



Statens vegvesen

Hvordan kan vi få brukt mer kortreist stein i vegbygging?

09.12.2020



Marit Fladvad, Statens vegvesen Vegdirektoratet



Statens vegvesen

Mine tema i dag

- Steinmaterialer er en ressurs
– også overskuddsmaterialer
- Rammebetingelser for anleggsdrift
- Muligheter for bedre masseutnyttelse på veganlegg – hva kan vi få til innenfor dagens krav til vegbyggingsmaterialer?
- Muligheter for kvalitetsforbedring i en enkel produksjonsprosess med ett knusetrinn





Etterspørselen etter byggeråstoff er økende

Den globale etterspørselen etter steinmaterialer som byggeråstoff er økende:

2017 45 milliarder tonn
2025 66 milliarder tonn

En forventet økning på 47 % over 8 år (Silva et al. , 2019)

Samme trend også i Norge:

2009 65 millioner tonn (Neeb et al., 2010)
2019 98 millioner tonn (Dirmin, 2020)

En økning på 51 % over 10 år



Hvorfor er steinen så viktig?

Tre viktige byggematerialer i anleggsdriften

PUKK OG GRUS

100 % stein

ASFALT

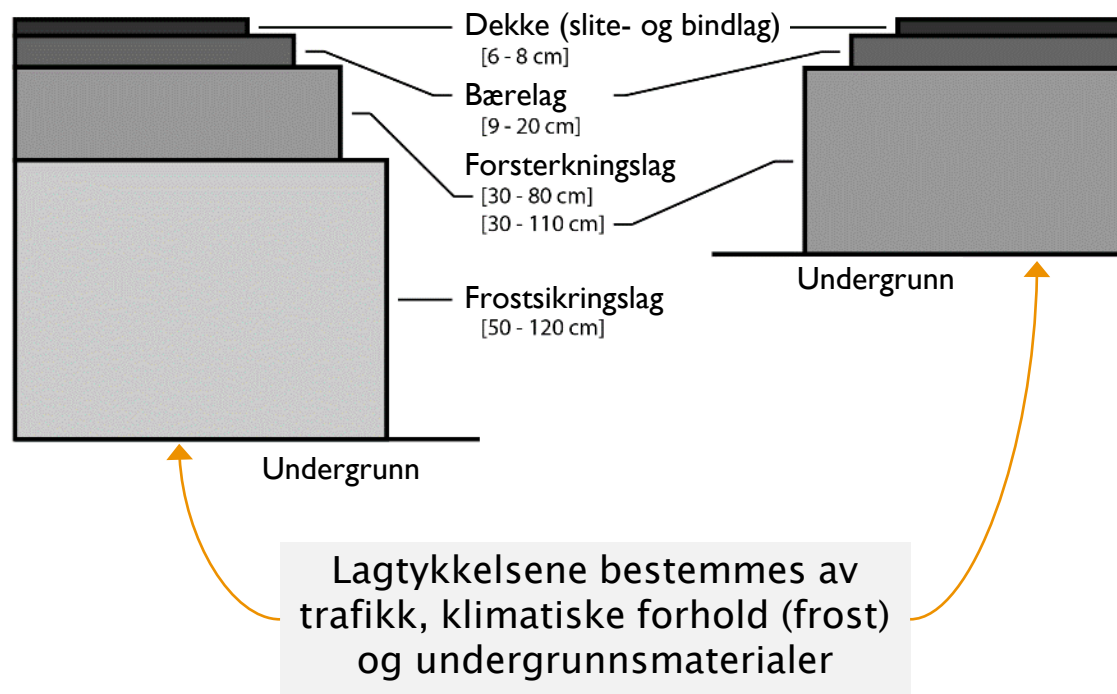
95 % stein

BETONG

70 % stein



Vegkonstruksjoner



Kjennetegn for en typisk norsk vegkonstruksjon:

- Forholdsvis tynne asfaltdekker
- Massive ubundne lag med store steinstørrelser (pukk og kult)
- Størst volum går med i forsterkningslag og frostsikringslag

Vi har et empirisk dimensjoneringsystem som vanskeliggjør tilpasning til nye materialer og endringer i trafikk og klima

Ressursutnyttelse

Steinmaterialer er en ikke-fornybar ressurs

- Vi har ikke overflod av høykvalitetsmasser

Materialene vi tar ut på anlegg må utnyttes slik at det blir best mulig massebalanse

Bruk av materialer som aldri har vært brukt før er bruk, ikke gjenbruk

- Overskuddsmasser trenger verken å bli gjenvunnet eller resirkulert – de må bare brukes!

