

Sluttrapport

**Forprosjekt - Etablering av kravspesifikasjon
for utvikling av kostnadsfordelingsverktøy
for landbruksveier**

Utviklingsfondet for Skogbruket
Skogbrukets Verdiskapingsfond

27.03.2025



Bilde: Rolf Johannes Enersen

Innholdsfortegnelse

<i>Sammendrag</i>	3
<i>Del 1. Fagrapport</i>	4
Prosjektets mål og delmål	4
Prosjektets gjennomføring.....	5
Utvikling av Excel-prototype med test av ulike prinsipper	6
Utvikling av lønnsomhetsvurderinger	11
Refleksjoner etter samtaler med interessenter	14
Veien videre til et web-basert verktøy	14
<i>Del 2. Forslag til kravspesifikasjon</i>	16
Prinsipper for kostnadsfordeling	16
Krav til kostnadsfordelingsverktøyet	16
<i>Vedlegg</i>	22
Vedlegg 1. Excel prototyp for kostnadsfordeling	22
Vedlegg 2. Fagartikkel Kostnadsfordeling av fellestiltak på skogsbilvei	25
Vedlegg 3. Prosjektøkonomi	27

Forprosjekt - Etablering av kravspesifikasjon for utvikling av kostnadsfordelingsverktøy for landbruksveier

Sammendrag

Et smidig kostnadsfordelingsverktøy kan fremme enighet og forenkle igangsetting av vedlikehold, opprusting og ombygging. Prosjektet startet derfor med gjennomgang av arbeidsgang, fordelingsprinsipper, datakilder og utviklingsmuligheter for kostnadsfordeling hos følgende interessenter: Jordskifteretten, Landbruksdirektoratet, NIBIO, AT-Skog, Viken Skog, Glommen-Mjøsen Skog, Norges Bondelag, Hammer Skogstjenester, Uthushagen Plan, og Creative Optimization.

Etter gjennomgangen med disse interessenter og med støtte av praktiske tester, foreslåes et fleksibel web-basert kostnadsfordelingsverktøy som følger samme prinsipper som Jordskifterettens etablerte tonn-km modell. For vedlikehold og opprusting foreslåes innsamling av arealdata primært fra open-source kilder for jord- og skogbruk (f.eks. NIBIO Kilden; AR5, SR16). Datainnsamlingen vil kunne forenkles ved bruk av API (application programming interface). For kombinerte landbruksveier blir beregning av kostnadsandeler også forenklet ved bruk av Jordskifterettens preliminnære forslag til norm-tall for transporttonnasje. Disse forslag har blitt brukt av prosjektet, men vil måtte oppdateres over tid med en egen kalkulator.

Vanligvis forutsetter praktisk bruk av fordelingsmodeller god innsikt i terreng og driftsforhold. Dette kan medføre en viss grad av subjektivitet. Derfor er det en fordel med digitale støttefunksjoner som kan foreslå eierens tilknytningspunkt for skogsbilveien og skogens tilgjengelighet fra dette punktet. Denne funksjonalitet er allerede tilgjengelig, med erfaringer fra svenske skogsbolag, og testing i Norge. Løsningen foreslås for terreng egnet til helmekanisert drift (dvs. ikke taubane terreng). Denne avgrensning gjør det mulig å utnytte heldigital funksjonalitet for forslag til tilknytningspunkt, samt beregning av driftsveilengder for evaluering av beliggenhet.

Modellens innstillinger skal være fleksibel, for å kunne tilpasses veilagets oppfatning av hva som er rimelig/rettferdig. Modellen forenkler beregning av landbruksnytte (med skogandelen), samt fastsettelse av årsavgift for bolig og hytter, og kubikkavgift for skogeiere der det er ønskelig. Kostnaden for å utvikle det web-basert verktøyet estimeres til 1,5 million kr.

Dag Fjeld, for prosjektledere Steinar Lyshaug og Martin Bråthen.

30.jan 2025, Skogkurs

Del 1. Fagrapport - Etablering av spesifikasjon for utvikling av kostnadsfordelingsverktøy for landbruksveier

1. Prosjektets mål og delmål

Prosjektet hadde to hovedmål

1. Dokumentere beregningsmetodikk og etablere spesifikasjon for utvikling av løsningen
2. Forankre registrerings- og beregningsmetodikken hos de viktigste interessentene

Med følgende delmål

- a) Spesifikasjon til det fremtidige kostnadsfordelingsverktøyet skal være omforent for bruk i både skog- og jordbruksnæringen samt i forvaltningen
- b) I tillegg til kostnadsfordeling, skal spesifikasjonen også regne ut lønnsomheten av et veiprojekt
- c) Metodikken som brukes i løsningen, bør være omforent med løsningen som skal brukes i jordskifteretten

1.1 Bakgrunn og forutsetninger

Fokus på vedlikehold og opprusting/ombygging - Dagens behov for en ny kostnadsfordelingsmodell kan ses i forhold til skogbrukets behov for veivedlikehold (50 000 km), opprusting/ombygging (300-600 km/år) og nybygging (100-150 km/år). I årene fremover behøves oppdatering av fordelingsnøkler for vedlikehold og nye fordelingsnøkler for opprusting/ombygging.

Når det gjelder beregning av lønnsomhet ved nybygging finnes ulike varianter for transportgevinstmodellen (Lilleng et al. 1999), inklusiv Skogkurs' egne versjoner ([Skogsvei – kalkulatorer • Skogkurs](#)). Det som savnes er en modell for lønnsomhetsvurdering for ombygging/opprusting. Prosjektet har testet modeller for beregning av internrente ved både nybygging og ombygging/opprusting. En refleksjon fra flere parter var at slike beregninger anses som teoretisk, og forenkles gjerne til en beregning av netto for skogeieren, med egenandel etter bruk av skogfond med skattefordel.

Nye metoder for innsamling og bearbeiding av arealdata - Prosjektbeskrivelsen noterte at teknologien for håndtering av arealdata var et usikkerhetsmoment. Opprinnelig var det tenkt at håndtering av arealdata skulle gjøres i et GIS-miljø. I løpet av de fem seineste år har bruk av application programming interfaces (API) økt, for å kunne forenkle og skreddersy bearbeiding av arealdata. Varianten REST-API (REpresentational State Transfer) har vist seg velegnet for arealfunksjoner. Under prosjektperioden 2023 og 2024 har slike løsninger blitt testet i Norge, og vist seg å være tidseffektiv for brukeren. Prosjektet foreslår derfor en API-løsning, istedenfor GIS.

Aksept for tonn-km modellen - Et annet usikkerhetsmoment var ulike syn på fordelingsprinsipper, valg av parametere eller behov for annen funksjonalitet. Jordskifterettens tonn-km prinsipp ble implementert under prosjektperioden, og flere var allerede kjent med grunnprinsippene før gjennomgangen med interessentene. Mange parametere i tonn-km modellen kan varieres, så kravspesifikasjonen legger opp til at disse skal kunne oppdateres over tid, med økende erfaring. Visse parametere (f.eks. transporttonnasje for bolig/hytte) har blitt diskutert mer frekvent. Dersom det er uenighet om forslag til normerte vektorer, finnes nå også en mer detaljert kalkulator for transporttonnasjen som kan brukes til oppdatering av disse.

Noen nye funksjonaliteter som er nyttig i praksis – Prosjektets hensikt var å spesifisere et enkelt verktøy basert på aksepterte prinsipper med tidseffektiv datainnsamling. I løpet av prosjektet har interessentene notert noen tilleggsfunksjoner som brukes i praksis. Disse inkluderte beregning av i) veiens landbruksnytte (med skogandel) for offentlig forvaltning, ii) kubikkavgift for fordeling av vedlikeholdskostnader etter skogeierens transportvolum, og iii) årsavgift for persontrafikk til bolig eller hytte.

1.2 Prosjektets gjennomføring

I starten av 2024 ble tonn-km metodikken dokumentert av Jordskifterettens brukerveiledning for Geoveg 1.0 (Jordskifteretten 2024). Arbeidet i 2024 startet derfor med en gjennomgang av Geoveg 1.0, med Jordskifterettens prosjektgruppe. Deretter fulgte utvikling av tilsvarende, men enklere Excel-prototyper for tonn-km metoden, med praktiske tester for å kunne avstemme resultater med interessentene, og kravene som var viktige for å kunne oppnå enighet innen et veilag.

Tabell 1 – Prosjektets gjennomføring under 2023 og 2024.

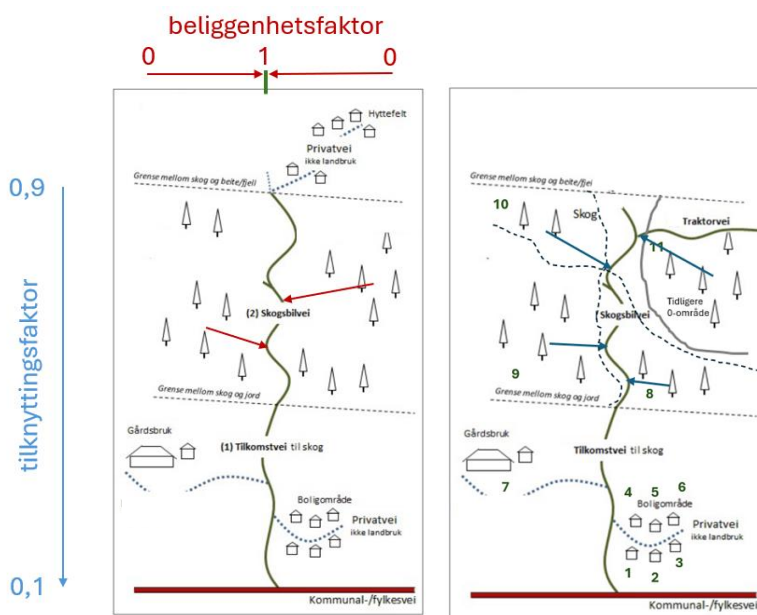
	2023	2024			
		Kv 1	Kv 2	Kv 3	Kv 4
Dokumentere/teste beregningsmetodikk					
Fange og spesifisere krav til løsningen					
Teste Excel-funksjonalitet					
Finne effektive løsninger for håndtering av arealdata					
Sluttrapportering til partnere og finansierer					

Mesteparten av arbeidet bestod av å innhente forslag til forbedring og teste disse fortløpende med ulike varianter av tonn-km metoden (se tabell under).

Tabell 2 – Tidstabell for introduksjon, kravfangst, utvikling/testing, og kostnadsestimat for web-basert løsning.

2024	Organisasjon / person	
Introduksjon til tonn-km metoden		
Uke 15	Jordskifteretten	Kristian Noer, m.fl.
Uke 22	NIBIO/NMBU	Jan Bjerketvedt
Identifisere krav og teste nye varianter av tonn-km metoden		
Uke 23	Viken Skog	Anders Storrustemoen
Uke 23	Jordskifteretten	Kristian Noer, m.fl.
Uke 23	Hammer Skogstjenester	Sigbjørn Hammer
Uke 24	Glommen Mjøsen Skog	Jon-Sigurd Leine, Erik Gjerstadberget
Uke 25	AT-Skog	Knut Nesland
Uke 25	Landbruksdirektoratet	Elisabeth Hansen, Arne Rannem, Heidi Paulsen
Uke 25	Glommen Mjøsen Skog	Yngve Holth
Uke 26	Glommen Mjøsen Skog	Yngve Holth
Uke 26	Landbruksdirektoratet	Elisabeth Hansen m.fl.
Uke 27	Uthushagen Plan	Terje Uthushagen og Tore Holaker
Uke 32	Norges Bondelag	Olav Røssak
Uke 36	Uthushagen Plan	Terje Uthushagen og Tore Holaker
Videre testing, kostnadsestimat for utvikling av web-basert løsning		
Uke 46	Creative Optimization	Mikael Frisk
Uke 47	Viken Skog	Anders Storrustemoen
Uke 50	Creative Optimization	Mikael Frisk

Gjennomgangene hadde størst fokus på vedlikehold og opprusting/ombygging. Hver gjennomgang startet med en introduksjon til tonn-km metoden, med en enkel lærebok eksempel for å kunne diskutere prinsipielle behov for kombinerte landbruksveier (se figur under).



Figur 1 – Standard eksempel brukt for avstemming med interessenter. Testing ble gjennomført med begrenset utjevning med tilknytningsfaktor (0-1,0), og beliggenhetsfaktor 1,0.

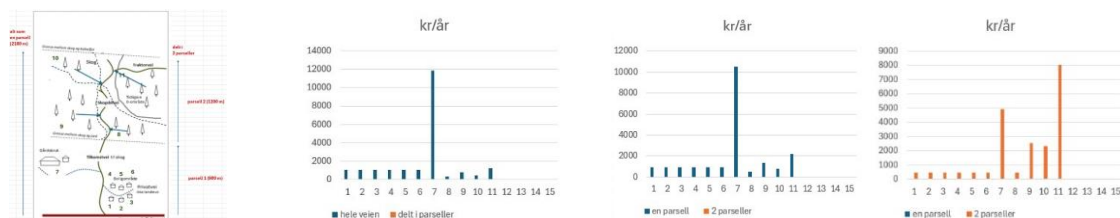
1.3 Utvikling av Excel-prototype med test av ulike prinsipper

Strukturen for Excel-prototypen utvikledes underveis. Hovedpoenget var å bruke en tabellstruktur som etterlignet datastrukturen for et fremtidig verktøy. I begynnelsen ble det brukt en «alt-i-ett»-variant, der alle formål var på samme ark (se figur under, venstre). Etter hvert fikk hvert formål sitt eget inndata ark, der sluttresultatet presenteres i et separat samleark (se figur under, høyere).



