


# Fra vanetænkning til nytænkning – hvordan gør vi vores ressourceforbrug mere bæredygtigt?



**Kristoffer Sindby, Scanpipe**



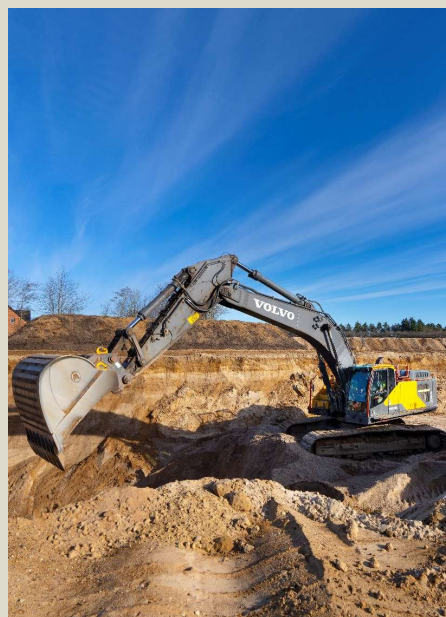
**Vort forbrug i DK i 2023**  
**indvundet på landjorden**  
**- ca. 34 mio. m<sup>3</sup>**

**Heraf ca. 29 mio. m<sup>3</sup>**  
**sand, grus og sten**

# Vi har 9 arbejdsspor i Råstof-initiativet



**1.**  
**Formidling**  
**Igangværende**



**2.**  
**Pilotprojekter**  
**Igangværende**

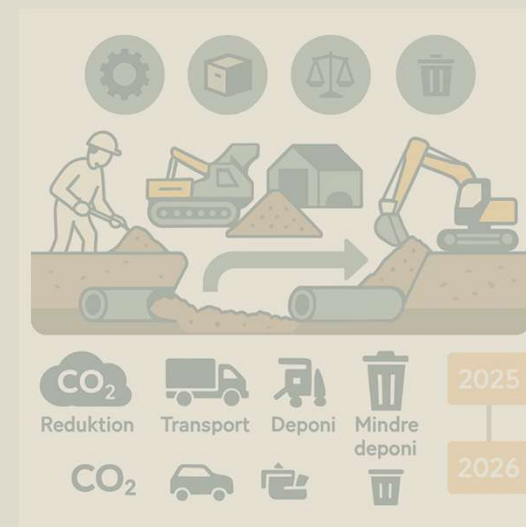


**3.**  
**Konkrete erfaringer**  
**Afsluttet**



**4.**  
**Retningslinjer og**  
**guidelines**  
**Afsluttet**

# De tre seneste arbejdsspør



**5.**  
**Genanvendelse af  
jord  
Igangværende**

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

**7.**  
**CO2-beregninger  
Afsluttende**

**8.**  
**Færre råstoffer i  
rørgrave: Fra  
nyopgravede råstoffer  
til genbrug**

**Vores formodning:**

**- at vi fulgte normerne**

# Konkrete erfaringer

## - Eksisterende bærelag på lette belægninger



# 41

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

# Frost-variationer fra normer for danske anlægsgartnere

## Normerne

	Frostsikker	Frostvivlsom	Frostfarlig
T0	10	10 12	10 12
T1	12	12 Total 40 cm	12 Total 50 cm

- Belægning
- Afretning
- Stabilgrus
- Bundsikring

# Stor variation i opbygninger

## Eksempler fra udgravninger



Belægning

Afretning

Stabilgrus

Bundsikring

# 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: | Adresse: |

Undersøgelse af holdbarhed for belægninger ctr. Bundopbygning:

Angiv type undersøgelse:	Arvige bane:	Bund NOVAIS:	Geobrug af bund:
Adresse:	Sønebohaven 30 Indkørsel Terrasse	Gangsti Forter andet	
Anlægs år:	Belægning udskiftet 2011 på egen bund P.B.		
Ca. areal i m <sup>2</sup> :	20 x 10 m?		
Belægningstype:	Bæsten Sten		
- Fliser/belægningsten			
- Størrelse: B x L x T			
- Materiale	Vedtag 1 eller flere fotos, som viser belægningen - nr?		
Foto:	Målinger med 3 meter redholt og tommestok OK dog en lille skiftet sunket/stubbet Fløesteder		
Jævnhed:	Bekræft om der er bunker på mere end 10 mm og angiv højde (mm) og omfang (antal og % af samlede overflade)		
Opgraving:	Årsag til opgraving på mere end 3 mm 20/100 5-10 mm ved rist		
Fald:	Angiv i procent		
Bemærkninger:	Generelt bræde fuger op til 15-20 mm Pullestøtte skubbet ud, mangler løsløsning		
Registrering af bundopbygning:	Mål med prøvegravning i kant (min. 3 prøver i alt)		
Afretningslag:	Tykkelse i cm: 8 cm		
Bærelag:	Materiale: 0/8 Bølge		
Evt. Bundsikring:	Tykkelse i cm: 15 cm Beskrivelse: 0/32 Bølge		
Råjord:	Tykkelse i cm: 40 cm Beskrivelse: 0/60		
	Beskrivelse: Fugtig Ler Jord		

Vurdering af risiko for tilfældning af vand til bundopbygning?