Steinmaterialene må aldri bli definert som avfall





Statens vegvesen

Kvalitet er grunnlaget for lang levetid

Den mest ressursvennlige vegkonstruksjonen er den som har lang levetid og krever lite vedlikehold

Eksterne faktorer som har innvirkning:

- Vær og klima er i endring
- Trafikken øker
- Tungtransporten blir tyngre

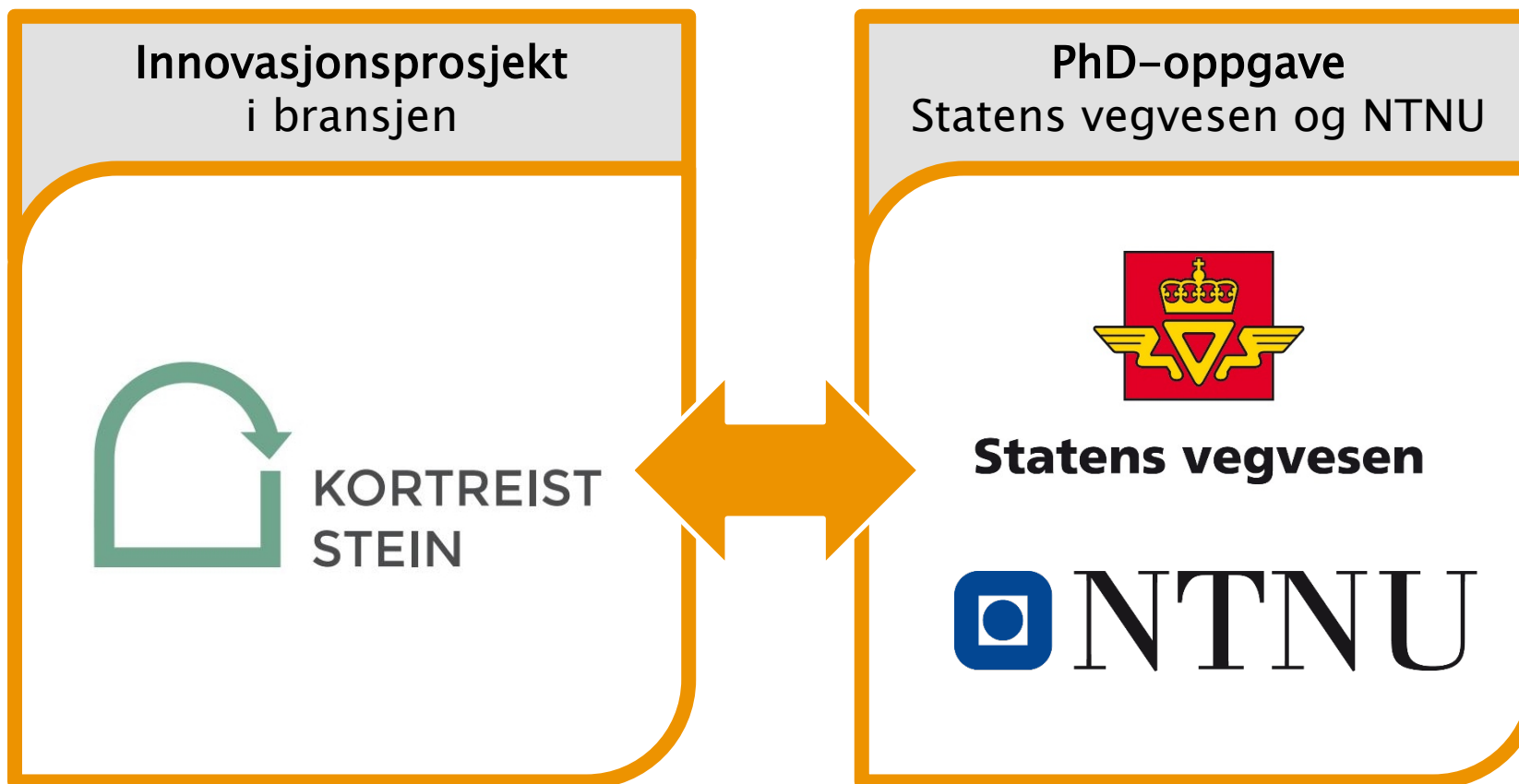
Robuste og varige vegkonstruksjoner er minst like viktig som før