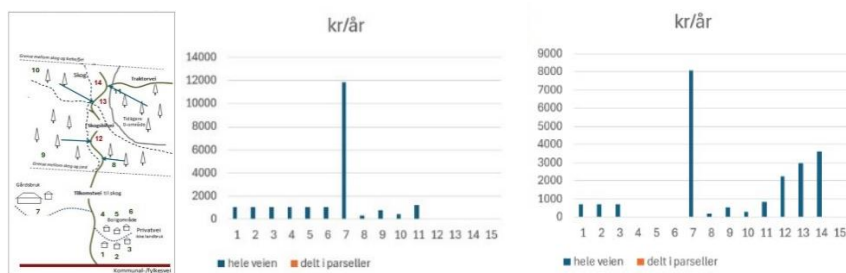
Figur 2 – To ulike varianter på Excel-struktur for kostnadsfordeling. Til venstre; «alt-i-ett» tabell struktur med alle formål i samme ark. Til høyre: samletabell på toppen som viser resultatene fra de respektive tabeller per formål/brukergruppe (se Vedlegg 1).

Deling av veinettet i parseller – Relativt tidlig i prosessen viste det seg at veinettets ev. inndeling i parseller/etapper var et viktig punkt. For standardeksempelet ble fordeling av vedlikeholdskostnader overraskende lav for skogeiere når hele veinettet ble håndtert som en sammenhengende vei (figur under, venstre). Fordobling av skogarealet per skogeier førte til en viss økning (figur under, midt). Når veinettet ble delt i to etapper ved overgangen mellom kombinert- og skogsbilvei (figur under, høyre), ble kostnadsfordelingen for skogeiere høyere.



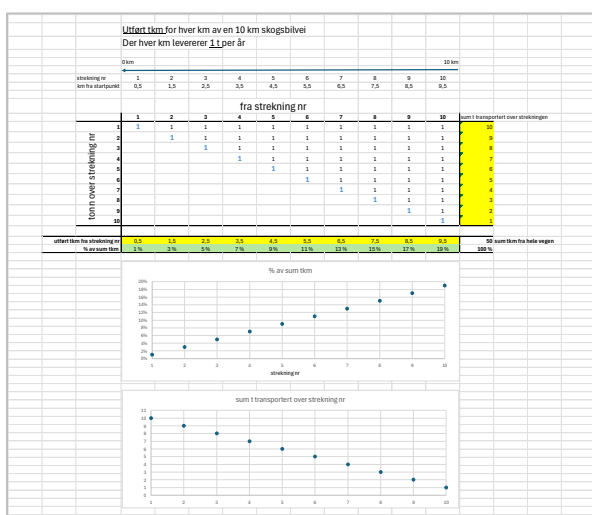
Figur 3 – En sammenligning av kostnadsfordeling når alle enheter tilhører samme vei (venstre) kontra når veien deles i to etapper ved overgangen mellom kombinerte vei og skogsbilvei (høyre). I midten vises fordelingen med et fordoblet skogareal per skogeier.

I øvingseksemplet ble det brukt en konservativ transporttonnasje for bolighus (2500 t/år). Likevel var det disse huseiere som dekket mesteparten av vedlikeholdskostnaden når veinettet *ikke* ble delt i parseller/etapper. Det ble derfor testet en alternativ fordeling av bolighus, der tre hus ble flyttet ut til skogsbilveien (se figur under). For denne varianten ble skogeierens andel av kostnadene enda lavere.



Figur 4 – Sammenligning av kostnadsfordeling for vedlikehold av hele veinettet når halvparten av bolighus (4, 5, 6) flyttes fra den kombinerte vei til skogsbilveien (12, 13, 14).

På grunn av en mistanke om ikke-linear sammenheng i fordelingen langs veien ble det også gjort en enkel simulering av akkumulerte tonn og tonn-km langs en 10-km-strekning (se figur under).

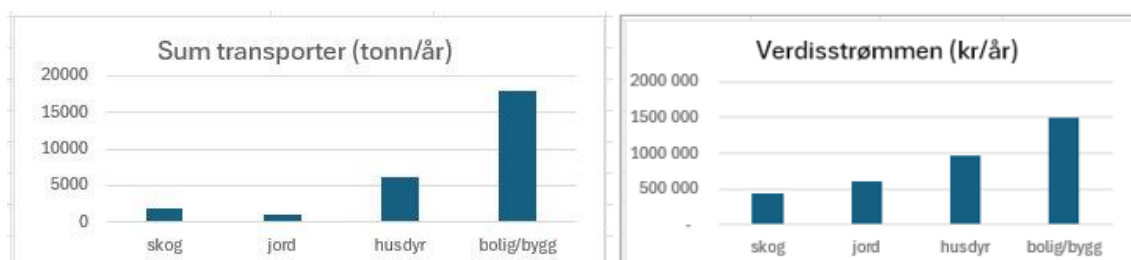


Figur 5 - Eksempel på akkumulerte tonn og tonn-km per parsell langs en vei inndelt i 10 parseller.

I denne simuleringen var utviklingen av materialstrømmen og transportarbeidet langs veien lineart. Men dersom tilknytningsfaktoren brukes på flere parseller/etapper etter hverandre, vil produktet av tilknytningsfaktoren utvikle seg eksponentielt i takt med antall parseller.

For praktisk bruk er det foreslått at et veinett deles i maks. 3 parseller/etapper. Excel prototypen var utviklet for å kunne håndtere 3 parseller (f.eks. kombinert vei, skogsbilvei, setervei), med en seinere forenkling til 2 parseller (hovedvei, sekundærvei). I praksis skulle det være mer oversiktlig å håndtere hver parsell i hver sin fordelingsmodell.

Bruksslitasje kontra verdistrømmer – Verdien av tilkomst til ulike brukergrupper kan variere mellom formål. Det ble derfor testet med en forenklet beregning av årlig bruttoverdi. Verdien for bolig/hytte, f.eks. ble beregnet som markedspris delt på antatt livslengde (år). Dette resulterte i en annen fordeling mellom brukergrupper (se figur under).



Figur 6 – Fordeling av transporttonnasje (venstre) og verdistrømmer (høyre) per brukergruppe for standardeksempelet.

For prosjektets standardeksempel viste det seg at de samlede verdistrømmer mellom brukergrupper ble jevnere for verdistrømmer enn antall tonn. Forholdstall mellom ett enebolig og en daa skog ble redusert fra 2500 for bruksslitasje til 700 for verdistrømmer (se tabell under). For hytteeiere økte det tilsvarende forholdstallet fra 250 til 350. I praksis kan det bli problematisk når en brukergruppe har en høy transporttonnasje eller bruttoomsetning, men lav driftsmargin. Metodikken krever derfor videreutvikling før bruk.

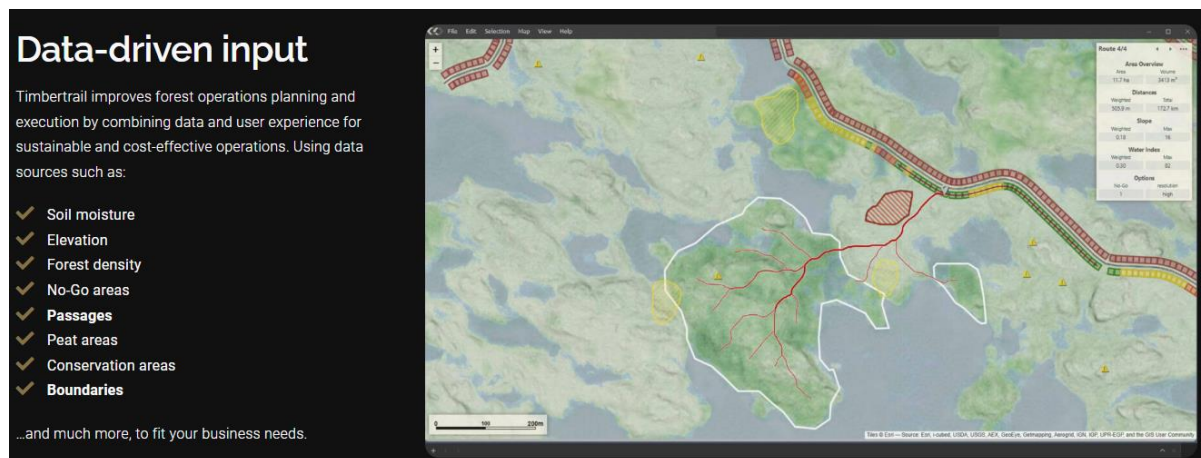
Tabell 3 – Eksempel på ekvivalenter mellom skog og andre formål for bruksslitasje (venstre) kontra verdistrømmer (høyre).

	Bruksslitasje		Verdistrømmer	
	Transport tonn/år	Ekvivalent i daa skog	Verdistrømmer kr/år	Ekvivalent daa skog
Korn/gras	2-3 tonn/da	2-3	3000 kr/da	>5
skog	1 tonn/da	1	300 kr/da	1
mjølk	300 tonn/ku	300	48 000 kr/ku	150
enebolig	2500 tonn/enhet	2500	200 000 kr/enhet	700
hytte	250 tonn/enhet	250	100 000 kr/enhet	350

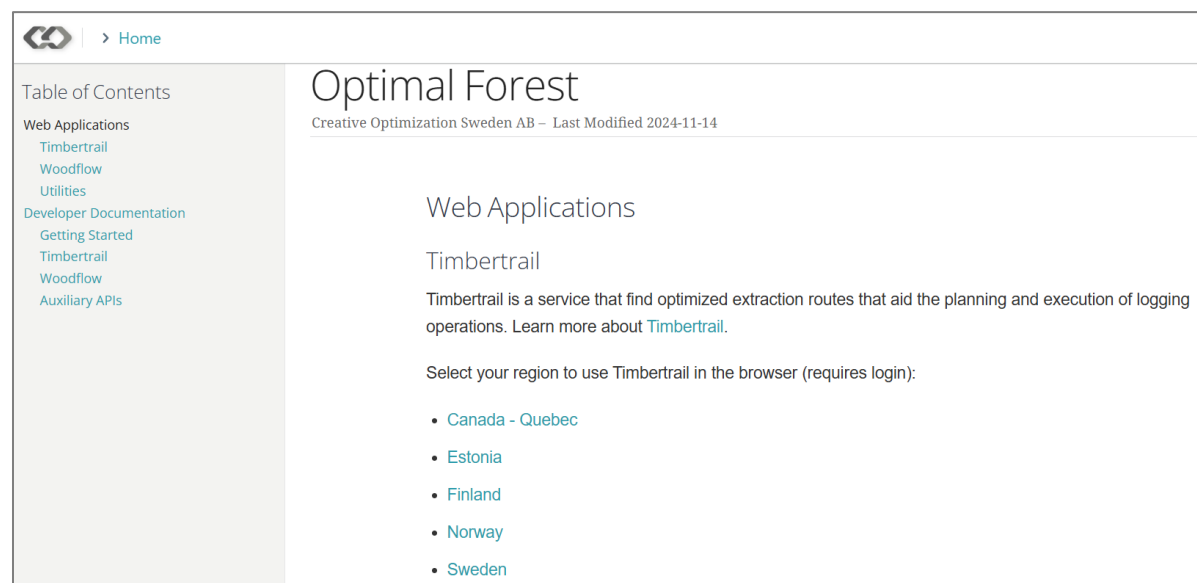
Beregningstekniske spørsmål ved overgang til tonn-km metoden – Tonn-km metoden er velegnet til praktisk bruk på grunn av sin enkelhet. De forslag til normerte vektall som det finnes i dag representerer foreløpige estimater som vil finjusteres over tid. Fordelen er at logikken som ligger til grunn er relativt lett å forklare. Den tilhørende utjevning av veiens bruk (tilknytningsfaktor) er lett å forklare. Der disse kan justeres (f.eks. 0,1-0,9, 0,2-0,8, ...) i diskusjon med veilaget, tilbyr metodikken en fleksibilitet som gjør det lettere å kunne oppnå enighet. Det finnes derfor få hinder til bruk av tonn-km metoden for fordeling av kostnader for vedlikehold og opprusting.

Ved bruk av tonn-km metoden for større investeringer, som f.eks. ombygging eller nybygging kreves at modellen kvantifiserer eierens nytte av veien. Historisk har dette vært håndtert i Hedmarksmodellen med avvirkningspotensial (volum i HKL IV/V) og bruk av beliggenhetsfaktoren. Beliggenhetsfaktor har vært en subjektiv bedømming av dekningsområdets tilgjengelighet fra

veikant. Her skulle det være en fordel med en heldigital løsning for å automatisere beregningen, eventuelt med en liknende utjevning som brukes for tilknytningsfaktoren (f.eks. mellom korteste og lengste driftslengde, med en justering etter samme underveiskostnad som brukes i lønnsomhetskalkyler ($\text{kr/m}^3/100 \text{ m}$). Interessentene har diskuterte ulike løsninger for dette. Selve teknologien for web-basert plassering av driftsveier og beregning av driftsveilengder er nå tilgjengelig på markedet (se figur under).



