

VegDim

Sammenligning av ERAPave PP med dagens empiriske dimensjoneringsystem i N200 Vegbygging

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 1065



Tittel

VegDim

Undertittel

Sammenligning av ERAPave PP med dagens empiriske dimensjoneringssystem i N200

Forfatter

Sara Anastasio

Avdeling

Teknologi Drift og vedlikehold

Seksjon

Vedlikehold og utbedring

Prosjektnummer

C13480

Rapportnummer

1065

Prosjektleder

Brynhild Snilsberg

Godkjent av

Brynhild Snilsberg

Emneord

VegDim, vegteknologi, ME-dimensjonering, tilstandsutvikling, levetid, LCA

Sammendrag

VegDim (2018-2024) har vært et FoU-program i Statens vegvesen, der målet har vært å utvikle et ME-system for dimensjonering og analyser av vegoverbygninger. Dette vil gi oss mulighet til å beregne prognoser for tilstandsutvikling basert på nedbrytning pga klima- og trafikkbelastning.

Denne rapporten omfatter utredninger som er gjennomført for å beskrive hvordan ERAPave PP kan brukes til å optimalisere en vegoverbygning med fokus på lang levetid, lave livsløpskostnader og minst mulig klimabelastning/energiforbruk. Dette er en delrapport for arbeidspakke 10 Analyser.

Title

VegDim

Subtitle

Comparison between ERAPave PP and the empiric design system described in N200

Author

Sara Anastasio

Department

O&M Technology

Section

Maintenance and Upgrading Support

Project number

C13480

Report number

1065

Project manager

Brynhild Snilsberg

Approved by

Brynhild Snilsberg

Key words

VegDim, pavement engineering, ME-design, performance prediction, service life, LCA

Summary

VegDim (2018-2024) was a R&D program conducted by the Norwegian Public Roads Administration. The goal was to develop an ME pavement design system. Such system will provide the possibility to predict pavement deterioration caused by traffic and climate loading.

This report investigates how ERAPave PP can be used to optimize road pavements compared to the traditional empiric method based on performance, service life and emissions.



Forord

VegDim (2018–2024) har vært et FoUI-program i Statens vegvesen der målet var å utvikle et digitalt system for dimensjonering og analyser av vegoverbygninger basert på tilstandsutvikling. Dette er et mekanistisk–empirisk (ME) dimensjoneringsystem som vil gi oss mulighet til å beregne prognoser for tilstandsutvikling og levetid basert på nedbrytning pga klima- og trafikkbelastning.

Hovedleveransen fra FoUI-programmet er et nytt dimensjoneringsystem (dataverktøy) og en dimensjoneringspraksis der en har større fleksibilitet og mulighet til å dokumentere konsekvenser av ulike valg av materialer og lagtykkelser i vegbygging og vedlikehold.

Et ME-dimensjoneringsystem, som gir dokumentasjon på tilstandsutviklingen og levetiden til vegoverbygningen, vil gi et mye bedre beslutningsgrunnlag ved planlegging av veger. Dette vil gi grunnlag for optimalisert forvaltning av vegnettet (livsløpskostnader) og bedre langsiktige vedlikeholdsplaner. Ved bruk av dette verktøyet kan man også ta hensyn til miljø ved planlegging, bygging og vedlikehold av veger. Dette gjør at vi på en bedre måte kan oppnå reduksjon i energiforbruk og klimagassutslipp, som vil bidra til å oppnå nasjonale klimamål.

Denne rapporten gir vurdering av ERAPave PP som dimensjoneringsystem for vegoverbygninger, sammenlignet med dagens empiriske system beskrevet i N200 Vegbygging. Rapporten er utarbeidet av Sara Anastasio, Statens vegvesen. Brynhild Snilsberg, Joralf Aurstad og Maati Saba, Statens vegvesen, og Fredrik Aleksander Carlsen, Universitet i Tromsø har bidratt til arbeidet som ble gjort i Arbeidspakken.

Sara Anastasio, delprosjektleder

Statens vegvesen, juni 2025



VegDim illustrasjon: Michelle Stoltenberg, Statens vegvesen

Sammendrag

Denne rapport omfatter vurdering av ERAPave PP som dimensjoneringsystem for vegoverbygninger, sammenlignet med dagens empiriske system beskrevet i N200 Vegbygging. Studien baserer seg på dimensjonering av fire strekninger i Norge som er valgt med tanke på ulike forhold (dimensjoneringsklasse, trafikk, klima og undergrunn).

Dimensjoneringen ble gjort med 2–5–10–20–50–100 års dimensjoneringsperioder. Vegoverbygningens tilstandsutvikling ble etterpå beregnet/analysert i ERAPave PP. Alle overbygningene ble også analysert etter 10 år for å kunne sammenligne effekt av ulike dimensjoneringsperioder. Resultater ble analysert med fokus på sporutvikling, tøyning mot undergrunn, frostsikring og klimagassutslipp.

Studiet viser at bruk av ERAPave PP som dimensjoneringsystem for vegoverbygninger kan forbedre både kvaliteten og bærekraften til vegoverbygninger med tanke på bedre tilpasning til lokale forhold, økt (beregnet) levetid og miljøvennlighet.

Innhold

Forord.....	1
Sammendrag.....	2
1. Innledning.....	4
2. N200 og ERAPave PP som dimensjoneringsmodeller	4
Rapportmål.....	4
Avgrensinger	4
Dagens system for dimensjonering	5
Dimensjonering med ERAPave PP.....	5
3. Analysemetode	6
Metode	6
Datakilder.....	7
Case studie og dimensjoneringsgrunnlag.....	7
4. Dimensjonering av vegoverbygninger	8
Avgrensinger	8
Diskusjon av resultater	9
5. Klimagassregnskap	12
Avgrensinger	13
Diskusjon av resultater	14
Kostnadsanalyse.....	16
6. Konklusjoner og veien videre	17
7. Referanser.....	18
Vedlegg A: Datagrunnlag	19
Vedlegg B: Dimensjonering med N200 og ERAPave PP og analyse av vegoverbygninger	21
Vedlegg C: LCA (Life cycle assessment)	38

1. Innledning

VegDim er et FoUI-program i regi av Statens vegvesen (2018–2024) med mål om å utvikle og ta i bruk et digitalt dimensjoneringsystem for vegoverbygninger (1).

En viktig del av VegDim-prosjektet er dimensjoneringsystemet for vegoverbygning, ERAPave PP (Elastic Response Analysis of Pavements – Performance Predictions) (2), som utvikles av VTI i samarbeid med Trafikverket og Statens vegvesen. ERAPave PP skal tilpasses norske forhold og byggemetoder slik at det ved planlegging og optimalisering av vegoverbygninger kan tas hensyn til livsløpskostnader og miljøeffekter, samtidig som konsekvensene av ulike valg kan dokumenteres.

I tillegg til utviklingen av ERAPave PP gjennomføres det en rekke utredningsoppgaver knyttet til vegteknologi og vegoverbygninger.

Denne rapporten omfatter utredninger som er gjennomført for å beskrive hvordan ERAPave PP kan brukes til å optimalisere en vegoverbygning med fokus på lang levetid, lave livsløpskostnader og minst mulig klimabelastning/energiforbruk. Rapporten er delvis basert på bachelor- og masteroppgaver, og arbeid er også utført av studenter som har hatt sommerjobb i Statens vegvesen.

Arbeidet beskrevet i denne rapporten er gjennomført ved bruk av ERAPave PP versjon 0.97 og VegLCA v5.14B (3).

2. N200 og ERAPave PP som dimensjoneringsmodeller

Rapportmål

Denne studien omfatter vurdering av ERAPave PP som dimensjoneringsystem for vegoverbygninger, sammenlignet med dagens empiriske system beskrevet i N200 Vegbygging (4).

Målene med studien er å:

1. Presentere resultater fra case-studier og simuleringer som sammenligner ERAPave PP med N200, med fokus på sporutvikling (deformasjon og piggdekkslitasje).
2. Kartlegge de viktigste forskjellene mellom ERAPave PP og N200.
3. Vurdere om dimensjonering med N200 oppfyller de spesifikke kravene for ERAPave PP dimensjonering som det åpnes for i N200 (2024-utgaven).
4. Identifisere potensielle miljøfordeler ved å bruke ERAPave i forhold til N200
5. Kartlegge mulige feil og ikke-brukervennlige aspekter av ERAPave PP, og foreslå forbedringer for å gjøre systemet mer brukervennlig.

Avgrensinger

Studien baserer seg på dimensjonering av fire strekninger i Norge som er valgt med tanke på ulike forhold (dimensjoneringsklasse, trafikk, klima og undergrunn). I hvert kapittel er det beskrevet avgrensinger som påvirker analysen av resultatene.

Dagens system for dimensjonering

Dagens praksis for dimensjonering og materialvalg er beskrevet i vegnormal N200 Vegbygging. Det er et empirisk tabellbasert system som bygger på bruk av indeksmetoden. Kravene er knyttet til trafikkmengde, trafikdens sammensetning, materialtype, undergrunnsmaterialer og klimatiske forhold (telehiv/frostmengde). Resultatet er et system som er enkelt å bruke og gir en pålitelig vegoverbygning under forutsetning av at utførelsen på veganlegget er riktig (4).

N200 oppdateres kontinuerlig for å tilpasse seg endringer bla. i trafikk og tilgjengelige materialer. Det er imidlertid ikke mulig å vurdere hvordan materialvalg, trafikkbelastning eller klimaendringer påvirker tilstandsutviklingen ved bruk av N200. Valget av løsninger baseres derfor på lavest totale kostnader for samfunnet, samtidig som de oppfyller krav til sikkerhet, helse og arbeidsmiljø, trafiksikkerhet, trafikkberedskap, framkommelighet og miljø (5).

Dimensjonering med ERAPave PP

ERAPave PP (Elastic Response Analysis of Pavements – Performance Predictions) er et avansert mekanistisk–empirisk dimensjoneringssystem utviklet for fleksible vegoverbygninger. Systemet er designet for å estimere tilstandsutviklingen av vegoverbygningen basert på materialegenskaper, trafikkpåkjenninger og klimatiske forhold (1; 4).

Overgangen fra et rent empirisk dimensjoneringssystem (N200) til et mekanistisk–empirisk dimensjoneringssystem (ERAPave PP) vil gi flere fordeler: tørre fleksibilitet i valg av løsninger, mulig å implementere «reliability concepts¹», mulig å evaluere et bredere spekter av påkjenninger samt reduserte utslipp, entreprisekostnader, kostnader til forvaltning, og drift og vedlikehold av veg. En detaljert vurdering av potensielle gevinster ved implementering av ERAPave PP er presentert i (4). Rapporten konkluderer med at all erfaring indikerer at analytisk dimensjonering gir resultater med større nøyaktighet og pålitelighet.

Dimensjonering med ERAPave PP baserer seg på en kombinasjon av grunnleggende og tilpassede krav. Datagrunnlag og materialkrav beskrevet i kapitler 3.1 og 4 av N200 (5) er lagt til grunn for alle dimensjoneringsmetoder. I tillegg er spesifikke krav for dimensjonering ved hjelp av ERAPave PP beskrevet i kapittel 3.10. Dette gjelder både sporutvikling, utmatting av asfaltdekket, tøyning mot undergrunnen og telehiv – frostsikring. Mer informasjon om modellene brukt i ERAPave PP er i VegDim nettside.

¹ «Reliability concepts» refererer til prinsippene og metodene som brukes for å sikre at et produkt, system eller tjeneste utfører sin tiltenkte funksjon konsekvent over en spesifisert tidsperiode og under definerte forhold. I motsetning til tradisjonelle deterministiske metoder, som bruker faste verdier for alle inngangsparametere, inkorporerer «reliability concepts» ulike risikofaktorer og parametere for å skape mer realistiske og troverdige beregninger. Denne probabilistiske tilnærmingen gir en bedre forståelse av sannsynligheten for forskjellige utfall.

3. Analysemetode

Innledende undersøkelser

Fredrik Carlsen har i sin bacheloroppgave (6) sett på hvordan man kan optimalisere vegoverbygninger med bruk av ERAPave PP, med klimaavtrykk i fokus.