Statens vegvesen

To sider av Kortreist stein:





Statens vegvesen

Bakgrunnen for Kortreist stein

For mye overskuddsmasser fra tunneler og vegskjæringer blir enten:

- Lagt på deponi uten å komme til nytte
- Brukt til fylling av utbyggingsområder av ulike slag

Overskuddsmasser er for dårlig håndtert i planleggingsfasen.

Vi har et potensiale for bedre utnyttelse av overskuddsmasser fra infrastrukturprosjekter

Fire hovedområder for prosjektet:

- 1 – Planprosesser og ressursforvaltning
- 2 – Kontrakter, incentiver og forretningsmodeller
- 3 – Produksjon og anvendelse
- 4 – Miljø og energibruk





Statens vegvesen

Partnere i Kortreist stein

Entreprenør

- Veidekke Entreprenør AS
- Veidekke Industri AS

Konsulentselskaper

- Multiconsult ASA
- Asplan Viak AS

Maskinprodusent

- Metso Norway AS

Byggherrer

- Statens Vegvesen
- Bane NOR

Forskningsinstitusjoner

- Norges geologiske undersøkelse
- SINTEF
- NTNU

Lokale myndigheter

- Hordaland fylkeskommune
- Bergen kommune



Resultatene fra prosjektet er samlet på kortreiststein.no





Resultater fra Kortreist stein

God og tidlig planlegging er essensielt

- Med god kartlegging kan man utarbeide prognoser for hvilke bergmasser man vil treffe på, hvilken kvalitet massene har og dermed hva de kan brukes til.
- Så tidlig som mulig i planfasen settes av tilstrekkelig areal til sortering, produksjon og mellomlagring av masser
- Anbefaler at planmyndighetene bruker plan- og bygningsloven mer aktivt ved at det settes krav til utnyttelse av kvalitetsmessig god overskuddsstein.

Framtidens kontrakter bør utarbeides på en slik måte at de inkluderer entreprenører og rådgivere i tidlig fase, helst allerede på reguleringsplanstadiet

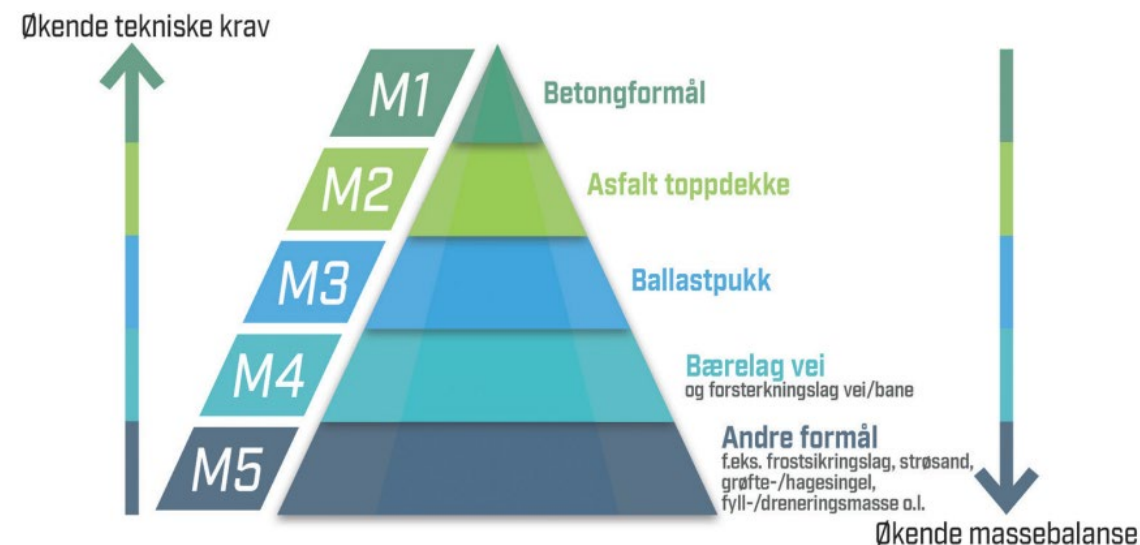
- Identifisere risikoen knyttet til bruk av lokale materialer og avklare hvem som eier denne risikoen og kostnaden