Figur 7 – Eksempel på TimberTrail API-funksjonalitet for å plassere driftsveier, beregne driftsveilengder (*Timbertrail - Creative Optimization*) og velge tilknytningspunkt, *Loglanding - Creative Optimization*).



Figur 8 – Lenker til nordiske versjoner av TimberTrail fra Creative Optimization.

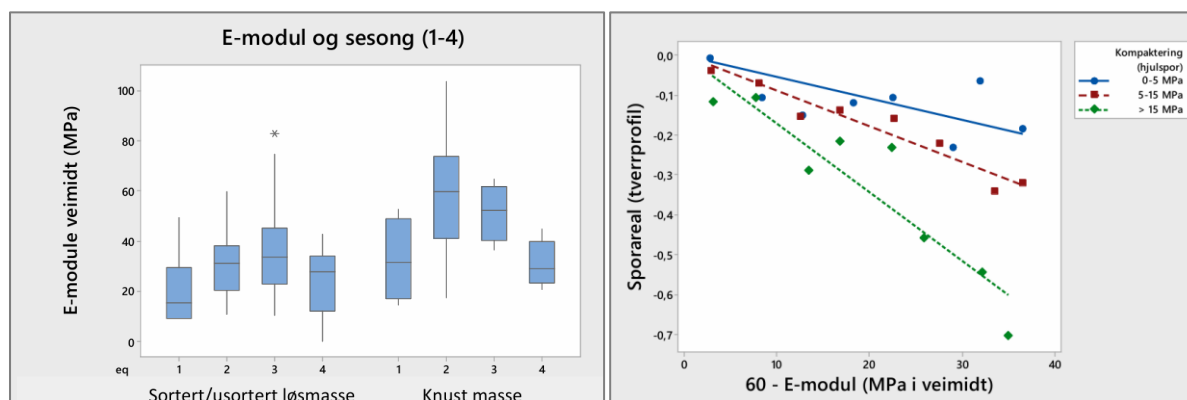
For ombygging og nybygging bør et fremtidig verktøy også kunne ta hensyn til en varierende fordeling av hogstklasser mellom eiere. Excel prototypen fikk derfor en ekstra variabel (kolonne) for stående volum i HKL IV/V. Disse volumer ble deles med den forutsatte avvirkningsperioden for å estimere det årlige avvirkningspotensialet ($\text{m}^3/\text{år}$). Avvirkningspotensialet ble så konvertert til transporttonnasje etter fremgangsmåten som vises i tabellen under. Deretter kunne årlig transporttonnasje i fordelingsmodellen beregnes ut ifra en valgfri vekting av i) langsiktig produksjonsevne kontra ii) kortsiktig avvirkningspotensial. Dette gjør det mulig å etterligne de kjente prinsipper som ligger til grunn for Hedmarksmodell, med omregning til transporttonnasje for ulike brukergrupper for kombinerte veier.

Tabell 4 – Eksempel på transporttonnasje per avvirket kubikkmeter (tonn/m³) for et driftskvantum på 1000 m³.

Driftslag (hogstmaskin, lassbærer, personell)		tonn
Flytting hogstmaskin	2*(50 + 25 t)	150
Flytting lassbærer	2*(50 + 25 t)	150
5 dager, 2 personbiler	2*(5 dager x 2 biler x 2 t)	30
		330 t/drift
for driftskvantum		1000 m ³
		0,33 t/m³
Videretransport (60 t tømmerbil)		tonn
tom	22 t	22
lastet	60 t	60
		82 t/bil
for tømmerbil med 42 m ³		42 m ³ /bil
		1,95 t/m³
sum t/m³ for drift + videretransport		2,28 t/m³

To gjenstående dilemmaer – Ved en overgang til en tonn-km-basert fordelingsmodell gjenstår to dilemmaer som nevntes av interessentene; i) økt slitasje på veien som følge av transport i perioder med redusert bæreevne, og ii) terrengtransport over annen eiendom.

Når det gjelder i) økt slitasje som følge av transport i perioder med redusert bæreevne så finns mulighet for å justere kubikkavgift for tømmertransport, og årsavgift for persontrafikk. Figuren under (venstre) viser bæreevnens variasjon mellom sesonger (f.eks. knuste masser; fra 50-60 MPa under sommeren til 30 MPa under vår/høst, usorterte stedegne masser; fra 35 til 25 MPa). Figuren under (høyre) viser hvordan kjøring i perioder med redusert bæreevne driver sporutvikling. Ved behov kan den tidligere beregnede kubikk- eller årsavgift økes med tilsvarende økning i sporareal for å speile det økte behov for vedlikehold (Fjeld et al. 2022, Fjeld et al. 2024, Fønhus et al. 2024).



Figur 9 – Typiske variasjoner i bæreevne (MPa) mellom sesonger (venstre) der klasser 1-4 tilsvare: vår, forsommer tørke, ettersommer, og høst. Økning i sporareal (tverrprofil) med redusert bæreevne (MPa) til høyre.

Behov for ii) kjøring over annen eiendom til en felles skogsbilvei var en utfordring som flere interessenter nevnte. Denne situasjon fører også med seg tilhørende bruk av velteplassen. Formelt reguleres dette av tinglyste rettigheter (pers. kom. Røssak 2024). Det ble diskuterte flere tilpasninger for å fange opp dette, via f.eks. beliggenhetsfaktoren, men disse ble utelatt av for å kunne beholde en enkel modell.

Prototypens brukervennlighet – Etter gjennomgang med interessentene, ble det gjennomført en intern test med prosjektledere på Skogkurs (Steinar Lyshaug, Martin Bråthen). De fikk selv utforme en ny testcase med eget data. Øvingen ga to viktige observasjoner. For det første; i) Dagens forslag til normerte transporttonn for bolig og hytte, gjorde at landbruksnytt (%) kunne være overraskende lav for en kombinert vei. Prototypen ble derfor oppdatert med en variabel for å indikere om boligene tilhørte en landbrukseiendom, og skulle derfor speile landbruksnytte. For

den andre; ii) ved beregning av særskilt kubikk- eller årsavgift, kunne fordelingen av gjenstående vedlikeholdskostnader endres, avhengig av hvilke av disse avgifter det ble tatt hensyn til. Dette opplevdes som en uventet effekt for flere interessenter.

Etter testcase II, ble et første utkast til kravspesifikasjon sendt til 4 veiplanleggere for feedback. Modellen ble testet på ytterligere 2 eksterne case. Igjen ble endringen i den gjenstående fordelingsnøkkelen etter kubikkavgift/årsavgift oppfattet som uventet. Det ble også etterlyst bedre instruksjoner for praktisk veiledning i bruk av prototypen. Under prosjektperioden har andre varianter av tonn-km prinsippet blitt testet av prosjektleder Martin Bråthen for opprusting og vedlikehold med veilag i Gausdal (Bergland bru), Marker (Storbyveien) og Østre Toten (Avskjæringskanalen).

1.4 Utvikling av lønnsomhetsvurderinger

1.4.1 Lønnsomhetsvurdering ved nybygging - Lønnsomheten av et veibyggingsprosjekt tar utgangspunkt i forholdet mellom innsparte kostnader for terrengtransport og veiens investeringskostnad (se Lileng et al. 1999 og Skogkurs kalkulator [LØNNSOMHET VEGBYGGING](#)). Transportgevinsten for HKL IV/V innenfor veiens dekningsområde er den dominerende innsparing. Beregning av transportgevinsten bygger på innspart transportarbeid fra bestand_b til vei_d som vises av formlene under (se også [Verktøy for kalkulasjon av skogsdrift • Skogkurs](#)).

Det innsparte transportarbeidet beregnes som produktene av de respektive bestandenes (*b*) volumer (m³) og driftsveilenger (m) før og etter veien (*d*) bygges.

$$(1) \text{Innsparte transportarbeid}_d \text{ i m}^3\text{m} = \sum_b \text{volum}_b * (\text{driftsveilengde}_{b, \text{ før } d} - \text{driftsveilengde}_{b, \text{ etter } d})$$

Gevinsten (kr) beregnes som produktet av det innsparte transportarbeidet (m³m/100 m) og tilsvarende innsparing på avvirkningskostnader (kr/m³/100m).

$$(2) \text{Transportgevinst}_d = \frac{\text{innsparte transportarbeid}_d}{100 \text{ m}} * \text{innsparte kr/m}^3/100 \text{ m}$$

Innsparingen kan gjerne beregnes ut ifra avtalte driftspriser i området (kr/m³), f.eks.

$$(3) \text{Innsparte kr/m}^3/100 \text{ m} = (\text{driftspris}_{750 \text{ m}} - \text{driftspris}_{250 \text{ m}}) / \left(\frac{750 \text{ m} - 250 \text{ m}}{100 \text{ m}} \right)$$

Deretter beregnes en enkel rånetto mellom transportgevinsten og egenandelen av veiinvesteringen etter tilskudd og skogfond

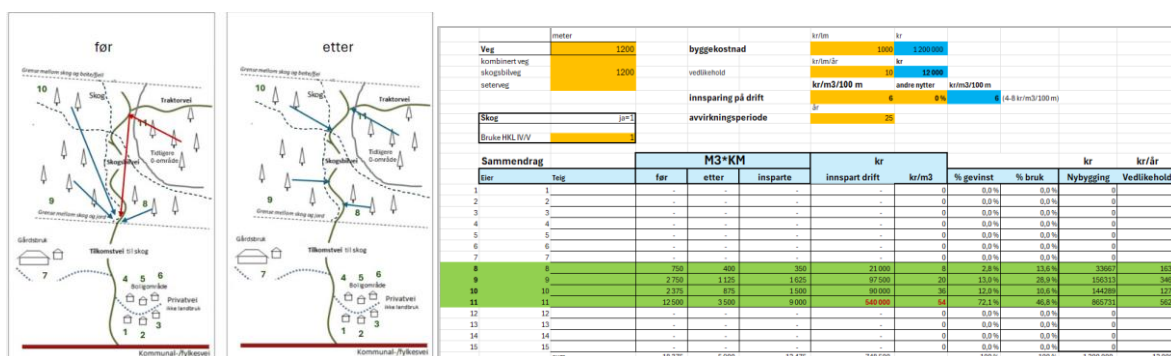
$$(4) \text{Rånetto kr} = \text{transportgevinst}_d - (\text{investeringskostnad}_d * \text{egenandel})$$

Istedenfor rånetto kan investeringsens internrente (IRR) beregnes ut ifra en tidsserie (t år) med veiens investeringskostnad (*C₀* i kr) og seinere årlige innsparinger (*C_t* i kr)

$$(5) \text{IR i \%} = \sum_t \frac{C_t}{(1+IR)^t} - C_0$$

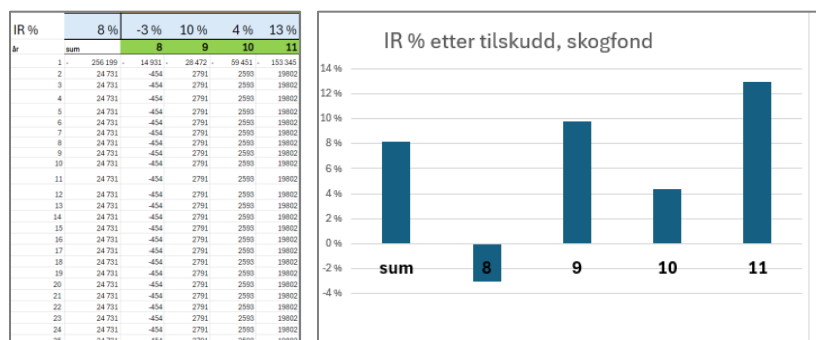
I praksis løses denne delen med en internrente funksjon i excel (IR (år 0; år t)).

Transportgevinsten for ulike varianter av standarddeksempelen ble beregnet ut ifra i) *transportgevinst* for fordeling av nybyggingskostnad og ii) *bruksslitasjen* for fordeling av seinere vedlikehold til den enkelte skogeier (se figur under).



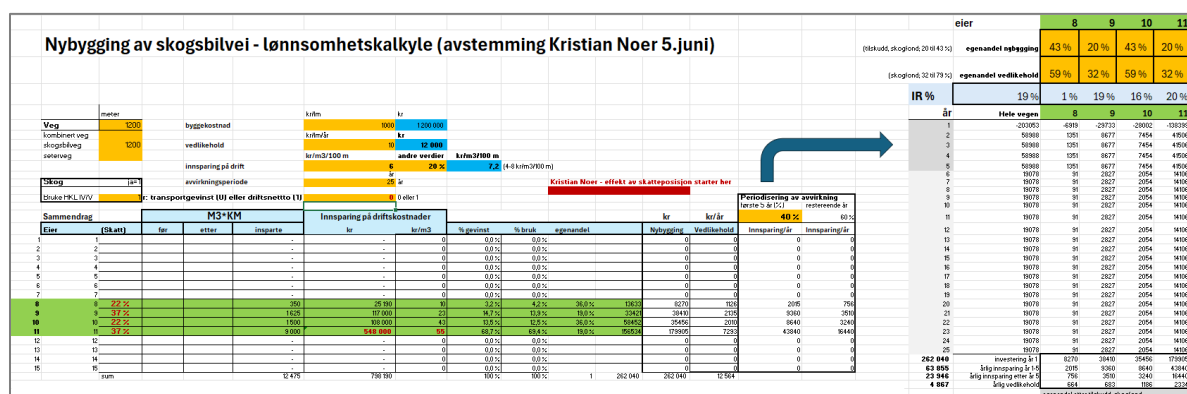
Figur 10 – Excel prototype som beregner transportgevinst (% gevinst) og bruksslitasje (% bruk) som kan legges til grunn for fordeling av kostnader til nybygging og seinere vedlikeholdskostnader.

