

## DELRAPPORT

### Pilotprojekt – Nyt Stabilt Grus

Sammenligning af to grusbærelag  
i Vestbirk, Horsens Kommune

20. april 2026



**Kontoret for Jordforurening og Råstoffer**  
Regional Udvikling - Region Midtjylland



**Projekt:**

Pilotprojekt – Nyt Stabilt Grus

**Lokation:**

Råstofgrav ved Vestbirk, Horsens Kommune

**Udarbejdet af:**

Kirstine Skov Nielsen, Region Midtjylland

Lars Flemming Sørensen, NCC

Hanne Boye-Nielsen, NCC

Hans Christian Korsgaard, Pavement Experts ApS

Jens Preben Pedersen, Sweco

Vibeke Forsting, Cowi

**Dato:**

20. april 2026

**Version:**

1.1

# Indholdsfortegnelse

1	Indledning	7
2	Baggrund for pilotprojekt med Nyt Stabilt Grus	8
3	Stabilt grus – historik	9
3.1	Anvendelse	9
3.2	Tilblivelse	10
4	Test af Nyt Stabilt Grus kontra SG II	11
4.1	Forsøgsbeskrivelse	11
4.2	Resultater	18
4.2.1	Materialeprøvninger	18
4.2.2	Bæreevnmålinger	21
4.2.3	Jævnhedsmålinger	28
4.2.4	Opsummering af foreløbige resultater	31
4.3	Afrunding	32
5	Perspektivering	33
6	Bilag	34
6.1	Bilag A - Monitoringsprogram	35
6.2	Bilag B - Kornstørrelsesfordeling på 5 prøver	37
6.3	Bilag C - CBR-forsøg på 5 prøver	38
6.4	Bilag D - Modificeret Proctor-forsøg på 5 prøver	39
6.5	Faktaark om Råstof-initiativet	40

## Sammenfatning

Denne delrapport præsenterer de foreløbige resultater fra et pilotprojekt, hvor et nyt grusbærelag, benævnt *Nyt Stabilt Grus*, er testet og sammenlignet med standard SG II på en prøvestrækning i en råstofgrav ved Vestbirk.

Formålet med projektet er at undersøge, om en reduktion i andelen af grove fraktioner og en øget andel sand kan bidrage til en mere ressourceeffektiv udnyttelse af råstoffer uden væsentlig forringelse af materialets tekniske egenskaber.

De gennemførte målinger viser, at Nyt Stabilt Grus generelt har bæreevne og deformati- onsegenskaber på niveau med SG II, når der tages højde for variationer i underlaget. Der er ikke påvist signifikante forskelle i bæreevne mellem de to materialer i de udførte må- llinger.

Der er desuden observeret indikationer på, at Nyt Stabilt Grus kan have bedre drænende egenskaber end SG II, hvilket kan være en fordel i lettere anlæg som fortove, stier og be- lagte arealer. Dette forhold er dog ikke dokumenteret og bør undersøges nærmere.

Samlet set peger resultaterne på, at Nyt Stabilt Grus har potentiale som et alternativt grusbærelag til mindre belastede konstruktioner. Materialet kan bidrage til at reducere forbruget af knappe grus- og stenressourcer og understøtte en mere bæredygtig ressour- ceanvendelse i anlægssektoren.



# 1 Indledning

Denne delrapport præsenterer resultaterne fra et pilotprojekt, hvor to grusbærelag er sammenlignet under en asfalteret prøvestrækning i en råstofgrav ved Vestbirk i Horsens Kommune. Formålet er at undersøge, om et nyt grusbærelag – benævnt Nyt Stabilt Grus – kan udgøre et relevant supplement til standard stabilgrus II.

Nyt Stabilt Grus er udviklet ved at reducere andelen af grove fraktioner (>4 mm) i standard SG II med 15 % og erstatte denne del med sand. Formålet med denne justering er at mindske forbruget af knappe grus- og stenressourcer og dermed bidrage til en mere bæredygtig udnyttelse af råstoffer i mindre anlægsarbejder og befæstelser som fx fortove, cykelstier, pladser og mindre veje.

Den centrale problemstilling for projektet er:

Hvor stabilt er en ny klasse af ubundet grusbærelag (Nyt Stabilt Grus) sammenlignet med standard stabilgrus II?

Der er ved etableringen af prøvestrækningen og løbende over tid gennemført målinger, herunder statisk pladebelastning samt let og stort faldlod. Disse målinger danner grundlag for vurdering af materialernes styrke og bæreevne og præsenteres i denne rapport.

Rapporten indgår som en del af et større udviklingsarbejde, hvor Nyt Stabilt Grus fremadrettet testes på flere lokaliteter og med materialer fra forskellige råstofgrave. Formålet er at undersøge materialets anvendelighed under varierende forhold og dokumentere dets egenskaber.

Rapporten er struktureret således, at kapitel 2 beskriver baggrunden for projektet, kapitel 3 gennemgår historikken for stabilgrus, kapitel 4 præsenterer pilotprojektet og resultaterne, mens kapitel 5 indeholder en perspektivering.

## 2 Baggrund for pilotprojekt med Nyt Stabilt Grus

Behovet for at udvikle et alternativt grusbærelag hænger tæt sammen med en stigende udfordring i forsyningen af råstoffer i Danmark. Særligt de grove fraktioner som grus og sten er under pres – mest udtalt i de østlige dele af landet, herunder Sjælland og Fyn, hvor efterspørgslen er høj, og tilgængelige grovkornede ressourcer er begrænsede.

Presset på råstofforsyningen skyldes blandt andet, at de lettest tilgængelige forekomster i vid udstrækning er udnyttet. Indvinding må derfor i stigende grad ske tættere på byområder, hvor interessekonflikter opstår, samtidig med at råstoffernes naturlige placering ikke nødvendigvis matcher den geografiske efterspørgsel.

De gældende krav til stabilt grus er i høj grad fastlagt med udgangspunkt i en tid, hvor råstoftilgængeligheden var mindre begrænset. Fokus har traditionelt været på at sikre høj bæreevne og ensartede materialegenskaber. Denne tilgang har bidraget til robuste konstruktioner, men indebærer samtidig, at kun en begrænset del af de tilgængelige råstoffer kan anvendes.

I en nutidig kontekst, hvor råstofforsyningen er mere udfordret, kan dette medføre en mindre fleksibel udnyttelse af råstofferne. Det kommer blandt andet til udtryk ved, at der er begrænset efterspørgsel på lokale finkornede materialer, som derfor sorteres fra og lægges tilbage i råstofgraven, mens efterspørgslen på grus og sten er høj, og disse ofte transporteres over større afstande. Dette medfører både øgede omkostninger, et højere ressourceforbrug og et større klimaaftryk.

Samtidig er det relevant at overveje, om de nuværende materialekrav i alle tilfælde er proportionale med de funktionelle krav til konstruktionen. I mindre anlægsarbejder, såsom terrasser, indkørsler, fortove og cykelstier, P-pladser mv. er der typisk ikke behov for samme andel af grove fraktioner som i tungt trafikerede befæstelser. En mere differentieret tilgang, hvor de rette materialekvaliteter anvendes til de rette formål, kan derfor bidrage til en mere hensigtsmæssig og ressourceeffektiv anvendelse af råstoffer.

På denne baggrund er idéen om Nyt Stabilt Grus udviklet som en del af partnerskabsprojektet Råstof-initiativet med NCC som drivkraft. Materialet er designet til at reducere forbruget af grove fraktioner ved at erstatte en del af disse med sand, samtidig med at der opretholdes tilstrækkelige mekaniske egenskaber til anvendelse i mindre belastede konstruktioner.

Nyt Stabilt Grus er i første omgang tænkt som et supplement til SG II, primært til anvendelse i konstruktioner med lavere trafikbelastning, såsom fortove, cykelstier, pladser og mindre veje og derved ved mindre befæstelser. Pilotprojektet er igangsat for at undersøge materialets styrke og bæreevne, herunder om en vejopbygning med Nyt Stabilt Grus kan modstå gentagne belastninger fra trafik over tid.

Den viden, der genereres gennem dette og flere andre pilotprojekter, skal danne grundlag for at vurdere, om Nyt Stabilt Grus kan indgå som et fremtidigt alternativt grusbærelag og dermed bidrage til en mere ressourceeffektiv og bæredygtig udnyttelse af råstoffer i Danmark.

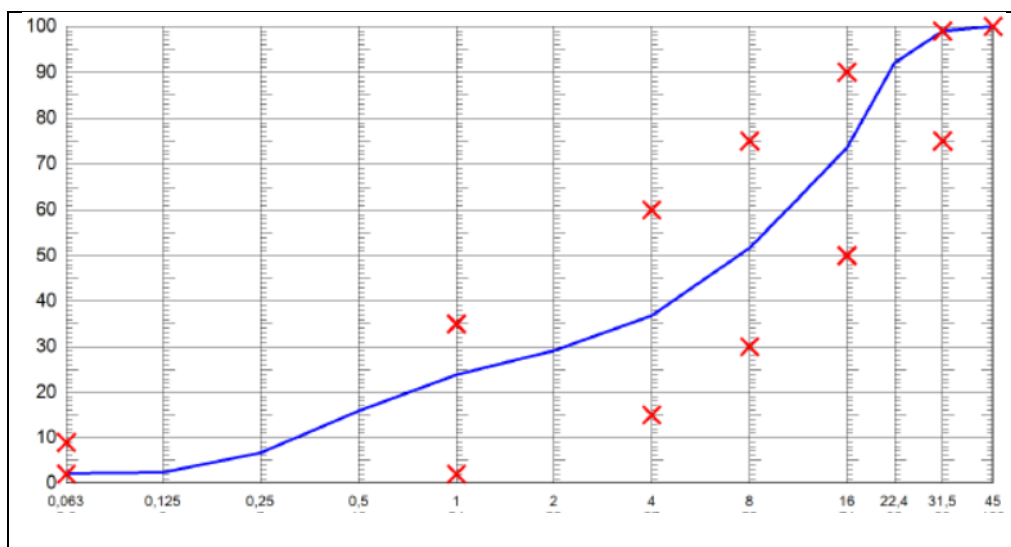
## 3 Stabilt grus – historik

### 3.1 Anvendelse

Stabilt grus er et materiale, der benyttes som bærelag i forbindelse med befæstelser – det er bærelag for de tungest belastede belægnings som havneterminaler og lufthavne, og det er bærelag til veje, pladser, indkørsler, cykelstier, terrasser, fortove med flere. Der er i henhold til Vejdirektoratets vejregler to varianter af stabilt grus: Stabilt grus I og Stabilt grus II (herefter benævnt SG I og SG II), der typisk indvindes fra og fremstilles i landets råstofgrave. Den mest anvendte variant er SG II, mens SG I er en variant, der typisk anvendes i forbindelse med mere bæreevnmæssigt krævende belægnings.

Ifølge vejreglernes udbuds- og anlægsforskrifter for stabilt grus 2016<sup>1</sup> skal: '*materialet kunne indbygges til et lag, der har fornøden bæreevne, frostsikkerhed, frostbestandighed og slidstyrke*' og ifølge gældende vejreglers udbuds- og anlægsforskrifter for stabilt grus: '*Et indbygget stabilt gruslag skal have et ensartet, homogent, prægt, og skal fremstå med rette flugter og jævne kurveforløb. Laget skal være stabilt og foreligge uden sporkøringer, huller eller lunger*'<sup>2</sup>.

