

Mindre overdimensionering i anlægsprojekter – spar penge og skån miljøet

**Kirstine Skov Nielsen, Region Midtjylland
og Kristoffer Sindby**



ARKIL



D A N S K E
LANDSKABSARKITEKTER



MALMOS
LANDSKAB

MELØAARD+CO



schönherr



I SAMARBEJDE MED

midt
regionmidtjylland

thingbrandt
landskab



aarhusvand

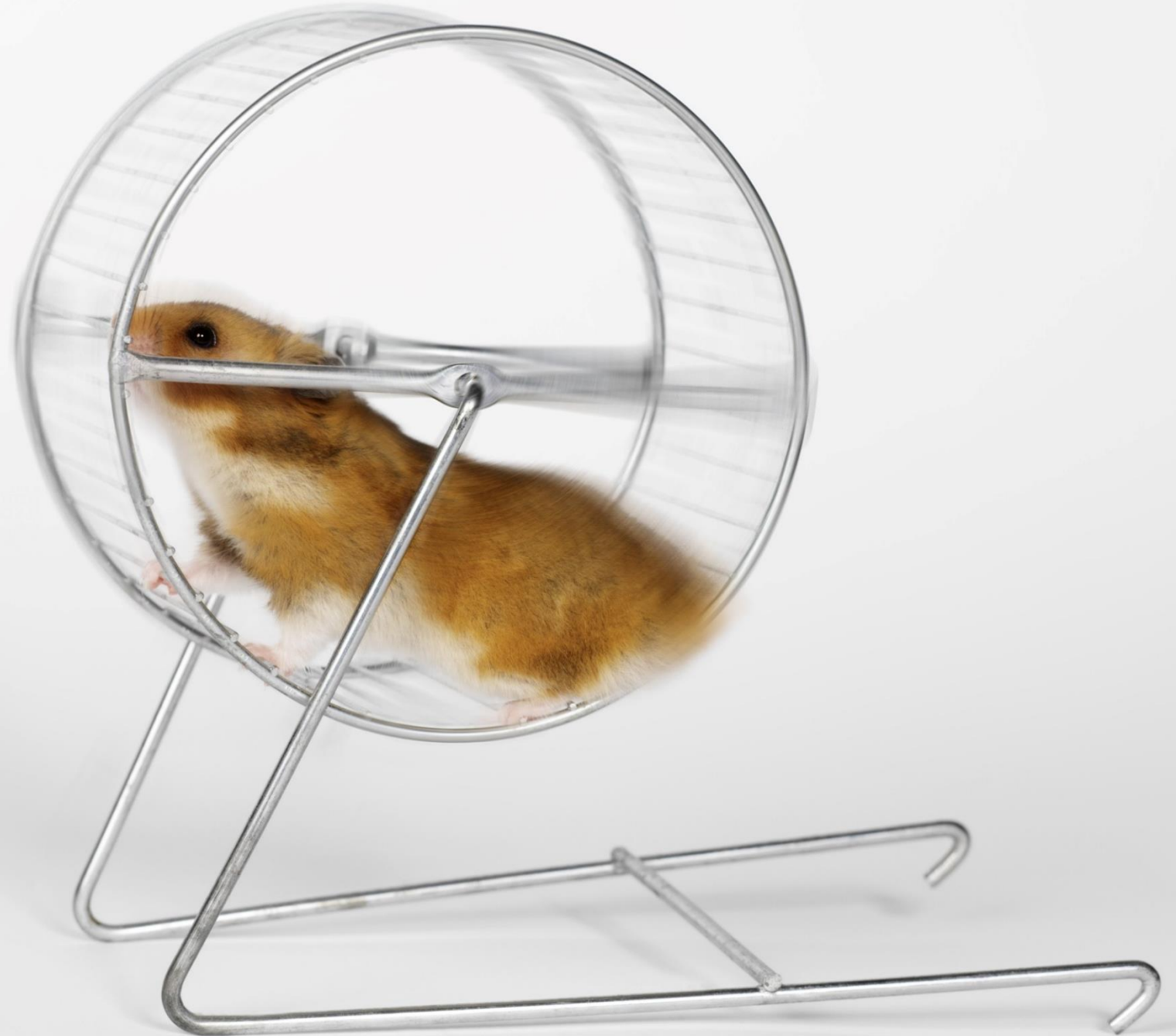
COWI


VI ARBEJDER FOR

- ▶ færre råstoffer i anlægsarbejder
- ▶ mere genanvendelse af råstoffer
- ▶ nye standarder for råstoffer i anlægsarbejder

Vanetænkning og nytænkning

Har vi råstoffer nok
til evig tid?