Modellen beregnet kontantstrømmen over 25 år, for å kunne vise internrente per skogeier (eiere 8-11 i figuren under). I det første utkastet ble det brukt samme egenandel (etter tilskudd og skogfond) for alle skogeiere.



Figur 11 – Tabell for årlig kontantstrøm ved nybygging over 25 år (venstre) for eksempelet som vises i Figur 10. I dette tilfelle varierte interrenten for skogeiere fra -3 % til 13 % (høyre).

Etter avstemming med Kristian Noer (Jordskifteretten) ble ulike skogeieres skatteposisjon inkluderte allerede ved beregning av transportgevinsten. I tillegg ble i) 40 % av avvirkningen fordelt over de 5 første årene, og ii) en 20 % tilleggsgevinst for andre nytter ble inkludert. Denne modellen kunne gi en riktigere beregning av internrente per skogeier, og belyste likviditetsutfordringer.



Figur 12 – Excel prototype for beregning av årlig kontantstrømmer ved nybygging av skogsbilvei. I dette tilfelle tar beregningen hensyn til hver skogeiers skatteposisjon (eiere 8-11) for bruk av skogfond med skattefordel.

Øvingen var nyttig i den forstand at det ga økt innsikt om hvordan de ulike prinsipper for kostnadsfordeling kunne brukes for nybygging (transportgevinst) og vedlikehold (bruksslitasje). Veiplanleggere oppfattet modellen som relativt komplisert, og vanskelig å seinere forklare til skogeiere. For praktisk bruk foretrekkes derfor en enklere formidling av netto. Men her finnes også ulike oppfatninger av hvilke kostnader som bør inkluderes (f.eks. seinere bestandsetablering og veivedlikehold).

1.4.2 Lønnsomhetsvurdering ved opprusting/ombygging

Lønnsomhet av en opprusting/ombyggingsprosjekt til fullgod veistandard tar utgangspunkt i forholdet mellom de innsparinger eller merinntekter som investeringen muliggjør. Lønnsomheten kan beregnes både som en enkel netto, men også som internrente for en tidsserie av kostnader og inntekter/innsparinger. I prosjektets prototyp (figur 13) var avvirkningspotensialet (m^3 HKL IV/V) per løpemeter avgjørende for lønnsomheten. Modellen ble derfor basert på kostnader og innsparing/inntekter per m^3 (se formler 6-11). Prosjektets prototyp inkluderte innsparinger som i) kipping/tillegg, ii) vedlikehold, og iii) reduserte forsinkelser i tømmerinntekter for de måneder veien er utilgjengelig for tømmertransport.

(6) Investeringskostnaden i kr/m³ = (kr per løpemeter)/(m³ per løpemeter)

(7) Innsparte kipping eller vanskelighetstillegg i kr/m³ = (kippekostnader * kippeandel)

(8) Innsparte vedlikehold i kr/m³ = (årlige vedlikehold per lm før - årlige vedlikehold per lm etter) * år med innsparing

Innsparingen av kapital kostnader for redusert tilgjengelighet (før opprusting) tar utgangspunkt i andelen av året der man har ikke hatt mulighet å levere. Feks. når muligheten for transport er begrenset til vinterfrost eller sommertørke (f.eks. 50 % av året).

(9) Forbedring i tilgjengelighet i % av året = (% sesongstilgjengelighet før - % sesongstilgjengelighet etter)

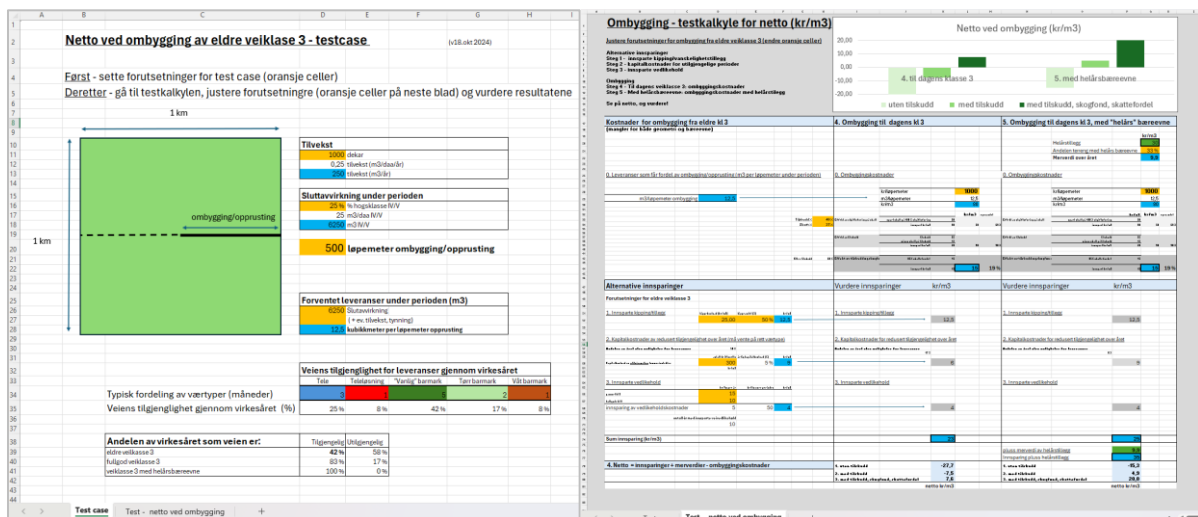
(10) Kapital kostnader for redusert tilgjengelighet i kr/m³ = driftsnetto * % forbedring i tilgjengelighet * årlig kapitalkostnader

Der årlige kapitalkostnad i % = rentefot for forsinket inntekter når veien er utilgjengelig for tømmertransport

Deretter beregnes en enkel rånetto mellom summen av de respektive innsparinger og egenandelen av veiinvesteringen (etter tilskudd og bruk av skogfond med skattefordel)

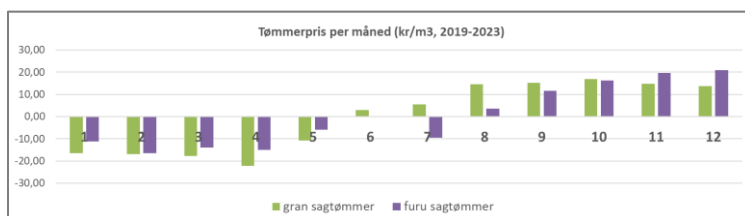
(11) Rånetto i kr/m³ = (innsparte kippingkostnader + innsparte vedlikehold + innsparte kapitalkostnader for redusert tilgjengelighet) - (investeringskostnad * egenandel)

Prototypen bygget på et forenklet eksempel for opprusting/ombygging av skogsbilvei. Det starter med en enkel oppstilling av hovedtallene (areal, volum, veilengden, se figur under, venstre). Deretter justeres forutsetningene for å se effekten på netto (kr/m³) etter tilskudd og bruk av skogfond med skattefordel (se figur under, høyre). Modellen inkluderte merinntekter som helårstillegg.



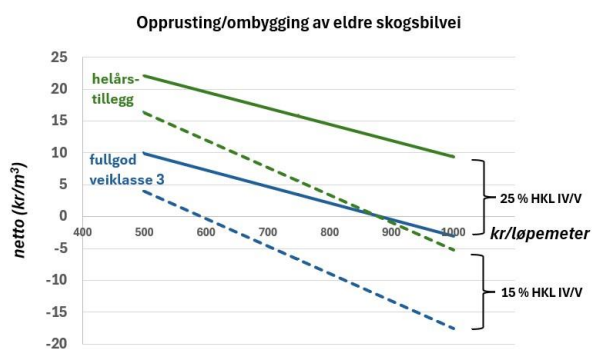
Figur 13 – Excel prototyp for beregning av lønnsomhet (netto i kr/m³) ved opprusting/ombygging av eldre veiklasse 3 (skogsbilvei).

En oversikt over månedlig utvikling av sagtømmerpriser viser den sterkeste prisstigningen gjennom høsten. Slike trender kan være viktig for ev. valg av høyere bæreevne ved opprusting/ombygging (dvs. for teleløsning kontra høstregn) og den tilsvarende kostnaden for ekstra bærelagsmaterial, dersom det finnes tilbud om helårstillegg som kan motivere for dette.



Figur 14 – Månedlig utvikling av sagtømmerpriser over en 5-års periode. Månedene 9-11 er den tiden når bæreevnen oftest er redusert på grunn av økt nedbør i kombinasjon med lavere temperaturer.

Figuren under viser en enkel simulering av netto for opprusting av eldre veiklasse 3, avhengig av kostnader per løpemeter for opprusting/ombygging. Figurene viser resultatene tilsvarende veiklasse 3 (netto) og veiklasse 3 med helårsbæreevne (netto med helårstillegg).



Figur 15 – Eksempel på lønnsomhet (netto kr/m^3 , etter tilskudd og bruk av skogfond med skattefordel) ved opprusting/ombygging av eldre veiklasse 3 til fullgod veiklasse 3 (netto) og veiklasse 3 med helårsbæreevne (netto med helårstillegg).

1.5 Refleksjoner etter samtaler med interessenter

Underveis ble ulike prinsipper avstemt og spørsmål avklart. Interessentene representerte ulike geografier fra Agder til Trøndelag, og i løpet av tiden ble det klart at liknende varianter av tonn-km modeller er allerede i bruk. Per i dag finnes det derfor mange varianter på Excel-baserte fordelingsmodeller. Datainnsamling for disse varierer; fra en bestilling av inndata fra andelslagets planavdeling, til bruk av NIBIOs Skogportal. Denne datainnsamling medfører et visst merarbeid, men også muligheter for feilaktigheter. Arbeidet skulle bli enklere hvis, f.eks. produksjonsevne kunne fanges direkte fra kilden via API.

Når det gjelder praksis som kubikkavgift for skogeiere eller årsavgift for hytteeiere, har det savnets en felles beregningsmetodikk. Tonn-km metoden gjør det lettere å tilpasse beregningen for flere varianter, f.eks. kubikkavgift for kortere veier, eller kubikk-km avgift for lengre veier. Samtidig har flere interessenter påpekt at kubikkavgiften er krevende å følge opp, og derfor uønsket. Det har også savnets en lønnsomhetskalkyle for opprusting eller ombygging, da mange har sett på dette som en kostnad for å fortsette og levere virke, hvis veien ikke lengre er godkjent som leveringssted. Terje Uthushagen og Tore Holaker presenterte sammenligningskalkyler for kostnadsbalansen mellom systematisk vedlikehold (f.eks. 10 $\text{kr}/\text{år}/\text{lm}$) og opprusting/ombygging ($>500 \text{ kr}/\text{lm}$), som motiverer til større fokus på vedlikehold for å forlenge veiens levetid.

For kombinerte veier er tonn-km prinsippet det eneste aksepterte alternativet per i dag. Samtidig var det heldig for prosjektet at prinsippet var iverksatt hos Jordskifteretten i løpet av prosjektperioden slik at flere var kjent med det. Likevel, de mest erfarne planleggere presiserte at å oppnå enighet handler mye om veilagets tillit til den personen som gjennomfører arbeidet. Uansett skal løsningen være «enkel, men detaljert», og oppfattes som «rimelig og rettferdig» for veilagets medlemmer. Hva som oppfattes som «rimelig og rettferdig» er oftest en kulturell dimensjon, men prototypen har flere frihetsgrader for tilpasning i tråd med veilagets valgte prinsipper.

1.6 Veien videre til et web-basert verktøy

Fremover vil det være behov for et verktøy for oppdatering av fordelingsnøkler for vedlikehold (50 000 $\text{km}/\text{år}$) og opprusting/ombygging (300–600 $\text{km}/\text{år}$). For dette formålet kan skogbrukets databehov forenkles ved bruk av open-source data, der API-teknologien gjør arbeidet mer fleksibelt for endringer av forutsetninger, f.eks. veiens dekningsområde. For kombinerte veier vil mye av arbeidet gjelde datainnsamling via personlig kontakt, f.eks. for jordbruk, husdyr, bolig og hytte.

Prosjektets Excel prototyp dekker også kostnadsfordeling for nybygging av skogsbilveier (100–150 $\text{km}/\text{år}$), der datainnsamling bør bygge på oppdaterte data fra skogbruksplaner, men deler av

informasjonen er også tilgjengelige fra open-source kilder. Også i denne sammenheng kan de nye digitale løsningene gi sikrere beregning av driftsveilegder og estimering av skogeierens nytte (f.eks. transportgevinst).

Når det gjelder lønnsomhetsberegninger dekker rapporten transportgevinster ved nybygging av skogsbilvei. Prosjektets prototyp for lønnsomhet ved nybygging muliggjør en beregning av internrente for hver skogeier, integrert med kostnadsfordeling etter transportgevinst for nybygging, og bruksslitasje for vedlikehold. Denne prototypen er kanskje mer av akademisk en praktisk interesse. Utvikling av en enklere kalkyle for nettogevinst ved opprusting/nybygging er mer relevant til dagens situasjon. Lønnsomhetsberegninger av denne typen gjøres relativt tidlig i planleggingsprosessen, før det foreligger prosjekteringsplaner og anbud for kostnader. Derfor vil slike lønnsomhetsberegninger være mer relevant når det finnes en tilsvarende enkel modell for estimering av kostnader for opprusting/ombygging.