I oppgaven ble det valgt ut fire ulike lokasjoner med ulike klima, utforminger, geografiske plasseringer og trafikkmengder. Disse vegstrekningene ble dimensjonert etter N200 (2022) (5). Disse overbygningene ble brukt som grunnlag for videre optimalisering med ERAPave PP. Oppgaven foreslår at vegoverbygninger per i dag (N200) er overdimensjonert og lagtykkelsene kunne reduseres på alle de fire lokasjonene uten at levetiden ble påvirket. Studenten kunne i et tilfelle redusere tykkelsen på asfaltdekket ned til 1+1 cm med en total tykkelse på overbygningen på 22 cm, i stedet for 47,5 cm. I tillegg viste oppgaven at på grunn av den kraftige reduksjonen i lagtykkelser, det er mulig å gjøre store kutt i det totale klimautslippet.

Arbeidet fra bachelor-oppgaven er gjort på nytt i denne rapporten for å ha bedre kontroll over variabler og krav (for eksempel minimum lag tykkelse). Lokasjoner ble også endret til å tillate en større variasjon av betingelsene (klima, trafikk og undergrunn).

Metode

Det ble valgt ut fire strekninger i Norge med ulike forhold når det gjelder klima, trafikk og undergrunn. Etter innsamling av datagrunnlag det ble gjort en dimensjonering av strekningene fra disse stedene ved bruk av N200 og med ERAPave PP.

Dimensjoneringen ble gjort med 2–5–10–20–50–100 års dimensjoneringsperioder. Vegoverbygningenes tilstandsutvikling ble etterpå beregnet/analysert i ERAPave PP. Alle overbygningene ble også analysert etter 10 år for å kunne sammenligne effekt av ulike dimensjoneringsperioder.

Vedleggene i denne rapporten samler alle data og resultater fra analysene:

- Vedlegg A: Datagrunnlag
- Vedlegg B: Dimensjonering med N200 og ERAPave PP og analyse av vegoverbygninger
- Vedlegg C: LCA (Life cycle assessment).

Datakilder

Inngangsdata brukt i analysene er hentet fra forskjellige kilder som beskrevet i Tabell 1.

Tabell 1 Kilder til inngangsdata

Type data	Datakilde
Geometri	Anslått utfra vegklasse (7)
Undergrunn	NGU – Nasjonal løsmassedatabase (8)
Klimadata	Frostmengder, årsmiddeltemperaturer og frostdager (9) ERAPave PP henter klimatiske data fra den Meteorologiske institutt
Trafikkdata	Trafikkdataportalen (10) Data brukt i rapporten er for året 2023 Trafikkvekst er satt til 2 % «Truck factor» (ERAPave PP) er satt til 1,01
Materialdata	N200 (5)
Piggdekkandel	Tiltakskalkulator for luftkvalitet (11) og «Piggdekk gir dårligere luftkvalitet» (12) Piggdekk sesongen er anslått å være 166 dager i alle eksemplene
Regelverk	N200 (5)
ME-system	ERAPave PP v0.97 (2)
CO ₂ utslipp	VegLCA v5.14B. Verdier må antas som estimerer (3)

Case studie og dimensjoneringsgrunnlag

For å teste det nye ME-dimensjoneringsystemet mot den empiriske metoden beskrevet i N200, har vi valgt fire ulike case-studier. Disse case-studiene er valgt basert på variasjoner i undergrunn, klima og trafikkmengde.

De valgte strekningene er:

- EV18 S46D1 M3500–M4000 – Drammen
- EV6 S56D1 M2800 – M3300 – Hjerkin
- EV39 S21D1 M7000 – M7500 – Molde
- EV6 S72D1 M6200 – M6700 – Melhus

I Tabell 2 er det gitt en kort oppsummering av strekningenes egenskaper. En mer omfattende oversikt er presentert i Tabell 14 (Vedlegg A: Datagrunnlag) hvor dimensjoneringsgrunnlaget for alle strekningene er oppsummert.

Tabell 2 Egenskaper til de fire strekningene

	Drammen	Hjerkin	Molde	Melhus
Dimensjoneringsklasse	H3	H1	H1	H3
ÅDT	34907	2175	3000	16465
Tung trafikk [%]	13,3	22,3	17	13,2
ÅDTt	4627	486	511	2172
Piggdekkandel [%]	13	44	41	15
Piggdekkandel [antall per dag]	4538	957	1230	2470
Materialer i undergrunnen	T4	T3	T3	T2

Målet er at disse fire eksemplene vil gi oss verdifull informasjon om systemets styrker og svakheter, og bidra til å forbedre programmets utvikling og brukervennlighet.

4. Dimensjonering av vegoverbygninger

Alle fire strekninger ble dimensjonert med begge systemer, N200 og ERAPave PP, for forskjellige dimensjoneringsperioder. De valgte dimensjoneringsperiodene er 2, 5, 10, 20, 50 og 100 år. Alle dimensjoneringsperioder ble etterpå analysert med ERAPave PP. Tilstand ved år 10 ble også beregnet for alle vegoverbygninger.

I «Vedlegg B: Dimensjonering med N200 og ERAPave PP og analyse av vegoverbygninger» presenteres alle resultater fra dimensjonering og materialrespons i dimensjoneringsperioden i detalj.

Avgrensinger

I Tabell 3 er listet endringer, feil og årsak som kan påvirke analysene.

Tabell 3 Utfordringer ved analysene.

	N200	ERAPave PP
Frostmengde	N200 bruker F10 og F50. I denne analysen ble det brukt F100 for å kunne sammenligne resultatene med ERAPave PP.	F10 og F100.
Frostmengde	Beregnet på samme plass (koordinater).	
Frostsikring	Det ble ikke valgt løsninger med isolasjonsmaterialer siden de ikke er inkludert i v0.97 versjon av ERAPave PP.	
Antall ekvivalente aksellaster	Små forskjeller i beregning av antall ekvivalente aksellaster men N200 og ERAPave PP. Opp til 3 millioner over en Dimensjoneringsperiode på 100 år.	
Spor	Det er ikke tatt hensyn til reasfaltering.	
Spor		Totalt spor har en avrundningsfeil
Spor per år	Kravene som skal tilfredsstilles er beskrevet i N200 Tabell 3.10.1—1 — Krav til maksimal årlig sporutvikling (mm/år) (5). N200 presiserer imidlertid at tabellen viser hva man maksimalt kan tillate i ett enkelt år i dimensjoneringsperioden « <i>typisk vil dette være i begynnelsen av dimensjoneringsperioden</i> » uten eksklusjon av det første året.	ERAPave PP beregner sporutvikling som spor i slutten av dimensjoneringsperioden delt på antall år uten å ta hensyn til det første året.

Diskusjon av resultater

Som forventet har dimensjonering med ERAPave PP ført til tynnere vegoverbygninger enn de som er dimensjonert med N200 (Tabell 4). Materialbesparelsen var i alle lagene. I de fleste tilfeller var det mulig å bruke 30+30 mm i vegdekket, og kraftig redusere tykkelsen av frostsikringslaget. Endringene skyldes dimensjoneringskravene i N200 spesifikke for VegDim/ERAPave PP som tillater/begrenser sporutvikling, tøyning mot undergrunnen, utmatting og telehiv – frostsikring. Det var ingen forskjell i total tykkelse på Hjerkin, kravet for maksimal tykkelse av overbygningen var styrende i begge tilfeller (Tabell 3.2.1—1. (5)). Reduksjon i tykkelse er litt lavere ved kortere dimensjoneringsperiode, siden tidslengde påvirker årlig sporutvikling og tilsvarende krav (dette er diskutert mer i detalj i neste avsnitt). Generelt var den totale tykkelsen på overbygningen lik i hvert eksempel og tykkelsen var uavhengig av hvor lang dimensjoneringsperioden var.

I «Vedlegg B: Dimensjonering med N200 og ERAPave PP og analyse av vegoverbygninger» er endringer og årsak til endringer fremhevet samt kravtilfredsstillelse.

Tabell 4 Endring i total tykkelse på vegoverbygningen mellom N200 og ERAPave PP

	Enhet	Dimensjoneringsperiode n (år)					
		2	5	10	20	50	100
Drammen	mm	-209	-199	-209	-209	-209	-209
Hjerkin	mm	0	0	0	0	0	0
Molde	mm	-490	-470	-490	-480	-520	-550
Melhus	mm	-65	-190	-420	-530	-530	-530

Sporutvikling

Sporutvikling, dvs. summen av deformasjon og piggdekkslitasje, er en viktig dimensjoneringsfaktor i ERAPave PP. Den påvirkes av materialvalg og lagtykkelser, spesielt i de øverste lagene.

Som beskrevet i Tabell 3, er det noen forskjeller i hvordan ERAPave PP beregner sporutvikling sammenlignet med kravene som stilles i N200 til sporutvikling. I denne analysen er sporutvikling vurdert som beregnet i ERAPave PP, uten å ta hensyn på den første året. ERAPave PP-beregningen ga «feil» (65535 mm/år) i sporutvikling med en dimensjoneringsperiode på 2 år.

Siden Sporutvikling beregnes som totalspor i slutten av dimensjoneringsperioden delt på antall år (uten å ta hensyn til det første året). Siden deformasjonene vanligvis er størst i starten av levetiden, fører dette til at korte dimensjoneringsperioder gir høyere årlig sporutvikling enn lengre dimensjoneringsperioder. Kravene blir derfor vanskeligere å tilfredsstille for korte enn for lange dimensjoneringsperioder.

Tabell 5 og Tabell 6 oppsummerer sporutvikling i mm/år for alle eksempler. Bortsett fra for Drammen, er sporutviklingen hovedsakelig høyere ved ME dimensjonering enn med den erfaringsbaserte dimensjoneringen beskrevet i N200. Årsaken er at det var mulig å dimensjonere mot et krav. Det var derfor mulig å lete etter den beste kombinasjon av lagtykkelser og materialtype (kurve, steinstørrelse) til å tilfredsstille kravene og unngå overdimensjonering.

Sporutvikling som overstrider kravene (4) er markert med rødt i Tabell 5 og Tabell 6. For alle tilfeller gjelder dette for eksempel Drammen hvor det totale sporet består av cirka 60 % deformasjon og cirka 40 % piggdekkslitasje. Årsaken er den store trafikkbelastningen med en ÅDT på 35 000 og ÅDTt på 13,3% i

åpningsåret, og den høye andelen kjøretøy med piggdekk (4 500 kjøretøy per dag, 13 % piggdekkandel). På EV18 (Drammen) bør man derfor forvente en hyppigere reasfaltering enn i de andre eksemplene (casene).

Som forventet er sporutviklingen minst ved 100 års dimensjoneringsperiode på grunn av måten den er beregnet (Tabell 3).

Tabell 5 Sporutvikling i vegoverbygninger dimensjonert med N200.

		Dimensjoneringsperiode n (år)						Krav til maksimal årlig sporutvikling (mm/år)
		2	5	10	20	50	100	
Drammen	mm/år	-	1,47	1,30	1,12	0,93	0,86	0,9
Hjerkinn	mm/år	-	0,46	0,29	0,23	0,18	0,16	0,8
Molde	mm/år	-	0,54	0,38	0,32	0,27	0,25	0,8
Melhus	mm/år	-	0,68	0,52	0,40	0,30	0,26	0,9

Tabell 6 Sporutvikling i vegoverbygninger dimensjonert med ERAPave PP.

		Dimensjoneringsperiode n (år)						Krav til maksimal årlig sporutvikling (mm/år)
		2	5	10	20	50	100	
Drammen	mm/år	-	0,9	0,88	0,72	0,83	0,77	0,9
Hjerkinn	mm/år	-	0,8	0,32	0,25	0,20	0,19	0,8
Molde	mm/år	-	0,8	0,55	0,41	0,31	0,28	0,8
Melhus	mm/år	-	0,9	0,67	0,51	0,37	0,31	0,9

For å få en bedre sammenligning av resultater, som ikke er påvirket av at deformasjonen vanligvis er størst i starten av levetiden, viser Tabell 7 og Tabell 8 sporutvikling ved år 10 for alle beregningseksemplene. Sporutvikling er beregnet ved å kjøre ERAPave PP med samme inngangsdata for en dimensjoneringsperiode på 10 år.