Resultater fra Kortreist stein

Kvalitet på lokale masser avgjør hva de kan brukes til. Produksjons- og knuseprosess kan optimaliseres for å tilfredsstille kvalitetskrav

- Bedre utnyttelse av kvalitetsstein krever helhetlig produksjonsstrategi
- Frostsikrings- og forsterkningslagene utgjør ofte 90% av vegvolumet, og det er i disse lagene det trengs mest stein
- Knusemetoden påvirker kvaliteten på tilslagsmaterialet på en måte som tradisjonelle metoder for evaluering av kvalitet ikke fanger opp





Statens vegvesen

Tema for PhD-studiet

1. Grove steinmaterialer – undersøkelse av internasjonal praksis for bruk, standarder og testmetoder
2. Nedbrytning av vegkonstruksjoner i full skala – undersøkelse av hvordan gradering (størrelsesfordeling) og fuktinnhold innvirker på nedbrytning under realistisk trafikklast
Tunnelmasser fra E39 Svevatjørn – Rådal brukt i forsterkningslag
3. Fullskala knusetest – undersøkelse av sammenhengen mellom produksjonsmetode og materialkvalitet
Fokusert på produksjon med mobilt knuseutstyr på anlegg

Optimal utilisation of unbound crushed aggregates for road construction

PhD defence 22.10.2020

Marit Fladvad



[Link til avhandling](#)

Del 1: Grove steinmaterialer

Undersøkelser av bruk og dokumentasjon av grove steinmaterialer:

- Bruken av grove steinmaterialer er uvanlig utenfor de nordiske landene
 - bruken av åpne graderinger i forsterkningslag er særnorsk
- God tilgang på steinmaterialer og tjukke vegkonstruksjoner pga. behov for frostsikring fremmer bruken av grove steinmaterialer
- Vi har behov for tilpassede dokumentasjonsmetoder fordi de grove steinmaterialene (> 90 mm) faller utenfor de europeiske standardene for tilslag (NS-EN 13242, NS-EN 13285)





Statens vegvesen

Norsk standard for grove steinmaterialer

NS 3468 Grove steinmaterialer til bruk i bygge- og anleggsarbeid – Spesifikasjon

- Utgitt i 2019
- Dekker steinmaterialer med $D > 90$ mm som ikke dekkes av de europeiske standardene
- Angir et system for beskrivelse, klassifisering og dokumentasjon – inkludert beskrivelse av tilpassede testmetoder
- Introduserer et skille mellom siktbare og ikke siktbare materialer

Et viktig hjelpemiddel for både produsent og kunde



Del 2: Akselerert nedbrytning av vegkonstruksjoner i full skala

Et empirisk dimensjoneringsystem er lite fleksibelt når de ytre forholdene endrer seg

For å utvikle et analytisk dimensjoneringsystem er vi avhengig av å kunne tilpasse beregningsmetoder for nedbrytning til norske materialer og ytre forhold.