Anbefaling og utviklingskostnader - Gitt et omfattende behov for oppgradering av skogsbilveinettets standard bør arbeidet fremover fokusere på leveranse av et web-basert i) kostnadsfordelingsverktøy for vedlikehold og opprusting/ombygging, samt ii) tilsvarende lønnsomhetskalkyle for opprusting/ombygging. Kravspesifikasjonen ble sendt til to aktører med forespørsel om en prisindikasjon for leveranse av en web-basert løsning (NIBIO og Creative Optimization AB). NIBIO estimerte utviklingskostnaden til 2-3 million kr. Creative Optimization AB estimerte utviklingskostnaden til 1,5 million kr.

Den leverandør med lavest prisindikasjon (Creative Optimization AB) leverer allerede skreddersydde kommersielle løsninger for beslektede oppgaver ([Timbertrail - Creative Optimization](#), [Optimal Forest](#)). I denne sammenheng oppfattes selve fordelingsmodellen som relativt enkel, og mesteparten av utviklingsarbeidet tilhører brukergrensesnittet og effektivisering av datainnhenting. Uansett utviklingskostnad, vil kostnader på sikt bestå primært av brukersupport og vedlikehold. Som vil være avhengige av antall ganger verktøyet brukes. På sikt estimeres årlige antall prosjekter til 100 per år, med mulighet for en mer frekvent bruk den første tiden (<200/år).

Formidling – Prosjektets hovedsakelig resultater er publisert som fagartikkel i Norsk Skogbruk (Lyshaug et al. 2025, se vedlegg 2). Artikkelen gir en presentasjon av tonn-km metoden med muligheter for forenkling i forbindelse med opprusting/ombygging og vedlikehold. Artikkelen motiverer også behov for bedre lønnsomhetsvurderinger for opprusting/ombygging.

Referanser

- Domstoladministrasjonen, Skogkurs, NIBIO 2019/2020. Prosjektrapport Andelsfordeling på felles private veier.
Fjeld, Bjerketvedt, Bråthen 2022. Bæreevneklassifisering for skogsbilveier. NIBIO Rapport Vol. 8, Nr. 147.
Fjeld, Persson, Fransson, Bjerketvedt, & Bråthen 2023. Modelling forest road trafficability with satellite-based soil moisture variables. International Journal of Forest Engineering, 35(1), 93–104.
Fønhus, Lyshaug, Bråthen, Fjeld 2024. Skog til industri – nye verktøy for varierende vær og føre. Norsk skogbruk Nr. 10 2024.
Holaker, Uthushagen T (2016). Tilstandsregistrering skogsbilveger i Hedmark 2015. Fylkesmannen i Hedmark Rapport 4/2016.
Holth 2019. Kostnadsfordeling av private veger. NORSKOG Rapport 2019-2.
Jordskifteretten 2024. Brukermanual for Geoveg 1.0 for ArcGIS Pro 3.1 (v03.01.2024).
Landbruksdirektoratet (2023). Tilstand og investeringsbehovet på skogsvegnettet. Landbruksdirektoratet Rapport nr. 42/2023.
Lileng, Dale, Bjerketvedt 1999. Skogsveier – lønnsomhet og kostnadsfordeling. NISK Oppdragsrapport 14/1999.
Lyshaug, Bråthen, Hoffart, Fjeld 2025. Kostnadsfordeling av fellestiltak på skogsbilveier. Norsk Skogbruk Nr. 1 2025.
Røssak, O 2024. Personlig kommunikasjon, krav til kostnadsfordelingsverktøy. Juni 2024.
Skjølås, D. (2024). Bedre tilgjengelighet til skogarealene. Norges Skogeierforbund.

Etterord

Prosjektet skylder en stor takk til alle som har medvirket i gjennomgangen. Disse inkluderer prosjektledere Steinar Lyshaug og Martin Bråthen for innføring i emnet, Bjørn Helge Bjørnstad for utallige diskusjoner om bruk av skogfond med skattefordel, Kristian Noer og Yngve Holth for forklaring av de prinsipielle forskjeller mellom ulike modeller og forslag til tilpasninger og test av nye varianter, og Anders Storrustemoen for en innføring i veiplanleggerens hverdag. Etter hvert som arbeidet pågikk henviste flere til samme kilder når det gjelder bruk av fordelingsnøkler, samt vedlikehold og opprusting av skogsbilveier; Terje Uthushagen og Tore Holaker. Utover sin faglige innsikt har Terje og Tore også forklart den historisk utvikling bak dagens praksis, og viktige punkter for videreutvikling for fremtiden.

Del 2 - Forslag til kravspesifikasjon

Verktøyet skal støtte beregning av kostnadsfordeling mellom eiere av en landbruksvei for vedlikehold, opprusting eller ombygging. Det er derfor en fordel om veilaget kan være med å velge de fordelingsprinsipper som oppfattes som rimelig i sammenhengen. Det er behov for ulike fordelingsnøkler for vedlikehold (bruk av etablerte vei) kontra nybygging (gevinst ved nye vei). De ulike fordelingsprinsipper introduseres i teksten under, for både skogsbilveier og kombinerte veier.

2.1. Prinsipper for kostnadsfordeling

For skogsbilveier var *Hedmarksmodellen* designet for å speile eierens avvirkning og transport på kort sikt, og adkomst til arealet på lengre sikt. *Tonn-km modellen* er designet for å speile hver eiers forventet årlig transporttonnasje, basert på skogens produksjonsevne.

Tabell 5 – Grunndata som de respektive modeller for kostnadsfordeling (skogsbilveier).

	Volum HKL IV/V	Produksjonsevne	Areal
Hedmarksmodell	X		X
Tonn-km modell (transporttonnasje)		X	

Både Hedmarksmodellen og tonn-km modellen bruker et bruker-fastsatt tilknytningspunkt for å estimere andelen av veien som brukes av de respektive eiere. I tillegg fastsettes en beliggenhetsfaktor for å sammenligne skogens tilgjengelighet fra veikanten (f.eks. ut ifra driftsveilengde og terrengvanskelighet). I forbindelse med nybygging fanges eierens nytte via beliggenhetsfaktoren, og for vedlikehold fanges eierens andel av veislitasje via tilknytningspunkt.

Tabell 6 – Fokus på eierens i) nytte av veien kontra ii) slitasje av veilengden ved nybygging kontra vedlikehold av skogsbilveier.

	Nybygg	Vedlikehold
Eieres nytte av veien (beliggenhetsfaktor)	X	
Eierens slitasje på veien (tilknytningsfaktor)	X	X

Fordi tonn-km metoden er designet for å representere bruksslitasje, gir den også et tallgrunnlag for å fordele en valgfri andel av årlig vedlikeholdskostnader for tømmertransport, via kubikkavgift.

For kombinerte veier er det primært kostnader for veivedlikehold eller opprusting/ombygging som skal fordeles. I denne sammenheng er tonn-km metoden fordelaktig fordi den muliggjør sammenligning av sum årlig transporttonnasje og transportarbeid mellom de ulike brukergrupper (der f.eks. transporttonnasje der en helårsbolig kan tilsvare 3000 daa skog, se Jordskifterettens vekktabeller i vedlegg 1). Metoden muliggjøre beregning av veiens landbruksnytte (med skogandelen) for offentlig forvaltning, og andelen bruksslitasje for ikke-landbruksrelatert persontrafikk (f.eks. årsavgift for bolig og hytte).

Inndeling i veiparseller – Veinettet må kunne inndeles i etapper/parseller ved skape skiller i bruk, eller brukergrupper. Eiere av en sekundærvei kan da bli en sammenlagt brukergruppe av en hovedvei, der tonn-km metoden gir en årlig transporttonnasje for fordeling av hovedveiens vedlikeholdskostnader mellom sekundærveiens eiere.

Mer effektiv datainnsamling – Utviklingen av kart og API-teknologien gjør det mulig å forenkle datainnsamling over skogarealene. Bruk av SR16 med API vil støtte en mer fleksibel avgrensning av dekningsområder, med tilhørende beregning av fordelingsnøkler.

Når det gjelder nybygging av skogsbilveier finnes mye skrevet om innsparing av avvirkningskostnader (transportgevinst). Transportgevinsten er det sentrale elementet for

lønnsomhet, men beregningen forenkles for praktisk bruk. I denne sammenheng kan beregningsarbeidet forenkles ytterligere ved en automatisert plassering av driftsveier (f.eks. API-driven TimberTrail) med beregning av driftsveilengder. Resultatene kan da formuleres som innsparte transportarbeid, med tilhørende økonomisk innsparing. Funksjonaliteten krever tilgang til en digital høydemodell og markfuktighetskart (TimberTrail er allerede tilpasset norske open-source data, se [Optimal Forest](#)).

2.1.1 Bakgrunn for dagens fordelingsmodeller

Hedmarksmodellen (Lileng et al. 1999) var, i sin tid, skapt for større skogsbilveianlegg etter nedleggingen av fløtingen. Den bygger på en vektet fordelingen (f.eks. 30/70) av skogens areal (adkomst) og stående volum (transport) for deretter å ta hensyn til andelen av veien som brukes av respektive eiere (tilknytningsfaktor, eller *andelsmeter*). Utjevning av tilknytningsfaktoren var en praksis som ble brukt for lettere å oppnå enighet blant veilagets medlemmer. Det er fremdeles vanlig med en 50 % utjevning av tilknytningsfaktor (dvs. 0,25/0,75 ved veiens start og endepunkt). Modellen inkluderte også den beliggenhetsfaktor (*nyttefaktoren*) for å ta hensyn til lange driftsveilengder eller vanskelig terreng som reduserte eierens nytte av nybygde veier. Tilknytningsfaktor var det primære ved fordeling av vedlikeholdskostnader etter bruk. Beliggenhetsfaktor er et viktig tillegg der nybyggingskostnader skulle fordeles med hensyn til hver eiers nytte av veien (Uthushagen & Holaker 2024).

Tonn-km prinsippet ble utviklet etter Hedmarksmodellen for å håndtere kombinerte veier (Domstolsadministrasjonen et al. 2020, Jordskifteretten 2024). Prinsippet bygger på den forutsatt årlig transport-tonnasje per produksjonsenhet for drift av skog, jord eller husdyr. Forslag til normerte tonnasjer per produksjonsenhet er beregnet av Jordskifteretten (2024), og vil oppdateres over tid. Årlige tonnasje per enhet multipliseres med eierens antall enheter og den respektiv transportavstand fra veiens startpunkt (dvs. tilknytningspunkt med valgt utjevning). Hver eiers bruksslitasje representeres av produktet av de ulike årlige transporttonnasjer og sine respektive tilknytningsfaktorer.

Modellen fordeler kostnadene for vedlikehold, opprusting eller ombygging etter hver eiers bruksslitasje (transportert tonn * andelen av veiens lengde som beregnes som brukt).

For eier_a fra teig_b med formål_c

(12) Årlige transporterte tonn_{abc} = enheter_{abc} * (årlige transporterte tonn per enhet_{abc})

Der enheter kan være f.eks. daa, antall bolig/hytter eller husdyr av respektive slag, med forslag til normtall for transporterte tonn per år.

(13) Tilknytningsfaktor_{abc} = andelen av veien som beregnes brukt av skogeier_a fra teig_b med formål_c

Hver eiers andel (Andel_a) beregnes som andelen av veiens sum årlig bruksslitasje for alle eiere (a), teig (b) og formål (c)

(14)
$$Andel_a = \frac{\sum_{b,c} (\text{tonn per år}_{eier\ a,b,c} * \text{tilknytningsfaktor}_{eier\ a,b,c})}{\sum_{abc} (\text{tonn per år}_{abc} * \text{tilknytningsfaktor}_{abc})}$$

(15) Tilknytningsfaktor_{abc} beregnes som

$$\text{Tilknytningsfaktor}_{abc} = tf_{min} + \frac{\text{avstand}_{abc}}{\text{veilengde}} * (tf_{maks} - tf_{min})$$

Der tf_{min} og tf_{maks} er den minste og maksimale andelen av veiens lengde som eiere belastes for (f.eks. 0,2-0,8 eller 0,1-0,9), ved veiens start og sluttspunkt.

avstand_{abc} er kjøreavstand fra veiens startpunkt til eier_a og teig_b med formål_c

Et annet fordelingsprinsipp skulle kunne være fordeling etter verdi av tilkomst (Holth 2024). Dette er et viktig alternativ da forhold mellom verdi og bruksslitasje kan variere (f.eks. mjølkeproduksjon kontra hytteferie). Implementering av en fordelingsnøkkel etter dette prinsippet krever et akseptert prinsipp for beregning av årlige verdier per brukergrupper. Kortsiktige variasjoner i verdi per enhet (f.eks. etter jordbruksoppgjør) gjør prinsippet utfordrende å gjennomføre per dags dato.

2.2 Krav til kostnadsfordelingsverktøyet

Verktøyet skal bygges på enkle og aksepterte fordelingsprinsipper, effektivisere fangst av arealdata, og støtte kostnadsfordeling for både rene skogsbilveier og kombinerte veier, inklusiv inndeling i veiparseller der det finnes skarpe skiller i formål/bruk.