Drammen er også i dette tilfellet det caset som viser størst sporutvikling. Kravene er ikke tilfredsstillt ved 50 og 100 år dimensjoneringsperiode ved bruk av ERAPave PP. Resultatene viser også liten forskjell på tvers av dimensjoneringsperioder.

Tabell 7 Sporutvikling ved år 10 i vegoverbygninger dimensjonert med N200.

		Dimensjoneringsperiode n (år)						Krav til maksimal årlig sporutvikling (mm/år)
	Enhet	2 (10)	5 (10)	10 (10)	20 (10)	50 (10)	100 (10)	
Drammen	mm/år	1,19	1,26	1,30	1,32	1,32	1,32	0,9
Hjerkinn	mm/år	0,33	0,33	0,29	0,30	0,30	0,31	0,8
Molde	mm/år	0,39	0,39	0,38	0,56	0,39	0,39	0,8
Melhus	mm/år	0,61	0,53	0,52	0,52	0,52	0,52	0,9

Tabell 8 Sporutvikling ved år 10 i vegoverbygninger dimensjonert med ERAPave PP.

	Enhet	Dimensjoneringsperiode n (år)						Krav til maksimal årlig sporutvikling (mm/år)
		2 (10)	5 (10)	10 (10)	20 (10)	50 (10)	100 (10)	
Drammen	mm/år	0,94	0,80	0,88	0,88	1,15	1,15	0,9
Hjerkinn	mm/år	0,33	0,33	0,32	0,33	0,33	0,33	0,8
Molde	mm/år	0,58	0,55	0,55	0,53	0,51	0,50	0,8
Melhus	mm/år	0,70	0,69	0,67	0,67	0,67	0,67	0,9

Piggdekkslitasje

Ved erfaringsbasert dimensjoneringer materialvalget basert på den største påkjenningen på veg overbygningen. ERAPave PP gir størremulighet for å variere type materialer og tykkelser i slitelaget og se hvordan dette påvirker sporutviklingen på grunn av slitasjemodellen (og krav til sporutvikling).

Dimensjonering med begge systemer viser at piggdekkslitasje står for mellom 21 % (Melhus) og 56 % (Molde) av den totale sporutviklingen (Tabell 9). Andel slitasje øker på Hjerkinn ved overgang fra N200 til ERAPave siden bruk av et tynnere slitelag (Vedlegg B: Dimensjonering med N200 og ERAPave PP og analyse av vegoverbygninger; fra 40 mm til 30 mm) har ført til en reduksjon i øvre steinstørrelse fra 16 til 11 mm til å tilfredsstille kravet for minimum lagtykkelse i forhold til øvre steinstørrelse.

Tabell 9 Gjennomsnittlig andel slitasje av totale spor.

	Enhet	N200	ERAPave PP
Drammen	%	47	47
Hjerkinn	%	37	42
Molde	%	56	41
Melhus	%	21	21

I slitasjemodulen er det nødvendig å legge in informasjon om steinmaterialet. For å redusere slitasjen er mengde steinmateriale med nominell størrelse større enn 4 mm en viktig faktor. Graderingskurven gir informasjon om mengde materiale mindre enn 4 mm, og dette kan føre til at man oppgir feil tall.

Tøyning mot undergrunnen

For å unngå deformasjoner i undergrunnen er det viktig å bruke materialer som kan håndtere de forventede belastningene. Den vertikale trykktøyningen mot undergrunnen tas ikke direkte i betraktning ved dimensjonering med N200. Indirekte fører tykke forsterkningslag til at deformasjoner i undergrunnen er begrenset (Tabell 19, Tabell 25, Tabell 31 og Tabell 37). Verdier for tøyning mot undergrunnen er litt høyere i Molde og Melhus på grunn av en tynnere overbygning.

Kravene for dimensjonering med ERAPave PP innebærer at overbygningen skal bygges slik at den vertikale trykktøyningen mot undergrunnen ikke overstiger nivåene i Tabell 3.10.3—1 og Tabell 3.10.3—2 i N200. Dette har gjort det mulig å redusere tykkelsen på forsterkningslag (og frostsikringslag) helt til grenseverdier (Tabell 3.10.3—1 og Tabell 3.10.3—2 (4)) for å unngå overdimensjonering. For Melhus-eksemplet har tykkelsen på forsterkningslaget gått fra 700 mm (n=10) til 330 mm (n=10), og den vertikale trykktøyningen mot undergrunnen har økt fra 825 til 2430 $\mu\text{m/m}$ (grenseverdien er 2500 $\mu\text{m/m}$). I Molde-eksemplet har tykkelsen på forsterknings- og frostsikringslaget

gått fra 500+300 mm til 320 mm, og trykktøyningen har økt fra 714 til 2491 $\mu\text{m}/\text{m}$. Det var lite forskjell i de andre tilfellene på grunn av kravene for maksimalt tillatt telehiv.

Frostsikring

Ved bygging av veg på telefarlig undergrunn (T3- og T4-materialer) er det nødvendig med et frostsikringslag. Tykkelse på laget for å unngå telehiv avhenger av total overbygning, type materiale i laget og frostdybden. ERAPave PP baserer seg på at vegen ikke bygges frostsikker, men med et tolererbart jevnt telehiv (Tabell 3.10.4—1. (5)) avhengig av vegtype, fartsgrense og ÅDT. Kravet om maksimal tykkelse på vegoverbygningen (1,8 m eller 2,4 m) som er tilstrekkelig for å unngå uakseptable telehiv selv om frostdybden er større, gjelder for begge dimensjoneringsystemene (5).

Selv om N200 forutsetter null telehiv, viser analysene at telehiv på opptil 19–30 mm i Drammen og Melhus kan oppstå (eksempel ved $n=10$ år). Største telehiv er med begge systemer beregnet for Hjerkinns hvor kravet på maksimal tykkelse (180 cm) overskrider kravet for maksimalt telehiv (2,40/2,52 avhengig av materiale).

Siden ERAPave PP tillater et begrenset telehiv, 20 til 70 mm for veger, bidrar dette til en betydelig reduksjon i tykkelsen på frostsikringslaget på mellom 10 og 40 cm. De som bruker ERAPave PP må legge inn data manuelt for maksimal tillatt telehiv og frostmengde.

Både maksimalt tillatt telehiv og frostmengde må velges manuelt i ERAPave PP. Det er ennå ikke mulig å velge F50 som frostmengde, slik som angitt i den siste versjon av N200 (2024).

5. Klimagassregnskap

Reduksjon av tykkelsen på lagene i vegoverbygningen har en betydelig positiv innvirkning på både miljøet og kostnadene, forutsatt at vegens levetid ikke reduseres. Tynnere lag medfører lavere materialforbruk, noe som direkte reduserer utslippene av klimagasser knyttet til produksjon, transport av materialene og utlegging. Spesielt når det gjelder de asfalterte lagene, kan en reduksjon føre til store besparelser, da bitumenproduksjon er en energikrevende prosess med høye utslipp.

Statens vegvesen har utviklet VegLCA for å kunne gjennomføre livsløpsvurderinger av alle typer veginfrastruktur-prosjekter (3). Verktøyet består av en åpen kilde Excel-fil som kan lastes ned fra Statens vegvesen sin nettside. I denne analysen ble VegLCA brukt til å beregne CO₂-ekvivalent (CO_{2-eq}) utslipp knyttet til materialer i vegoverbygningen. VegLCA fordeler prosjektets klimagassutslippene basert på livsløpsfasene beskrevet i EN 15804 Figur 1.

Product stage			Construction installation stage		User stage								End of life stage				Beyond the system boundaries
Råmaterialer	Transport	Tilvirkning	Transport	Konstruksjons/ installasjonsfase	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftninger	Renovering	Operasjonell energibruk	Operasjonell vannbruk	Demontering	Transport	Avfallsbehandling	Avfall til sluttbehandling	.	Gjenbruk/ gjenvinning/ resirkulering- potensiale
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	.	D
X	X	X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	X	X	X	X	.	X

Figur 1 Livsløpsfaser som brukes i vurdering av klimagassutslipp som beskrevet i EN 15804 (13).

Karbondioksidekvivalent eller CO₂-ekvivalent er en målemetode som brukes for å sammenligne utslipp fra ulike typer klimagasser basert på deres globale oppvarmingspotensial (GWP). Dette gjøres ved å konvertere mengder av de andre gassene, som svoveldioksid og nitrogenoksider til tilsvarende mengde karbondioksid med samme globale oppvarmingspotensial (13).

Det bør bemerkes at klimagassutslippene er bare en av flere konsekvenser av materialutvinning og prosessering. Det bør også ta hensyn til, for eksempel, ressursutarming, forsureningspotensial, samt helse og sikkerhet for vegarbeidere.

Tabell 10 viser CO₂-eq verdier brukt i beregningene. Utslippsdata for materialer er i stor grad basert på tilgjengelige EPDer for de ulike produktene (14).

Tabell 10 Materialutslipp i fase A1 til A3 beregnet i kg CO₂-eq per tonn materiale. Tallene er fra VegLCA.

Materialtype	Utslipp	Enhet
Asfaltert grus (Ag)	30	kg CO ₂ -eq/tonn
Asfaltgrusbetong (Agb)	42	kg CO ₂ -eq/tonn
Asfaltbetong (Ab)	48	kg CO ₂ -eq/tonn
Asfaltbetong (Ab PMB)	57	kg CO ₂ -eq/tonn
Skjelettasfalt (Ska)	48	kg CO ₂ -eq/tonn
Skjelettasfalt (Ska PMB)	58	kg CO ₂ -eq/tonn
Grus/pukk	3	kg CO ₂ -eq/tonn
Bitumenemulsjon	345	kg CO ₂ -eq/tonn

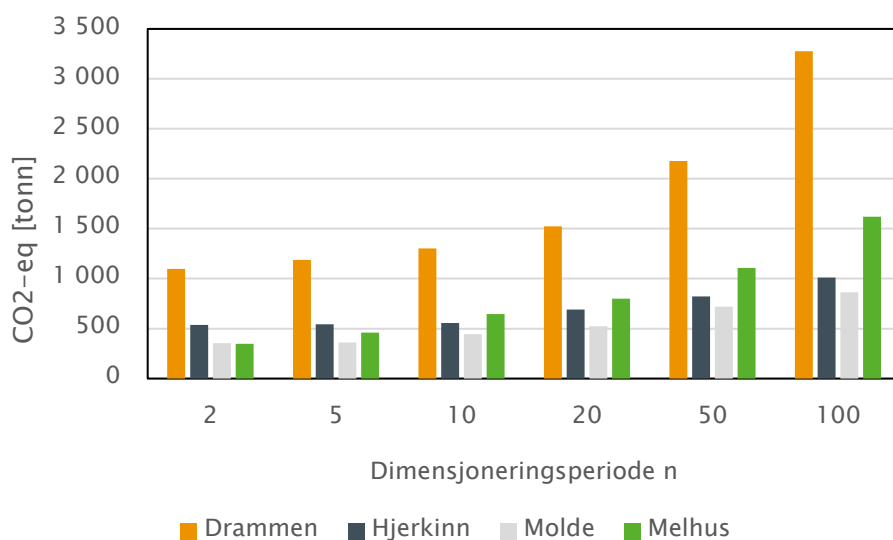
Avgrensinger

Når vi gjennomfører denne analysen, er det viktig å være oppmerksom på visse begrensninger som kan påvirke resultatene:

