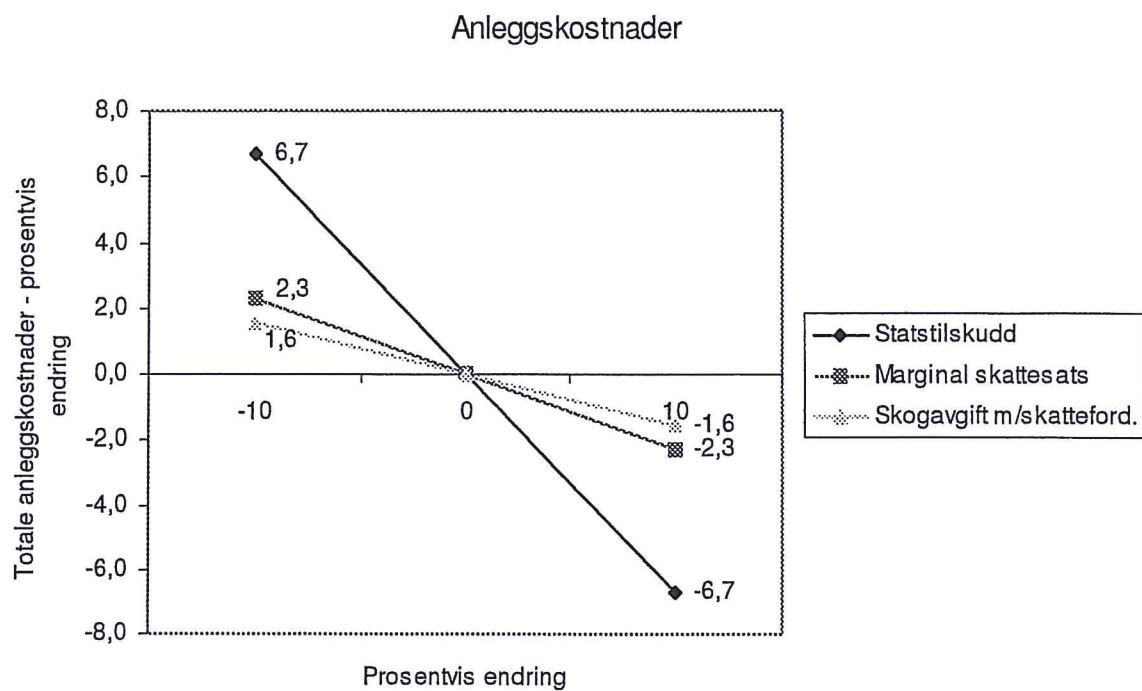
3.7.3 Anleggskostnadene

Ved hjelp av følsomhetsanalysene beregnes hvordan variablene, direkte statstilskudd, skattefordelen med skogavgiften og marginal skattesats, virker inn på lønnsomheten av veianlegget.

I dette beregningseksempelet ble anleggskostnadene satt til 1.265.000 kr. Utgangspunktet var en 4 km lang skogsbilvei til en kostnad på 300 kr per m og en 1 km lang traktorvei til 65 kr per m. Videre var det 40 % direkte statstilskudd, skogavgift med skattefordel på 35 % og 28 % marginal skattesats. Enkeltfaktorene endres med 10 % for å registreres innvirkningen på anleggskostnadene.

Resultatene viser at statstilskudd, marginal skattesats og skogavgift med skattefordel endrer seg med henholdsvis 6,7, 2,3 og 1,6 %. Av disse faktorene betyr dermed direkte statstilskudd mest for veianleggs lønnsomhet.

Figur 11. Viser hvordan statstilskudd, marginal skattesats og skogavgift med skattefordel virker inn på anleggskostnadene.



Figur 11. Hvordan statstilskudd, marginal skattesats og skogavgift med skattefordel virker inn på anleggskostnadene.

4. Diskusjon og konklusjon

Skognæringen har ikke utarbeidet noen enhetlig og fast metode for lønnsomhetsberegninger av skogsveianlegg. Dette medfører at beregningene varierer mellom ulike saksbehandlere, og gir regionvis forskjeller. Et dataprogram som utfører lønnsomhetsberegninger vil bidra til å dempe denne problemstillingen ved at næringen får ett felles behandlingsverktøy. Videre vil et dataprogram kunne tilfredsstille de nye kravene til økonomisk dokumentasjon før et veianlegg godkjennes.

Den svake prisdifferensieringen for ulike driftsveilegder medfører bl a at drifter med kort terrengtransport i praksis subsidierer de lange utkjøringene. Den generelt lave markedsprisen for lang terrengtransport kommer dermed til gode for skogeierne som ikke prioriterer skogsveibygging, og for skogeiendommer med mye vanskelig terreng. Ettersom transportavstanden i terrenget er meget avgjørende for driftenes lønnsomhet, bør denne faktoren i sterkere grad differensieres ved prisfastsettelse.