Dersom veinettet er inndelt i flere veiparseller, f.eks. en hovedvei med sekundærveier, eller ved skarpe skiller i bruksmønster med varierende behov for vedlikehold, kan det med fordel brukes separate fordelingsnøkler. Da ses sekundærveien som ett samlet bruker i hovedveiens fordeling med felles tilknytningspunkt. Sekundærveiens bruksslitasje på hovedveien blir

(16) *Sekundærveiens bruksslitasje på hovedveien = tonn_{sekundærvei} * tilknytningsfaktor_{der sekundærveien møter hovedveien}*

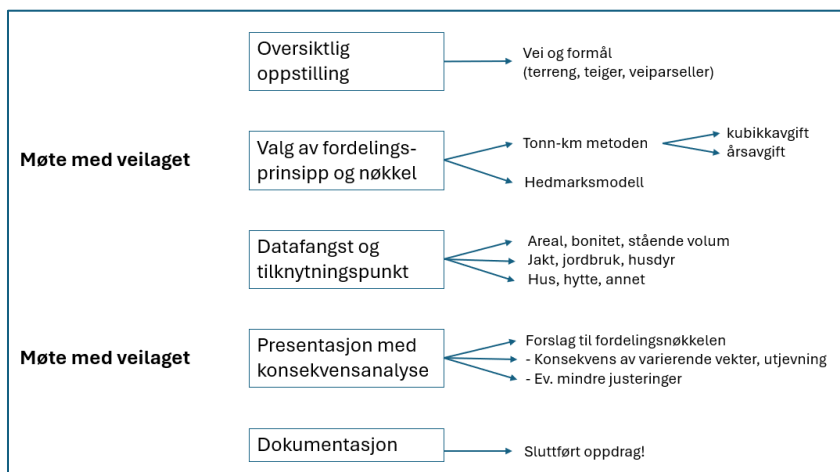
Sekundærveiens samlet bruksslitasje på hovedveien fordeles mellom sekundærveiens eiere, etter sine respektive andeler av sum tonn, med mindre hensyn til hvor de befinner seg langs sekundærveien (dvs tilknytningsfaktor $t_f=1$ for alle).

I møte med veilagene skal verktøyet kunne brukes interaktivt for å presentere forslag til kostnadsfordeling, med konsekvensanalyser og diskusjon om hvordan ulike forutsetninger påvirker fordelingsnøkkelen. Kostnadsfordelingen skal kunne presenteres med utgangspunkt i kostnadsfordeling per eier, men også etter ev. fradrag for kubikkavgift for skogeierens årlige avvirkning, eller årsavgift for hytter/bolig.

2.2.1 Eksempel på arbeidssteg for kostnadsfordeling

I praksis er det tenkt at arbeidet starter med et *innledende møte* med veilaget for å velge prinsipper for kostnadsfordeling og utforming av fordelingsnøkkelen. Etter datafangst og kontroll/justering presenteres resultatene for diskusjon/justering på et *avsluttende møte*. Prosessen kan beskrives med følgende 5 steg.

1. Oversiktlig oppstilling av veilinje/dekningsområde, med inndeling i eier/teig/formål.
2. Møte - Valg av fordelingsprinsipper og ønsket utforming av fordelingsnøkkelen.
3. Datafangst, og kontroll av grunndata, valg av tilknytningspunkt.
4. Møte - Presentasjon av fordelingsnøkkelen for diskusjon.
5. Dokumentasjon av fordelingsnøkkelen.



Figur 16 – 5 generelle steg i utvikling av kostnadsfordelingsnøkkel for et veilag.

2.2.2 Valg av fordelingsprinsipper/nøkler

Varierende databehov for skogbruk - For vedlikehold eller opprusting fordeles kostnader etter veiens forventet bruk på lang sikt, som speiles av skogens produksjonsevne (areal, bonitet) og eierens tilknytningsfaktor (andelsmeter). For nybygging fordeles kostnader etter veiens nytte, der beliggenhetsfaktor (nyttefaktoren) er et viktig tillegg. For nybygging eller ombygging kan en skjev hogstklassefordeling mellom eiere også gjøre at man vil ta hensyn til en forutsatt årlig avvirkning (f.eks. stående volum i HKL IV/V delt på avvirkningsperioden).

Ønsket utforming av fordelingsnøkkel - Tonn-km prinsippet fanger forventet transporttonnasje og andelen av veilengden som brukes, for å fordele bruksslitasjen mellom eiere. Tonn-km skal også kunne summeres per brukergrupper (f.eks. skogbruk, bolig/hytte), for å kunne forenkle beregning av *landbruksnytte*, og spesifikt for skogbruk (*skogandelen*). For *skogandelen* kan en valgfri andel av de årlige vedlikeholdskostnader (f.eks. 50 %) fordeles utover den forventede årlige tømmertransport, for å kunne estimere en *kubikkavgift*. Samme prinsipp kan brukes for en forenklet beregning av årsavgift for hus- eller hytteeiere. I dette tilfelle deles de samlede kostnader for bolig/hytte på antall bolig/hytte eiere for å kunne estimere en *årsavgift*.

Hver brukergruppens andel ($Andel_{a,b}$) beregnes som gruppens andel av sum årlig bruksslitasje for alle eiere (a), teig (b) og formål (c). For skogeierens kubikkavgift (kr/levert m³) velges den andelen av skogeieres samlet bruksslitasje ($andel_{skog}$) som skal betales via kubikkavgift (% kubikkavgift). Deretter:

$$(17a) \text{ } Andel_{skog} = \frac{\sum_{a,b,skog} (\text{tonn per år}_{a,b,skog} * tf_{a,b,skog})}{\sum_{a,b,c} (\text{tonn per år}_{abc} * tf_{abc})}$$

$$(17b) \text{ Kubikkavgift i kr/m}^3 = \frac{(\% \text{ kubikkavgift} * andel_{skog} * \text{årlige sum vedlikeholdskostnader})}{\text{årlige tømmerleveranser}}$$

For årsavgift til eiere av bolig eller hytte (kr/år) summeres først andelen bruksslitasje for brukergruppen.

$$(18a) \text{ } Andel_{bolig,hytte} = \frac{\sum_{a,b,bolig/hytte} (\text{tonn per år}_{a,b,bolig/hytte} * tf_{a,b,bolig/hytte})}{\sum_{a,b,c} (\text{tonn per år}_{abc} * tf_{abc})}$$

$$(18b) \text{ } \text{Årsavgift i kr/år} = \frac{(andel_{bolig,hytte} * \text{årlige sum vedlikeholdskostnader})}{\text{antall eiere}}$$

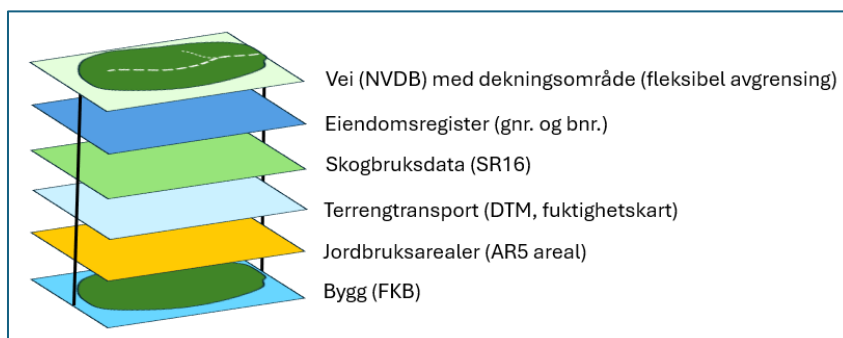
Dersom bolig eller bygg tilhører en landbrukseiendom skal disse tonn-km føres under landbruk, for å kunne spores til landbruksnytt.

Samme prinsipp kan også brukes for å beregne samlet landbruksnytte, der bruksslitasjen summeres for skogbruk, jordbruk, husdyr og bolig/bygg som er tilknyttet landbruk.

$$(19) \text{ } Landbruksnytte = Andel_{landbruk} = \frac{\sum_{a,b} (\text{tonn per år}_{a,b,landbruk} * tf_{a,b,landbruk})}{\sum_{a,b,c} (\text{tonn per år}_{abc} * tf_{abc})}$$

2.2.3 Datafangst og kontroll

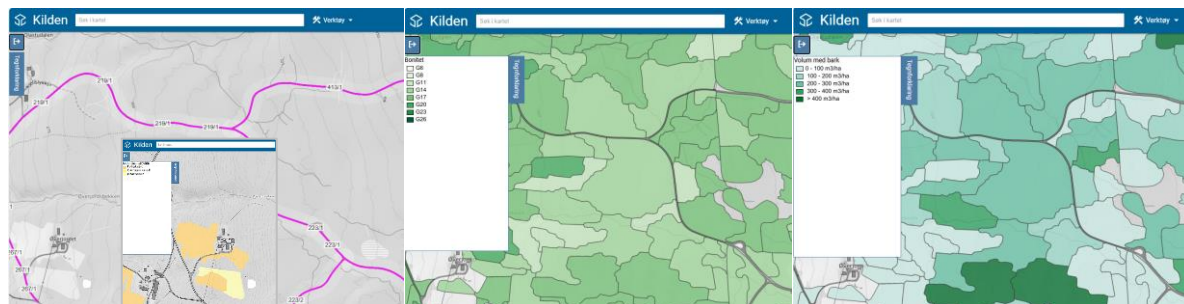
Datafangst starter med fangst og identifikasjon av de relevante veilinjer (f.eks. segmenter fra FKB/NVDB). Der veilinjen savnes (f.eks. planlagt nybygging) bør disse kunne tegnes direkte i brukergrensesnittet. Deretter tegnes veiens dekningsområde i samme grensesnittet, slik at arealfangst kan automatiseres innenfor avgrensingen med sortering etter eier/teig/formål. Eierskap for de resp. teig (gårds- og bruksnummer) fanges via veilagets medlemmer.



Figur 17 – Open-source datakilder for fleksibel datafangst.

Grunndata for skogbruk - For skogbruk kan grunndata kunne tas fra flere kilder, avhengig av tilgjengeligheten. For veivedlikehold og opprusting (bruksslitasje i tonn-km) vil primærkilden for areal og bonitet være SR16. Summen av skogsareal (pluss ev. andre arealer som fjell) behøves for

å representere jaktareal per teig. Hvis det er en ren skogsbilvei og brukeren velger å fortsette å benytte Hedmarksmodellen vil det være behov for informasjon om summen av stående volum for hogstklasser IV/V via skogbruksplan (Alma, DinSkog).



Figur 18 – Open-source skogressurskart (SR16) for datafangst av bonitet (midten), stående volum (høyre), med AR5 for jordbruksareal (venstre). SR16 dataet er tilgjengelig både i vektor- (vises her) og raster format.

Bruk av open-source data som SR16 muliggjør datafangst innenfor dekningsområdet direkte fra de respektive datakilder via en application programming interface (API; f.eks. REST API). De fleste kilder er lett-tilgjengelige (f.eks. NIBIO Kilden). Eventuell bruk av skogbruksplandata krever rettigheter til Alma/DinSkog, med mulighet for overføring og manuell korrigering for seinere års avvirkning. Dette kan gjøre løsningen mindre tidseffektiv for brukeren, da det er ønskelig med mulighet for en automatisk oppdatering av datafangst og resultater underveis etter f.eks. justeringer av veiens dekningsområde.

Tabell 7 – Variabler for datafangst med ulike kostnadsfordelingsmodeller.

kilde	Variabler for automatisert datafangst innen dekningsområdet (per eier/teig)	
	Rene skogsbilveier, kombinerte veier (Tonn-km modellen)	Rene skogsbilveier (Hedmarksmodell)
Veisegmenter (NVDB)	Km, for bruker-definert aggregering/inndeling i parseller	
Skogbruksdata (SR16, skogbruksplan)	Sum areal Areal per bonitetsklasse, Stående volum (HKL III/ IV/V).	Sum produktivt areal Stående volum (HKL III/ IV/V)
Skog / terrengtransport (DTM/fuktighetskart) for forslag til tilknytningspunkt og beliggenhetsfaktor	Tilknytningspunkt - ut ifra beste plassering av velteplass (CrOpt LogLanding) Beliggenhetsfaktor - ut ifra beregnet driftsveilengde (CrOpt TimberTrail) og brukerdefinert maks. driftsveilengde (arealer med lett terreng, stigning < 35 %)	
Jordbruksarealer (AR5)	Sum areal (for seinere klassifisering etter intervju)	
Bygg, hus, hytte FKB - bygg	Antall (for seinere klassifisering etter intervju)	

Arealdata for jordbruk og produksjonsdata for husdyr – Etter inndeling av jordbruksarealer per eier og teig (f.eks. AR5), forutsettes intervju av eiere for å registrere type jordbruksproduksjon og antall husdyr (manuell input). Disse kan også suppleres med historisk data, der det er relevant.

Hus, hytte og andre bygg – Fangst av bygg-data gjøres fra FKB med manuell input for klassifisering som produksjonsbygg, bolig, hytte, etc. etter samtale med veilaget/eiere.

Tilknytningspunkter – Valg av tilknytningspunkt fra veiens startpunkt gjøres manuelt i kartgrensesnittet, med ev. støtteverktøy. Fra det angitte punkt skal tilknytningsavstand beregnes automatisk, forutsatt antatt kjøreretning.