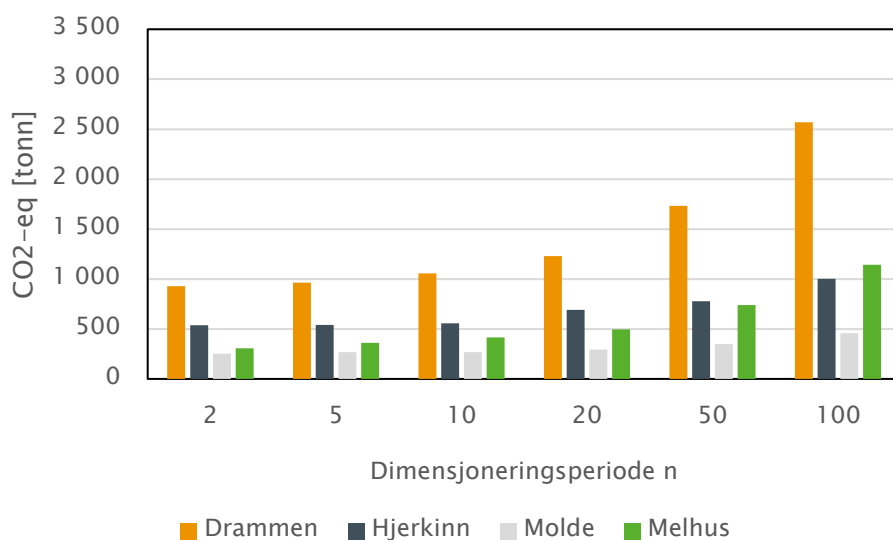
- Utslippsdata omfatter utslipp fra livsløpsfaser: Materialproduksjon (A1–A4), utbygging (A5), drift og vedlikehold over 20 år (B1–B6) i henhold til EN 15804.
- Standardverdier fra VegLCA ble brukt for den «overordnede verktøy» fanen.
- Framtidige endringer i teknologier eller klima er ikke tatt i betraktning.
- Materialproduksjon (A1–A4): Mengder er angitt i tonn (slite- og bindlag) og m³ (bærelag og ubundne materialer). Menger til frostsikring er beregnet i «forsterkning».
- Utbygging (A5): Det ble brukt standardverdier basert på prosjektstørrelse. Standard verdier varierer avhengig av vegbredde og lengde.
- Drift og vedlikehold 20 år (B1–B6): Reasfalteringsfrekvens og mengde asfalt er beregnet ut fra ÅDT, mens omfanget av aktiviteter i sommer- og vinterdrift er avhengig av antall felt.
- Volumet av de asfalterte lagene er beregnet som vegens bredde ganger lengde ganger lagtykkelse. Masse i tonn er beregnet med standard tetthetsverdiene som inngår i VegLCA. Det ble tatt hensyn til sidefylling for de ubundne materialene, med en helning på 1:3.

Diskusjon av resultater

Figur 2 og Figur 3 viser de totale utslippene i tonn CO₂-eq beregnet med VegLCA for vegoverbygningene i løpet av dimensjoneringsperiodene. Dette inkluderer livsløpsfasene A og B (A1–A5, B1–B6) for både N200- og ERAPave-strekninger. Resultatene er sterkt påvirket av dimensjoneringsklasse, trafikkbelastning, undergrunnsmateriale og dimensjoneringsystem. Forskjell mellom de to dimensjoneringsmetodene er vist i Tabell 11. Mer detaljerte tall er vist i Vedlegg C: LCA.



Figur 2 Totale utslipp i tonn CO₂-eq for hver vegoverbygning dimensjonert med N200 avhengig av dimensjoneringsperiode n (år).



Figur 3 Totale utslipp i tonn CO₂-eq for hver vegoverbygning dimensjonert med ERAPave PP avhengig av dimensjoneringsperiode n (år).

Tabell 11 Differanse i utslipp i tonn CO₂-eq mellom vegoverbygninger dimensjonert med N200 ERAPave PP versus N200.

	Dimensjoneringsperiode n					
	2	5	10	20	50	100
Drammen	-169	-221	-245	-294	-445	-708
Hjerkinn	0	0	0	0	-44	-9
Molde	-103	-90	-175	-230	-370	-407
Melhus	-43	-99	-231	-304	-368	-475

ERAPave PP versus N200

Som beskrevet i tidligere kapittel fører dimensjonering med ERAPave PP til tynnere overbygninger sammenlignet med den erfaringsbaserte metoden beskrevet i N200. Siden materialproduksjon er den største utslippskilden, vil overgangen til det mekanistisk empiriske systemet ha en positiv innvirkning på CO₂-eq beregninger i infrastrukturprosjekter. Tabell 11 Differanse i utslipp i tonn CO₂-eq mellom vegoverbygninger dimensjonert med N200 ERAPave PP versus N200. Tabell 11 viser reduksjonen av utslippene ved bruk av ERAPave PP som dimensjoneringsystem. Reduksjonen er neglisjerbar for Hjerkinn siden dimensjoneringskravet for maksimal tykkelse på overbygningen fører til like tykke overbygninger for begge metoder.

Dimensjoneringsklasse

Dimensjoneringsklasse påvirker geometrisk utforming av vegene. I denne studien ble det valgt to H1 veger (Hjerkinn og Molde) og to H3 veger (Drammen og Melhus). H1 veger har en bredde på 9 m mens H3 veger skal være 21,5 m. Denne store forskjellen i bredde reflekteres direkte i utslippene (Tabell 12 Utslipp [tonn CO₂-eq] fordelt på livsløpsfasene ved dimensjoneringsperiode n=20 og n=100 år i løpet av en 100 års periode (dimensjonert med N200)).

Trafikkbelastning

De store forskjellene i CO₂-eq er et resultat av trafikkbelastning. Dette viser seg i drift- og vedlikeholdsfasen hvor ÅDT og feltbredde påvirker tørrelsen på klimagassutslippene. ÅDT er direkte knyttet til reasfalteringsfrekvens og arealet mot sommer- og vinterdrift. Ved å fokusere på Drammen og Melhus (ÅDT 35 000 og 16 500), kan feltbreddefaktoren utelukkes. Utslippene B1–B6 er i alle dimensjoneringsperioder omtrent dobbelt så store i Drammen som i Melhus (Vedlegg C: LCA (Life cycle assessment)). Det er liten forskjell mellom Hjerkinn og Molde hvor ÅDT stort sett er den samme.

Undergrunn

Type materiale i undergrunnen påvirker materialforbruket. Både Drammen og Hjerkinn har telefarlige materialer i undergrunnen (T4 og T3) og høy frostmengde. Molde har undergrunn type T3 med mildere værforhold. Dette fører til tykkere overbygninger og dermed større utslipp i fasene A1 –A4 og B1–B6 (Tabell 12).

Tidsprospektiv

Det er en signifikant forskjell i utslippene når det gjelder materialproduksjon ved utbygging ved å dimensjonere for 20 år (dagens metode) sammenlignet med 100 år for lavtrafikkerte veger. Dette skyldes at den dimensjonerende trafikkbelastningen endrer seg betydelig. Ser vi på eksempelet Molde så

øker antall ekvivalente aksellaster fra cirka 2 millioner (20 år) til nesten 30 millioner (100 år). Dette fører til at miljøkostnadene ved materialproduksjon og utbygging for Hjerinn og Molde øker med 14 til 27 %. Det er ingen endring for de høytrafikkerte vegene.

100 års tidshorisont gir en total reduksjon av utslipp mellom 57 og 71 % når flere 20 års perioder sammenlignes med 100-års dimensjonering (Tabell 12). Veger dimensjonert for 20 år bør, i løpet av 100 år, hypotetisk utbedres fem ganger. Tabell 12 og Tabell 13 viser utslippene beregnet som fem 20-års utslipp versus én 100-års dimensjonering. Utslippene til avhending (fase D) eller forbedringer i miljøeffektivitet i fremtiden er ikke tatt i betraktning.

Tabell 12 Utslipp [tonn CO₂-eq] fordelt på livsløpsfasene ved dimensjoneringsperiode n=20 og n=100 år i løpet av en 100 års periode (dimensjonert med N200).

N200								
	Drammen 5x20 år	Drammen 100 år	Hjerinn 5x20 år	Hjerinn 100 år	Molde 5x20 år	Molde 100 år	Melhus 5x20 år	Melhus 100 år
Materialproduksjon (A1-A4)	4 605	921	2 800	647	2 149	549	2 620	524
Utbygging (A5)	826	165	370	77	213	52	358	72
Drift og vedlikehold 20 år (B1-B6)	2 192	2 192	289	289	263	263	1 023	1 023
A+B	7 623	3 278	3 459	1 012	2 624	864	4 001	1 619

Tabell 13 Utslipp fordelt på livsløpsfasene ved dimensjoneringsperiode n=20 og n=100 år i løpet av en 100 års periode (dimensjonert med ERAPave PP).

ERAPave PP								
	Drammen 5x20 år	Drammen 100 år	Hjerinn 5x20 år	Hjerinn 100 år	Molde 5x20 år	Molde 100 år	Melhus 5x20 år	Melhus 100 år
Materialproduksjon (A1-A4)	3 681	743	2 800	637	1 136	209	1 507	301
Utbygging (A5)	750	150	370	77	98	18	162	32
Drift og vedlikehold 20 år (B1-B6)	1 677	1 677	289	289	230	230	811	811
A+B	6 108	2 570	3 459	1 003	1 464	457	2 480	1 144

Kostnadsanalyse

I tillegg til miljøfordelene, vil mindre materialbruk også resultere i lavere kostnader for prosjektet, noe som gjør det økonomisk gunstig.

I løpet av sommer 2024, har Maati Saba gjort en intern kartlegging i Statens vegvesen med formål om å kunne utføre en kostnadsanalyse av ulike vegoverbygninger. Arbeidet innebar å sammenligne kostnader fra utbyggings- og vedlikeholdsprosjekter for å lage en prislister. På grunn av mangelen på standardiserte beskrivelser, informasjon om hva som er inkludert, mengder og geografiske forskjeller, oppstod det betydelig usikkerhet om hvilke verdier som skulle brukes. Derfor ble det besluttet å ikke gjennomføre en kostnadsanalyse av de forskjellige vegoverbygninger for å vurdere forskjeller mellom N200 og ERAPave PP.

Forfatter mener imidlertid at klimaregnskap, spesielt med tanke på materialforbruk, har en tilstrekkelig sammenheng med kostnader i vegbygging, til å anta at en kostnadsanalyse vil gi tilsvarende resultater.

Samlet sett vil en optimalisering av lagtykkelsene bidra til mer bærekraftige og kostnadseffektive vegprosjekter.

6. Konklusjoner og veien videre

Denne studien viser at man kan forvente flere viktige endringer og forbedringer etter introduksjonen av et mekanistisk-empirisk dimensjoneringsystem for vegoverbygninger:

- Bedre tilpasning til lokale forhold
- Økt (beregnet) levetid
- Økt miljøvennlighet
- Bedre kostnadseffektivitet

Samlet sett kan bruket av ERAPave PP som dimensjoneringsystem for vegoverbygninger, kan forbedre både kvaliteten og bærekraften til vegoverbygninger, noe som er viktig for fremtidens infrastruktur.

Selv om ERAPave PP er en modern, fleksibelt og framtidsrettet system for dimensjonering av vegoverbygning, har den også noen svakheter:

- Lite brukervennlighet: Per i dag er programmet lite intuitiv og krever ekstra steg som skal fjernes i neste web-versjon. En og eksempel er desimaler i «trafikk» fane som forsvinner, og tallet alltid rundes ned, når man åpner fane på nytt.
- Begrenset material valg: Det er per i dag ikke mulig å velge isolasjonsmaterialer i frostsikring.
- Svart boks: Det er ukjent om noe av valgene påvirker resultater eller ikke. For eksempel valget av type veg (hovedveg, industrivei, bussholdeplass, rundkjøring og gate) rett i starten.

Videre er det viktig å merke seg at ERAPave PP-systemet er under kontinuerlig utvikling for å inkludere flere parametere og forbedre nøyaktigheten i dimensjoneringen. Implementeringen av disse kravene sikrer at vegoverbygninger ikke bare oppfyller dagens standarder, men også er rustet til å håndtere fremtidige utfordringer knyttet til trafikkbelastning og klimatiske forhold. Dette bidrar til å skape en mer robust og bærekraftig infrastruktur.