Dato: 16/3-23  
Underskrift: *Ullmann*

## **Spør 4 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

	Frostsikker	Frostvivilsom
T0	10	10 12
T1	12	12 15
T2	19	19 20

## Eksempler fra udbud

	A	B	C
T0	10 12	10 12	12 29
T1	12 19	15 15	15 25
T2	19 21	30 30	15 45

Belægning

Afretning

Stabilgrus

Bundsikring

Undersøgelse af 10 udbud af anlægsgartner-entrepriser

# 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**

# Spør 6.

## Hvordan kan I konkret agere?

- Vurderings nøgle
- Bære evne vs Frostfølsomhed
- SAB

## 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 genanvendes

Ja



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

Nej



Eksisterende belægning genanvendes ikke

Nej



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

## Ny opbygning

### 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
- Fælles inspektion
- Dokumenteret vurdering deles med alle parter

Frostsikker



Ingen justering af pris og tid, men risikopulje oprettes

Frosttvivlsom



Justering af pris og tid i henhold til udbud

Frostfølsom



Justering af pris og tid i henhold til udbud

Intsitaments pulje og 5 årsgennemgang

- Fælles pulje
- Ved 5 års gennemgang fordeles puljen

# Projekt- og anvendelsesklasse

Første trin er at fastlægge:

- trafikklasse (T0, T1, T2)
- særlige krav (tilgængelighed, komfort, særlige belastninger)
- ønsket levetid og driftsstrategi

Dette danner rammen for, hvor stor en sikkerhed man ønsker – og dermed hvor følsom konstruktionen er over for variationer i råjordens bæreevne.

TRAFIKKLASSE	T0	T1	T2
Lastbiler pr. døgn (i begge retninger tilsammen)	0	<1	1-75
Æ10 pr. dag pr. spor (øvre grænse)	0	0	<20
<b>OVERFLADELAG</b>			
Pulverasfalt/overfladebehandling	2 <sup>1</sup>	2	2
Asfaltbeton	-	-	2,5
Kørebanebrosten	11	11	11
Chaussébrosten	7,5	7,5	7,5 <sup>2</sup>
Mosaikbrosten	4	-	-
Knoldebrosten	6	10	-
Naturstensfliser	3	8	10 <sup>2</sup>
Betonbelægningssten	5	6	8
Betonfliser	5	6	10 <sup>2</sup>
Klinker	5	6	8
Brædder	2,8	-	-
Træklodser / træskiver	10	10	10
Leret vejgrus / stensmel	2	2	-
Perlesten	2	2	-
Ærtesten	4	6	-
Nøddesten	8	8	-
<b>AFRETNINGSLAG (eventuelt)</b>	3 cm <sup>3</sup>		
<b>BÆRELAG</b>			
Stabilt grus (SG) (ikke til asfalt undt. T0)	10	12	19
Cementblandet grus (CG) (ikke til asfalt)	-	12	15,5
Singelsmakadam (SIM)	7	10	24 <sup>5</sup>
Skærvemakadam (SKM)	7	10	20
GAB + Stabilt grus (til asfalt)	-	5+15	8+15
Leret grus <sup>4</sup>	8	12	19
<b>BUNDSIKRINGSLAG</b>			
På frostsikker bund	0	0	0
På frosttvivlsom bund	12	15 <sup>A</sup>	20 <sup>C</sup>
På frostfarlig bund	12	15 <sup>B</sup>	20 <sup>D</sup>

# Visuel og praktisk vurdering af råjord

Umiddelbart efter afgravning til råjordsplanum, foretages vurdering af råjordens beskaffenhed.