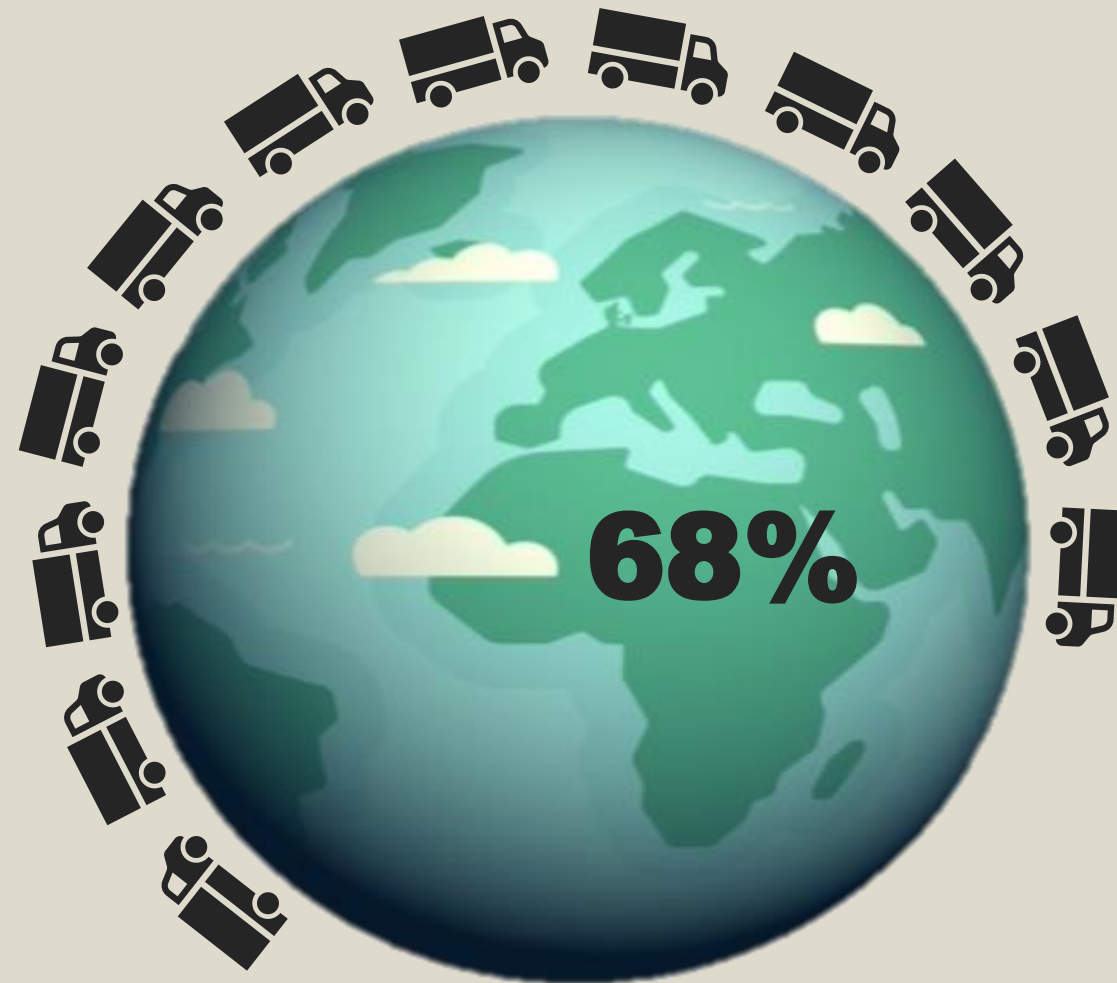




Vort forbrug i DK i 2023
indvundet på landjorden
- ca. 34 mio. m³

Heraf ca. 29 mio. m³
sand, grus og sten

Indvinding af sand, grus og sten i 2023 i DK



Udfordringerne

Vi løber ikke tør for råstoffer i morgen, men vi ved, at vi har følgende udfordringer:

- Råstoffer er en ikke fornybar ressource
- Forbruget af råstoffer forventes ikke at falde
- De mest oplagte områder er indvundet (interessekonflikter)
- Det bliver sværere at finde kvalitetsmaterialer (grus og sten)
- Transporten øges (øget CO₂-udledning og dyrere transportomkostninger)
- Vi skal blive bedre til at erstatte, genbruge og cirkulere råstoffressourcen, så der også er råstoffer til næste generationer.



Råstoffer på land – Råstofindvinding 2021

Indvundne mængder i Region Midtjylland fordelt på anvendelse, 1.000 m³

	Beton	Vej og anlæg	Asfalt	Andet	I alt
Mængde	1.483	6.160	188	1.335	9.165
Fordeling (pct.)	16%	67%	2%	15%	100%

Vi har 7 arbejdsspor i Råstof-initiativet



1.
**Formidling
Igangværende**



2.
**Pilotprojekter
Igangværende**



3.
**Konkrete erfaringer
Afsluttet**



4.
**Retningslinjer og
guidelines
Afsluttet**

De tre seneste arbejdsprojekter



**5.
Genanvendelse af
jord
Igangværende**



**6.
Dimensionerings- og
vurderingsnøgle. Udbudstermer
Igangværende**



**7.
CO2-beregninger
Afsluttet**

Udvikling af alternativ til stabilgrus II (SGII)



Sigteanalyser

Udvikling af alternativ til stabilgrus II



Forsøgsstrækning etableret



Super-cykelsti på Djursland



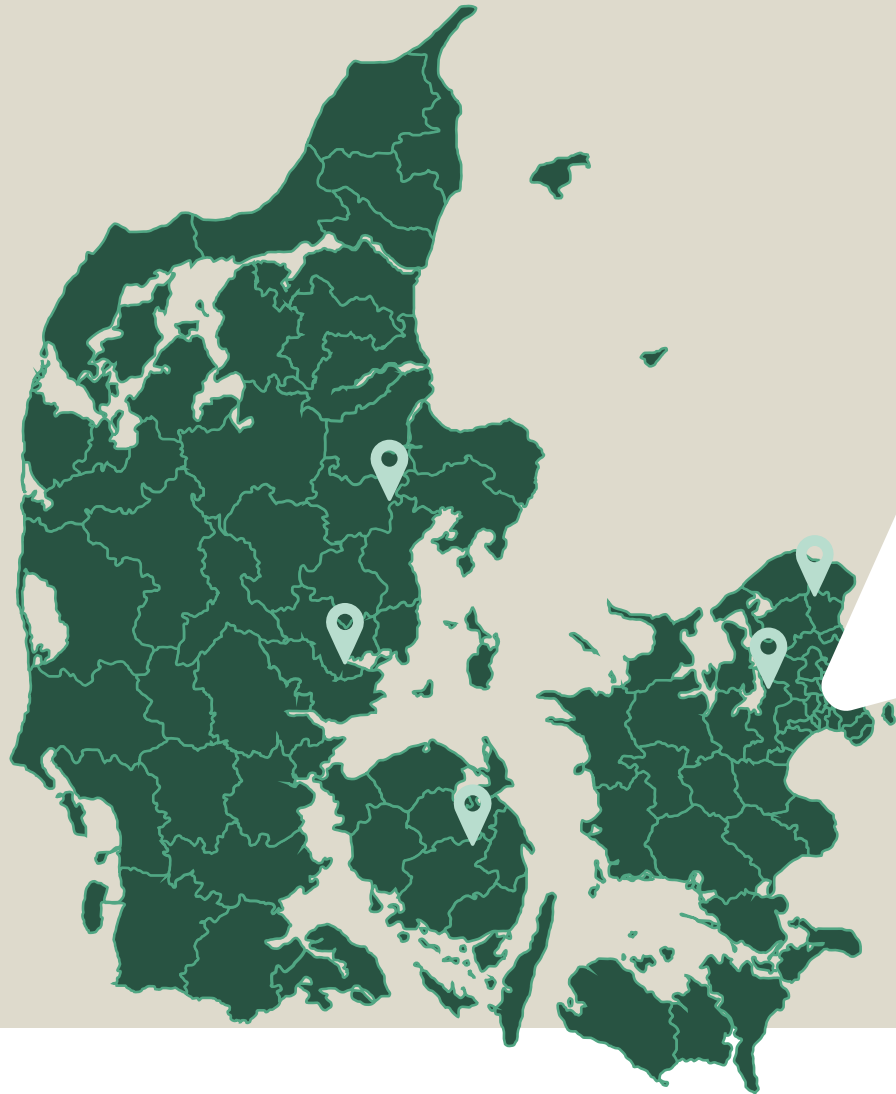
Etablering af supercykelsti og test af SGII og ny stabilgrus