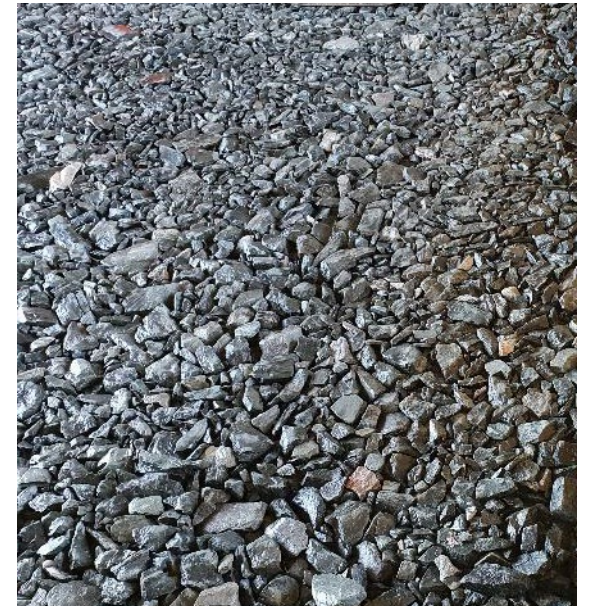
Derfor satte vi i gang en akselerert test for å kunne analysere nedbrytning av norske vegkonstruksjoner under kontrollerte forhold:

- Sammenligning av to ulike forsterkningslagsmaterialer
- Sammenligning under tre ulike grunnvannsforhold

Velgradert 0/90 mm



Åpent gradert 22/90 mm





Analysér av akselerert test

De oppbygde vegkonstruksjonene ble utsatt for belastninger som tilsvarer 20 års trafikk i løpet av ca ett år

Mens testen gikk målte vi

- Vanninnhold
- Spenning
- Tøyning
- Permanente deformasjoner
- Sporutvikling på overflaten

Etterpå ble målingene brukt til å modellere nedbrytningen av konstruksjonene

Slik modellering kan i neste omgang brukes i dimensjonering av nye vegkonstruksjoner



Statens vegvesen

FoU-program VegDim

Mål: Nytt digitalt dimensjoneringsystem og analyseverktøy for veger i 2023

Partnere:  TRAFIKVERKET   NTNU  VIANOVA

Prosjektperiode: 2018–2022

Nettside: [VegDim](https://vegdim.no)





Statens vegvesen

Konklusjoner fra akselerert testing

Vegkonstruksjonen med åpent gradert forsterkningslag blir mindre påvirket av endringer i fuktforhold enn konstruksjonen med velgradert forsterkningslag

Begge materialene viste tilfredsstillende egenskaper under testing med realistiske trafikklaste

Forskjellene i grunnvannsforhold hadde større påvirkning på nedbrytningen enn forskjellene i gradering

Det velgraderte materialet passer bedre til eksisterende modeller



Del 3: Fullskala knusetest

Ved produksjon av steinmaterialer på anlegg er det vanlig med en enkel mobil knuseprosess med ett knusetrinn

- Men hvilken kvalitet kan vi forvente av en slik enkel produksjonsprosess?

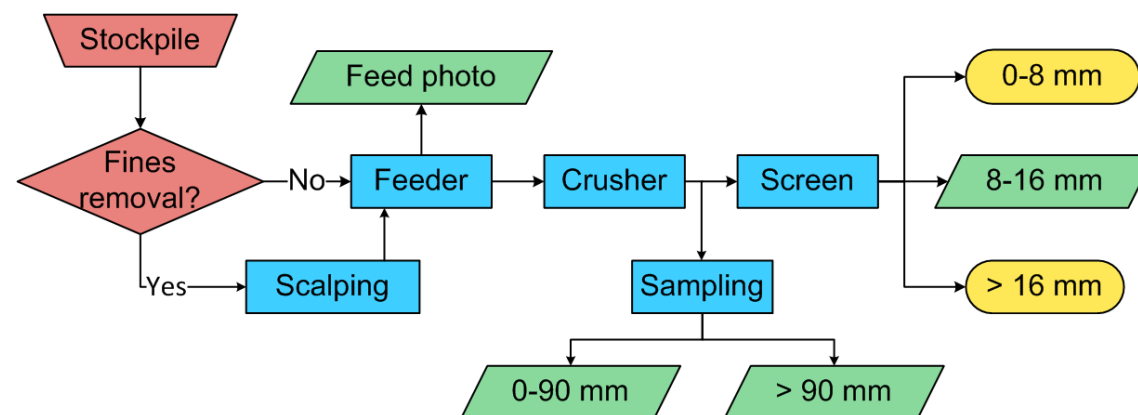
Metode: Parameterstudie med en kjeftknuser og ett steinmateriale

- Hvor mye variasjon i produktkvalitet kan vi skape?