Denne kan bestå af en kombination af:

1. Her er det vigtigt hvis risiko for tilledning af vand fra omgivelser eller høj grundvandsstand, skal der laves afværgeforanstaltninger.
2. Hvis risiko for tilledning af vand fra omgivelserne kan afvises/fjernes, udføres derefter én eller flere af nedenstående prøver for afdækning af råjordens beskaffenhed:

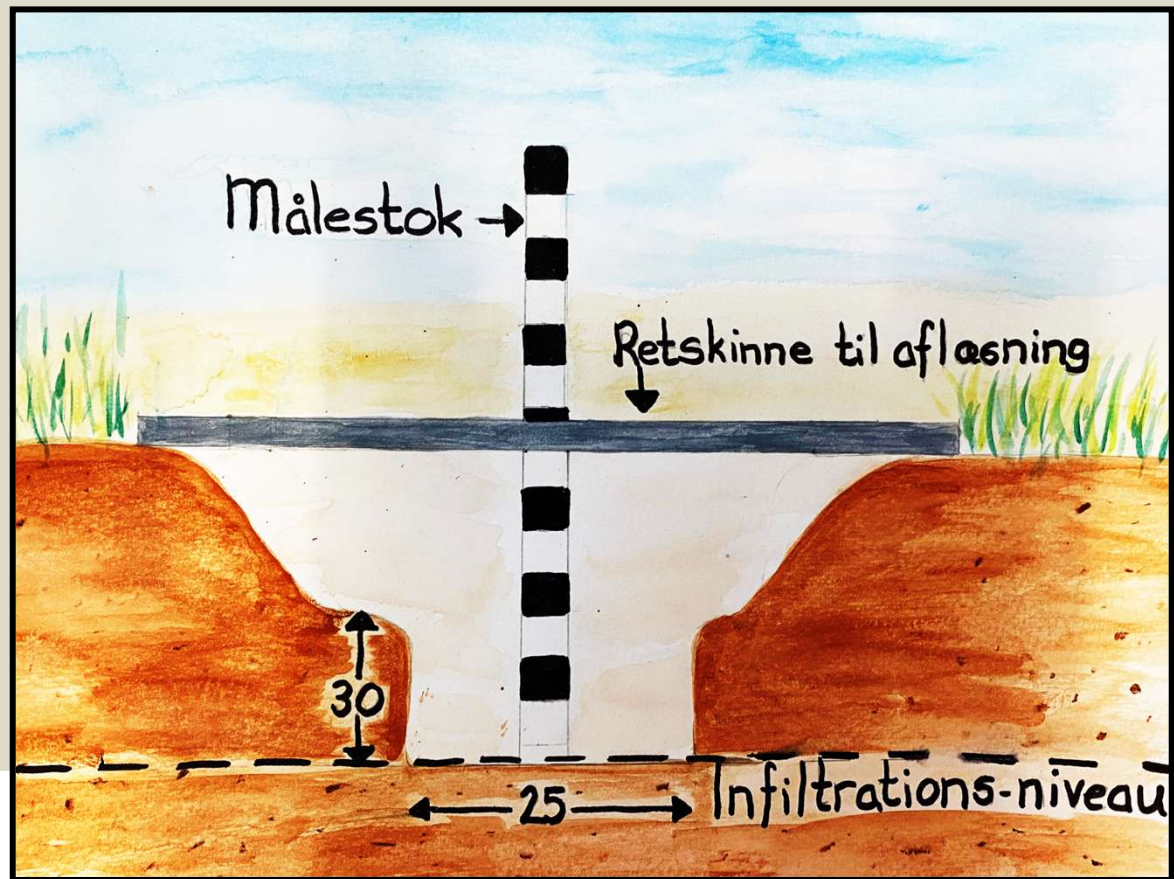
Vurdering af om råjorden fremstår fugtig pga. kapilær vandhævning – frostfarlig.

- A. **Vurdering af råjordens vandinfiltrationsevne**  
**Infiltrations test.**
- B. Vurdering af råjordens sammensætning og tekstur rulleprøven
- C. Vurdering af råjordens bæreevne, overkørsel med tungt grej eller minifald lod.

Formålet er ikke at lave en fuld geoteknisk rapport, men at opnå et tilstrækkeligt sikkert billede af:

- om den er følsom for op fugtning
- om råjorden er ensartet
- om den er stabil under last

# Manuel infiltrationstest



# Ring infiltrometer



# Visuel og praktisk vurdering af råjord

Umiddelbart efter afgravning til råjordsplanum, foretages vurdering af råjordens beskaffenhed.

Denne kan bestå af en kombination af:

1. Her er det vigtigt hvis risiko for tilledning af vand fra omgivelser eller høj grundvandsstand, skal der laves afværgeforanstaltninger.
2. Hvis risiko for tilledning af vand fra omgivelserne kan afvises/fjernes, udføres derefter én eller flere af nedenstående prøver for afdækning af råjordens beskaffenhed:

Vurdering af om råjorden fremstår fugtig pga. kapilær vandhævning – frostfarlig.

- A. Vurdering af råjordens vandinfiltrationsevne  
Infiltrations test.
- B. Vurdering af råjordens sammensætning og tekstur rulleprøven**
- C. Vurdering af råjordens bæreevne, overkørsel med tungt grej eller minifald lod.