For at sikre en vis stabilitet i stabilt gruslaget stilles der i vejreglerne krav om, at stabilt grus skal have en kornstørrelsesfordeling og et indhold af knuste materialer som overholder minimumskravene til stabilt grus<sup>2</sup>. For SG II er minimumskravene mindre krævende end for SG I.



Figur 1. Eksempel på kornstørrelsesfordelingen i stabilt grus (blå linje) med vejreglernes<sup>2</sup> ydre kornkurvekrav til stabilt grus (røde krydser). X-aksen angiver sigtestørrelsen (maskevidden) i millimeter og Y-aksen angiver gennemfaldet i % på den pågældende sigte.

Et eksempel på en kornstørrelsesfordeling af stabilt grus ses herover i figur 1. For at leve op til de produktkrav, der stilles i vejreglernes udbuds- og anlægsforskrifter for SG II<sup>2</sup>, skal materialets kornstørrelsesfordeling ligge inden for de røde krydser, ligesom den blå fuldt optrukne linje gør ovenfor. Vejreglernes minimumskrav til SG II's indhold af knuste materialer er et krav om, at indholdet af runde korn maksimalt må være 70 %<sup>2</sup>. For SG II

<sup>1</sup> Vejregler, Almindelig Arbejdsbeskrivelse, Stabilt grus – AAB, Udbud (December 2016).

<sup>2</sup> Vejregler, Arbejdsbeskrivelse for Stabilt Grus – AAB/SAB-P, Udbud og Kontrahering, december 2023 (Februar 2025).

er kravet mindre krævende end for stabilt grus I, hvor kravet er, at indholdet af runde korn maksimalt må være 50 %<sup>2</sup>.

Vejreglerne har yderligere et krav til finstofindholdet (kornstørrelser mindre end 0,063 mm). Hvis der er mere end 5 % finstof i stabilt grus må methylenblåt-værdien, MB, maksimalt være 3. En højere methylenblåt-værdi indikerer at stabilt gruset kan være frostfølsomt.

## 3.2 Tilblivelse

Stabilt grus er oprindeligt udviklet til, at tunge køretøjer skal kunne køre på det uden at synke i, når der skal lægges asfalt – deraf navnet 'stabilt grus'. Ifølge Dansk Vejtidskrift nr. 1, 1962<sup>3</sup> har grus siden 'de ældste tider' været anvendt som materiale til at bygge veje. Op igennem 1960'erne begyndte danske vejmyndigheder i stigende grad at anvende 'mekanisk stabilt grus' – senere kaldet stabilt grus – som bærelag til opbygning af vejbefæstelser.

Samtidig herskede der usikkerhed om, hvilke krav materialet skulle opfylde i forhold til bl.a. bæreevne og holdbarhed. Derfor nedsatte Vej- og Byplanforeningen under Dansk Ingeniørforening i 1967 en studiegruppe, der fik til opgave at udarbejde et sæt 'leveringsbetingelser', som senere blev drøftet på et møde i Vej- og Byplanforeningen og efterfølgende revideret i 1970<sup>4</sup>. Leveringsbetingelserne beskriver materialet ud fra bl.a. kvalitetskrav, kontrolkrav og funktionskrav. At det i sin tid var Vej- og Byplanforeningen, der udarbejdede disse leveringsbetingelser skyldes, ifølge professor emeritus, cand.polyt. Bent Thagesen, et person- og interessesammenfald, idet daværende 'Professor Ravn', der var chef for Statens Vejlaboratorium (senere Vejteknisk Institut) også var formand for Vej- og Byplanforeningen under Dansk Ingeniørforbund og desuden redaktør af Dansk Vejtidskrift.

Allerede i 1970'erne var der i den danske vejsektor opmærksomhed på ressourceproblestillingen – altså at grus og sten er en begrænset ressource og at grusbesparende foranstaltninger derfor er tiltrængte<sup>5</sup>. I rapporten, 'Cement- og bitumenstabiliseret sand', rapporteres således fra en studietur til Holland, hvor der blev indhentet erfaringer med at tilsætte hhv. cement og bitumen til sand, for på den måde at forstærke sandbestanddelen af et bærelag.

Egentlige udbuds- og anlægskrav for stabilt grus blev udarbejdet som en del af vejreglerne i 1990'erne og revideret i 2003 af Vejreglarbejdsgruppen vedrørende "Vejregler for ubundne materialer mv." nedsat af Vejregeludvalget i 1992. Udbuds- og anlægskravene beskriver funktionskrav og specifikationer for grusmaterialets sammensætning, herunder bl.a. bæreevne, frostsikkerhed og frostbestandighed.

---

<sup>3</sup> Morten Ludvigsen: Mekanisk stabiliserede bærelag, Dansk Vejtidskrift nr. 1, 1962

<sup>4</sup> Leveringsbetingelser for materialer til mekanisk stabile grusbærelag. Vedtaget af Vej- og Byplanforeningen, juni 1970.

<sup>5</sup> Bent Thagesen (red.): Cement- og bitumenstabiliseret sand. Institut for Veje, trafik og Byplan, Danmarks Tekniske Højskole, 1979

## 4 Test af Nyt Stabilt Grus kontra SG II

### 4.1 Forsøgsbeskrivelse

For at blive godkendt som et grusbærelag skal der udføres laboratorieforsøg samt bæreevne målinger, hvor Nyt Stabilt Grus sammenlignes med SG II<sup>6</sup>.

Laboratorieforsøgene dokumenteres bl.a. ved sigteanalyser og knusningsgrad, der muliggør en sammenligning imellem stabilt grus typerne. Der er desuden udført CBR-forsøg der muliggør sammenligning af stabilt grus typernes bæreevne.

I Råstof-initiativet testes der på vejbefæstelser med belastninger svarende til trafikklasse T0-T2. Trafikklasse T0 er befæstelser, hvor der normalt kun kommer vedligeholdelseskøretøjer og personbiler med videre. Den er rettet mod terrasser, stier, fortove m.v. for let trafik. Trafikklasse T1 er til stier, cykelstier m.v. der sjældent belastes af lastbiler. Trafikklasse T2 er blandt andet til mindre veje og pladser der jævnlige udsættes for mindre lastvognstrafik. Se også tabel 1 for trafikklasserne.

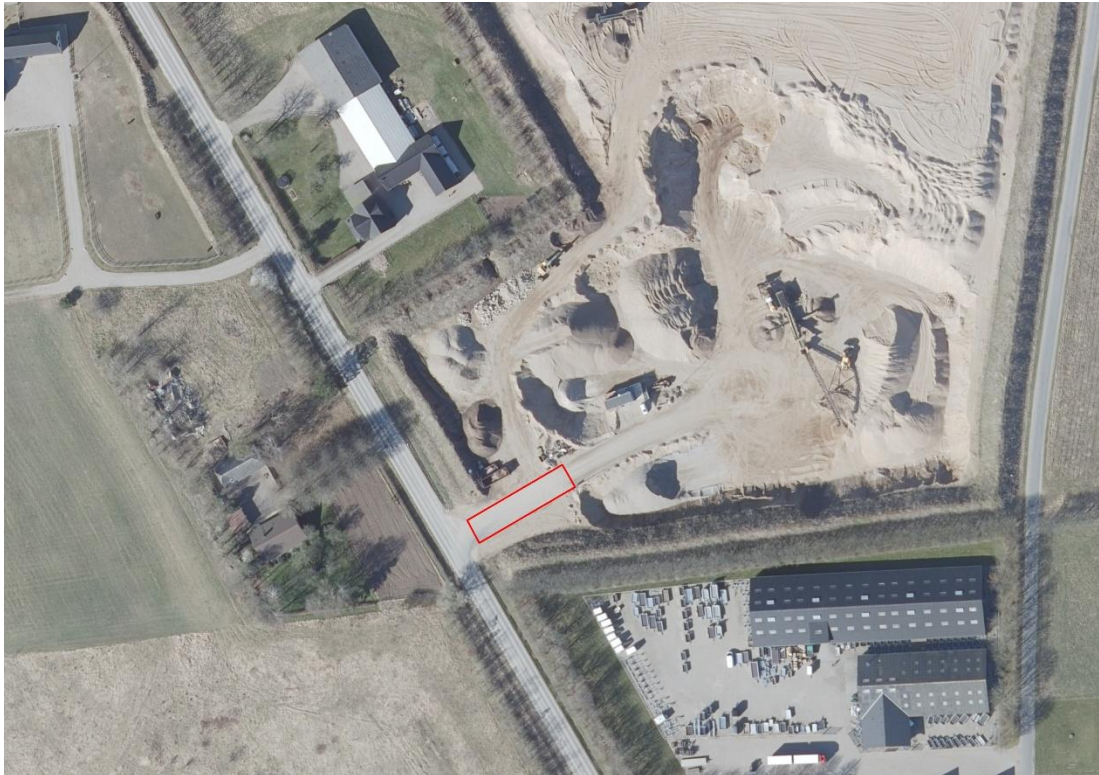
Trafikklasse	Tunge køretøjer på vejen pr. døgn i begge retninger tilsammen	$N_{\neq 10}$ pr. døgn pr. vognbane (øvre grænse)	Dimensionsgivende trafikbelastning pr. vognbane $N_{\neq 10}/\text{år}$
T0	Ingen	-	-
T1	$\leq 1$	0,5	75
T2	$\leq 65$	20	7.300
T3	65 til 120	50	18.300
T4	120 til 560	200	73.000
T5	560 til 1.200	500	180.000
T6	1.200 til 1.500	800	300.000
T7	$>1.500$	Ingen	$>300.000$

Tabel 1 Definition af trafikklasser. Kilde: Konstruktioner. Dimensionering – befæstelser og forstærkningsbelægninger. Konstruktioner. Vejregler. Januar 2022.

I dette pilotprojekt bliver Nyt Stabilt Grus testet for at give kendskab til materialets egenskaber og egnethed som alternativt materiale ved mindre anlægsprojekter. Formålet er på sigt at skabe grundlag for en eventuel godkendelse af materialet i vejreglerne og dermed muliggøre en mere ressourceeffektiv anvendelse af sand, grus og sten. I forbindelse med udvikling af Nyt Stabilt Grus var der tidligt et ønske om at sammenligne brugsegenskaberne i forhold til standard SG II.

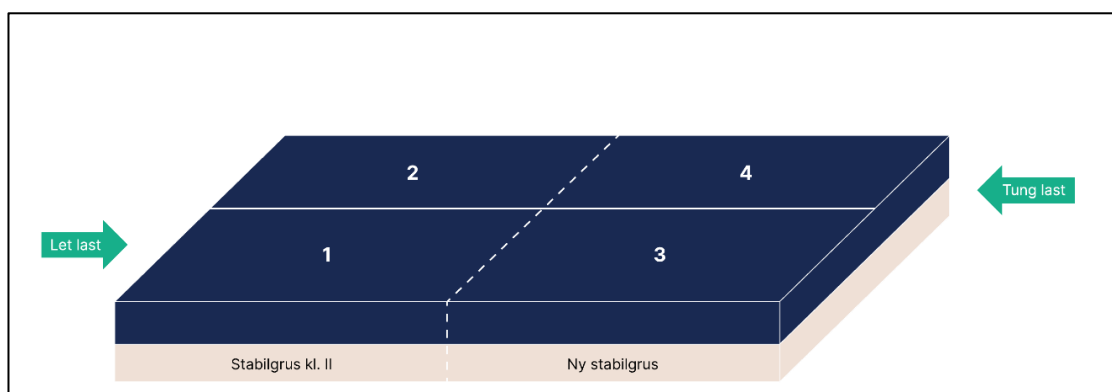
NCC stillede derfor en strækning til rådighed i en råstofgrav i Vestbirk, hvor der på adgangsvæjen var muligt at udføre en direkte sammenligning af vejopbygning mellem SG II og Nyt Stabilt Grus. Råstofgraven er beliggende på en del af matr. nr. 61 Gantrup By, Voerladegård i Horsens Kommune og fremgår af luftfotoet nedenfor i Figur 2.