Varierte

- øvre og nedre siktstørrelse på inngangsmaterialet
- mating
- knuseråpning
- Knuserhastighet

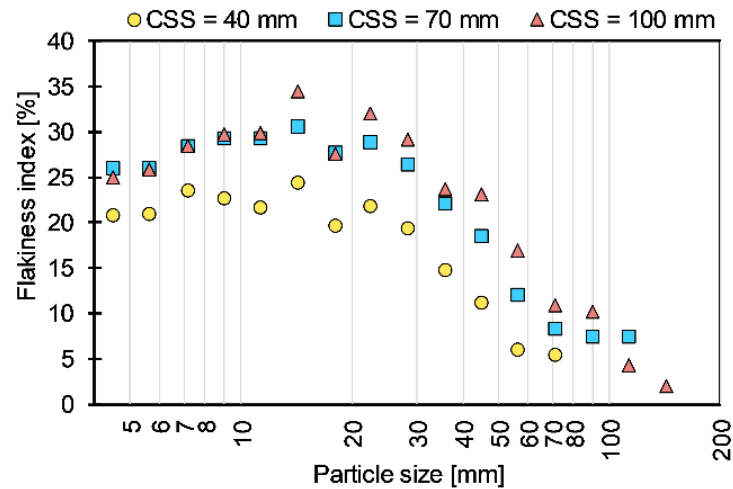
Målte kvalitet i form av gradering, kornform og mekaniske egenskper