Vores formodning:

- at vi fulgte normerne

Konkrete erfaringer

- Eksisterende bærelag på lette belægninger

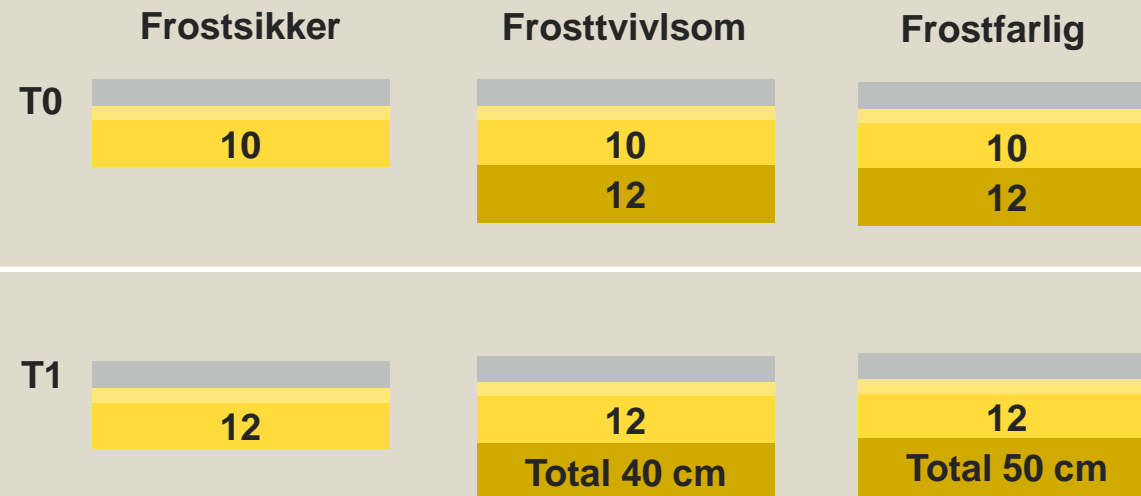


41

**Prøveudgravninger
og vurderinger af
eksisterende
belægninger med
let trafik**

Frost-variationer fra normer for Danske Anlægsgartnere

Normerne



Belægning

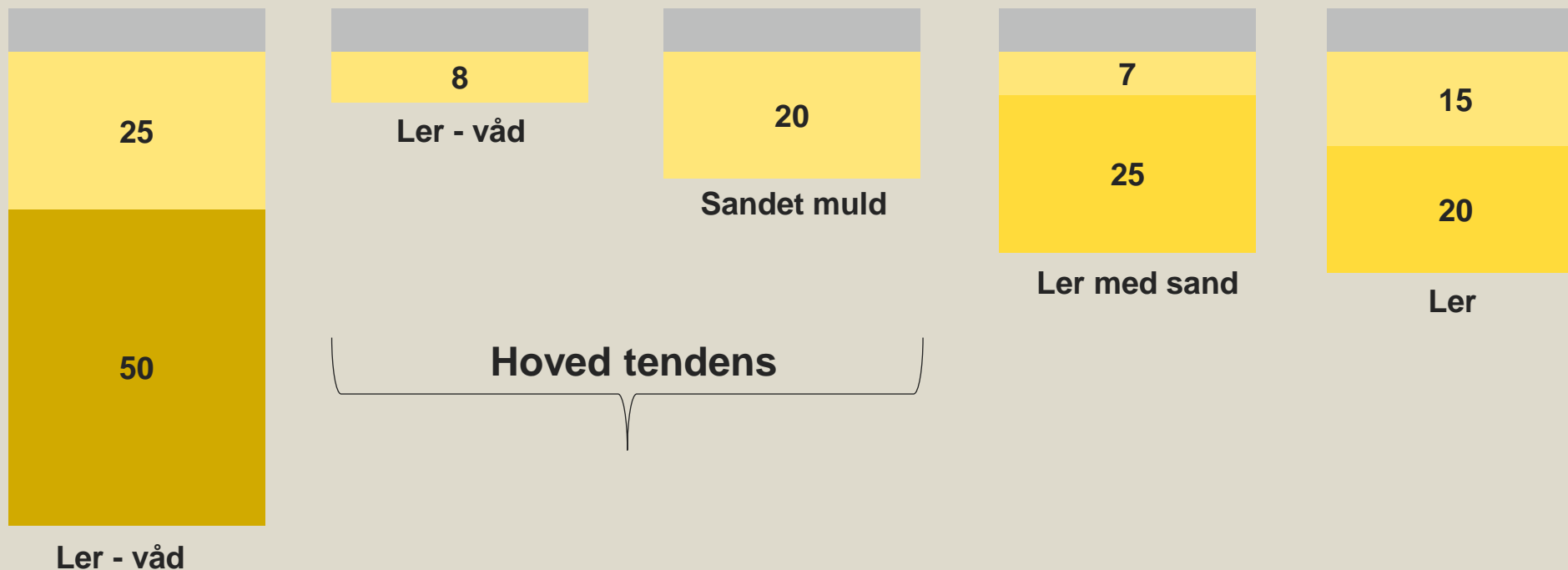
Afretning

Stabilgrus

Bundsikring

Stor variation i opbygninger

Eksempler fra udgravninger



Belægning

Afretning

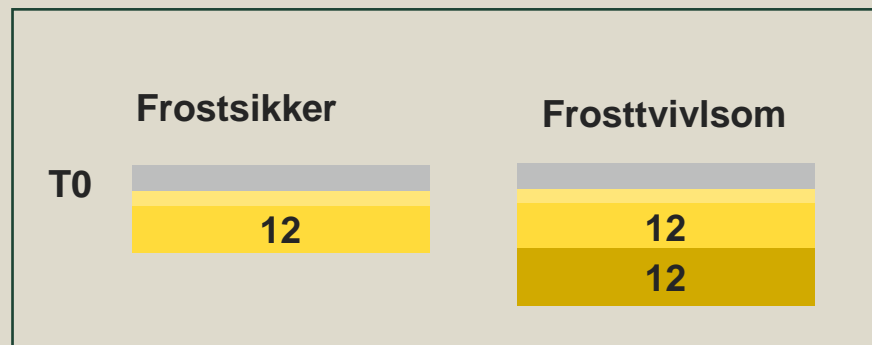
Stabilgrus

Bundsikring

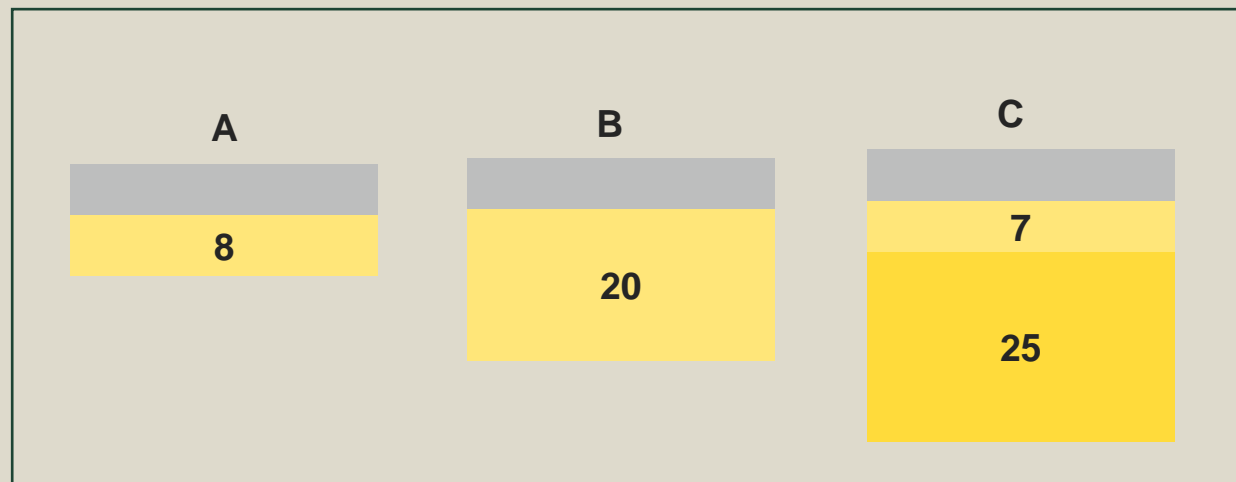
Stor variation i opbygninger

Undersøgelse af 41 eksisterende belægninger med let trafik

Normerne



Eksempler fra udgravninger



Belægning

Afretning

Stabilgrus

Bundsikring

Eksempel på genbrug i praksis fra spor 3



Resultater og tendenser fra undersøgelse

- spor 3

- Variation i opbygninger korrelerer ikke med mængden af sætninger og opspring
- Brønde, træer og manglende dræninger er primær årsag til sætninger og opspring
- Tendens til, at det er muligt at genanvende den eksisterende bund, uden at det giver sætninger efter udskiftning af overfladebelægningen

Undersøgelse af holdbarhed for belægninger ctr. Bundopbygning:

Angiv type undersøgelse: Afhørende bund: Bund NOVAIS: Gebrug af bund:

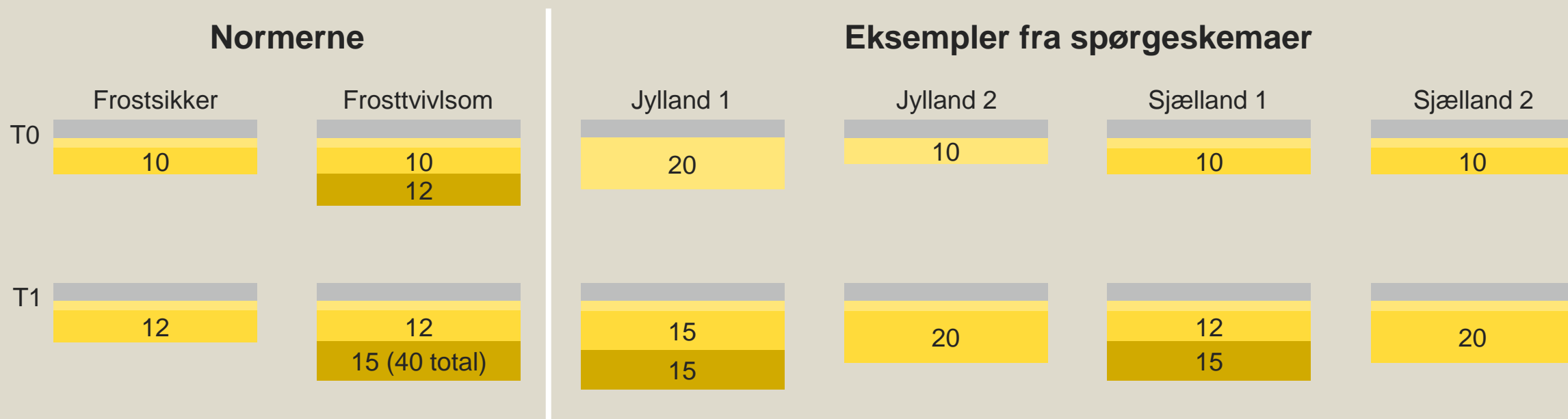
Adresse:	Sønderhøjen 30	Indkørsel	Terrasse	Gangsti	Fartov	Andet
Anvendelse:	Belægning udsøffet 2011 På elev. bund ARK					
Anlægs år:	500 m ²					
Ca. areal i m ² :	20 x 11 x 9					
Belægningstype:	Beton Sten					
- Fliser/belægningsten						
- Størrelse: D x L x T						
- Materiale						
Foto:	Vedlig. 1 eller flere foto, som viser belægningen - nr.? Målinger med 3 meter rebhøjt og tommestok. OK dog er Palle Skuffet Sunket/Skubbed Flere steder					
Jævnhed:	Beskriv om der er lunke på mere end 10 mm og angiv gub (mm) og omfang (antal og % af hele belægningen).					
Opspring:	Total opspring på over 3 mm					
Fald:	Angiv i promille					
Bemærkninger:	Beskriv evt. skader på belægning + evt. årsag: sætning brug mv.					
Registrering af bundopbygning:	start med prøvegravning i kant (min. 3 prøver i alt)					
Afretninglag:	Forsøg at beskriv kernefordeling (f.eks. 0-4 mm) samt opretthed (balle-ef. vægning)					
Bærelag:	Forsøg at beskriv kernefordeling (f.eks. 0-32 mm) samt opretthed. Og om bærelaget fremstår opløst					
Evt. Bundskring:	Forsøg at beskriv kernefordeling (f.eks. 0-64 mm) samt opretthed					
Råjord:	Visuel vurdering - beskriv: Lav rølløber for at kunne skanne lerindhold! Angiv evt. jordklasse. Fremstil den fugtig!					

Vurdering af risiko for tilslidning af vand til bundopbygning?
Nej

Underskrift: *[Signature]*

Dato: 16/3-23

Mindre anlægsgartnere på Sjælland følger normer, mens der i Jylland bruges 08 grus på T0



Spørgeskemaundersøgelse hos 36 medlemmer af Danske Anlægsgartnere



Retningslinjer og guidelines

**Hvordan er praksis i forhold
til Normerne?**



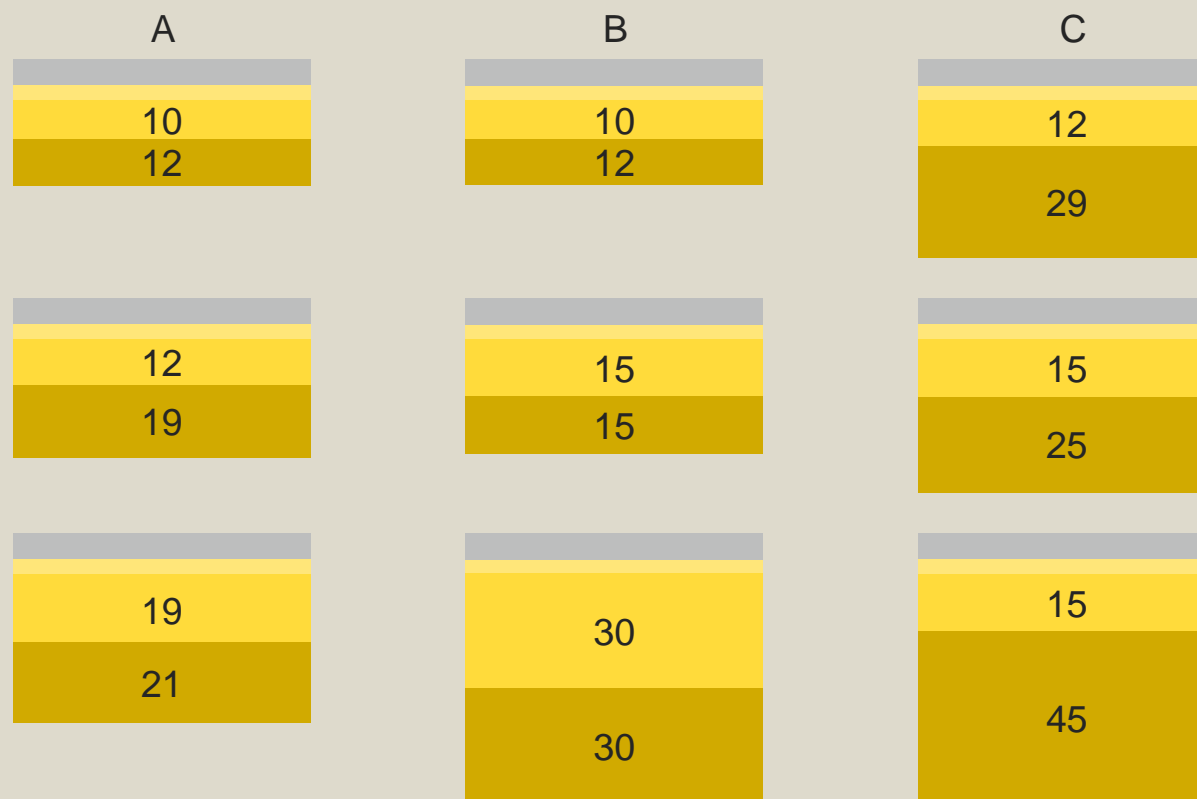
**Undersøgelse af 10 udbud af
anlægsgartner-entrepriser**