<sup>6</sup> Dialog med Finn Thøgersen, Vejdirektoratet, Vejteknisk Institut d. 2. oktober 2023



Figur 2. Oversigtskort – prøvestrækningen i råstofgraven i Vestbirk markeret med en rød rektangulær boks beliggende nordvest for Gantrup Trailer. Dataforsyningen, ortofoto forår 2025.

Prøvestrækningen som er 40 meter lang og 8 meter bred, er blevet inddelt i to stykker af ca. 20 meter med hver sin type stabilt grus (SG II og Nyt Stabilt Grus). I længderetningen monitoreres der på to stykker af 12 meter på hvert felt, da de første 5 m er indkørsel over grøften og de yderste 3-4 meter i hver ende samt 4 m mellem de to prøvefelter betragtes som overgangszoner pga. måleusikkerhed i forbindelse med indkørsel og nedkørsel i råstofgraven og overgangen mellem de to prøvefelter. Se også figur 3.



Figur 3. Prøvestrækningens opbygning i fire felter med henholdsvis SG II i felt 1 og 2 samt Nyt Stabilt Grus i felt 3 og 4.

Forsøgstrækningen er blevet monitoreret før ibrugtagning og bliver løbende monitoreret efter ibrugtagning, og det er planlagt at monitoreringen af strækningen fortsætter i en 3-5 års periode alt efter, hvor længe der er råstoffer i råstofgraven og prøvestrækningen til råstofgraven er i brug. I 6 ses monitoringsplanen.

Tanken var, at lastbilerne skulle køre ind i råstofgraven via felt 1 og 3 og køre ud af råstofgraven med tung last via felt 4 og 2. I realiteten viser det sig at lastbilerne mere eller mindre kører ind og ud af råstofgraven på midten af vejen. Prøvningsresultaterne fra de forskellige felter er derfor i de følgende tabeller nedenfor slået sammen således at felt 1-2 er prøvefeltet med SG II, og felt 3-4 er feltet med Nyt Stabilt Grus.

Da prøvestrækningen ligger som adgangsvej til råstofgraven, hvor alle læs registreres og vejes, kan der leveres relativt præcise data for, hvor meget og hvor tung trafik, der har været på en given del af forsøgstrækningen for et givet tidspunkt.

Belægningsopbygningen af vejen ind i råstofgraven er følgende:

- Asfalt GAB 0 16: 13 cm.
- SG II og Nyt Stabilt Grus: 20 cm.
- Underbund (råjordsplanum / råstofgravens eksisterende sand- og grusmaterialer).

Belægningsopbygningen svarer til en T2 opbygning med 20 års trafikbelastning jf. "Katalog" i "Dimensionering – befæstelser og forstærkningsbelægninger", Konstruktioner, Vejregler, Januar 2022 (se tabel 1 ovenfor).

Ved opstart blev underlaget for vejopbygningen målt med let faldlod og statisk pladebelastningsudstyr i seks punkter, tre punkter fordelt i felt 1 og 2 og tre punkter fordelt i felt 3 og 4. Disse målinger blev udført på overfladen af råjordsplanum den 14. marts 2023 (se figur 5), samt igen på overfladen af det indbyggede SG II lag og på overfladen af det indbyggede Nyt Stabilt Grus lag den 31. marts 2023 (se figur 7 og 8). Se også Bilag 1 for Monitoringsprogrammet.



Figur 4. Råjordsplanum, hvor prøvestrækningen bliver etableret.



*Figur 5. Den første statiske pladebelastningsmåling på råjordsplanum.*



*Figur 6. Indbygningen af 20 cm stabilt grus på prøvestrækningen (de stenede materialer ses i forgrunden af fotoet ovenpå råjorden, der anes svagt til højre i fotoet). Overfladen af prøvestrækningen synes lys under dumperen, hvilket skyldes våde forhold efter to dages regn.*

Indbygningen af de to typer stabilt grus med en lagtykkelse på 20 cm fremgår af figur 4 og 6. Målingerne med mini-faldlod og statisk pladebelastning på de indbyggede stabilt grus-overflader blev udført i de samme positioner som målingerne på råjordsoverfladen.



Figur 7. Der måles med let faldlod på overfladen af det indbyggede SG II lag.



Figur 8. Der måles med statisk pladebelastningsudstyr på overfladen af det indbyggede SG II lag.

Efter målingerne med statisk pladebelastning og mini-faldlod på SG II overfladen og Nyt Stabilt Grus overfladen blev der ligeledes den 31. marts 2023 udført måling på SG II og Nyt Stabilt Grus overfladerne med stort faldlod (se figur 9). Målingerne med stort faldlod er udført i målepunkter med 1 meters mellemrum i to linjer, én linje i hver side af prøvetrækningen.



Figur 9. Der gøres klar til målinger med stort faldlod på lokaliteten på overfladen af SG II. Dumperen står på overfalden med Nyt Stabilt Grus.

På feltdagen den 31. marts 2023 blev der endvidere observeret en visuel forskel mellem den udlagte SG II og Nyt Stabilt Grus (se figur 10). Der havde to dage før feltdagen været regnvejr og det synede visuelt af, at Nyt Stabilt Grus var bedre til at dræne regnvandet væk, end SG II var.



Figur 10. Til venstre ses overfladen af SG II efter to dage med regn. Til højre ses overfladen af Nyt Stabilt Grus efter to dage med regn – fotos taget den 31. marts 2023.

Efterfølgende er der den 17. april 2023 udlagt 130 mm asfalt, GAB 0 type 16. GAB 0 type 16 er et standard asfalt bærelagsprodukt (GAB er en forkortelse for Grus Asfalt Beton og

type 16 angiver at der er tale om en maksimal korstørrelse på 16 mm). Den færdig udførte prøvestrækning ses på Figur 11 og udført markering af midterlinjen, fremgår af Figur 12.



Figur 11. Der er den 17. april 2023 blevet lagt asfalt (130 mm GAB 0 type 16) på prøvestrækningen ind i råstofgraven.



Figur 12. Der er kommet vejstriber på asfalten.

Strækningen henlås herefter stort set uden trafik indtil oktober 2024, hvor der blev foretaget målinger med stort faldlod for at fastlægge udgangspunktet for bæreevneudviklingen. Planen er, at der løbende skal foretages målinger af udviklingen i de to delområder (SG II (felt 1-2) og Nyt Stabilt Grus (felt 3-4) i forhold til:

- > Bæreevne
- > Sporkøring

Begge dele vil blive sammenlignet med den belastning, der er blevet registreret på prøvestrækningen.

Ud over de første målinger på råjordsoverfladen, stabilt grus overfladerne og overfladen af asfaltbelægningen omfatter måleprogrammet udførelse af følgende målinger på overfladen af asfalten (jævnfør 6):

- > 6 måneder efter ibrugtagning
- > 1 år efter ibrugtagning
- > 1½ år efter ibrugtagning
- > 2 år efter ibrugtagning
- > Ved ophør af brugen af råstofgraven

## 4.2 Resultater

### 4.2.1 Materialeprøvninger

Før opstart af pilotprojektet havde NCC fremstillet fem forskellige stabilt grus-blandinger. Heraf en SG II som reference, samt fire alternativer med mere sand og mindre grus og sten, som alle fremgår af tabel 2 nedenfor. Blandingernes kornstørrelsesfordeling fremgår af 6.2, og CBR-forsøgene og de Modificerede Proctor forsøg fremgår af hhv. bilag C og D.

Prøve			Indhold <sup>a)</sup>			Knusningsgrad <sup>c)</sup>	CBR densitet	CBR vurderet komprimeringsgrad <sup>d)</sup>	CBR <sup>e)</sup>	Sigteanalyse	Note <sup>f)</sup>
NCC	Sweco	navn	grus > 4 mm	sand/– < 4 mm	finstof <sup>b)</sup> <0,063 mm	- > 4 mm		-	-	-	-
prøve nr	prøve nr	-	%	%	%	%	t/m <sup>3</sup>	%	%	-	-
323034	3	Alm. stabilt grus (Standard SG II)	58	42	3,7	74	2,18	99	217	Bilag B	Anvendt
323035	2	Alm. - 15% sten	53	47	2,2	70	2,11	99	164	Bilag B	Ikke anvendt
323036	5	Alm. - 15% sten special	49	51	3,5	73	2,07	99	202	Bilag B	Anvendt
323037	1	Alm. 50% sand - 50% knust	42	58	3,4	96	2,01	98	118	Bilag B	Ikke anvendt
323038	4	50% sand / 25% rund / 25% knust	47	53	3,2	74	2,07	99	232	Bilag B	Ikke anvendt
a)	Fra sigteanalyse i bilag B.										
b)	Finstof er kornstørrelser < 0,063mm.										
c)	Knusningsgraden er indholdet af korn med mere en 50% knuste flader.										
d)	Vurderet komprimeringsgrad, CBR densiteten i forhold til vurderede maksimaldensiteter fra 2 Modificerede Proctor-indstampninger på materialefraktionen < 22,4 mm.										
e)	CBR vandlagret i 4 døgn.										
f)	"Anvendt" / "Ikke anvendt" til forsøgsstrækningen.										

Tabel 2 prøvningsresultater fra prøvningerne af SG II og de fire alternative blandinger.

Råstof-initiativet valgte at anvende "Alm. - 15 % sten special" (Sweco prøve nr. 5) som Nyt Stabilt Grus til prøvestrækningen i råstofgraven i Vestbirk med et 15 % lavere grusindhold (49 %) i forhold til SG II's grusindhold (58 %). Ved grusindhold skal der i denne sammenhæng forstås fraktionen større end 4 mm. Begge grusmaterialer har en knusningsgrad på omkring 73 %, hvilket skyldes, at knusningsgraden i henhold til standarden alene bestemmes på materialernes grusfraktion (materialet større end 4 mm), så reelt er der også ca. 15 % mindre knust grus i Nyt Stabilt Grus.