7. Referanser

1. **Statens vegvesen.** VegDim og NorDim. [Internett] 2025. [Sisert: 25 03 2025.] <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/forskning-innovasjon-og-utvikling/pagaende-programmer-og-prosjekter/vegdim/?lang=nb>.
2. **VTI.** Pavement design models for roads. [Internett] [Sisert: 02 05 2024.] <https://www.vti.se/en/research/highway-engineering-and-maintenance/pavement-technology/pavement-design-models-for-roads>.
3. **Statens vegvesen.** Bruk av VegLCA. [Internett] 2025. [Sisert: 26 03 2025.] <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/klima-miljo-og-omgivelser/utslipp-av-klimagasser/bruk-av-veglca/>.
4. **Johansen, Johnny M, Ødegård, Ingvild og Evensen, Ragnar.** *VegDim Gevinstrealisering*. s.l. : ViaNova, 2020.
5. **Statens vegvesen.** *N200 Vegbygging*. s.l. : 2024-07-05, 2024.
6. **Carlsen, Fredrik Aleksander.** *Analyse av vegkonstruksjoner dimensjonert med ERAPave PP (Bachelor oppgave)*. s.l. : UiT Norges arktiske universitet i Narvik, 2024.
7. **Statens vegvesen.** *N100 Veg- og gateutforming*. 2023.
8. **NGU.** Løsmasser – Nasjonal løsmassedatabase. [Internett] [Sisert: 18 09 2024.] https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/.
9. **Statens vegvesen.** Frostmengder, årsmiddeltemperaturer og frostdager. [Internett] [Sisert: 05 07 2024.] <https://kart.vegvesen.no/portal/apps/experiencebuilder/experience/?id=e726df3870534a1da9e24be79b7596ef>.
10. —. Trafikkdataportalen. [Internett] [Sisert: 05 07 2025.] <https://www.vegvesen.no/fag/trafikk/trafikkdata/>.
11. **Miljødirektoratet.** Tiltakskalkulator for luftkvalitet. [Internett] [Sisert: 05 07 2024.] <https://luftkvalitetsdata.miljodirektoratet.no/?kommune=3431&ar=2018>.
12. **Statens vegvesen.** Piggdekk gir dårligere luftkvalitet. [Internett] [Sisert: 05 07 2024.] <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/klima-miljo-og-omgivelser/luftforurensning/piggdekkteellinger/>.
13. **Eurostat.** Glossary:Carbon dioxide equivalent. [Internett] 2001. [Sisert: 26 03 2025.] https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Carbon_dioxide_equivalent.
14. **Dahlstrøm Andvik, Oddbjørn, et al.** *Dokumentasjon VegLCA v5.12B*. s.l. : Asplan Viak AS, 2023.
15. **VTI.** Project: ERAPave PP. [Internett] [Sisert: 30 03 2025.] <https://www.vti.se/en/research/highway-engineering-and-maintenance/pavement-technology/project-erapave-pp>.

Vedlegg A: Datagrunnlag

Tabell 14 viser datagrunnlag for utføring av analyser for alle fire lokasjoner.

Tabell 14 Datagrunnlag for utføring av analyser.

Generelt	Enhet	Drammen	Hjerkinn	Molde	Melhus
Lokasjon		EV18 S46D1 M3500-M4000	EV6 S56D1 M2800 - M3300	EV39 S21D1 M7000 - M7500	EV6 S72D1 M6200 - M6700
Dimensjoneringsklasse		H3	H1	H1	H3
Hastighet	km/h	90	80	80	90
Antall kjørefelt		4	2	2	4
Vegbredde	m	21,5	9	9	21,5
Strekningslengde	m	500	500	500	500
Undergrunn		Hav- og fjordavsetning, Siltig leir (T4) cu=40	Tykk morene (T3)	Tykk morene (T3)	Elve- og bekkeavsetning Grus, sand, morene, (T2)

Klimadata	Enhet	Drammen	Hjerkinn	Molde	Melhus
Årsmiddeltemperatur	°C	6,52	1,14	6,31	6,42
Frostmengde F10	h °C	15044	38716	4011	12079
Frostmengde F50	h °C	21972	46848	6223	17818
Frostmengde F100	h °C	24902	50285	7159	20244
Koordinater		59,7004 N 10,24508 E	62,189239 N 9,49535 E	62,841025 N 7,599996 E	63,294529 N 10,277636 E

Trafikkdata	Enhet	Drammen	Hjerkinn	Molde	Melhus
ÅDT (åpningsår/2023)		34907	2175	3000	16465
ÅDTt (åpningsår/2023)		4627	486	511	2172
Tung trafikk	%	13,3	22,3	17	13,2
Trafikkvekst	%	2	2	2	2
N Antall ekv aksellaster		18 923 578 (n = 20 år)	2208501 (n = 20 år)	2322107 (n = 20 år)	8883080 (n = 20 år)
Trafikkgruppe		F	D	D	E
Piggdekkandel	%	13	44	41	15

Vedlegg B: Dimensjonering med N200 og ERAPave PP og analyse av vegoverbygninger

De følgende tabeller viser resultater av dimensjonering både med bruk av N200 og ERAPave PP. Grønn farge er kriteria som utløser endringer mellom N200 og ERAPave PP. Grå farge viser det som ble endret etter dimensjonering med ERAPave PP.

Tabellene merket med «analyse» viser beregninger av materialrespons med ERAPave PP. Beregninger ble gjort for dimensjoneringsperiode 2–5–10–20–50–100 år. Det er også beregnet overbygningens respons ved år 10 i alle tilfellene. Dette er merket med «n= dimensjoneringsperiode (10)».

Verdier som ikke tilfredsstillir kravene for dimensjonering ved hjelp av VegDim/ERAPave PP (5) er merket med rødt for begge dimensjoneringssystemer.

Tabell 15 Drammen: Dimensjonering med N200, del I.

Drammen - N200

Lag	Enhet	n=2		n=5		n=10	
Slitelag	mm	40	Ab11 70/100	40	Ab11 70/100	40	Ab11 PmB
Bindlag	mm	30	Ab11 70/100	40	Ab11 70/100	40	Ab11 70/100
Bærelag	mm	100	Ag 16 70/100	130	Ag 16 70/100	130	Ag 16 70/100
Bærelagsindeks		51		63		63	
Bærelagsindeks min		50		62		62	
Forsterkningslag	mm	500	Pukk, kult	700	Pukk, kult	700	Pukk, kult
Frostdybde	mm	2254		2254		2254	
Frostsikringslag	mm	1584	Samfengt T2 drenert	1344	Samfengt T2 drenert	1344	Samfengt T2 drenert
Total Tykkelse	mm	2254		2254		2254	
Maks tykkelse	mm	2400		2400		2400	

Tabell 16 Drammen: Dimensjonering med ERAPave PP, del I.

Drammen - ERAPave PP

Lag	Enhet	n=2		n=5		n=10	
Slitelag	mm	30	Ab11 70/100	40	Ska16 70/100	30	Ab11 70/100
Bindlag	mm	30	Ab11 70/100	30	Ab11 70/100	30	Ab11 70/100
Bærelag	mm	40	Ag 16 70/100	40	Ag 16 70/100	40	Ag 16 70/100
Bærelagsindeks		30		33		30	
Bærelagsindeks min		62		62		62	
Forsterkningslag	mm	500	Pukk, kult	700	Pukk, kult	800	Pukk, kult
Frostsikringslag	mm	1445	Samfengt T2 drenert	1245	Samfengt T2 drenert	1145	Samfengt T2 drenert
Tykkelse	mm	2045		2055		2045	
Maks tykkelse	mm	2400		2400		2400	

Tabell 17 Drammen: Dimensjonering med N200, del II.

Drammen - N200

Lag	Enhet	n=20		n=50		n=100	
Slitelag	mm	40	Ab11 PmB	40	Ab11 PmB	40	Ab11 PmB
Bindlag	mm	40	Ab11 70/100	40	Ab11 70/100	40	Ab11 70/100
Bærelag	mm	140	Ag 16 70/100	140	Ag 16 70/100	140	Ag 16 70/100
Bærelagsindeks		66		66		66	
Bærelagsindeks min		65		65		65	
Forsterkningslag	mm	800	Pukk, kult	800	Pukk, kult	800	Pukk, kult
Frostdybde	mm	2254		2254		2254	
Frostsikringslag	mm	1234	Samfengt T2 drenert	1234	Samfengt T2 drenert	1234	Samfengt T2 drenert
Total Tykkelse	mm	2254		2254		2254	
Maks tykkelse	mm	2400		2400		2400	

Tabell 18 Drammen: Dimensjonering med ERAPave PP, del II.

Drammen - ERAPave PP

Lag	Enhet	n=20		n=50		n=100	
Slitelag	mm	30	Ab11 70/100	30	Ab11 PmB	30	Ab11 PmB
Bindlag	mm	30	Ab11 70/100	30	Ab11 70/100	30	Ab11 70/100
Bærelag	mm	40	Ag 16 70/100	40	Ag 16 70/100	40	Ag 16 70/100
Bærelagsindeks		30		30		30	
Bærelagsindeks min		65		65		65	
Forsterkningslag	mm	800	Pukk, kult	800	Pukk, kult	800	Pukk, kult
Frostsikringslag	mm	1145	Samfengt T2 drenert	1145	Samfengt T2 drenert	1145	Samfengt T2 drenert
Tykkelse	mm	2045		2045		2045	
Maks tykkelse	mm	2400		2400		2400	

Tabell 19 Drammen: Analyse av dimensjonering med N200.

Drammen - N200 Analyse

	Enhet	n=2	n=2 (10)	n=5	n=5 (10)	n=10	n=20	n=20 (10)	n=50	n=50 (10)	n=100	n=100 (10)
Rutting per år	mm/år	NA	1,19	1,47	1,26	1,3	1,12	1,32	0,93	1,32	0,86	1,32
Rutting SUM	mm	6,57	16,16	11,33	17,1	17,72	27,89	17,91	53,8	17,91	95,28	17,91
Piggdekkslitasje	mm	2,09	6,44	3,72	6,44	6,44	11,88	6,44	28,19	6,44	55,39	6,44
Def. Slitelag	mm	0,8	1,88	1,49	2,14	2,76	3,98	2,82	6,47	2,82	10,18	2,82
Def. Bindlag	mm	0,79	1,85	1,81	2,58	2,54	3,64	2,57	5,91	2,57	9,3	2,57
Def. Bærelag	mm	2,01	4,73	3,57	5,11	5,12	7,49	5,29	12,15	5,29	19,13	5,29
Def. Forsterkningslag	mm	0,57	0,92	0,46	0,55	0,57	0,6	0,51	0,76	0,51	0,94	0,51
Def. Frostsikringslag	mm	0,13	0,15	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,08	0,07
Def. Undergrunn	mm	0,22	0,25	0,23	0,24	0,24	0,25	0,24	0,28	0,24	0,3	0,24
Vertik. trykktøyning mot undergrunn												
	µm/m	176,6		176,3		177,3	177,3		177,3		177,3	
Maksimalt telehiv	mm	17,94		18,73		18,73	17,95		17,95		17,95	
Maksimal frost dybde	mm	2300		2300		2300	2300		2300		2300	

Tabell 20 Drammen: Analyse av dimensjonering med ERAPave PP.

Drammen - ERAPave PP Analyse

	Enhet	n=2	n=2 (10)	n=5	n=5 (10)	n=10	n=20	n=20 (10)	n=50	n=50 (10)	n=100	n=100 (10)
Rutting per år	mm/år	NA	0,94	1	0,8	0,88	0,72	0,88	0,83	1,15	0,77	1,15
Rutting SUM	mm	6,73	14,4	8,65	12,18	13,56	19,77	13,56	48,13	16,08	85,18	16,08
Piggdekkslitasje	mm	1,55	3,76	1,41	2,31	3,76	6,53	3,76	28,19	6,44	55,39	6,44
Def. Slitelag	mm	0,26	0,61	0,88	1,25	0,6	0,85	0,6	2,44	1,06	3,85	1,06
Def. Bindlag	mm	0,73	1,71	1,25	1,79	1,71	2,42	1,71	3,68	1,6	5,79	1,6
Def. Bærelag	mm	1,5	3,52	2,34	3,35	3,52	4,98	3,52	7,01	3,05	11,03	3,05
Def. Forsterkningslag	mm	2,26	4,3	2,37	3,05	3,56	4,56	3,56	6,52	3,62	8,86	3,62
Def. Frostsikringslag	mm	0,17	0,2	0,11	0,12	0,1	0,1	0,1	0,11	0,1	0,13	0,1
Def. Undergrunn	mm	0,27	0,31	0,28	0,3	0,31	0,33	0,31	0,36	0,31	0,4	0,31
Vertik. trykktøyning mot undergrunn												
	µm/m	217,77		217,64		221,02	221,02		214,6		214,6	
Maksimalt telehiv	mm	29,81		29,83		29,93	29,84		29,84		29,84	
Maksimal frost dybde	mm	2150		2150		2140	2140		2140		2140	

Tabell 21 Molde: Dimensjonering med N200, del I.