I dataprogrammet (demo-versjon) kommer bestand som ligger i nullområder etter veibygging, utenfor veienes dekningsområde. Dersom den utilgjengelige skogen skal inngå i veiens nedslagsfelt må områdene utløses ved forlengelse av det eksisterende veinettet. Traktorveiene betraktes som en forlengelse av skogsbilveiene og bør regnes som en del av hele veianlegget. Under planleggingsfasen bør det også drøftes om det er mer hensiktsmessig å forlenge skogsbilveien enn å anlegge en traktorvei, eller motsatt. Det vil være økonomisk ukorrekt å regne nullområder inn som en del av veiens dekningsområde, og dermed også kubikkmasse, uten å ha med kostnadene for å gjøre skogen tilgjengelig.

Dataprogrammet benytter en avskrivningstid for veianlegget på 20 år, som er den mest vanlige avskrivningsperioden. Det kan diskuteres om dette tidsrommet skal økes eller gjøres mer fleksibelt. Et veianlegg vil høyst sannsynlig være intakt og i bruk også etter 20 år. Ved bestemmelse av anleggets kapitalverdi og internrente, bør alle inntekts- og kostnadsfaktorene være med i beregningene. Ut fra økonomiske betraktninger vil dette gi det mest riktige resultatet.

Av faktorene terrengtransport, avvirkning, skogkultur og administrasjon viser følsomhetsanalysene at transporten i terrenget har størst betydning for innsparingene ved skogsveibygging. Analysene som gjennomføres for tre ulike alternativer, viser at terrengtransporten utgjør i forhold til summen av de resterende faktorene fra 86 % i alternativ 1 til 81 % i alternativ 3. Følsomheten til terrengtransporten synker mellom alternativene fordi hovedtyngden av antall dekar flyttes fra hogstklasse IV og V til hogstklasse II og III.

Med gitte forutsetninger øker de totale innsparingene fra det letteste til det vanskeligste terrenget for henholdsvis motormanuelle og maskinelle hogster, med 307 % og 314 %. Dette viser at veibygging i vanskelig terreng gir gode forutsetninger for lønnsomme anlegg.

Ved å analysere hvilke av faktorene statstilskudd, marginal skattesats og skogavgift med skattefordel som er mest følsomme for endringer, ser man at statstilskuddet har størst betydning for resultatene. Ved å endre de tre enkeltfaktorene hver for seg med 10 %, forandrer de totale anleggskostnadene seg med henholdsvis 6,7, 2,3 og 1,6 %.

5. Litteraturliste

- Berg, S. 1991. *Terrängtypsschema för skogsarbete*. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, 1991. 28 pp. Kisa.
- Carlsson, B, Svensson, A & Troedsson, H. 1969. *Terrängtypsschema för svensk skogbruk*. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Redogörelse nr. 9. 12 pp. Stockholm.
- Dale, Ø. 1998. Erfaringstall fra ulike produktivitetsanalyser på NISK for store og små landbrukstraktorer og lunnetraktorer. (UPULISERT).
- Jorstad, Ø. 1987. *Verdsetting av skogsveier*. Hovedoppgave ved Institutt for skogbrukets driftsteknikk. 14. mai 1987. 49 pp. Ås-NLH.
- Lakså, J-I. & Vevstad, Ø. 1985. *Sams skogsbilvegar. Kostnadsfordeling, organisering, tilskott og ansvar*. Institutt for Jordskifte og Arealplanlegging. Norges landbrukshøgskole. 146 pp. Ås-NLH 1985.
- Lindström, I. 1983. *Kalkylteknik vid skoglig vägnätsplanering*. Vägserien nr 1. Skogsstyrelsen, Sverige. 160 pp. Jönköping.
- Pettersen, J. 1997. *Investering og finansiering*. I: Gjems, E. (formann). Kursserien økonomisk skogbruk (ØS), utarbeidet av Skogbrukets kursinstitutt (SKI). 2820 BIRI.
- Samset, I. 1971. *Kostnader ved maskinarbeide i skogbruket*. Norsk skogbruk, nr. 2, 1971; 51-53.
- Samset, I. 1975. *Skogterrengets tilgjengelighet og terrengforholdenes innflytelse på skogtilstanden i Norge*. Norsk institutt for skogforskning; 7 - 42.
- Skaar, R. (1994). *Forslag til enkel lønnsomhetsberegning av skogsbilveier*. Forelesningsnotat. Norges landbrukshøgskole. Tekniske fag, skogbrukets driftsteknikk. 4pp. (UPUBLISERT).
- Veidal, A. (1999). *Veianlegg, lønnsomhetsberegning/kapitalverdikalkyle*. I: Steinset, T, A. (red.). Norsk skoghåndbok. Landbruksforlaget.: 178-179.
- Överenskommelse mellom Västerbotten-Övik och skogsmaskinföretagare. (1997). Överenskommelsen gäller under perioden 1997 08 01 - 1999 07 31.