Af figur 13 fremgår den procentvise sammensætning af kornstørrelsesfordelingen for SG II og Nyt Stabilt Grus. Kornstørrelsesfordelingen for Nyt Stabilt Grus ("Alm. - 15 % sten special") fremgår af figur 14, hvor kornstørrelsesfordelingen for prøvestrækningens del

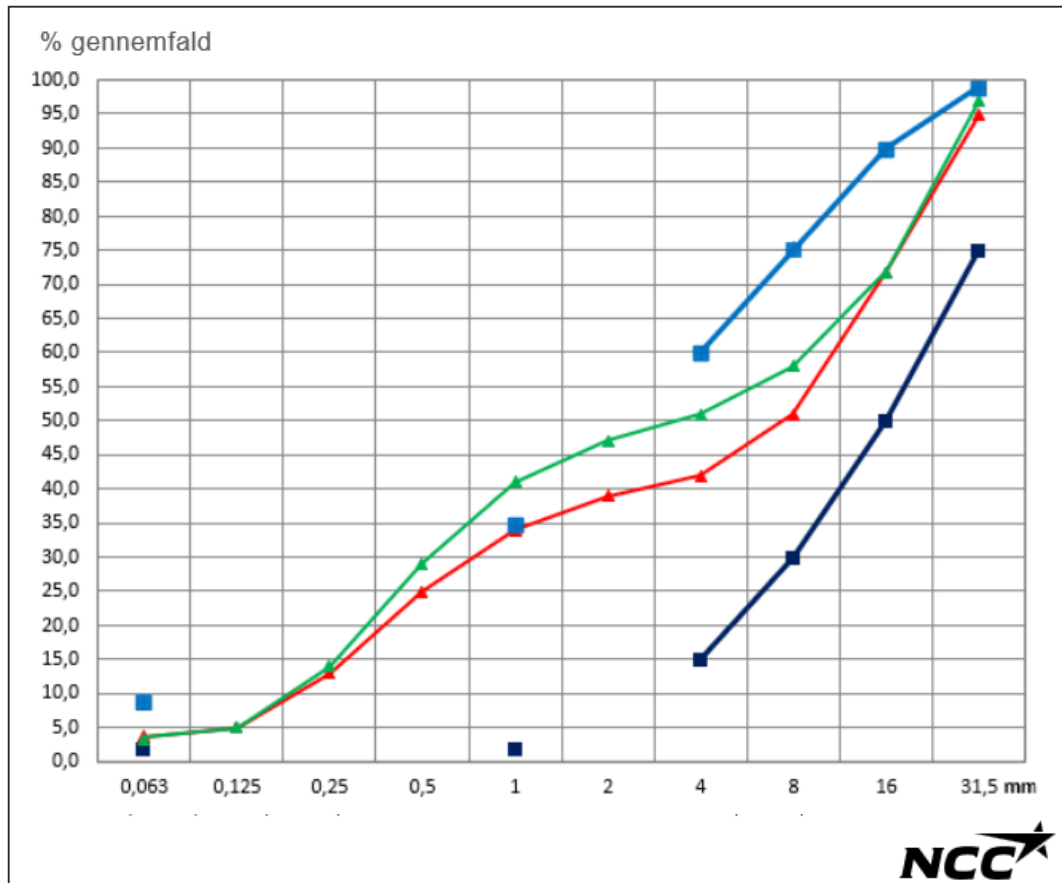
med Nyt Stabilt Grus (grøn) er optegnet sammen med kornstørrelsesfordelingen for prøvestrækningens SG II (rød).

De øvre krav (lyseblå) og nedre krav (mørkeblå) fra vejreglerne er også plottet ind og angiver de særlige punkter, som en SG II ikke må bevæge sig ud over og afvige fra. Bevæger kurverne sig alligevel udover disse grænser er materialet ikke at betragte som en standard SG II.

Kornstørrelsesfordelingen for alle 5 grusblandinger omtalt i tabel 2 fremgår endvidere af bilag B, hvor "alm. stabilt grus, Standard SG II", har prøve nr. 323034 og "Alm. - 15% sten special" (i det efterfølgende betegnet "Nyt Stabilt Grus") har prøve nr. 323036.

SAMMENSÆTNING AF KORNBURVE											
31-10-2023					SG II og SG II - 15 % grus						
Test sammensætning					SG II og SG II - 15 % grus						
DOS. %	0	0	0	0	0	Gennemfald % og VD krav til SG II					
SIGTESTØRRELSE i mm						SAMMENSÆTNING	ØVRE KRAV		SG II - 15 % grus		NEDRE KRAV
							SG II Vestbirk 01.02.23				
0,063						9,0	3,7		3,5	2,0	
0,125							5,0		5,0		
0,25							13,0		14,0		
0,5							25,0		25,0		
1						35,0	34,0		45,0	2,0	
2							39,0		60,0		
4						60,0	42,0		75,0	15,0	
8						75,0	51,0		85,0	30,0	
16						90	72		92,0	50,0	
22,4						95	84		95,0		
31,5						99	95		97	75,0	
45						100	100		100	100	
63						100	100		100	100	

Figur 13. Den %-vise sammensætning af kornstørrelsesfordelingen (kornkurven). Vejdirektoratet stiller krav til de øvre og nedre grænser for SG II og det er vist i de to lodrette bokse der er henholdsvis lyseblå og mørkeblå. Derimellem er med rødt vist kornstørrelsesfordelingen for SG II anvendt på prøvestrækningen i Vestbirk. Med grøn er vist kornstørrelsesfordelingen for Nyt Stabilt Grus anvendt til prøvestrækningen i Vestbirk. Se figur 14, for kornstørrelsesfordelingen vist som en kurve.



Figur 14. Kornstørrelsesfordelingen for SG II (rød) og Nyt Stabilt Grus (grøn) samt vejreglernes øvre krav for SG II (blå) og vejreglernes nedre krav for SG II (sort). Bemærk at grænsekurverne for øvre og nedre krav for SG II ikke er tegnet helt igennem. Det skyldes, at der i vejreglerne kun er fastsat krav i de fremhævede punkter. Der er valgt ikke at anvende fuldt optrukne grænsekurver, da det vurderes ikke at være korrekt iht. vejreglerne (ref. 2).

Af figur 14 fremgår det, at den grønne kurve for Nyt Stabilt Grus falder uden for vejreglernes krav til stabilt grus mht. gennemfaldet på 1 mm sigten (blå prik). Dette betegnes populært som en "sandpukkel" og har normalt en negativ indvirkning på stivheden af stabilt grus. Formålet med dette pilotprojekt er dog imidlertid netop at undersøge dette forhold, og derved lade Nyt Stabilt Grus afvige fra kravene til en SG II, for at kunne belyse, om der i fremtiden er mulighed for at substituere en del af grus- og stenfraktionen med sand. Kan man det, er det sandsynligt, at man kan strække på de sparsomme grus- og stenressourcer i de lettere anlægsarbejder i fremtiden.

CBR-resultaterne af alle 5 grusblandinger fremgår ligeledes af tabel 2. CBR-målingerne og de Modificerede Proctor-forsøg af de 5 grusblandinger omtalt i tabel 2 fremgår endvidere af bilag C (CBR-forsøgene) og bilag D (Modificeret Proctor-forsøg).

CBR-værdien af de grusmaterialer der indgår i forsøgsstrækningen er 217% (Alm. stabilt grus (Standard SG II)), hhv. 202% (Nyt Stabilt Grus (Alm. - 15% sten special)).

## 4.2.2 Bæreevnmålinger

### 4.2.2.1 Bæreevnmålinger på råjordsoverflade og stabilt grus overflade

For at være sikre på, at senere fundne forskelle på de på forsøgsfeltet indbyggede materialer (SG II og Nyt Stabilt Grus) skyldes forskel i materialerne og ikke i underlaget (råjorden), blev der efter afrømning til planum foretaget målinger af bæreevnen på råjords-overfladerne (planum) med statisk pladebelastningsudstyr (STP) og let faldlod (LWD) i tre punkter i hvert af de to delområder, hvor de to typer stabilt grus bagefter blev lagt ud. Resultatet af målingerne på råjordsoverfladen (overflade E-modulet og målepunkternes placering) fremgår af figur 15.

På overfladerne af gruslagene blev målingerne med statisk pladebelastningsudstyr og let faldlod gentaget i de samme målestationer for at få registreret eventuelle forskelle i de to stabilt grusbelægninger. Resultatet af disse målinger og målepunkternes placering fremgår af figur 16.

Som supplement til Bæreevnmålingerne med statisk pladebelastningsudstyr og let faldlod blev det besluttet at udføre bæreevnmålinger med stort faldlod (FWD) i to linjer på overfladen af stabilt gruslagene i de to prøvefelter. Resultatet (overflade E-modulet) af disse målinger fremgår af figur 17 nedenfor.

#### **FAKTABOKS**

Overflade E-modulet,  $E_0$ -værdien, er et udtryk for belægningens bæreevne (stivhed) i det pågældende målepunkt. Overflade E-modulet er en funktion af belastningen i det enkelte målepunkt i forhold til deflektionen (nedbøjningen) i målepunktet. Jo større  $E_0$ -værdi jo stivere er belægningen i det pågældende punkt.  $E_0$ -værdien beregnes på grundlag af følgende formel:

$$E_0 = (f \cdot (1 - \nu^2) \cdot r \cdot \sigma_0) / d$$

hvor  $f$  er en konstant,  $\nu$  er Poissons forhold,  $r$  er radius i belastningspladen,  $\sigma_0$  er trykket på belægningen og  $d$  er deflektionen (overfladens nedbøjning) under belastningen.

Af figur 15 fremgår det, at råjordsoverfladerne har et E-modul svarende til en "normal" bund. Middelværdien på SG II feltets råjordsoverflade er 44 og 42 MPa målt med henholdsvis statisk pladebelastnings udstyr (STP) og minifaldloddet (LWD). Middelværdien på Nyt Stabilt Grus feltets råjordsoverflade er henholdsvis 40 og 33 MPa målt med de to udstyr.

Bæreevnen af råjordsplanum er tilsyneladende en smule mindre (ca. 10 %) i Nyt Stabilt Grus feltet i forhold til SG II feltet. Statistisk set er der ingen forskel på råjordens bæreevne i de to prøvefelter.

Forsøgsstrækning Råstofgrav Vestbirk										
Planum										
Indkørsel 5 m	Overgang 3 m	Standard SG II 12 m			Overgang 4 m	Nyt stabilt grus 12 m			Overgang 4 m	
		X		X			X			
			X			X		X		
Referencepunkt er nederste ventre hjørne i den tykt optrukne boks.										
X		7,5	12,5	17,5		22,5	27,5	32,5		m
Y		6	4	6		4	6	4		m
SPL ( $E_{v2}$ )	enkeltv.	51,7	35,0	44,9		41,7	41,3	36,6		MPa
	middelv.	43,8				39,9				MPa
LWD ( $E_0$ )	enkeltv.	48,6	35,7	40,4		35,1	34,5	30,0		MPa
	middelv.	41,6				33,2				MPa

Figur 15. Målepunktsplaceringer og resultater (overflade E-moduler, enkeltværdier og middelværdier) målt på råjordsoverfladerne (planum) den 14. marts 2023, med statisk pladebelastning (SPL) og minifaldlod (LWD). Begge målt med  $\varnothing 300$  mm plade.

Efter udlægning og komprimering af de to typer ubundne grusbærelag (SG II og Nyt Stabilt Grus), blev der foretaget nye målinger med statisk pladebelastningsudstyr og let faldlod på grusbærelagenes overflader i punkter med de samme geo-positioner, se figur 16.