Molde - N200

Lag	Enhet	n=2		n=5		n=10	
Slitelag	mm	30	Ab11 70/100	30	Ab11 70/100	40	Ab11 70/100
Bindlag	mm		Agb11 160/220		Agb11 160/220	30	Agb11 160/220
Bærelag	mm	100	Ag 16 160/220	100	Ag 16 160/220	100	Ag 16 160/220
Bærelagsindeks		39		39		51	
Bærelagsindeks min		39		39		45	
Forsterkningslag	mm	400	Pukk, kult	400	Pukk, kult	500	Pukk, kult
Frostdybde	mm	970		970		970	
Frostsikringslag	mm	440	Samfengt T2 drenert	440	Samfengt T2 drenert	300	Samfengt T2 drenert
Tykkelse	mm	970		970		970	
Maks tykkelse	mm	1800		1800		1800	

Tabell 22 Molde: Dimensjonering med ERAPave PP, del I.

Molde - ERAPave PP

Lag	Enhet	n=2		n=5		n=10	
Slitelag	mm	30	Ab11 70/100	30	Ab11 70/100	30	Ab11 70/100
Bindlag	mm		Agb11 160/220		Agb11 160/220	30	Agb11 160/220
Bærelag	mm	100	Ag 16 160/220	100	Ag 16 160/220	100	Ag 16 160/220
Bærelagsindeks		39		39		48	
Bærelagsindeks min		39		39		45	
Forsterkningslag	mm	350	Pukk, kult	370	Pukk, kult	320	Pukk, kult
Frostdybde	mm	970		970		970	
Frostsikringslag	mm	0	Samfengt T2 drenert	0	Samfengt T2 drenert	0	Samfengt T2 drenert
Tykkelse	mm	480		500		480	
Maks tykkelse	mm	1800		1800		1800	

Tabell 23 Molde: Dimensjonering med N200, del II.

Molde - N200

Lag	Enhet	n=20		n=50		n=100	
Slitelag	mm	40	Ab11 70/100	40	Ab11 70/100	40	Ab11 70/100
Bindlag	mm	35	Agb11 160/220	40	Agb11 160/220	40	Agb11 160/220
Bærelag	mm	110	Ag 16 160/220	130	Ag 16 160/220	140	Ag 16 160/220
Bærelagsindeks		55,5		63		66	
Bærelagsindeks min		54		62		65	
Forsterkningslag	mm	600	Pukk, kult	800	Pukk, kult	820	Pukk, kult
Frostdybde	mm	970		970		970	
Frostsikringslag	mm	185	Samfengt T2 drenert	0	Samfengt T2 drenert	0	Samfengt T2 drenert
Tykkelse	mm	970		1010		1040	
Maks tykkelse	mm	1800		1800		1800	

Tabell 24 Molde: dimensjonering med ERAPave PP, del II.

Molde - ERAPave PP

Lag	Enhet	n=20		n=50		n=100	
Slitelag	mm	30	Ab11 70/100	30	Ab11 70/100	30	Ab11 70/100
Bindlag	mm	30	Agb11 160/220	30	Agb11 160/220	30	Agb11 160/220
Bærelag	mm	110	Ag 16 160/220	130	Ag 16 160/220	140	Ag 16 160/220
Bærelagsindeks		51		57		60	
Bærelagsindeks min		54		62		65	
Forsterkningslag	mm	320	Pukk, kult	300	Pukk, kult	290	Pukk, kult
Frostdybde	mm	970		970		970	
Frostsikringslag	mm	0	Samfengt T2 drenert	0	Samfengt T2 drenert	0	Samfengt T2 drenert
Tykkelse	mm	490		490		490	
Maks tykkelse	mm	1800		1800		1800	

Tabell 25 Molde: Analyse av dimensjonering med N200.

Molde - N200 Analyse

	Enhet	n=2	n=2 (10)	n=5	n=5 (10)	n=10	n=20	n=20 (10)	n=50	n=50 (10)	n=100	n=100 (10)
Rutting per år	mm/år	NA	0,39	0,54	0,39	0,38	0,32	0,56	0,27	0,39	0,25	0,39
Rutting SUM	mm	2,91	6,18	4,55	6,18	5,97	8,78	5,97	16,38	5,92	28,67	5,88
Piggdekkslitasje	mm	0,49	2,88	1,94	2,88	2,88	4,76	2,88	10,41	2,88	19,81	2,88
Def. Slitelag	mm	0,03	0,07	0,05	0,07	0,18	0,28	0,2	0,51	0,22	0,84	0,23
Def. Bindlag	mm	NA	NA	0,85	1,21	0,46	0,78	0,55	1,47	0,64	2,33	0,,64
Def. Bærelag	mm	0,52	1,21	0,76	0,95	1,05	1,51	1,07	2,56	1,11	4,15	1,15
Def. Forsterkningslag	mm	0,56	0,95	0,12	0,14	0,53	0,53	0,45	0,52	0,36	0,57	0,33
Def. Frostsikringslag	mm	0,1	0,14	NA	NA	0,07	0,05	0,04	NA	NA	NA	NA
Def. Undergrunn	mm	0,75	0,98	0,87	0,98	0,83	0,91	0,81	0,95	0,72	1,01	0,67
Vertik. trykktøyning mot undergrunn												
	µm/m	769,7		769,37		714,37	719,28		680,04		644,77	
Maksimalt telehiv	mm	0		0		0	0		0		0	
Maksimal frost dybde	mm	0,83		0,83		0,83	0,83		0,84		0,84	

Tabell 26 Molde: Analyse av dimensjonering med ERAPave PP.

Molde - ERAPave PP Analyse

	Enhet	n=2	n=2 (10)	n=5	n=5 (10)	n=10	n=20	n=20 (10)	n=50	n=50 (10)	n=100	n=100 (10)
Rutting per år	mm/år	NA	0,58	0,77	0,55	0,55	0,41	0,53	0,31	0,51	0,28	0,5
Rutting SUM	mm	5,17	10,05	7,24	9,55	9,35	12,39	8,91	20,44	8,49	33,46	8,31
Piggdekkslitasje	mm	0,98	2,88	1,94	2,88	2,88	4,76	2,88	10,41	2,88	19,81	2,88
Def. Slitelag	mm	0,01	0,03	0,02	0,03	0,05	0,09	0,06	0,17	0,07	0,28	0,08
Def. Bindlag	mm	NA	NA	NA	NA	0,41	0,59	0,41	0,98	0,43	1,56	0,43
Def. Bærelag	mm	0,52	1,22	0,4	1,21	1,15	1,7	1,2	2,98	1,3	4,85	1,34
Def. Forsterkningslag	mm	0,55	0,93	0,74	0,93	0,57	0,6	0,49	0,58	0,37	0,63	0,32
Def. Frostsikringslag	mm	NA	NA	NA	NA		NA	NA	NA	NA	NA	NA
Def. Undergrunn	mm	3,14	5,05	3,73	4,55	4,37	4,78	3,94	5,53	3,53	6,57	3,34
Vertik. trykktøyning mot undergrunn												
	µm/m	2471,3		2316,8		2491,19	2421,2		2462,21		2485,83	
Maksimalt telehiv	mm	0				24,95	23,89		0		23,87	
Maksimal frost dybde	mm	0,83				0,59	0,59		0,84		0,59	

Tabell 27 Hjerinn: Dimensjonering med N200, del I.

Hjerinn - N200

Lag	Enhet	n=2		n=5		n=10	
Slitelag	mm	30	Ska11 70/100	30	Ska11 70/100	40	Ska16 70/100
Bindlag	mm						
Bærelag	mm	100	Ag 16 160/220	100	Ag 16 160/220	110	Ag 16 160/220
Bærelagsindeks		39		39		45	
Bærelagsindeks min		39		39		45	
Forsterkningslag	mm	400	Pukk, kult	400	Pukk, kult	400	Pukk, kult
Frostsikringslag	mm	1270	Samfengt T2 drenert	1270	Samfengt T2 drenert	1250	Samfengt T2 drenert
Tykkelse	mm	1800		1800		1800	
Maks tykkelse	mm	1800		1800		1800	

Tabell 28 Hjerinn: Dimensjonering med ERAPave PP, del I.

Hjerinn - ERAPave PP

Lag	Enhet	n=2		n=5		n=10	
Slitelag	mm	30	Ska11 70/100	30	Ska11 70/100	30	Ska11 70/100
Bindlag	mm						
Bærelag	mm	100	Ag 16 160/220	100	Ag 16 160/220	110	Ag 16 160/220
Bærelagsindeks		39		39		45	
Bærelagsindeks min		39		39		45	
Forsterkningslag	mm	400	Pukk, kult	400	Pukk, kult	400	Pukk, kult
Frostsikringslag	mm	1270	Samfengt T2 drenert	1270	Samfengt T2 drenert	1030	Samfengt T2 drenert
Tykkelse	mm	1800		1800		1800	
Maks tykkelse	mm	1800		1800		1800	

Tabell 29 Hjerinn: Dimensjonering med N200, del II.

Hjerinn - N200

Lag	Enhet	n=20		n=50		n=100	
Slitelag	mm	40	Ska16 70/100	40	Ska16 70/100	40	Ska16 70/100
Bindlag	mm	35	Agb11 160/220	40	Agb11 160/220	40	Agb11 160/220
Bærelag	mm	110	Ag 16 160/220	130	Ag 16 160/220	140	Ag 16 160/220
Bærelagsindeks		55,5		63		66	
Bærelagsindeks min		54		62		65	
Forsterkningslag	mm	600	Pukk, kult	700	Pukk, kult	800	Pukk, kult
Frostsikringslag	mm	1015	Samfengt T2 drenert	890	Samfengt T2 drenert	780	Samfengt T2 drenert
Tykkelse	mm	1800		1800		1800	
Maks tykkelse	mm	1800		1800		1800	

Tabell 30 Hjerinn: Dimensjonering med ERAPave PP, del II.

Hjerinn - ERAPave PP

Lag	Enhet	n=20		n=50		n=100	
Slitelag	mm	30	Ska11 70/100	30	Ska11 70/100	30	Ska11 70/100
Bindlag	mm	30	Agb11 160/220	30	Agb11 160/220	30	Agb11 160/220
Bærelag	mm	110	Ag 16 160/220	130	Ag 16 160/220	140	Ag 16 160/220
Bærelagsindeks		55,5		57		60	
Bærelagsindeks min		54		62		65	
Forsterkningslag	mm	600	Pukk, kult	700	Pukk, kult	800	Pukk, kult
Frostsikringslag	mm	1030	Samfengt T2 drenert	910	Samfengt T2 drenert	800	Samfengt T2 drenert
Tykkelse	mm	1800		1800		1800	
Maks tykkelse	mm	1800		1800		1800	

Tabell 31 Hjerlann: Analyse av dimensjonering med N200.

Hjerlann - N200 Analyse

	Enhet	n=2	n=2 (10)	n=5	n=5 (10)	n=10	n=20	n=20 (10)	n=50	n=50 (10)	n=100	n=100 (10)
Rutting per år	mm/år	NA	0,33	0,46	0,33	0,29	0,23	0,3	0,18	0,3	0,16	0,31
Rutting SUM	mm	2,37	5,07	3,74	5,07	4,51	6,44	4,56	11,25	4,56	18,38	4,55
Piggdekkslitasje	mm	0,44	1,66	1,08	1,66	1,34	2,17	1,34	4,69	1,34	8,87	1,34
Def. Slitelag	mm	0,03	0,08	0,06	0,08	0,21	0,39	0,28	0,71	0,31	1,15	0,32
Def. Bindlag	mm	NA	NA	NA	NA	NA	0,9	0,64	1,7	0,74	2,71	0,75
Def. Bærelag	mm	0,61	1,43	1	1,43	1,46	1,77	1,25	3	1,31	4,87	1,35
Def. Forsterkningslag	mm	0,67	1,15	0,91	1,15	0,81	0,66	0,55	0,62	0,51	0,68	0,38
Def. Frostsikringslag	mm	0,3	0,39	0,34	0,39	0,32	0,17	0,16	0,14	0,11	0,12	0,09
Def. Undergrunn	mm	0,35	0,41	0,38	0,41	0,4	0,41	0,38	0,43	0,36	0,47	0,35
Vertik. trykktøyning mot undergrunn												
	µm/m	320,51		320,51		318,9	312,84		310,15		307,65	
Maksimalt telehiv	mm	63,4		63,41		63,4	63,4		63,4		63,4	
Maksimal frost dybde	mm	2,51		2,52		2,51	2,51		2,51		2,51	

Tabell 32 Hjerkin: Analyse av dimensjonering med ERAPave PP.