Projekter bliver udbudt med opbygninger der er tykkere end normerne angiver

Normerne

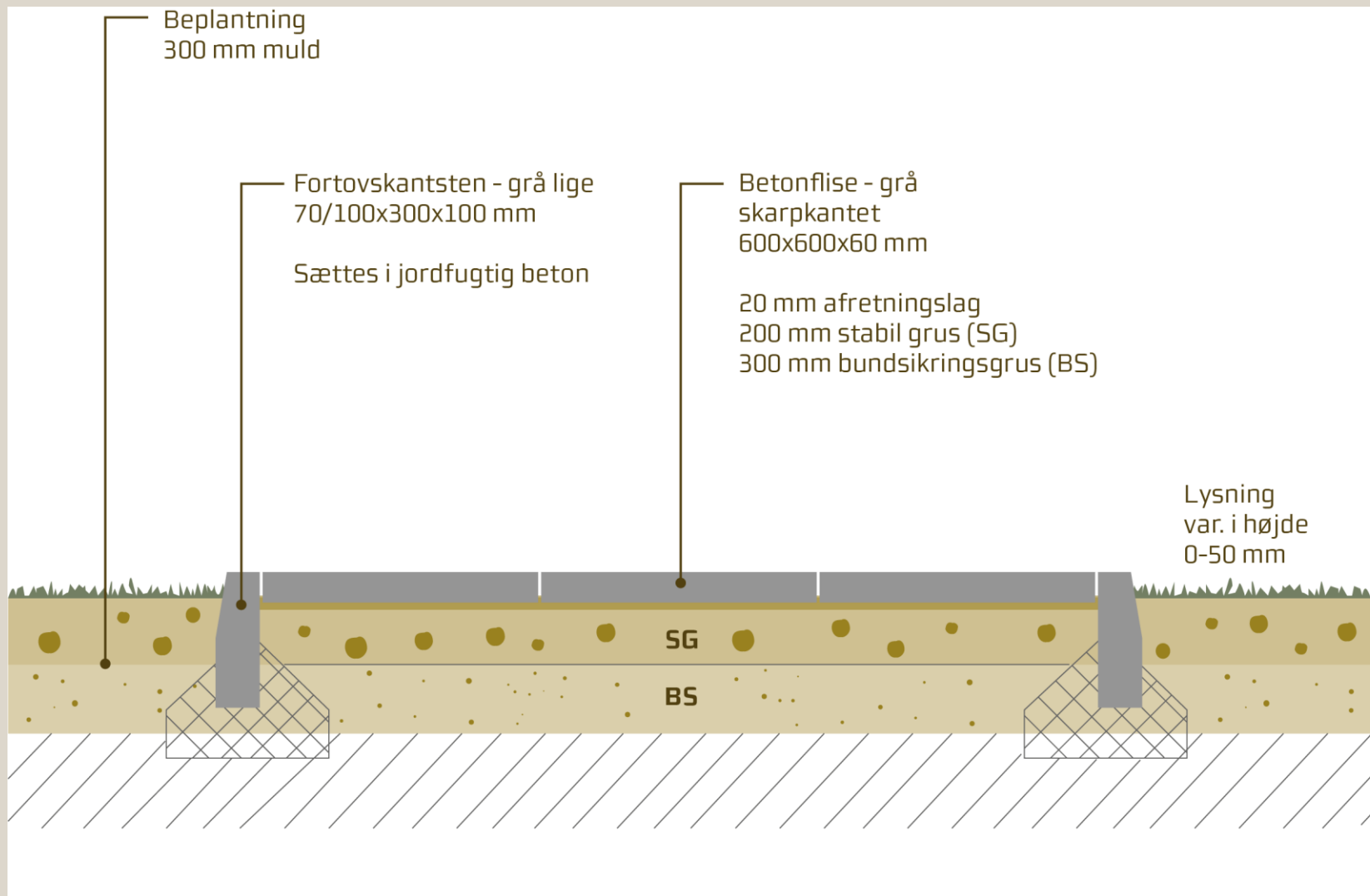


Eksempler fra udbud



Undersøgelse af 10 udbud af anlægsgartner-entrepriser

Eksempel på overforbrug ved udbudt projekt



Sti ved cykelskur

Råjorden kan være frostsikker, frosttvivlsom eller frostfarlig

Eksempel – sti ved cykelskur

STI - PROJEKTERET

NOVA 2015 (T0)

OVERDIMENSIONERING

Frosttvivlsom råjord

Frosttvivlsom råjord

Betonflise 6 cm

Betonflise 6 cm

Betonflise 6 cm

Afretningslag 2 cm

Afretningslag 3 cm

- 1 cm

Stabilgrus 20 cm

Stabilgrus 10 cm

+ 10 cm

Bundsikringsgrus 30 cm

Bundsikringsgrus 12 cm

+ 18 cm

52 cm

25 cm

+ 27 cm (52 % overforbrug)

Eksempel – sti ved cykelskur

STI - PROJEKTERET

NOVA 2015 (T0) Frostsikker råjord

OVERDIMENSIONERING Frostsikker råjord

Betonflise 6 cm

Betonflise 6 cm

Betonflise 6 cm

Afretningslag 2 cm

Afretningslag 3 cm

- 1 cm

Stabilgrus 20 cm

Stabilgrus 10 cm

+ 10 cm

Bundsikringsgrus 30 cm

Bundsikringsgrus 0 cm

+ 30 cm

52 cm

13 cm

+ 39 cm (75 % overforbrug)

Løsning på sti ved cykelskur



- Bedre forundersøgelser – tag stilling til om der er behov for et bundsikringslag – vurder boniteten
- Stil krav i udbudsmaterialet, fx:

”Bundsikringslag leveres kun, hvis der ved fælles besigtigelse, efter afgravning til bærelagsplanum, skønnes behov herfor”.