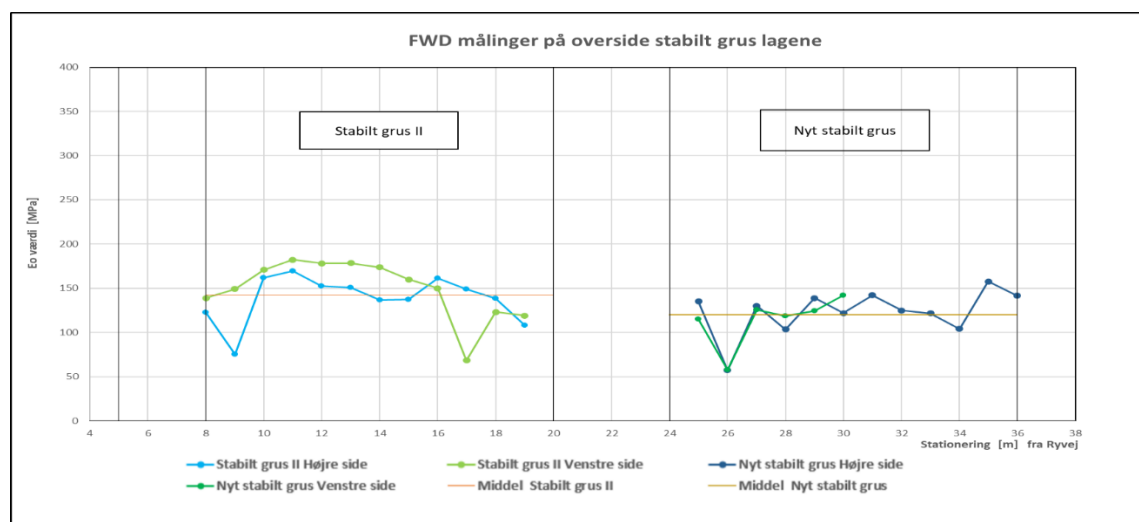
Forsøgsstrækning Råstofgrav Vestbirk										
Stabilt grus overflader										
Indkørsel 5 m	Overgang 3 m	Standard SG II 12 m			Overgang 4 m	Nyt stabilt grus 12 m			Overgang 4 m	
		X		X			X			
			X			X		X		
Referencepunkt er nederste ventre hjørne i den tykt optrukne boks.										
X		7,5	12,5	17,5		22,5	27,5	32,5		m
Y		6	4	6		4	6	4		m
SPL ( $E_{v2}$ )	enkeltv.	129,2	124,9	110,2		141,8	106,7	132,8		MPa
	middelv.	121,4				127,1				MPa
LWD ( $E_0$ )	enkeltv.	61,1	105,7	89,4		94,3	109,9	101,4		MPa
	middelv.	85,4				101,9				MPa

Figur 16. Målepunktsplaceringer og resultater (overflade E-moduler, enkeltværdier og middelværdier) målt på overfladen af SG II og Nyt Stabilt Grus den 31. marts 2023, med statisk pladebelastning (SPL) og minifaldlod (LWD). Begge målt med  $\varnothing 300$  mm plade.

Af figur 16 fremgår det, at overfladerne med stabilt grus har et E-modul svarende til en "normal" stabilt grus overflade. Middelværdien på SG II-feltets overflade er 121 og 85 MPa målt med henholdsvis statistisk pladebelastnings udstyr (STP) og minifaldloddet (LWD). Middelværdien på Nyt Stabilt Grus feltets overflade er henholdsvis 127 og 102 MPa målt med de to udstyr.

Bæreevnen på stabilt grus overfladerne er her tilsyneladende en smule større i Nyt Stabilt Grus-feltet i forhold til SG II-feltet. Statistisk set er der ingen forskel på grusoverfladernes bæreevne i de to prøvefelter.

Resultatet af bæreevнемålingerne med stort faldlod (FWD) på grus overfladerne fremgår af figur 17 nedenfor. Middelværdien af bæreevnen udtrykt ved overflade E-modulerne i de to felter er 143 MPa på stabilt grus II's overflade, og 120 MPa på overfladen af Nyt Stabilt Grus.



Figur 17. Overflade E-modulet,  $E_0$ , målt med stort faldlod (FWD) på stabilt grus overfladerne den 31. marts 2023. Prøvefeltet "Stabilt grus II", st. 8 – 20 m med middelværdi 143 MPa og prøvefeltet "Nyt stabilt grus", st. 24 – 36 m med middelværdi 120 MPa. Området st. 0 – 5 m er overgangzone over grøft i indkørslen, området st. 5 – 8 m er overgangzone til prøvestrækningerne, området st. 20 – 24 m er overgangzone mellem prøvestrækningerne og området st. 36 – 40 m er overgangzone efter prøvestrækningerne.

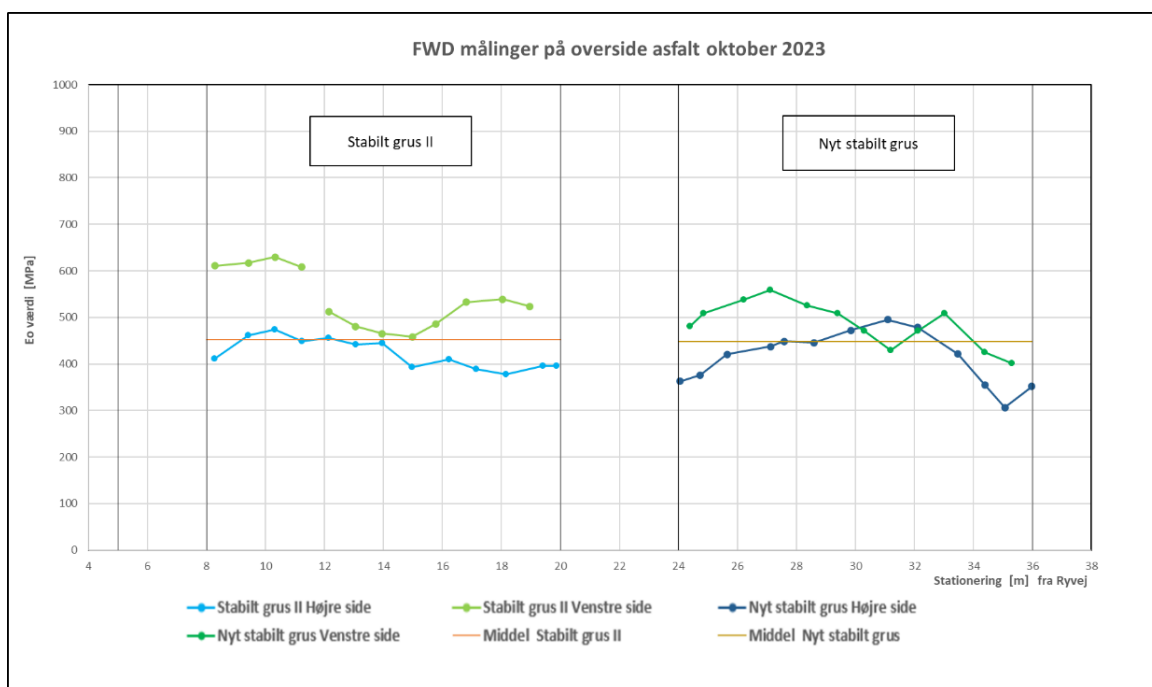
Bæreevnen på grus-overfladerne er, ifølge målingerne med stort faldlod 19 % større i SG II-feltet i forhold til Nyt Stabilt Grus-feltet, hvilket er omvendt i forhold til pladebelastningsmålingerne (jf. figur 16). En variansanalyse viser en signifikant forskel på bæreevnen målt med stort faldlod (P-værdi 0,02) i de to prøvefelter.

#### 4.2.2.2 Bæreevнемålinger på asfaltoverfladen

Der blev den 10. april 2023 lagt asfalt på prøvestrækningen.

Der er på asfaltoverfladen den 3. oktober 2023, før ibrugtagningen af råstofgraven, foretaget målinger med stort faldlod (FWD) på asfalten med én meters afstand i henholdsvis højre side og venstre side af prøvestrækningen set fra indkørslen på Ryvej (set i stationeringsretningen). Målingerne er udført i prøvefelternes yderste hjulspor. Bæreevnen udtrykt ved overflademodulet,  $E_0$ , målt med faldloddet i de enkelte målepunkter, fremgår af

figur 18, og viser belægningernes bæreevne på overfladen af asfalten i de enkelte målepunkter.



Figur 18. Overflade E-modulen,  $E_o$ , målt med stort faldlod (FWD) på oversiden af asfalten på prøvestrækningen i råstofgraven. Målt den 3. oktober 2023. Prøvefeltet "Stabilt grus II", st. 8 – 20 m med middelværdi 478 MPa og prøvefeltet "Nyt Stabilt Grus", st. 24 – 36 m med middelværdi 452 MPa. Området st. 0 – 5 m er overgangzone over grøft i indkørslen, området st. 5 – 8 m er overgangzone til prøvestrækningerne, området st. 20 – 24 m er overgangzone mellem prøvestrækningerne og området st. 36 – 40 m er overgangzone efter prøvestrækningerne.

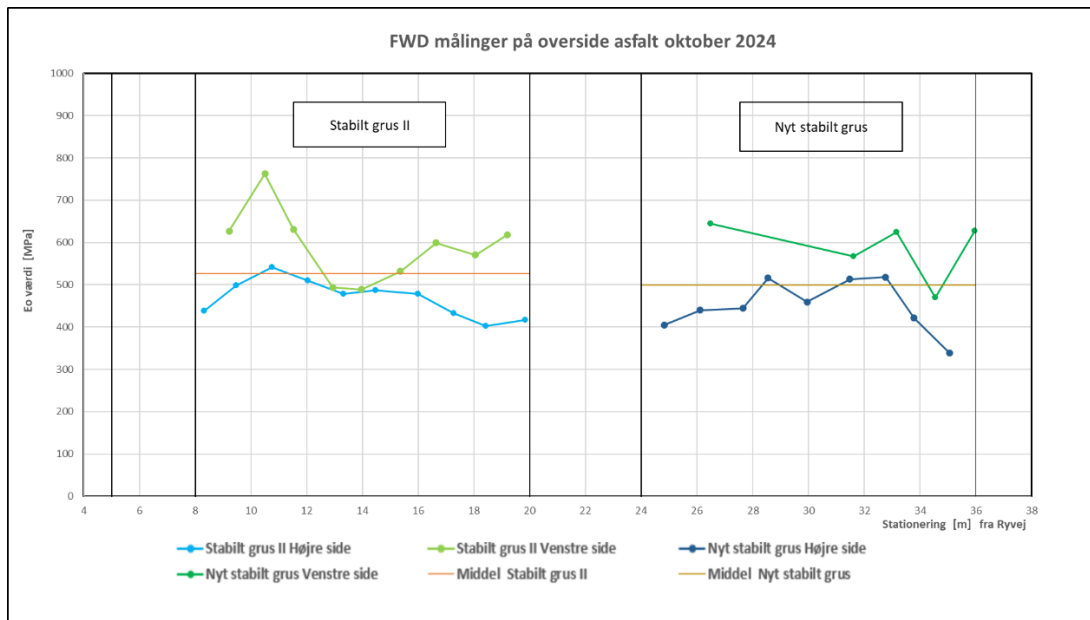
Målingerne viser en lidt større bæreevne (7 %) på feltet med SG II end på feltet med Nyt Stabilt Grus. Middelværdien af bæreevnen målt på de to felter er henholdsvis 478 MPa (SG II) og 448 MPa (Nyt Stabilt Grus). En variansanalyse viser, at der ifølge disse målinger, ikke kan antages at være forskel på bæreevnen i de to testfelter (P-værdi 0,13).

Ved et nærmere studie af bæreevнемålingerne på SG II-feltet ses de første 4 målinger i SG II-feltets venstre side (figur 18 st. 8 til 12 m, grøn linje) at have en signifikant større bæreevne end resten af målingerne i SG II-feltets venstre side (P-værdi < 0,01).

Ses der bort fra de første fire målinger (st. 8 – 12 m) i SG II-feltets venstre side bliver SG II-feltets samlede middelværdi 452 MPa (SG II-feltets højre side st. 0 – 20 m og SG II-feltets venstre side st. 0 – 20 m) mod Nyt Stabilt Grus-feltets samlede middelværdi på 448 MPa (Nyt Stabilt Grus-feltets højre side st. 24 – 36 m og Nyt stabilt Grus-feltets venstre side st. 24 – 36 m). Ifølge disse værdier er der slet ingen signifikant forskel på bæreevnen i de to felter (P-værdi 0,81). Det er disse middelværdier der er gengivet i figur 18.