For skogsarealer skal verktøyet kunne gi forslag til tilknytningspunkt og beliggenhetsfaktor. Dette gjelder arealer med lettere terreng (stigning < 35%) og forutsetter tilgang til DTM/fuktighetskart for integrasjon av en eksisterende løsning fra Creative Optimization: [Loglanding - Creative Optimization Timbertrail - Creative Optimization](#).

2.2.4 Presentasjon av fordelingsnøkler

Resultatene skal presenteres i form av tabellverdier for det ønskede fordelingsnøkkel per eier (% fordeling, % etter fradrag for kubikkavgift, % etter fradrag for årsavgift for bolig/hytte). Verktøyet skal kunne sammenligne tabellene for å vise konsekvensene av ulike parametere (f.eks. utjevning av tilknytningsfaktor 0,1/0,9, 0,2/0,8 etc.).

Tabell 8 – Forslag til presentasjon av kostnadsfordelingsnøkler, med kubikkavgift for skogeiere og årsavgift for hus/hytte.

Eier	Fordeling av kostnader (% per vei eller parsell)		
	Prosent (%)	% etter fradrag for	
		kubikkavgift til skogeiere	årsavgift for hytteeiere
1			
2			
3			
4			
5			
Tilleggsopplysninger	% samlet landbruksnytte	Kubikkavgift (kr/m ³)	Årskort (kr/eier/år)
	% skogandelen		

Referanser

Lileng J, Dale Ø, Bjerketvedt J 1999. Skogsveier – lønnsomhet og kostnadsfordeling. NISK Oppdragsrapport 14/1999.

Holth Y 2019. Kostnadsfordeling av private veier. NORSKOG Rapport 2019-2.

Domstoladministrasjonen, Skogkurs, NIBIO 2019/2020. Prosjektrapport Andelsfordeling på felles private veier.

Jordskifteretten 2024. Brukermanual for Geoveg 1.0 for ArcGIS Pro 3.1 (v03.01.2024).

Holt Y (pers. komm. 2024). Forklaring av verdi-prinsippet for kostnadsfordeling av landbruksveier.

Uthushagen T, Holaker T. (Pers. komm. 2024). Utvikling og bruk av kostnadsfordelingsmodeller gjennom tiden.

[Kilden - skogportal](#)

[FKB produktspesifikasjoner | Kartverket.no](#)

1.1 Eksempel på samleark med fordelingsnøkkel (%), landbruksnytte med skogandelen (%), kubikkavgift (skogeiere) og årsavgift (bolig, hytte). Testcase II (Steinar Lyshaug, Martin Bråthen). Valgfrie innstillinger vises i oransje.

22

1.4 Inndata husdyr (med *preliminære forslag* til vekter for årlig transporttonnasje). Inndataceller vises i oransje.

5	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	Q	R	T	U	
6	Husdyr - antall												slutfaktor							
7	Parsell	Lengde	Eier	Teig	Enheter							0,75								
8					Melk	Storfe	Sau	Gris	Egg	Kylling	Andre	tilknytningspunkt (km)	tilknytningsfaktor (TF)	tonn/år (T)	tonn/år (T)	tonn/år *TF				
9	1	2		1 a	45							0,1	0,28	77	77	21	21			
10	1	2		1 b								0,00	0,00	0	0	0	0			
11	1	2		2 a								0,00	0,00	0	0	0	0			
12	1	2		2 b								0,00	0,00	0	0	0	0			
13	1	2		3 a								0,00	0,00	0	0	0	0			
14	1	2		3 b								0,00	0,00	0	0	0	0			
15	1	2		4	0								0,00	0,00	0	0	0	0		
16	1	2		5	0								0,00	0,00	0	0	0	0		
17	1	2		6	0								0,00	0,00	0	0	0	0		
18	1	2		7	0								0,00	0,00	0	0	0	0		
19	1	2		8	0								0,00	0,00	0	0	0	0		
20	1	2		9	0								0,00	0,00	0	0	0	0		
21	1	2		0	0								0,00	0,00	0	0	0	0		
22	1	2		0	0								0,00	0,00	0	0	0	0		
23	1	2		0	0								0,00	0,00	0	0	0	0		
24														77	77	21	21			
25																				
26	Valgte vekter																			
27																				
28	Parsell	Eier	Teig	Vekt (t/enhet/år)								Jordskifterettens vekter								
29					Melk	Storfe	Sau	Gris	Egg	Kylling	Andre									
30	1			1 a	1,7															
31	1			1 b																
32	1			2 a																
33	1			2 b																
34	1			3 a																
35	1			3 b																
36	1			4	0															
37	1			5	0															
38	1			6	0															
39	1			7	0															
40	1			8	0															
41	1			9	0															
42	1			0	0															
43	1			0	0															
44	1			0	0															
45																				
46																				
47																				

Produksjon	Normtall	Enhet	Merknad
Melk <10 kuer	690	Tonn/ku/år	Eks. grovfor og møkk
Melk 11 – 30 kuer	310	Tonn/ku/år	Eks. grovfor og møkk
Melk >30 kuer	200	Tonn/ku/år	Eks. grovfor og møkk
Storfe	47	Tonn/individ/år	Eks. grovfor og møkk
Sau (Vinterføra)	1,7	Tonn/individ/år	Eks. grovfor og møkk

1.5 Inndata bolig og hytte (med *preliminære forslag* til vekter for årlig transporttonnasje). Inndataceller vises i oransje.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
5	Bolig, hytte - antall								slutfaktor									
6									0,75									
7	Parsell	Lengde	Eier	Teig														
8					Bolig	Hytte	Annet	tilknytningspunkt (km)	tilknytningsfaktor (TF)	tonn/år (T)	tonn/år*TF	Landbruksformål?	Landbruksbolig					
9	1	2	1 a		1			0,1	0,28	2500	688	(a=1, nei=0)	1					
10	1	2	1 b					0,00	0	0	0							
11	1	2	2 a		1			0,2	0,30	2500	750		1					
12	1	2	2 b					0,00	0	0	0							
13	1	2	3 a		1			0,4	0,35	2500	875		1					
14	1	2	3 b				1	1,8	0,70	500	350		1					
15	1	2	4	0				0,00	0	0	0							
16	1	2	5	0				0,00	0	0	0							
17	1	2	6	0		1		1,8	0,70	250	175							
18	1	2	7	0		1		1,8	0,70	250	175							
19	1	2	8	0		1		1,8	0,70	250	175							
20	1	2	9	0		1		1,8	0,70	250	175							
21	1	2	0	0				0,00	0	0	0							
22	1	2	0	0				0,00	0	0	0							
23	1	2	0	0				0,00	0	0	0							
24								sum		9000	9000	3363	3363			2663		
25																		
26																		
27																		
28	Valgte vekter																	
29																		
30	Parsell	Eier	Teig	Vekt (t/enhet/år)														
31					Bolig	Hytte	Annet											
32	1		1 a		2500													
33	1		1 b															
34	1		2 a		2500													
35	1		2 b															
36	1		3 a		2500													
37	1		3 b				500											
38	1		4	0														
39	1		5	0														
40	1		6	0			250											
41	1		7	0			250											
42	1		8	0			250											
43	1		9	0			250											
44	1		0	0														
45	1		0	0														
46	1		0	0														
47																		
48	Jordskifterettens vekter																	
49																		
50																		
51																		
52																		
53																		
54																		
55																		
56																		
57																		
58																		
59																		
60																		
61																		
62																		
63																		
64																		
65																		
66																		
67																		
68																		
69																		
70																		
71																		
72																		
73																		
74																		
75																		
76																		
77																		
78																		
79																		
80																		
81																		
82																		
83																		
84																		
85																		
86																		
87																		
88																		
89																		
90																		
91																		
92																		
93																		
94																		
95																		
96																		
97																		
98																		
99																		
100																		

Skog til industri:

Kostnadsfordeling av fellestiltak på skogsbilveier

Behovet for opprusting eller ombygging av skogsbilveier ligger på over 600 km per år. I tillegg til systematisk vedlikehold av nærmere 50 000 km, er det store utgifter som skal fordeles mellom veilagenes medlemmer. Nye modeller for kostnadsfordeling gir mer rettfærdige løsninger.

TEKST: STEINAR LYSHAUG, MARTIN BRATHEN, EVEN HOFFART OG DAG FELD, SKOGSUIS



Det er laget mange lønnsomhetsmodeller for nybygging av skogsbilveier. I dag er det et økende behov for opprusting og ombygging av eksisterende vegar, noe som krever tilsvarende lønnsomhetsmodeller som er tilpasset de ulike tiltakene. Det samme gjelder for systematisk vedlikehold.

Oftest gjelder det fire-fem skogseiere, men i noen tilfeller er det over 30 som skal bli enige om en fordelingsordning. I 2024 ble det kartlagt muligheter for mer enhetlige metoder for kostnadsfordeling av fellestiltak på skogsbilveier og kombinerte landbruksveier. Gjennomgangen inkluderte interessenter fra Sør-Norge, med test av ulike fordelingsprinsipper underveis.

TRANSPORTOMNASE OG BRUKSSITUASJE

For rene skogsbilveier har det vært en sterk tradisjon for å bruke den såkalte Hedmarksmodellen til å fordele nybyggingskostnader. Hedmarksmodellen bygger på en vektning av de respektive skogseierers stående volum (HKL, TV/V) og produktivt areal, med justering etter hvor mye av veien de respektive eiere bruker (tilknytningsgrad), samt skogens tilgjengelighet fra veikant (beilighetsgrad).

For landbruksveier med flere brukergrepper (jordbruk, skog, husdyr og bolig), behøves en felles enhet for å kunne sammenligne veiens bruk mellom brukergreppene. Bruksituasjon er en slik fellesenhets og representerer sum transportomnase frem og tilbake på veien, samt andelen av veien som brukes (Tabell 1). Årlig transportomnase per produksjonseier inkluderer frakt av råvarer, maskiner og annen persontrafikk for normal drift av de ulike brukergreppene innunder jordbruk, skogbruk, husdyrhold og bopel. Metodikken er implementert i jordskifte retten sitt eget arbeid.

Eksempel på normert lønnsomhet finnes på fra flere kilder (se Tabell 2 for eksempel) og disse oppdateres over tid. For skogbruk er transportomnase baserte på arealens lang-siktige produktionssevne, som er tilgjengelige via digitale kart (open-source).

Eier	årlig transportomnase		sum tonn/dø	andel av veilengden som brukes (tilknytningsgrad)		Bruksstørrelse	
	Jordbruk	Husdyr		1000 daa x 3 tonn/dø	20 dyr x 50 tonn/dø	tonn x tilknytningsgrad	% av sum
1	100 daa x 3 tonn/dø	20 dyr x 50 tonn/dø	1300	0,1	0,1	130	16 %
2	300 daa x 1 tonn/dø	300 daa x 1 tonn/dø	300	0,2	0,2	60	8 %
3	300 daa x 1 tonn/dø	300 daa x 1 tonn/dø	300	0,4	0,4	120	15 %
4	300 daa x 1 tonn/dø	300 daa x 1 tonn/dø	300	0,7	0,7	210	27 %
5	300 daa x 1 tonn/dø	300 daa x 1 tonn/dø	300	0,9	0,9	270	34 %
			790			790	

Tabell 1. Eksempel på beregning av årlig transportomnase og bruksstørrelse for en kombinert landbruksvei. Eiere andel av kostnader for fellestiltak vises med prosent av veiens totale bruksstørrelse (lengst til høyre).

Hver eiers bruk av veilengden (tilknytningsgrad) må forsettes og blir senere beregnet etter samme metodikk som Hedmarksmodellen, og graden av utjevning mellom veiens start- og ende punkt kan velges (Figur 1). Bruk av beilighetsgrad kan ofte utelates ved fordeling av kostnader for vedlikehold og opprusting, der eiendommene har liknende forutsetninger.

ÅRSKAVGIFT OG KUBIKKAVGIFT

En av metodikkens fordeler er at den kvantifiserer prosent bruksstørrelse og tilsvarende årlige vedlikeholdskostnader for en hel brukergrepp. Dette setter i sin tur beregning av årsavgift for persontrafikk til hytter, og eventuelt kubikkavgift for tomteleveranser der det er ønskelig.

For årsavgift til hytteeiere kan beregningen være relativt enkel. Ut fra brukergreppens samlede prosent bruksstørrelse, kan de tilsvarende årlige vedlikeholdskostnader deles på antall hytteeiere som utgangspunkt for en generell årsavgift for persontrafikk.

Dersom veilaget ønsker å bruke kubikkavgift, velger veilaget den andelen av skogseierens samlede årlige bruksstørrelse og vedlikeholdskostnader som ønskes betalt via kubikkavgift, og beløpet deles på forventet leveransvolum. Prinsippet kan være vanskelig å bruke i praksis på grunn av behovet for oppfølging av årets leveranser. For veier med lavere bæreevne kan andelen av vedlikehold som betales via kubikkavgift gjerne være høyere.

Etter fradrag for den bruksstørrelsen som allerede er dekket via årsavgift eller kubikkavgift, fordeles den gjenværende bruksstørrelsen på øvrige medlemmer.