Resultater og tendenser fra undersøgelse – spor 4

- Udbudte projekter er generelt overdimensionerede ift. normerne
- Der vurderes ikke på jordforhold ift. frostrisiko ved udbudte projekter
- Anlægsgartnere oplever generelt ikke problemer med frosthævninger af belægninger
- Der er i Jylland god erfaring med ikke at anvende bærelag på T0 belægninger, men i stedet bruge et tykkere lag afretningsgrus

Hvad fandt vi ud af?

Praksis > **Normer** > **Behov**

Dimensionerings- og vurderingsnøgle samt udbudstermer. Spor 6

- Værktøj til vurdering af bundopbygning
- Brug af eksisterende bund
- Med ny bundopbygning
- Deling af risiko

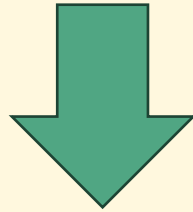


Brug af eksisterende opbygning

**Undersøgelse af belægning i henhold til skema:
"Vurdering af eksisterende bundopbygning med henblik på genbrug"**

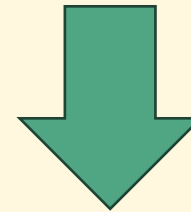
Kan eksisterende bund genbruges?

Ja ✓



**Kan eksisterende
belægning genbruges**

Nej



**Eksisterende bundopbygning genanvendes
ikke, mens materialerne fra eksisterende
bundopbygning vurderes med henblik på
opgravning og derefter genanvendelse**

Ja ✓



**Eksisterende belægning
optages og lægges i depot
med henblik på direkte
genanvendelse**

Nej



**Eksisterende belægning
genanvendes ikke**

Vurdering af eksisterende opbygning

En måde at validere og kvalitets sikre eksisterende bundopbygninger på kunne være ved at lave en registrering af den eksisterende belægnings fysiske fremtoning med hensyn til jævnhed og fald, samt hvor eventuelle skader registreres og analyseres i forhold til årsag.

Vurderingen kan med fordel laves i et samarbejde mellem bygherre, rådgiver og Udførende, da man herved gør brug af alle erfaringer. Således sikres, at bygherren bliver bevidst om valget og om, at der kan være en lille risiko, som dog oftest langt overskygges af opnåede besparelser.

Vurdering af eksisterende bundopbygning med henblik på genbrug					
Adresse:					
Anvendelse:	Indkørsel	Terrasse	Gangsti	Fortov	andet
Alder:					
Foto:					
Belægningstype:					
- Fliser belægningstypen					
- Størrelse: B x L x T					
- Materiale					
Målinger med 3 meter retholt og tommestok					
Jævnhed:					
<i>Beskriv om der er lunke på mere end 10 mm og angiv gab (mm) og omfang (antal og % af hele belægningen)</i>					
Opspring:					
<i>Antal opspring på over 3 mm</i>					
Fald:					
<i>Angives i promille</i>					
Bemærkninger:					
<i>Beskriv evt. skader på belægning + evt. årsag: uregelmæssig brug mv.</i>					
Dato:	Underskrift: /				

Undersøgelse af holdbarhed for belægninger ctr. Bundopbygning:

Angiv type undersøgelse:	Afvigende bund:	Bund NOVA15:	Genbrug af bund:		
Adresse:					
Anvendelse:	<i>Indkørsel</i>	<i>Terrasse</i>	<i>Gangsti</i>	<i>Fortov</i>	<i>andet</i>
Anlægs år:					
Ca. areal i m ²					
Belægningstype: - Fliser/belægningssten - Størrelse: B x L x T - Materiale					
Foto:	<i>Vedlæg 1 eller flere foto, som viser belægningen – nr.?</i>				
Målinger med 3 meter retholt og tommestok					
Jævnhed: <i>Beskriv om der er lunke på mere end 10 mm og angiv gab (mm) og omfang (antal og % af hele belægningen)</i>					
Opspring: <i>Antal opspring på over 3 mm</i>					
Fald: <i>Angives i promille</i>					
Bemærkninger: <i>Beskriv evt. skader på belægning + evt. årsag: ensidig brug mv.</i>					
Registrering af bundopbygning: start med prøvegravning i kant (min. 3 prøver i alt)					
Afretningslag: <i>Forsøg at beskriv kornfordeling (f.eks. 0 – 4 mm) samt oprindelse (bakke-el. sømatr.)</i>	Tykkelse i cm:				
	Materiale:				
Bærelag: <i>Forsøg at beskriv kornfordeling (f.eks. 0 – 32 mm) samt oprindelse. Og om bærelaget fremstår opblødt</i>	Tykkelse i cm:				
	Beskrivelse:				
Evt. Bundsikring: <i>Forsøg at beskriv kornfordeling (f.eks. 0 – 64) mm) samt oprindelse</i>	Tykkelse i cm:				
	Beskrivelse:				
Råjord: <i>Visuel vurdering – beskriv: Lav rulleprøve for at kunne skønne lerindhold? Angiv evt. jordklasse. Fremstår den fugtig?</i>	Beskrivelse:				
Vurdering af risiko for tilledning af vand til bundopbygning?					

Dato:

Underskrift:

Supplerende undersøgelser, som kun udføres ved manglende funktionalitet mv.