Bæreevнемålingerne viser imidlertid en trestjernet signifikant forskel i stivhed mellem alle målingerne i højre side (st. 8 – 20 og st. 24 – 36, blå linjer) og alle målingerne i venstre side (st. 8 – 20 og st. 24 – 36, grønne linjer), hvor venstre side har en højere værdi både på SG II-feltet og på Nyt Stabilt Grus-feltet. Årsagen til dette kan ikke umiddelbart forklares, men det vurderes bla. pga. målingerne i de følgende perioder, at årsagen er den tungere trafik med fuldt læssede lastbiler ud af råstofgraven i primært venstre side af forsøgsstrækningen i forhold til den lettere trafik med tomme lastbiler ind i råstofgraven i primært højre side af forsøgsstrækningen.

Der er i oktober 2024, ca. 1 måned efter at prøvestrækningen er taget i brug til transport af materialer ud af råstofgraven, udført nye målinger med stort faldlod. Overflademodulet,  $E_0$ , i de enkelte målepunkter fremgår af figur 19, og viser belægningernes bæreevne målt på oversiden af asfalten i de enkelte målepunkter.

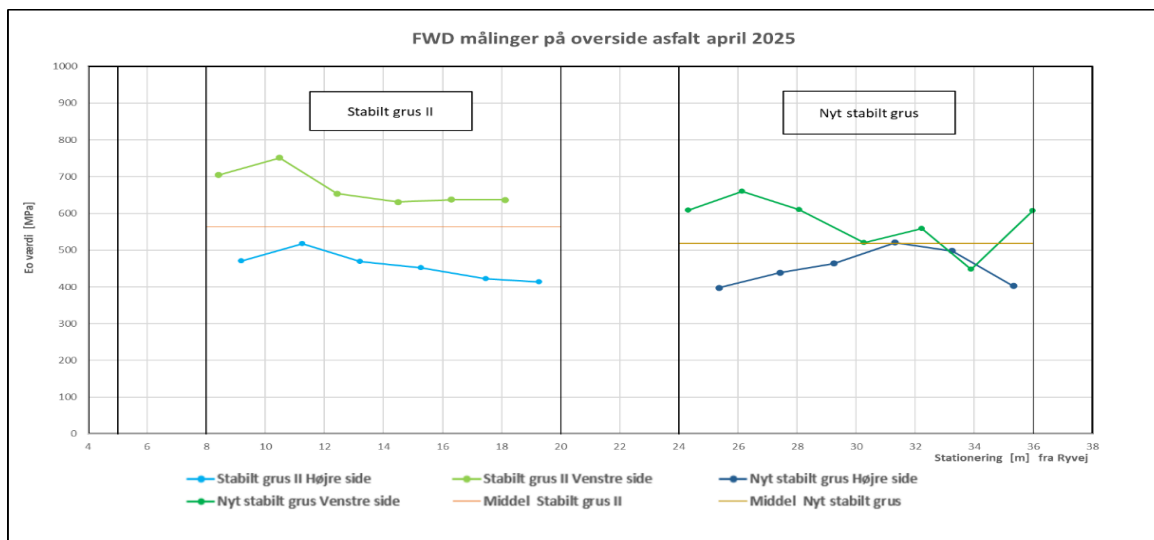


Figur 19. Overflade  $E$ -modulet,  $E_0$ , målt med stort faldlod (FWD) på oversiden af asfalten på prøvestrækningen i råstofgraven. Målt den 30. oktober 2024. Prøvefeltet "Stabilt grus II", st. 8 – 20 m med middelværdi 527 MPa og prøvefeltet "Nyt Stabilt Grus", st. 24 – 36 m med middelværdi 499 MPa. Området st. 0 – 5 m er overgangzone over grøft i indkørslen, området st. 5 – 8 m er overgangzone til prøvestrækningerne, området st. 20 – 24 m er overgangzone mellem prøvestrækningerne og området st. 36 – 40 m er overgangzone efter prøvestrækningerne.

Målingerne viser som 2023-målingerne, en lidt større bæreevne (6 %) på feltet med SG II i forhold til feltet med Nyt Stabilt Grus, når der vurderes på samtlige målinger i de to felter inklusiv målingerne i SG II-feltets venstre side st. 8 – 12 m, som også i forbindelse med disse målinger er signifikant større end resten af målingerne i SG II-feltets venstre side (P-værdi 0,03). Middelværdierne (alle målinger) på de to felter er henholdsvis 527 MPa (SG II) og 499 MPa (Nyt Stabilt Grus). En variansanalyse viser, at der ifølge disse målinger, ikke kan antages at være forskel på bæreevnen i de to testfelter (P-værdi 0,26).

Bæreevнемålingerne viser, som 2023-målingerne, en signifikant forskel i stivhed imellem højre og venstre side (P-værdi < 0,01), hvor venstre side (st. 8 – 20 m og st. 24 – 36 m) har en højere bæreevneværdi,  $E_0$ , end højre side (st. 8 – 20 m og st. 24 – 36 m) både på SG II-feltet og på Nyt Stabilt Grus-feltet. Årsagen vurderes som i forbindelse med oktober 2023-målingerne at være den tungere trafik med fuldt læssede lastbiler ud af råstofgraven i primært venstre side af forsøgsstrækningen i forhold til den lettere trafik med tomme lastbiler ind i råstofgraven i primært højre side af forsøgsstrækningen.

Der er i april 2025, ca. 6 måneder efter at prøvestrækningen er taget i brug til transport af materialer ud af råstofgraven, udført nye målinger med stort faldlod. Overflademodulet,  $E_0$ , i de enkelte målepunkter fremgår af figur 20, og viser belægningernes bæreevne målt på oversiden af asfalten i de enkelte målepunkter.



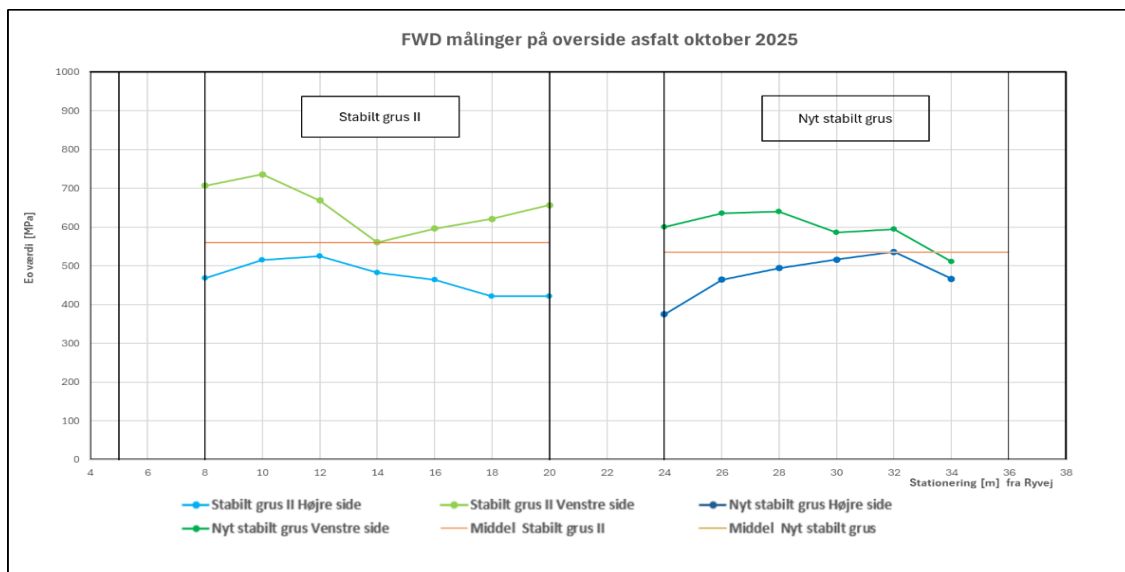
Figur 20 Overflade E-modulet,  $E_o$ , målt med stort faldlod (FWD) på oversiden af asfalten på prøvestrækningen i råstofgraven. Målt den 10. april 2025. Prøvefeltet "Stabilt grus II", st. 8 – 20 m med middelværdi 563 MPa og prøvefeltet "Nyt Stabilt Grus", st. 24 – 36 m med middelværdi 518 MPa. Området st. 0 – 5 m er overgangzone over grøft i indkørslen, området st. 5 – 8 m er overgangzone til prøvestrækningerne, området st. 20 – 24 m er overgangzone mellem prøvestrækningerne og området st. 36 – 40 m er overgangzone efter prøvestrækningerne.

Målingerne viser som 2023- og 2024-målingerne, en lidt større bæreevne (9 %) på feltet med SG II end på feltet med Nyt Stabilt Grus, når der vurderes på samtlige målinger inklusiv målingerne i SG II-feltets venstre side st. 8 – 12, som også i forbindelse med disse målinger er signifikant større end resten af målingerne i SG II-feltets venstre side (P-værdi < 0,01). Middelværdierne (alle målinger) på de to felter er henholdsvis 563 MPa (SG II) og 518 MPa (Nyt Stabilt Grus). En variansanalyse omfattende alle målinger viser, at der også ifølge disse målinger, ikke kan antages at være forskel på bæreevnen målt på overfladen af asfalten i de to testfelter (P-værdi 0,28).

April 2025-bæreevne målingerne viser ligesom 2023- og 2024-målingerne en signifikant forskel i stivhed mellem højre og venstre side (set i stationeringsretningen), hvor venstre side har en højere værdi både på SG II-feltet og på Nyt Stabilt Grus-feltet. Årsagen vurderes som i forbindelse med oktober 2023- og 2024-målingerne at være den tungere trafik med fuldt læssede lastbiler ud af råstofgraven i primært venstre side af forsøgsstrækningen i forhold til den lettere trafik med tomme lastbiler ind i råstofgraven i primært højre side af forsøgsstrækningen.

Der er i oktober 2025, ca. 12 måneder efter at prøvestrækningen er taget i brug til transport af materialer ud af råstofgraven, udført nye målinger med stort faldlod. Overflademodulet,  $E_o$ , i de enkelte målepunkter fremgår af figur 21, og viser belægningsernes bæreevne målt på oversiden af asfalten i de enkelte målepunkter.

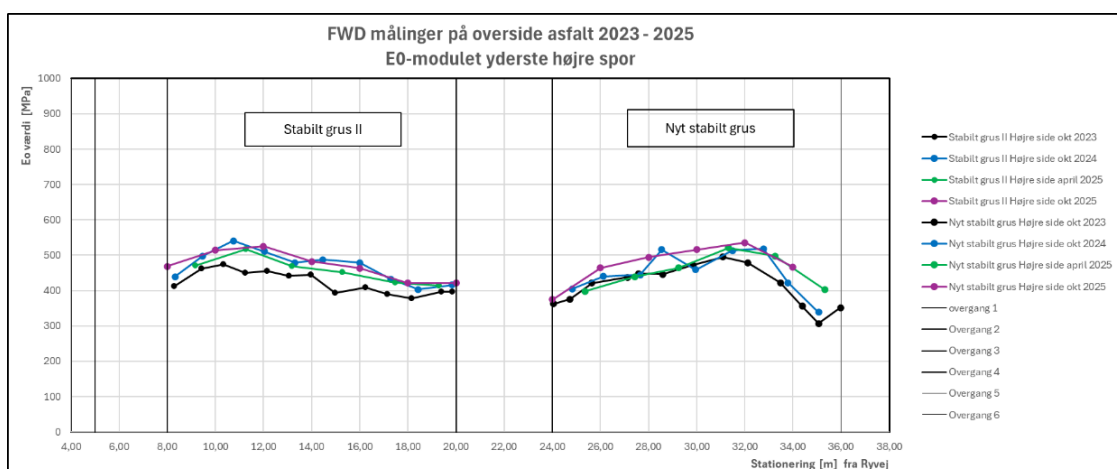
Målingerne viser som 2023-, 2024- og april 2025-målingerne, en lidt større bæreevne (5 %) på feltet med SG II end på feltet med Nyt Stabilt Grus, når der vurderes på samtlige målinger inklusiv målingerne i SG II-feltets venstre side st. 8 – 12, som også i forbindelse med disse målinger er signifikant større end resten af målingerne i SG II-feltets venstre side (P-værdi 0,02). Middelværdierne (alle målinger) på de to felter er henholdsvis 560 MPa (SG II) og 535 MPa (Nyt Stabilt Grus). En variansanalyse omfattende alle målinger viser, at der også ifølge disse målinger, ikke kan antages at være forskel på bæreevnen målt på overfladen af asfalten i de to testfelter (P-værdi 0,46).