Hjerkin - ERAPave PP Analyse

	Enhet	n=2	n=2 (10)	n=5	n=5 (10)	n=10	n=20	n=20 (10)	n=50	n=50 (10)	n=100	n=100 (10)
Rutting per år	mm/år	NA	0,33	0,46	0,33	0,32	0,25	0,33	0,2	0,33	0,19	0,33
Rutting SUM	mm	2,37	5,07	3,74	5,07	5,01	7,04	4,87	12,61	4,81	21,57	4,76
Piggdekkslitasje	mm	0,44	1,66	1,08	1,66	1,66	2,82	1,66	6,29	1,66	12,09	1,66
Def. Slitelag	mm	0,03	0,08	0,06	0,08	0,09	0,19	0,13	0,35	0,15	0,59	0,16
Def. Bindlag	mm	NA	NA	NA	NA	NA	0,77	0,54	1,28	0,56	2,04	0,56
Def. Bærelag	mm	0,61	1,43	1	1,43	1,49	1,91	1,35	3,34	1,45	5,43	1,5
Def. Forsterkningslag	mm	0,67	1,15	0,91	1,15	0,94	0,79	0,65	0,78	0,51	0,86	0,46
Def. Frostsikringslag	mm	0,3	0,39	0,34	0,39	0,33	0,19	0,18	0,15	0,13	0,13	0,1
Def. Undergrunn	mm	0,35	0,41	0,38	0,41	0,53	0,42	0,39	0,45	0,37	0,49	0,36
Vertik. trykktøyning mot undergrunn												
	µm/m	320,51		320,51		412,58	314,39		311,74		309,19	
Maksimalt telehiv	mm	63,4		63,41		74,11	63,41		63,41		63,42	
Maksimal frost dybde	mm	2,51		2,52		2,4	2,52		2,52		2,52	

Tabell 33 Melhus: Dimensjonering med N200, del I.

Melhus - N200

Lag	Enhet	n=2		n=5		n=10	
Slitelag	mm	35	Ska 11 70/100	40	Ska 16 70/100	40	Ska 16 70/100
Bindlag	mm			30	Ab11 70/100	40	Ab11 70/100
Ø Bærelag	mm	120	Ag 16 160/220	100	Ag 16 160/220	130	Ag 16 160/220
Bærelagsindeks		46,5		51		63	
Bærelagsindeks min		45		50		62	
Forsterkningslag	mm	400	Pukk, kult	500	Pukk, kult	700	Pukk, kult
Tykkelse	mm	555		670		910	
Maks tykkelse	mm	2400		2400		2400	

Tabell 34 Melhus: Dimensjonering med ERAPave PP, del I.

Melhus - ERAPave PP

Lag	Enhet	n=20		n=50		n=100	
Slitelag	mm	30	Ska 11 70/100	30	Ska 11 70/100	30	Ska 11 70/100
Bindlag	mm			30	Ab11 70/100	30	Ab11 70/100
Ø Bærelag	mm	100	Ag 16 160/220	90	Ag 16 160/220	100	Ag 16 160/220
Bærelagsindeks		39		45		48	
Bærelagsindeks min		45		50		62	
Forsterkningslag	mm	360	Pukk, kult	330	Pukk, kult	330	Pukk, kult
Tykkelse	mm	490		480		490	
Maks tykkelse	mm	2400		2400		2400	

Tabell 35 Melhus: Dimensjonering med N200, del II.

Melhus - N200

Lag	Enhet	n=20		n=50		n=100	
Slitelag	mm	40	Ska 16 70/100	40	Ska 16 70/100	40	Ska 16 70/100
Bindlag	mm	40	Ab11 70/100	40	Ab11 70/100	40	Ab11 70/100
Ø Bærelag	mm	140	Ag 16 160/220	140	Ag 16 160/220	140	Ag 16 160/220
Bærelagsindeks		66		66		66	
Bærelagsindeks min		65		65		65	
Forsterkningslag	mm	800	Pukk, kult	800	Pukk, kult	800	Pukk, kult
Tykkelse	mm	1020		1020		1020	
Maks tykkelse	mm	2400		2400		2400	

Tabell 36 Melhus: Dimensjonering med ERAPave PP, del II.

Melhus - ERAPave PP

Lag	Enhet	n=20		n=50		n=100	
Slitelag	mm	30	Ska 11 70/100	30	Ska 11 70/100	30	Ska 11 70/100
Bindlag	mm	30	Ab11 70/100	30	Ab11 70/100	30	Ab11 70/100
Ø Bærelag	mm	100	Ag 16 160/220	100	Ag 16 160/220	100	Ag 16 160/220
Bærelagsindeks		48		48		48	
Bærelagsindeks min		65		65		65	
Forsterkningslag	mm	330	Pukk, kult	330	Pukk, kult	330	Pukk, kult
Tykkelse	mm	490		490		490	
Maks tykkelse	mm	2400		2400		2400	

Tabell 37 Melhus: Analyse av dimensjonering med N200.

Melhus - N200 Analyse

	Enhet	n=2	n=2 (10)	n=5	n=5 (10)	n=10	n=20	n=20 (10)	n=50	n=50 (10)	n=100	n=100 (10)
Rutting per år	mm/år	NA	0,61	0,68	0,53	0,52	0,4	0,52	0,3	0,52	0,26	0,52
Rutting SUM	mm	5,3	10,28	6,56	8,82	8,18	11,55	8,18	19,39	8,18	31,44	8,18
Piggdekkslitasje	mm	0,7	1,68	0,93	1,36	1,36	2,21	1,36	4,78	1,36	9,06	1,36
Def. Slitelag	mm	0,15	0,36	0,49	0,71	0,98	1,39	0,98	2,25	0,98	3,55	0,98
Def. Bindlag	mm	Na	NA	0,56	0,8	1,18	1,67	1,18	2,71	1,18	4,27	1,18
Def. Bærelag	mm	1,65	3,88	2,19	3,13	3,52	4,97	3,52	8,07	3,52	12,71	3,52
Def. Forsterkningslag	mm	0,56	0,93	0,63	0,78	0,45	0,53	0,45	0,67	0,45	0,83	0,45
Def. Undergrunn	mm	2,24	3,42	1,76	2,06	0,72	0,8	0,72	0,94	0,72	1,09	0,72
Vertik. trykktøyning mot undergrunn												
	µm/m	1997,96		1428,03		824,91	665,89		665,89		665,89	
Maksimalt telehiv *	mm	51,1		43,28		29,57	24,12		24,12		24,12	
Maksimal frost dybde	mm	1,02		1,05		1,14	1,19		1,19		1,19	

*T2 ingen behov for frostsikring

Tabell 38 Melhus: Analyse av dimensjonering med ERAPave PP.

Melhus - ERAPave PP Analyse

	Enhet	n=2	n=2 (10)	n=5	n=5 (10)	n=10	n=20	n=20 (10)	n=50	n=50 (10)	n=100	n=100 (10)
Rutting per år	mm/år	NA	0,7	0,89	0,69	0,67	0,51	0,67	0,37	0,67	0,31	0,67
Rutting SUM	mm	6,4	12,13	8,87	11,81	11,39	15,55	15,55	24,99	15,55	39,04	15,55
Piggdekkslitasje	mm	0,7	1,68	1,09	1,68	1,67	2,87	2,87	6,42	2,87	12,35	2,87
Def. Slitelag	mm	0,074	0,17	0,15	0,21	0,24	0,34	0,24	0,55	0,24	0,87	0,24
Def. Bindlag	mm	NA	NA	0,48	0,6	0,7	0,99	0,7	1,61	0,7	2,54	0,7
Def. Bærelag	mm	1,48	3,48	2,21	3,16	3,34	4,72	3,34	7,67	3,34	12,07	3,34
Def. Forsterkningslag	mm	0,83	1,47	0,8	1	0,85	1,05	0,85	1,41	0,85	1,84	0,85
Def. Undergrunn	mm	3,31	5,33	4,141	5,07	4,58	5,58	4,58	7,33	4,58	9,38	4,58
Vertik. trykktøyning mot undergrunn												
	µm/m	2421,19		2496,96		2430,18	2430,18		2430,18		2430,18	
Maksimalt telehiv *	mm	55,81		56,62		55,8	55,8		55,8		55,8	
Maksimal frost dybde	mm	1,01		1,01		1,01	1,14		1,14		1,14	

*T2 ingen behov for frostsikring

Vedlegg C: LCA (Life cycle assessment)

De følgende tabeller viser resultater av LCAanalyser gjennomført ved bruk av VegLCA (5.14b).

Beregning av CO₂-eq baserer seg kun på materialproduksjon (A1 –A4).

Tabell 39 Drammen: LCA analyse av overbygninger dimensjonerte med N200.

Materialproduksjon (A1-A4)	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
Materiale	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq
Asfalt, Ab [tonn]	1 881	114,6	2 150	131,0	1 075	65,5	1 075	65,5	1 075	65,5	1 075	65,5
Asfalt, Ab m/PMB [tonn]					1 075	75,2	1 075	75,2	1 075	75,2	1 075	75,2
Bærelag (Ag) [m3]	1 075	110,7	1 398	143,9	1 398	143,9	1 505	155,0	1 505	155,0	1 505	155,0
Forsterkningslag (pukk) [m3]	26 542	661,0	25 418	633,0	25 418	633,0	25 110	625,4	25 110	625,4	25 110	625,4
Sum A4		886,4		908,0		917,6		921,0		921,0		921,0

Utbygging (A5)	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
	tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq	
Anleggsmaskiner: diesel	170,7		166,4		166,4		165,2		165,2		165,2	
Sum A5	170,7		166,4		166,4		165,2		165,2		165,2	

Drift og vedlikehold 20 år (B1-B6)	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
	tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq	
Anleggsmaskiner: diesel	3,5		9,0		17,5		35,1		87,7		185,3	
Asfalt	35,3		100,7		197,1		394,2		985,6		1 971,1	
Strøsalt	0,7		1,8		3,5		7,0		17,6		35,2	
Sum B1-B6	39,4		111,5		218,2		436,4		1 090,9		2 191,7	

Livsløpsfase	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
	tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq	
Materialproduksjon (A1-A4)	886,4		908,0		917,6		921,0		921,0		921,0	
Utbygging (A5)	170,7		166,4		166,4		165,2		165,2		165,2	
Drift og vedlikehold 20 år (B1-B6)	39,4		111,5		218,2		436,4		1 090,9		2 191,7	
Totalt for hele levetiden*	1 096,5		1 185,9		1 302,3		1 522,6		2 177,2		3 277,9	

Tabell 40 Drammen: LCA analyse av overbygninger dimensjonerte med ERAPave PP.

Materialproduksjon (A1-A4)	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
Materiale	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq
Asfalt, Ab [tonn]	806	49,1	806	49,1	1 613	98,2	1 613	98,2	806	49,1	806	49,1
Asfalt, Ab m/PMB [tonn]									806	56,4	806	56,4
Asfalt, Ska [tonn]	806	49,1	1 032	62,9								
Bærelag (Ag) [m3]	430	44,3	430	44,3	430	44,3	430	44,3	430	44,3	430	44,3
Forsterkningslag (pukk) [m3]	24 416	608,1	23 969	597,0	23 835	593,6	23 835	593,6	23 835	593,6	23 835	593,6
Sum A4		750,6		753,2		736,2		736,2		743,4		743,4

Utbygging (A5)	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
	tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq	
Anleggsmaskiner: diesel	153,5		151,4		150,0		150,0		150,0		150,0	
Sum A5	153,5		151,4		150,0		150,0		150,0		150,0	

Drift og vedlikehold 20 år (B1-B6)	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
	tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq	
Anleggsmaskiner: diesel	3,2		8,1		16,7		33,3		81,7		163,4	
Asfalt	19,1		50,6		151,1		302,2		739,2		1 478,3	
Strøsalt	0,7		1,8		3,5		7,0		17,6		35,2	
Sum B1-B6	23,0		60,5		171,3		342,6		838,5		1 677,0	

Livsløpsfase	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
	tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq	
Materialproduksjon (A1-A4)	750,6		753,2		736,2		736,2		743,4		743,4	
Utbygging (A5)	153,5		151,4		150,0		150,0		150,0		150,0	
Drift og vedlikehold 20 år (B1-B6)	23,0		60,5		171,3		342,6		838,5		1 677,0	
Totalt for hele levetiden*	927,1		965,0		1 057,5		1 228,8		1 731,9		2 570,4	

Tabell 41 Hjerlann: LCA analyse av overbygninger dimensjonerte med N200.