Placering af lunke? <i>Ophobning af vand i afretningslaget kan øget risiko for sætninger. Afløres ofte via sætningernes placering – steder hvor vand samles i afretningslagets omkring brønde, på belægningen laveste punkt (mod kant).</i>	Beskrivelse:
Bærelag:	Mål komprimering: ("håndstamptest")
	Nedsivningsprøve: (evt. bare ved udvanding på overflade)
Råjord:	Mål komprimering – ("håndstamptest")
	Nedsivningsprøve:
Undersøg/overvej om sætningerne kan skyldes underliggende ledningsgrav eller anden årsag:	

Foto:

Proces til udbud med ny bundopbygning

Udbud

Som udgangspunkt udbydes der en bundopbygning svarende til frostsikker, men med tillægspriser svarende til frosttvivlsom og frostfølsom

Udbuddet skal desuden beskrive den vurdering af råjordsplanum, der skal foretages i udførelsesfasen umiddelbart efter afgravning.

Vurdering og gennemsigtighed

- Faglig vurdering efter afgravning, til stede Bygherre, rådgiver og udførende
- Fælles inspektion
- Dokumenteret vurdering deles med alle parter
- Bygherre træffer endelig beslutning

Se metode katalog.

Forslag til deling af ansvar og risiko.

Risikopulje og 5 årsgennemgang

- Fælles pulje, til opretninger
- Ved 5 års gennemgang fordeles puljen som aftalt mellem parterne

Ny bundopbygning on site

Som udgangspunkt udbydes der en bundopbygning svarende til frostsikker, men med tillægspriser svarende til:

- Afgravning, bortkørsel og deponering af xx cm råjord (frosttvivlsom)
- Afgravning, bortkørsel og deponering af xx cm råjord (frostfarlig)
- Indkøb, levering, udlægning og komprimering af xx cm bundsikring (frosttvivlsom)
- Indkøb, levering, udlægning og komprimering af xx cm bundsikring (frostfarlig)

Udbuddet skal desuden beskrive den vurdering af råjordsplanum, der skal foretages i udførelsesfasen umiddelbart efter afgravning.

Efter afgravning vurderes råjordsplanum og der tages beslutning om bundopbygning

Frostsikker



Ingen
justering af
pris og tid

Frosttvivlsom



Justering af
pris og tid i
henhold til
udbud

Frostfølsom



Justering af
pris og tid i
henhold til
udbud

Idekatalog - passus ved Ansvar og Risiko

1) Fælles risiko

- Risikopulje og 5 årsgennemgang
- Fælles pulje, til opretninger
- Ved 5 års gennemgang fordeles puljen som mellem parterne

2) Bygherre risiko

- Bygherre tager ansvaret
- Klar definitivt af hvad der er i risikoen i fejl og mangel aflevering (Hvad kan det være?)

3) Rådgiver og Udførende tager risiko

- Risikopulje og 5 årsgennemgang
- Fælles pulje, til opretninger
- Ved 5 års gennemgang fordeles puljen som mellem parterne

Spor 7 CO2-beregninger

- Besparelse på **97,7-99,9 %** af CO2-udledningen, ved genbrug af råstoffer fra fortov, cykelsti og mindre kommuneveje

SPOR 7
CO2-BEREGNINGER




Følg resultaterne fra Råstof-initiativet

- På Region Midtjyllands hjemmeside
- [Råstof-initiativet - Regional Udvikling](#)
- Her ligger rapporter frit tilgængelige

- På LinkedIn
- [\(19\) RÅSTOF-INITIATIVET: Posts | LinkedIn](#)
- Deling af seneste viden og events

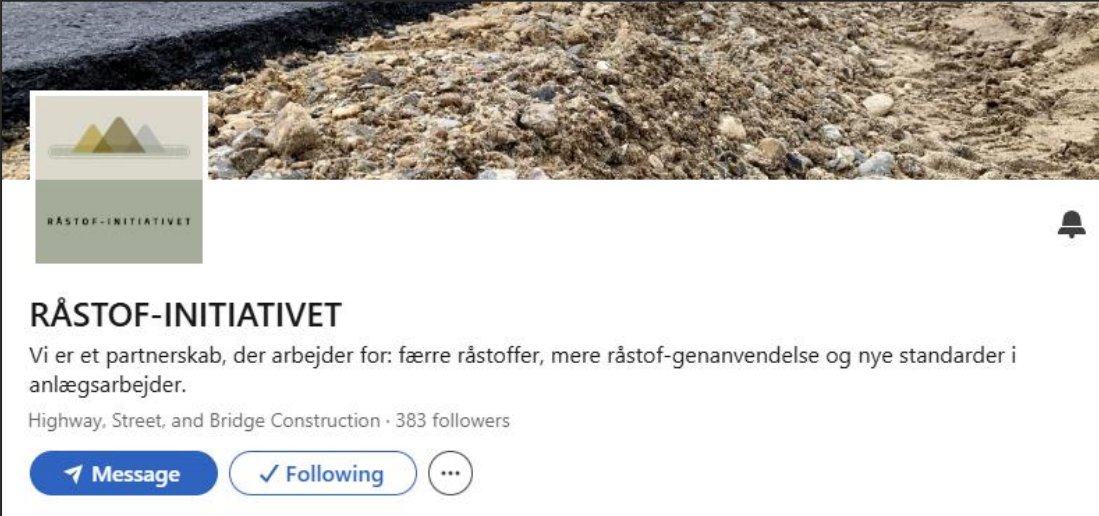
Video om Råstof-initiativet

Se en kort film om, hvad Råstof-initiativet er.



RÅSTOF-INITIATIVET

- Kontakt
- Om Råstof-initiativet
- Video om Råstof-initiativet
- Samarbejdspartnere i projektet
- Spor og resultater
- Billeder fra Råstof-initiativet



RÅSTOF-INITIATIVET

Vi er et partnerskab, der arbejder for: færre råstoffer, mere råstof-genanvendelse og nye standarder i anlægsarbejder.

Highway, Street, and Bridge Construction · 383 followers

[Message](#) [Following](#) [...](#)

Spørgsmål