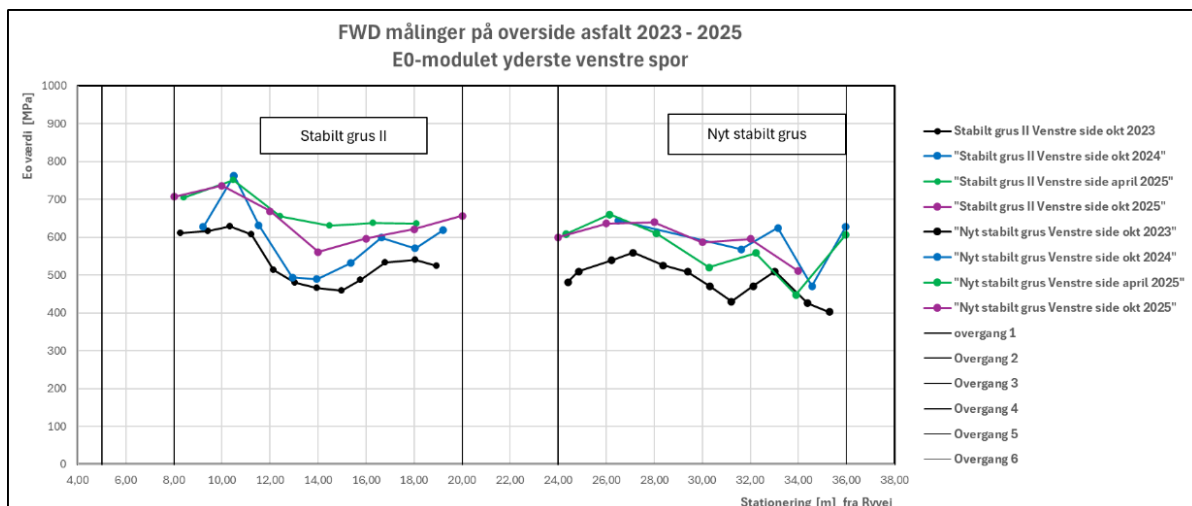
Figur 21 Overflade E-modulet,  $E_o$ , målt med stort faldlod (FWD) på oversiden af asfalten på prøvestrækningen i råstofgraven. Målt den 10. oktober 2025. Prøvefeltet "Stabilt grus II", st. 8 – 20 m med middelværdi 560 MPa og prøvefeltet "Nyt Stabilt Grus", st. 24 – 36 m med middelværdi 535 MPa. Området st. 0 – 5 m er overgangzone over grøft i indkørslen, området st. 5 – 8 m er overgangzone til prøvestrækningerne, området st. 20 – 24 m er overgangzone mellem prøvestrækningerne og området st. 36 – 40 m er overgangzone efter prøvestrækningerne.

Oktober 2025-bæreevne målingerne viser ligesom 2023-, 2024- og april 2025-målingerne en signifikant forskel i stivhed mellem højre og venstre side (set i stationeringsretningen), hvor venstre side har en højere værdi både på SG II-feltet og på Nyt Stabilt Grus-feltet. Årsagen vurderes som i forbindelse med oktober 2023-, 2024 og april 2025-målingerne at være den tungere trafik med fuldt læssede lastbiler ud af råstofgraven i primært venstre side af forsøgsstrækningen i forhold til den lettere trafik med tomme lastbiler ind i råstofgraven i primært højre side af forsøgsstrækningen.

På grund af forskellen mellem bæreevne målingerne udført på asfaltoverfladen i hhv. højre og venstre side af prøvestrækningen (set i stationeringsretningen) er alle målingerne fra de to sider optegnet i hvert sit diagram, hhv. figur 22 (højre side) og figur 23 (venstre side).



Figur 22 Overflade E-modulet,  $E_o$ , målt på oversiden af asfaltbærelaget i højre side af prøvestrækningen set fra indkørslen fra Ryvej og ind i råstofgraven. Målinger i 2023 (sort), målinger i 2024 (blå) efter ca. 1 måneds trafik, målinger i april 2025 (grøn) efter ca. ½ års trafik og målinger i oktober 2025 (lilla).



Figur 23 Overflade E-modulet,  $E_0$ , målt på oversiden af asfaltbærelaget i venstre side af prøvestrækningen set fra indkørslen fra Ryvej og ind i råstofgraven. Målinger i 2023 (sort), målinger i 2024 (blå) efter ca. 1 måneds trafik, målinger i april 2025 (grøn) efter ca. ½ års trafik og målinger i oktober 2025 (lilla).

Ved sammenligning af resultaterne fra måleperiode til måleperiode fremgår det af figur 22 og 23, at der sker en større udvikling i bæreevnen målt i venstre side af prøvestrækningen end i bæreevnen målt i højre side af prøvestrækningen. Det vurderes at årsagen til denne forskel i udviklingen af bæreevnen målt i det yderste spor i hver sin side af prøvestrækningen skyldes forskellen i belastningen af de spor, hvor det yderste spor i højre side primært belastes af den lettere trafik ind i råstofgraven, medens det yderste spor i venstre side primært belastes af den tungere trafik ud af råstofgraven.

#### 4.2.3 Jævnhedsmålinger

Der er den 15. april 2026 udført måling af sporkøringen i asfaltoverfladen. Der er udført måling dels med en teodolit og dels med et 4 m rethold (jf. fig. 24 og 25).

Målingerne er udført i 3 stationer på hvert forsøgsfelt i hhv. station 10, 14 og 16 på SG II-feltet og station 24, 28 og 32 på Nyt Stabilt Grus-feltet. Punkterne med de største sporkøringer i hver station blev markeret med retholdet, hvorefter der blev udført en nivelleringsmåling af asfaltoverfladen på tværs af asfaltstrækningen i de respektive stationer.

Resultatet af målingerne fremgår af tabel 3 og to eksempler på optegningerne af jævnhedsmålingerne fremgår af figur 26 (SG II-feltet, sporkøringen i st. 10) og af figur 27 (Nyt Stabilt Grus-feltet, sporkøringen i st. 32).

Som det fremgår af tabel 3, er der i venstre side registreret en sporkøring på op til 5,1 mm i SG II-feltet (st. 10 m) og en sporkøring på op til 3,7 mm i Nyt Stabilt Grus feltet (st. 28 m), medens der i højre side er registreret en sporkøring på 3,5 mm i SG II-feltet (st. 10 m) og en sporkøring på 2,5 mm i Nyt Stabilt Grus feltet (st. 24 m).

Den største sporkøring er som forventet i venstre side af forsøgsstrækningen, der er den side af forsøgsstrækningen med den tunge trafik ud af råstofgraven.



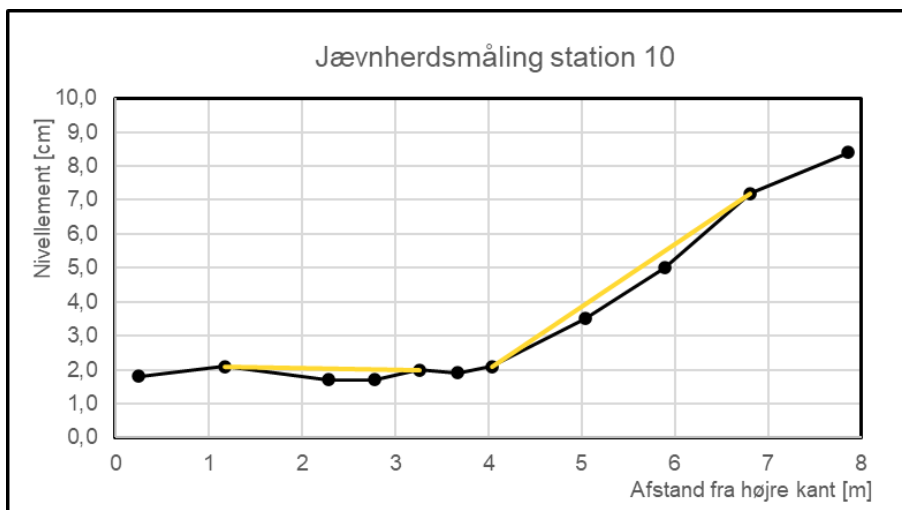
Figur 24 Måling af sporkøring med teodolit.



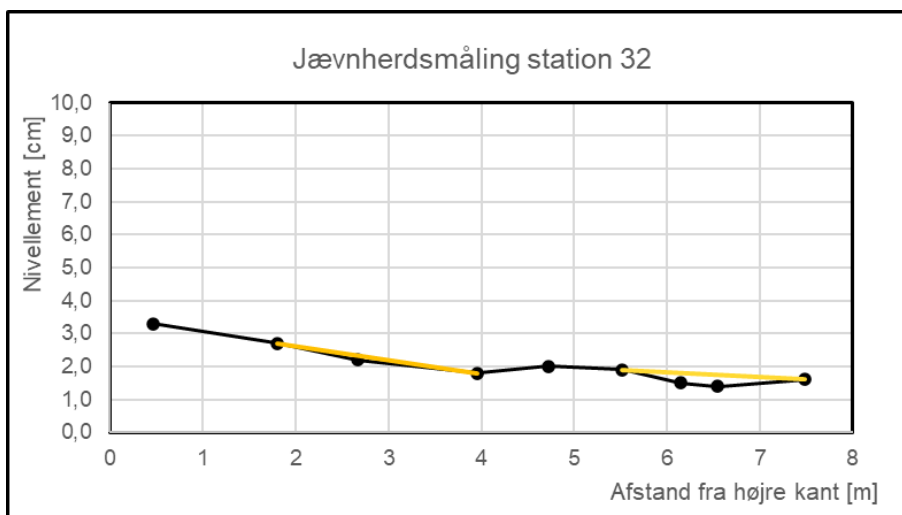
Figur 25 Måling af sporkøring med 4 m rethold.

Sporkøring målt 15. april 2026 [mm]						
Prøvefelt	SG II			Nyt stabilt grus		
Station [m]	10	14	18	24	28	32
Højre Side	3,5	3	2,7	2,5	-	1,4
Venstre side	5,1	2,7	2	1,5	3,7	3,4

Tabel 3 Sporkøringer målt med teodolit og rethold den 15. april 2026.



Figur 26 Sporkøring målt på SG II-feltet i forsøgsstrækningens station 10 m. Punkterne er opmålt med teodolit. Sporkøringen er den maksimale afstand mellem de opmålte punkter og det indlagte rethold (orange linje).



Figur 27 Sporkøring målt på Nyt Stabilt Grus-feltet i forsøgsstrækningens station 32 m. Punkterne er opmålt med teodolit. Sporkøringen er den maksimale afstand mellem de opmålte punkter og det indlagte rethold (orange linje).