Materialproduksjon (A1-A4)	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
Materiale	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq
Asfalt, Agb [tonn]							394	21,6	450	24,7	450	24,7
Asfalt, Ska [tonn]	338	20,6	338	20,6	450	27,4	450	27,4	450	27,4	450	27,4
Bærelag (Ag) [m3]	1 800	185,4	1 800	185,4	1 800	185,4	2 700	278,1	3 150	324,5	3 600	370,8
Forsterkningslag (pukk) [m3]	10 174	253,4	10 174	253,4	10 009	249,3	9 353	232,9	9 078	226,1	8 983	223,7
Sum A4		459,4		459,4		462,1		560,1		602,7		646,7

Utbygging (A5)	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
	tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq	
Anleggsmaskiner: diesel	72,5		72,5		71,8		74,0		75,1		77,1	
Sum A5	72,5		72,5		71,8		74,0		75,1		77,1	

Drift og vedlikehold 20 år (B1-B6)	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
	tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq	
Anleggsmaskiner: diesel	2,6		6,5		13,2		27,3		68,4		136,9	
Asfalt	1,0		2,6		6,9		24,5		65,2		130,3	
Strøsalt	0,4		1,1		2,1		4,3		10,7		21,4	
Sum B1-B6	4,1		10,2		22,2		56,1		144,3		288,6	

Livsløpsfase	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
	tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq	
Materialproduksjon (A1-A4)	459,4		459,4		462,1		560,1		602,7		646,7	
Utbygging (A5)	72,5		72,5		71,8		74,0		75,1		77,1	
Drift og vedlikehold 20 år (B1-B6)	4,1		10,2		22,2		56,1		144,3		288,6	
Totalt for hele levetiden*	536,0		542,1		556,1		690,2		822,1		1 012,4	

Tabell 42 Hjerlann: LCA analyse av overbygninger dimensjonerte med ERAPave PP.

Materialproduksjon (A1-A4)	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
Materiale	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq
Asfalt, Agb [tonn]							338	21,6	338	21,6	338	18,6
Asfalt, Ska [tonn]	338	20,6	338	20,6	338	27,4	338	27,4	338	27,4	338	20,6
Bærelag (Ag) [m3]	1 800	185,4	1 800	185,4	1 800	185,4	2 700	278,1	3 150	278,1	3 600	370,8
Forsterkningslag (pukk) [m3]	10 174	253,4	10 174	253,4	10 009	249,3	9 353	232,9	9 222	232,9	9 120	227,1
Sum A4		459,4		459,4		462,1		560,1		560,1		637,1

Utbygging (A5)	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
	tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq	
Anleggsmaskiner: diesel	72,5		72,5		71,8		74,0		74,0		77,4	
Sum A5	72,5		72,5		71,8		74,0		74,0		77,4	

Drift og vedlikehold 20 år (B1-B6)	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
	tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq	
Anleggsmaskiner: diesel	2,6		6,5		13,2		27,3		68,4		136,9	
Asfalt	1,0		2,6		6,9		24,5		65,2		130,3	
Strøsalt	0,4		1,1		2,1		4,3		10,7		21,4	
Sum B1-B6	4,1		10,2		22,2		56,1		144,3		288,6	

Livsløpsfase	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
	tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq	
Materialproduksjon (A1-A4)	459,4		459,4		462,1		560,1		560,1		637,1	
Utbygging (A5)	72,5		72,5		71,8		74,0		74,0		77,4	
Drift og vedlikehold 20 år (B1-B6)	4,1		10,2		22,2		56,1		144,3		288,6	
Totalt for hele levetiden*	536,0		542,1		556,1		690,2		778,4		1 003,1	

Tabell 43 Molde: LCA analyse av overbygninger dimensjonerte med N200.

Materialproduksjon (A1-A4)	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
Materiale	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq
Asfalt, Agb [tonn]					338	18,6	394	21,6	450	24,7	450	24,7
Asfalt, Ab [tonn]	338	20,6	338	20,6	450	27,4	450	27,4	450	27,4	450	27,4
Bærelag (Ag) [m3]	1 800	185,4	1 800	185,4	2 250	231,8	2 700	278,1	3 600	370,8	3 690	380,1
Forsterkningslag (pukk) [m3]	4 310	107,3	4 310	107,3	4 110	102,4	4 124	102,7	4 560	113,6	4 699	117,0
Sum A4		313,3		313,3		380,1		429,9		536,5		549,2

Utbygging (A5)	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
	tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq	
Anleggsmaskiner: diesel	37,2		37,2		39,7		42,5		50,5		51,8	
Sum A5	37,2		37,2		39,7		42,5		50,5		51,8	

Drift og vedlikehold 20 år (B1-B6)	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
	tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq	
Anleggsmaskiner: diesel	2,2		5,6		11,6		23,4		58,8		117,5	
Asfalt	0,9		2,2		10,7		23,1		61,8		123,6	
Strøsalt	0,4		1,1		2,1		4,3		10,7		21,4	
Sum B1-B6	3,5		8,9		24,5		50,8		131,3		262,5	

Livsløpsfase	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
	tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq	
Materialproduksjon (A1-A4)	313,3		313,3		380,1		429,9		536,5		549,2	
Utbygging (A5)	37,2		37,2		39,7		42,5		50,5		51,8	
Drift og vedlikehold 20 år (B1-B6)	3,5		8,9		24,5		50,8		131,3		262,5	
Totalt for hele levetiden*	354,1		359,4		444,3		523,1		718,2		863,6	

Tabell 44 Molde: LCA analyse av overbygninger dimensjonerte med ERAPave PP.

Materialproduksjon (A1-A4)	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
Materiale	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq
Asfalt, Agb [tonn]					338	18,6	338	18,6	338	18,6	338	18,6
Asfalt, Ab [tonn]	338	20,6	338	20,6	338	20,6	338	20,6	338	20,6	338	20,6
Bærelag (Ag) [m3]	1 575	162,2	1 665	171,5	1 440	148,3	1 440	148,3	1 350	139,1	1 305	134,4
Forsterkningslag (pukk) [m3]	1 759	43,8	1 870	46,6	1 594	39,7	1 594	39,7	1 485	37,0	1 431	35,6
Sum A4		226,6		238,7		227,2		227,2		215,2		209,2

Utbygging (A5)	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
	tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq	
Anleggsmaskiner: diesel	20,5		21,7		19,6		19,6		18,4		17,8	
Sum A5	20,5		21,7		19,6		19,6		18,4		17,8	

Drift og vedlikehold 20 år (B1-B6)	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
	tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq	
Anleggsmaskiner: diesel	2,2		5,6		11,6		23,2		57,9		115,8	
Asfalt	0,9		2,2		9,3		18,6		46,4		92,8	
Strøsalt	0,4		1,1		2,1		4,3		10,7		21,4	
Sum B1-B6	3,5		8,9		23,0		46,0		115,0		230,1	

Livsløpsfase	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
	tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq	
Materialproduksjon (A1-A4)	226,6		238,7		227,2		227,2		215,2		209,2	
Utbygging (A5)	20,5		21,7		19,6		19,6		18,4		17,8	
Drift og vedlikehold 20 år (B1-B6)	3,5		8,9		23,0		46,0		115,0		230,1	
Totalt for hele levetiden*	250,7		269,3		269,8		292,8		348,6		457,1	

Tabell 45 Melhus: LCA analyse av overbygninger dimensjonerte med N200.

Materialproduksjon (A1-A4)	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
Materiale	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq
Asfalt, Ab [tonn]			806	65,5	1 075	65,5	1 075	65,5	1 075	65,5	1 075	65,5
Asfalt, Ska [tonn]	941	57,3	1 075	49,1	1 075	65,5	1 075	65,5	1 075	65,5	1 075	65,5
Bærelag (Ag) [m3]	1 290	132,9	1 075	110,7	1 398	144,0	1 505	155,0	1 505	155,0	1 505	155,0
Forsterkningslag (pukk) [m3]	4 540	113,1	5 750	143,2	8 260	205,7	9 560	238,1	9 560	238,1	9 560	238,1
Sum A4		303,3		368,5		480,7		524,1		524,1		524,1

Utbygging (A5)	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
	tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq	
Anleggsmaskiner: diesel	37,1		45,4		63,0		71,5		71,5		71,5	
Sum A5	37,1		45,4		63,0		71,5		71,5		71,5	

Drift og vedlikehold 20 år (B1-B6)	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
	tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq	
Anleggsmaskiner: diesel	2,9		8,3		16,9		33,9		84,6		169,3	
Asfalt	4,7		37,3		81,2		162,4		405,9		811,8	
Strøsalt	0,8		2,1		4,2		8,5		21,1		42,3	
Sum B1-B6	8,4		47,6		102,3		204,7		511,6		1 023,3	

Livsløpsfase	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
	tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq	
Materialproduksjon (A1-A4)	303,3		368,5		480,7		524,1		524,1		524,1	
Utbygging (A5)	37,1		45,4		63,0		71,5		71,5		71,5	
Drift og vedlikehold 20 år (B1-B6)	8,4		47,6		102,3		204,7		511,6		1 023,3	
Totalt for hele levetiden*	348,8		461,6		646,1		800,3		1 107,2		1 618,9	

Tabell 46 Melhus: LCA analyse av overbygninger dimensjonerte med ERAPave PP.

Materialproduksjon (A1-A4)	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
Materiale	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq	Mengder	tonn CO2-eq
Asfalt, Ab [tonn]			806	49,1	806	49,1	806	49,1	806	49,1	806	49,1
Asfalt, Ska [tonn]	806	49,1	806	49,1	806	49,1	806	49,1	806	49,1	806	49,1
Bærelag (Ag) [m3]	1 075	110,7	968	99,7	1 075	110,7	1 075	110,7	1 075	110,7	1 075	110,7
Forsterkningslag (pukk) [m3]	4 064	101,2	3 711	92,4	3 711	92,4	3 711	92,4	3 711	92,4	3 711	92,4
Sum A4		261,0		290,3		301,4		301,4		301,4		301,4

Utbygging (A5)	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
	tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq	
Anleggsmaskiner: diesel	37,1		31,9		32,5		32,5		32,5		32,5	
Sum A5	37,1		31,9		32,5		32,5		32,5		32,5	

Drift og vedlikehold 20 år (B1-B6)	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
	tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq	
Anleggsmaskiner: diesel	2,9		8,0		16,0		31,9		79,8		159,6	
Asfalt	4,0		30,4		60,9		121,7		304,3		608,6	
Strøsalt	0,8		2,1		4,2		8,5		21,1		42,3	
Sum B1-B6	7,7		40,5		81,1		162,1		405,3		810,5	

Livsløpsfase	n=2		n=5		n=10		n=20		n=50		n=100	
	tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq		tonn CO2-eq	
Materialproduksjon (A1-A4)	261,0		290,3		301,4		301,4		301,4		301,4	
Utbygging (A5)	37,1		31,9		32,5		32,5		32,5		32,5	
Drift og vedlikehold 20 år (B1-B6)	7,7		40,5		81,1		162,1		405,3		810,5	
Totalt for hele levetiden*	305,8		362,7		414,9		495,9		739,1		1 144,4	



Statens vegvesen
Pb. 1010 Nordre Ål
2605 Lillehammer

Tlf: (+47) 22 07 30 00

firmapost@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

Tryggere, enklere og grønnere reisehverdag