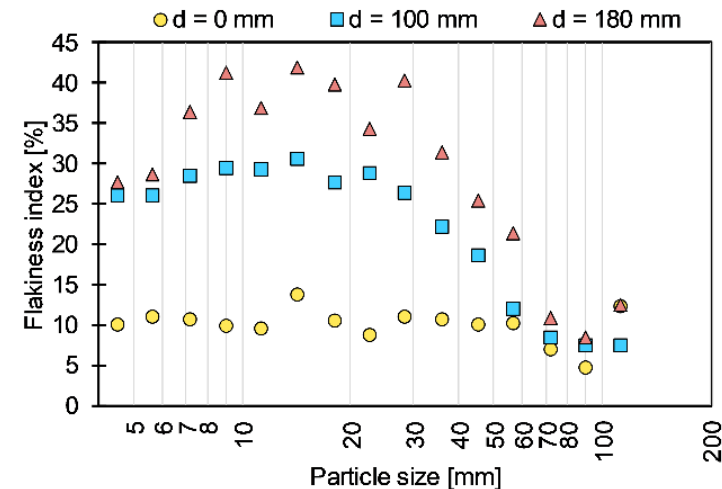


Knusingens innvirkning på kornform

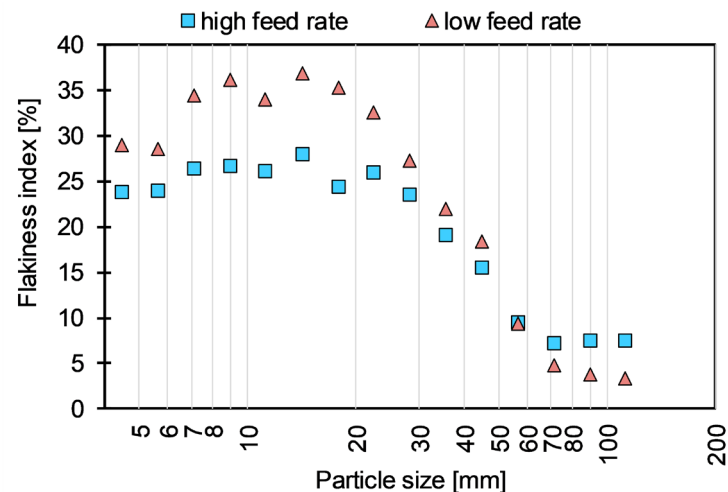
Knuseråpning



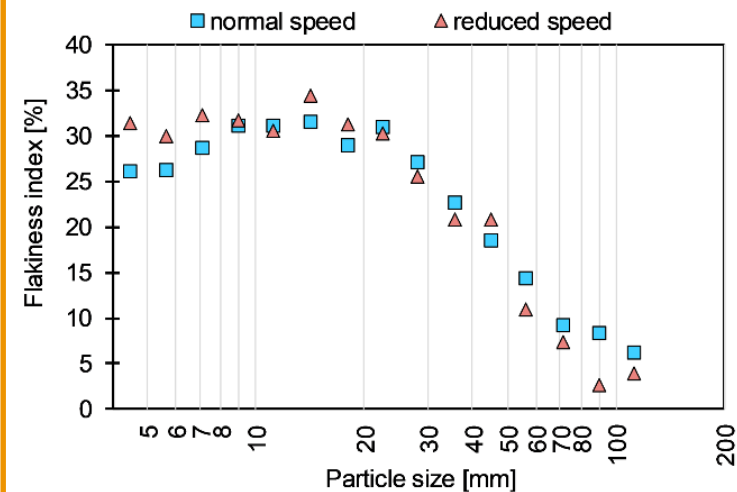
Nedre
siktstørrelse



Mating



Knuserhastighet





Knusingens innvirkning på mekaniske egenskaper

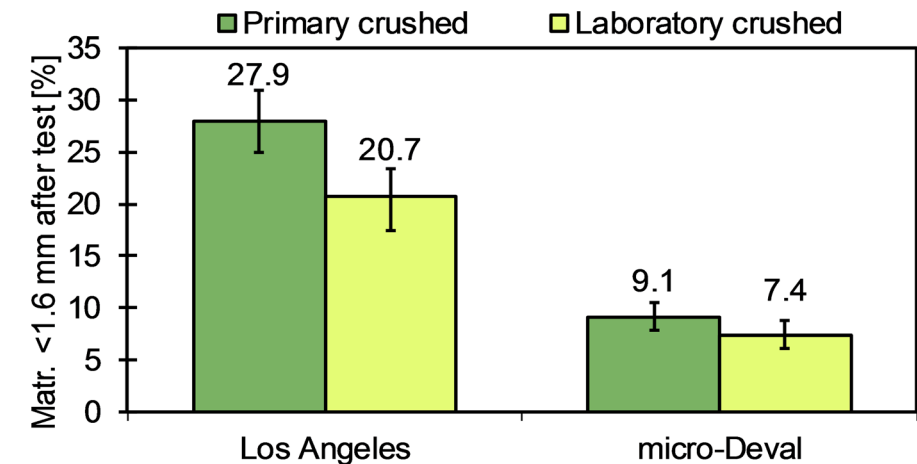
To standardtester for mekaniske egenskaper:

- Motstand mot nedknusing (Los Angeles)
- Motstand mot slitasje (micro-Deval)

To testfraksjoner ble siktet ut fra hvert produktmateriale

- 10–14 mm siktet direkte fra produktet
- 63–90 mm som ble laboratorieknust for å få 10–14 mm

Resultatene viser at resultatene er veldig avhengig av prøveprepareringen – flere knusestrinn forbedrer mekaniske egenskaper



Deklarerte verdier før test:

LA = 29

$M_{DE} = 9$



Konklusjoner fra PhD

Vi har et klart potensiale for bedre utnyttelse av steinressurser uten å gå på akkord med langsiktig tilstandsutvikling og levetid på vegene.

- Vi har rom for forbedring også innenfor dagens regelverk

Ved å endre den norske praksisen fra å bruke åpent graderte forsterkningsmaterialer (f.eks. 22/125 mm) til velgraderte materialer (0/90 mm) kan mer høykvalitetsmaterialer bli utnyttet i vegkonstruksjonene.

Innsats for å øke utnyttelsen av overskuddsmaterialer og andre lokalt tilgjengelige steinressurser vil redusere forbruket av ikke-fornybare ressurser



Statens vegvesen

Oppsummering



- Steinmaterialer er en ikke-fornybar ressurs som må utnyttes med omhu
- Vi har stort potensiale for bedre utnyttelse av kortreist stein og overskuddsmasser fra anlegg – også innenfor dagens regelverk
- Bedre ressursutnyttelse kan spare både penger og CO₂-utslipp
- Nøkkelord er tidlig planlegging og samarbeid mellom aktørene

Selv om vi er i et grønt skifte kommer ikke behovet for steinmaterialer til infrastruktur til å avta