#### 4.2.4 Opsummering af foreløbige resultater

Af kornstørrelsesfordelingen for Nyt Stabilt Grus fremgår det, at blandingen afviger fra de øvre krav fra vejreglerne, som gælder for SG II. Der er et større gennemfald på 1 mm sigten end vejreglernes krav til stabilt grus tillader, hvilket betragtes som en "sandpukkel" og normalt vurderes at have en negativ indvirkning på stivheden af en stabilt grus.

I Råstof-initiativet er det dog ikke hensigten at Nyt Stabilt Grus nødvendigvis skal holde sig indenfor de godkendte grænser i henhold til vejreglerne, men det skal undersøges, om der er mulighed for at afvige fra standarderne og spare på råstofferne således, at man kan få viden om et mere bæredygtigt alternativ, når der skal udføres lettere anlægsarbejder, herunder fx fortove, cykelstier, pladser med mere.

I forhold til målinger af overflade E-modulet,  $E_0$ , er der en indikation af, at Nyt Stabilt Grus har en lige så god bæreevne som SG II. Bæreevne målingerne ( $E_0$ -værdierne) beregnet på grundlag af målingerne med stort faldlod (FWD), viser ikke en sporbar forskel mellem SG II og Nyt Stabilt Grus.

Derimod viser bæreevne målingerne en tilsyneladende signifikant forskel i bæreevnen mellem det yderste højre og yderste venstre kørespor på prøvestrækningen. Årsagen vurderes at være den tungere trafik med fuldt læssede lastbiler ud af råstofgraven i primært venstre side af forsøgsstrækningen i forhold til den lettere trafik med tomme lastbiler ind i råstofgraven i primært højre side af forsøgsstrækningen.

I felten blev der også observeret en visuel forskel på den drænende evne, som SG II og Nyt Stabilt Grus har. Her er der observeret en tilsyneladende bedre drænende evne i overfladen på Nyt Stabilt Grus i forhold til overfladen på SG II.

## 4.3 Afrunding

De første prøvningsresultater fra forsøgets opstart viser, at Nyt Stabilt Grus tilsyneladende kan have styrke/deformationsegenskaber, der er lige så gode som SG II. Det har som udgangspunkt ikke været intentionen og forventningen, at opnå lige så gode egenskaber i Nyt Stabilt Grus testet op imod SG II, men da dette er det første pilotprojekt af sin art, så kan det bruges til at fortælle os noget omkring kompleksiteten af materialets egenskaber.

Det er åbenbart ikke kun reduktionen af stenindholdet på 15 %, som spiller en rolle for materialets egenskaber. Der er således også andre faktorer der gør sig gældende. Her har Råstof-initiativet en formodning om, at det er indholdet af knuste materialer og andelen af stenmel, som også har en afgørende betydning for stabilt grus' egenskaber.

Der er desuden gjort visuelle observationer, som tyder på, at Nyt Stabilt Grus kan have bedre drænende egenskaber end SG II. Dette kan være en fordel i lettere anlæg, hvor ophobning af vand kan medføre opblødning, frostskafer og efterfølgende deformationer. Observationen er dog ikke dokumenteret og bør undersøges nærmere i fremtidige studier.

Samlet set viser de foreløbige resultater, at Nyt Stabilt Grus har potentiale som et alternativt grusbærelag, men at der fortsat er behov for yderligere dokumentation, før materialets egenskaber kan fastlægges endeligt.

## 5 Perspektivering

Pilotprojektet peger på et potentiale for at reducere anvendelsen af grus og sten i grusbærelag og i højere grad inddrage sand, særligt i mindre anlægsprojekter. Dette kan ses som en nødvendig og rettidig tilpasning til en situation, hvor tilgængeligheden af grove råstoffer i Danmark er under stigende pres.

Råstof-initiativet vil fortsætte arbejdet med at dokumentere egenskaberne af Nyt Stabilt Grus gennem yderligere pilotprojekter og fortsætte monitoringen af prøvestrækningen i Vestbirk. Der forventes løbende at blive tilført nye data, som kan bidrage til en mere robust vurdering af materialets langsigtede egenskaber. Et nyt pilotprojekt er igangsat i samarbejde med Vejdirektoratet på en dobbeltrettet cykelsti mellem Djurs Sommerland og Ramten og der er dialog med to kommuner i Region Midtjylland og Nordjylland om test af Nyt Stabilt Grus på to nye strækninger med cykelsti.

Hvis de foreløbige resultater bekræftes, kan Nyt Stabilt Grus på sigt danne grundlag for en ny materialekategori, eksempelvis Stabilt grus III (SG III), målrettet konstruktioner med lavere trafikbelastning. Dette vil kunne understøtte en mere differentieret anvendelse af råstoffer, hvor de rette kvaliteter anvendes de rette steder.

Udviklingen rejser samtidig et mere grundlæggende spørgsmål om, hvorvidt de eksisterende normer og specifikationer for stabilt grus i tilstrækkelig grad afspejler de nuværende vilkår for råstoftilgængelighed. De nuværende krav er i vid udstrækning baseret på en historisk situation, hvor råstoffer var mere tilgængelige, og hvor fokus primært var på ensartet høj kvalitet. I dag kan der være behov for en mere fleksibel tilgang, hvor materialekravene i højere grad tilpasses anvendelsen.

I den forbindelse kan det være relevant at overveje etableringen af et fremtidigt råstofhierarki, hvor anvendelsen af de mest eftertragtede råstoffer prioriteres til de formål, hvor behovet er størst, såsom infrastruktur, grøn omstilling, forsvar, naturgenopretning og byggeri – blot for at nævne nogle eksempler. Dette kan medføre, at visse projekttyper i højere grad må baseres på alternative materialer.

Samlet set peger projektet på, at der er potentiale for at anvende mindre mængder grus i grusbærelag uden at gå væsentligt på kompromis med funktionaliteten. Dette kan bidrage til en mere ressourceeffektiv og bæredygtig anvendelse af råstoffer i fremtidens anlægsprojekter.

## 6 Bilag

## 6.1 Bilag A - Monitoringsprogram

MONITERING	Statisk pladebelastning (faste målepunkter indmålt)	Let faldlod (faste målepunkter indmålt)	Stort faldlod (faste målepunkter indmålt)	3 meter retholdt	Tidspunkt for monitorering
<b>1. gang - Råjordsplanum</b>	6 punkter	6 punkter			14. marts 2023
<b>2. gang - SG II overflade</b>	3 punkter	3 punkter			31. marts 2023
<b>2. gang - Nyt Stabilt Grus overflade</b>	3 punkter	3 punkter			31. marts 2023
<b>2. gang på SG II og Nyt Stabilt Grus overflade</b>			Ca. 30 punkter pr. målelinje		31. marts 2023
<b>Asfaltering</b>					17. april 2023
<b>3. gang - Asfalteret prøvestrækning</b>			Ca. 30 punkter pr. målelinje		3. oktober 2023
<b>Materiel flyttes over i råstofgraven til ibrugtagning</b>					Ca. 1. oktober 2024 (sker løbende)
<b>14 dage efter ibrugtagning</b>			Ca. 15 punkter pr. målelinje		30. oktober 2024
<b>6. måned</b>			Ca. 15 punkter pr. målelinje	14 positioner i alt med 7 på hver testopbygning med fotodokumentation	10. april 2025
<b>1 år</b>			Ca. 15 punkter pr. målelinje	14 positioner i alt med 7 på hver testopbygning med fotodokumentation	10. oktober 2025
<b>1½ år</b>			Ca. 15 punkter pr. målelinje	14 positioner i alt med 7 på hver testopbygning med fotodokumentation	9. april 2026
<b>2 år</b>			Ca. 15 punkter pr. målelinje	14 positioner i alt med 7 på hver testopbygning med fotodokumentation	Skal udføres i oktober 2026

<b>Ved afslutning af forsøg, når råstofferne i råstofgraven er indvundne</b>	Der måles i 1m x 1m asfalthuller på SG II, letstabil og frigravet planum		Ca. 15 punkter pr. målelinje	14 positioner i alt med 7 på hver testopbygning med fotodokumentation	
--	--	--	------------------------------	---	--

## 6.2 Bilag B - Kornstørrelsesfordeling på 5 prøver

## 6.3 Bilag C - CBR-forsøg på 5 prøver

## 6.4 Bilag D - Modificeret Proctor-forsøg på 5 prøver

## 6.5 Faktaark om Råstof-initiativet

Råstof-initiativet er etableret sammen med en række private og offentlige partnere, der via pilotprojekter undersøger, dokumenterer og formulerer handlemuligheder i forhold til en mere bæredygtig anvendelse af nyopgravede råstoffer som sand, grus og sten, herunder blandt andet i forhold til gældende normer. Det er Region Midtjylland, NCC og Malmos en del af *idverde*, der er lead af Råstof-initiativet.

Råstof-initiativet blev en realitet på en workshop den 25. maj i 2022, hvor en række forskellige aktører, på foranledning af Region Midtjylland og OKNygaard samledes om at identificere forskellige tiltag, som kan være med til at begrænse den mængde råstoffer, der anvendes i dagens samfund. Det overordnede formål med Råstof-initiativet er at nå ud i alle led af værdikæden og sammen identificere forbedringsmuligheder for at nedbringe råstofforbruget. Dette sker i tværfaglige arbejdsgrupper i indtil videre ni arbejds-  
spor:

- > Spor 1 – Formidling (i gang)
- > Spor 2 - Pilotprojekter - Nyt Stabilt Grus (i gang)
- > Spor 3 – Konkrete projekter og god erfa (afsluttet)
- > Spor 4 - Retningslinjer og guidelines (afsluttet)
- > Spor 5 - Sortering og genanvendelse af materialer (i gang)
- > Spor 6 - Værktøj til vurdering af bundopbygning og udbudsskabelon (i gang)
- > Spor 7 - CO<sub>2</sub> beregninger for lette anlægsarbejder (afsluttet)
- > Spor 8 – Færre råstoffer i rørgrave - fra nyopgravede råstoffer til genbrug (i gang)
- > Spor 9 – Ressourcekortlægning i eksisterende anlæg (i gang).

Råstof-initiativet består af følgende parter:

- > Arkil
- > Danske Anlægsgartnere
- > Danske Landskabsarkitekter
- > GEO
- > Horsens Kommune
- > IDVerde Danmark
- > Ingeniør'ne
- > Jordbrugets UddannelsesCenter Århus
- > Landskabsrådet
- > Malmos en del af IDVerde
- > Melgaard+co
- > NCC Industry
- > Per Aarsleff
- > Region Midtjylland
- > Region Nordjylland
- > Sandell Sustainability
- > Schönherr
- > Teknologisk Institut
- > Thing Brandt Landskab
- > Vejdirektoratet
- > Aarhus Kommune
- > Aarhus Vand

Råstof-initiativet har fokus på både udvikling af nye materialer og på, hvordan eksisterende materialer kan anvendes på en mere bæredygtig måde. Råstof-initiativet undersøger, hvordan man kan løse udfordringerne for at sikre, at der fremadrettet anvendes de rette kvaliteter de rette steder og ønsker at inspirere til, at der ikke overforbruges råstoffer i vores samfund. Det kræver både en ændring af adfærd og af vaner.



Kontoret for Jordforurening og Råstoffer  
Regional Udvikling – Region Midtjylland  
Skottenborg 26, 8800 Viborg  
[Råstof-initiativet - Regional Udvikling](#)