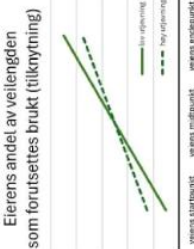
OPPRUSTING, OMBYGGING OG SYSTEMATISK VEDLIKEHOLD

Gjennom årene er det utviklet mange lønnsomhetsmodeller for nybygging av skogsbilveier. Disse modellene har hovedsakelig fokusert på eierens nytte, særlig når det gjelder gevinsten av redusert ferretid og tilgang på nye tomteressurser. I dagens situasjon, med økende behov for opprusting og ombygging av eksisterende veier (<600 km/år), er det nødvendig med tilsvarende lønnsomhetsvurderinger for å belyse lønnsomhet og prioritere tiltak. Uavhengig av planer om å sette en vei i stand, behøves et systematisk

Eksempel på årlig transportomnase

Tonn per enhet	Jordbruk	Skogbruk	Husdyr	Bolg (bortsett)
	3 tonn/dø	1 tonn/dø	50 tonn/dø	2500 tonn/enhet
	(gras, 2-3 haster)	(mosses bonnet)	(sorte)	

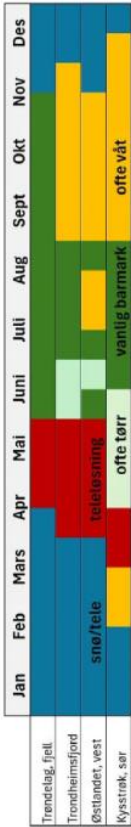
Tabell 2. Eksempel på årlig transportomnase per brukergrepp og produksjonseier.



Figur 1. Andelen av veilengden som forsettes brukt ut fra eierens tilknytningsgrad mellom veiens start- og ende punkt. Ulike grader av utjevning kan brukes (f.eks. 0,1 til 0,9 eller 0,25 til 0,75).

vedlikehold for å ivareta eller forbedre dagens bruksstørrelse og at veiens levetid forlenges. Kostnadsforskjellen mellom systematisk vedlikehold (ca. 13 kr/lin/dø) og alternativ-kostnader for opprusting eller ombygging (>500 kr/lin) viser tydelig betydningen av forebyggende tiltak.

Lønnsomheten avhenger ofte av forholdet mellom avviklingspotensialet (kubikkmetre HKL, TV/V) og investerte løpemetre. En enkel prototype for kostnadsfordeling ble derfor testet for å sammenstille de tenkbare innsparinger og kostnader (per kubikkmetre). Innsparingen inkluderte reduksjon av kostnader for 1) kipping eller andre transporttillegg, 2) vedlikehold, og 3) forsinket eller tapt tomteinnretninger for de månedene veien er utilgjengelig. Merinntekter inkluderte belåningslign, dersom muligheten



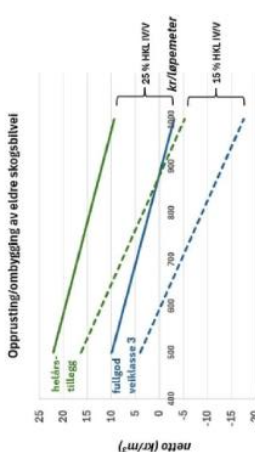
Figur 2. Erfaringsbaserte eksempler på fordelingen av værtyper gjennom året. For deltagernes egne regioner fra Fagsamling Vei (2024).

tilbys. Til slutt sammenlignes de samlede innsparinger eller merinntekter i forhold til investeringskostnaden etter tilskudd og bruk av skogfond med skattefordel.

VERDIEN AV BEDRE BÆREVNE

En praktisk utfordring er å tallfeste merverdi for fullgod tilgjengelighet gjennom årets ulike værtyper. Ved fjorårets Fagsamling Vei ble 100 deltagere fra hele landet utfordret til å fordele de ulike værtyperne for sine regioner. Resultatene viste, ikke overraskende, at høsten ofte var perioden med lengst varighet av redusert tilgjengelighet (oransje perioder i figuren nedenfor).

Flere varianter ble testet for å kunne tallfeste merkostnaden av lav bærevne. Testen startet med en typisk case av en eldre vei, der bærevne er begrenset utenom tider med tele og tørke. Da blir kapitalkostnaden for dagens tilgjengelighet estimert som driftsnetto multiplisert med andelen av årlig kapitalkostnad (reintefot) når veinettet ikke er tilgjengelig for leveranser.



Figur 3. Eksempel på variasjon i lønnsomhet (netto vrm3) ved opprustning/ombygging av en eldre veiklasse 3. For opprustning til en høyere bærevne for helårstilgjeng (grønt) er kostnaden per løpometer høyere enn for vanlig veiklasse 3 (blått).

Et annet element kan være tapte inntekter ved stigning i tomtepriser. I dette tilfellet summerer vi høstens økning i sagtomtepriser med nedbørsrike perioder. En tredje variant er merinntekter for helårsbærevne for eksempel med hel-årstlegg. I dette tilfellet forutsettes opprustning med et tykkere bærslag og høyere kostnad per løpometer, med justering for den andelen av volumet som også har helårsbærevne for drift. Et eksempel på lønnsomhet vises i figur 3.

Figur 3 viser et eksempel fra testen på hvordan netto for skogteieren (etter tilskudd og bruk av skogfond med skattefordel) er avhengig av forutsettningen. Slike vurderinger skal gjøres tidlig i prosessen, og det arbeides derfor med bedre kostnadsestimater for spesifikke tiltak.

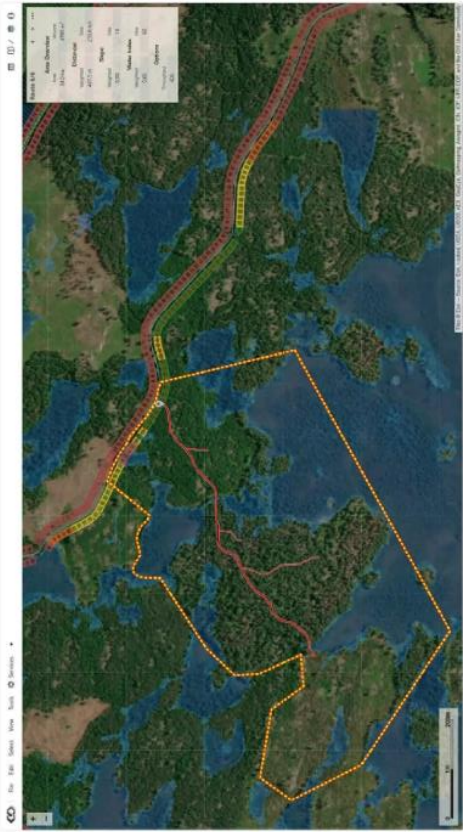
FORENKLING AV KOSTNADSFORDELING

Areldata legger grunnlaget for kostnadsfordeling. Dagens APIer (application programming interface) forenkler data-innsamling fra open-source datakilder og øker fleksibiliteten ved bearbeiding. I løpet av de siste årene har utviklingen av web-applikasjoner for drift, basert på digitale terrengmodeller og markfuktighetskart, også kommet langt (Figur 4). Disse gjør det mulig å automatisere plassering av driftsveier og beregning av driftsveilegger (for beliggenhet), samt lokalisering av velteplasser (for tilknytning).

Denne utviklingen tilrettelegger for å kunne spare tid og redusere subjektivitet i kostnadsfordelingen.

TILTILT ER AVGJØRENDE

For kostnadsfordeling av fellesstiltak på kombinerte landbruksveier fungerer transporttønnasje og brukskvalitet som et felles multiplum for ulike brukergreper. Prinsippet er iverksatt av Jordskifteretten, og mange er kjent med det fra tidligere arbeid. Likevel, erfaring planleggere presiserer at å oppnå enighet handler mye om veinettets tilstand og personsonen som gjennomfører arbeidet. Løsningen skal være «enkel, men detaljert», og oppfattes som «rimelig og retferdig» for veinettets medlemmer. Arbeidet omhandler i denne artikkelen ble utført og finansiert av prosjektet Etablering av spesifikasjon for utvikling av



Figur 4. Web-baserte applikasjoner for plassering av driftsveier (TimberTrail) og lokalisering av velteplasser (Log-landing, Creative Optimization AB).

kostnadsfordelingsverktøy for landbruksveier med finansiering av Utviklingsfondet for Skogbruket, Skogbruks Verdiskapingsfond og Landbruks Utviklingsfond. Særskilt takk til Kristian Noer, Yngve Holth, Bjørn Heide, Bjørnstad, Anders Storrustemoen, Terje Uthaugen, Tore Holaker og Mikael Frisk for mange oppklarende diskusjoner underveis. •



Referanser:
Domstolsadministrasjonen, Skogkurs, NIBIO (2019/2020). Prosjektrapport Andelsfordeling på felles private veier.
Holaker T, Uthaugen T (2016). Tiltandsregistrering skogsbilveier i Hedmark 2015. Fylkesmannen i Hedmark Rapport 4/2016.
Holth Y (2019). Kostnadsfordeling av private veier. NORSKOG Rapport 2019-2. Jordskifteretten (2024). Brukermanual for Geogev 1.0 for ArcGIS Pro 3.1. Landbruksdirektoratet (2023). Tiltand og investeringsbehov på skogsvognstett. Landbruksdirektoratet Rapport nr. 42/2023.
Skjoldaa D (2024). Bedre tilgjengelighet til skogarealene. Norges Skogeierforbund.

Vedlegg 3. Prosjektøkonomi

 2601 - Kostnadsfordelingsverktøy for landbruksveier prosjektøkonomi		
Oppgaver	Regnskap	Budsjett
Dokumentere beregningsmetodikk og lage spesifikasjon som grunnlag for utvikling av løsningen	375 887	350 000
Sette opp kalkylestruktur og excelmodell, inkl testing og feilretting av modellen	182 763	200 000
Vurdere og velge GIS-plattform	65 213	80 000
Sluttrapportering + revisjon	77 275	30 000
Administrasjon	32 225	30 000
	733 363	690 000
Finansiering	Regnskap	Budsjett
Skogkurs	121 750	80 100
Utviklingsfondet for Skogbruk	210 000	210 000
Skogbrukets Verdiskapingsfond	280 000	280 000
Egenfinansiering fra samarbeidspartnere	121 613	119 900
	733 363	690 000



Dag Fjeld
Senior prosjektleder

Brumunddal, 21.01.25



Torunn Riise
Adm- og økonomisjef

2601 - Kostnadsfordelingsverktøy for skogsveier									
Egeninnsats fra næringen/eksterne									
Tidsrum (2024)	Organisasjon / person		personer	timer	sum timer (møte)	forberedelse/oppfølging	sum t	AP	
Introduksjon til tonn-km metoden									
Uke 15	Jordskifteretten	Kristian Noer, m.fl.	4	5	20	0,25	25	1	
Uke 22	NIBIO/NMBU	Jan Bjerketvedt	1	1,5	1,5	0,5	2,25	1	
Identifisere krav og teste nye varianter av tonn-km metoden									
Uke 23	Viken Skog	Anders Storrustemoen	1	2	2	0,5	3	2	
Uke 23	Jordskifteretten	Kristian Noer, m.fl.	2	2	4	0,25	5	4	
Uke 23	Hammer Skogstjenester	Sigbjørn Hammer	1	1	1	0,5	1,5	2	
Uke 24	Glommen Mjøsen Skog	Jon-Sigurd Leine, Erik Gjerstadberget	2	2,5	5	0,5	7,5	2	
Uke 25	AT-Skog	Knut Nesland	1	2	2	0,5	3	2	
Uke 25	Landbruksdirektoratet	Elisabeth Hansen, Arne Rannem, Heidi Paulsen	3	2	6	0,5	9	2	
Uke 25	Glommen Mjøsen Skog	Yngve Holth	1	1	1	0,25	1,25	2	
Uke 26	Glommen Mjøsen Skog	Yngve Holth	1	1	1	0,25	1,25	4	
Uke 26	Landbruksdirektoratet	Elisabeth Hansen m.fl.	3	1	3	0,25	3,75	2	
Uke 27	Uthushagen Plan	Terje Uthushagen og Tore Holaker	2	3	6	0,25	7,5	2	
Uke 32	Norges Bondelag	Olav Røssak	1	1,5	1,5	0,5	2,25	2	
Uke 36	Uthushagen Plan	Terje Uthushagen og Tore Holaker	2	2,5	5	0,25	6,25	4	
Videre testing, kostnadsestimat for utvikling av web-basert løsning med API									
Uke 46	Creative Optimization	Mikael Frisk	1	1	1	1	2	5	
Uke 47	Viken Skog	Anders Storrustemoen	1	1	1	2	3	4	
Uke 50	Creative Optimization	Mikael Frisk	1	1	1	1	2	5	
Praktiske test og diskusjon av av tonn-km metoden for vedlikehold/opprusting (Veilag, med Martin Bråthen)									
2023, okt-nov	Opprusting / Bergland Bru (Gausdal)	John Myklebø	1	4	4	0	4	3	
2024, jan-okt	Vedlikehold / Storebyveien (Marker kommune)	Gjermund Øistad	4	3	12	0	12	3	
2024, okt-nov	Opprusting / Avskjæringskanalen (Østre Toten)	Helge Roljordnet	1	2	2	0	2	3	
Sum t							103,5		
Sum kr (1175 kr/t)							121 613		
							sum t	tilsv. kr	
							AP1	27	32 019
							AP2	39	45 531
							AP3	18	21 150
							AP4	16	18 213
							AP5	4	4 700
							AP6	0	-
							Admin	0	-
							103,5	121 613	
							sum t kr (1175 kr/t)		



SKOGKURS