Formålet er ikke at lave en fuld geoteknisk rapport, men at opnå et tilstrækkeligt sikkert billede af:

- om den er følsom for op fugtning
- om råjorden er ensartet
- om den er stabil under last

# Pølse prøve

## J2) TEKSTURKLASSER OG JORDBUNDSNUMRE (JB)

Efter Landbrugsministeriet, 1976

Vægtprocent

JB	Teksturdefinition	Symbol	Ler < 0,002 mm	Silt 0,002-0,02 mm	Finsand 0,02-0,2 mm	Sand i alt 0,02-2,0 mm	Humus
1	Grovsandet jord	GR.S.	0-5	0-20	0-50	75-100	Under 10
2	Finsandet jord	F.S.			50-100		
3	Grov lerblandet sandjord	GR.L.S.	5-10	0-25	0-40	65-95	
4	Fin lerblandet sandjord	F.L.S.			40-95		
5	Grov sandblandet lerjord	GR.S.L.	10-15	0-30	0-40	55-90	
6	Fin sandblandet lerjord	F.S.L.			40-90		
7	Lerjord	L.	15-25	0-35		40-85	
8	Svær lerjord	SV.L.	25-45	0-45		10-75	
9	Meget svær lerjord	M.SV.L.	45-100	0-50		0-55	
10	Siltjord	SI.	0-50	20-100		0-80	
11	Humus	HU.					Over 10
12	Speciel jordtype	SPEC.					

Fugt en håndfuld jord uden sten til den er plastisk som modellervoks. Rul jorden ud mellem to håndflader. Sammenlign med skemaet og find jordtypen. Efter Wiklander, 1976.

### ENKEL TEST TIL AT KLASSIFICERE JORDBUNDEN

Karakteristik af opfugtet, udrullet jord	Jordtype	JB	Ler
Jordpølsen er højst 2 mm tyk og uden revner	lerjord - svær lerjord	7-8	>15%
Jordpølsen danner revner ved 3-4 mm tykkelse	sandblandet lerjord	5-6	10-15%
Jorden kan kun lige rulles ud før den smuldrer	lerblandet sandjord	3-4	5-10%
Udrulning er umulig, jorden er ikke-plastisk	sandjord	1-2	<5%

Lånt fra <https://www.grontmiljo.dk/wp-content/uploads/2018/12/NOVA2015LOW.pdf>

# Visuel og praktisk vurdering af råjord

Umiddelbart efter afgravning til råjordsplanum, foretages vurdering af råjordens beskaffenhed.

Denne kan bestå af en kombination af:

1. Her er det vigtigt hvis risiko for tilledning af vand fra omgivelser eller høj grundvandsstand, skal der laves afværgeforanstaltninger.
2. Hvis risiko for tilledning af vand fra omgivelserne kan afvises/fjernes, udføres derefter én eller flere af nedenstående prøver for afdækning af råjordens beskaffenhed:

Vurdering af om råjorden fremstår fugtig pga. kapilær vandhævning – frostfarlig.

- A. Vurdering af råjordens vandinfiltrationsevne  
Infiltrations test.
- B. Vurdering af råjordens sammensætning og tekstur rulleprøven
- C. **Vurdering af råjordens bæreevne, overkørsel med tungt grej eller minifald lod.**

Formålet er ikke at lave en fuld geoteknisk rapport, men at opnå et tilstrækkeligt sikkert billede af:

- om den er følsom for op fugtning
- om råjorden er ensartet
- om den er stabil under last

# Overkørsel med tungt grej eller minifald lod.



*AI genererte*

Billede lånt fra, Højvang som udfører feltkontrol af bæreevne, E-modul, med minifaldlod.



# Bæreevne ≠ Frostfølsomhed

## Bæreevne i råjord

- Bæreevne er jordens evne til at modstå belastning uden uacceptable deformationer.
- Den afhænger af styrke, stabilitet og jordtype.

## Frostfølsomhed og vandtransport

- Frostfølsomhed handler om vandtransport og frosthævning og kræver frost, vand og fines, ikke om jordens styrke.

“Når vi kigger i normerne, så bliver der sammenholdt mellem frostfølsomhed og bæreevne... man kan tror, de hænger sammen, fordi de står i samme skema.”

*“Bundsikringen udføres for at beskytte bærelaget – ikke for at forbedre underbundens bæreevne.”*  
(Vejregler for befæstelser, 2017, kap. 7.1)

# Closing Loop CØ170. STARK Næstved – fra jord som affald til jord som ressource

*Cirkulær jordhåndtering med fokus på mængder, logistik og reduceret transport*

**330 7.500 80....**

**Supplerende prøver**  
*analyseret på uvildigt laboratorium*

**Ton muldjord**  
*nyttiggjort til plantebede*

**Ton råjord**  
*behandlet og genindbygget*



Medfinansieret af  
Den Europæiske Union



Danmarks  
Erhvervsfremmebestyrelse



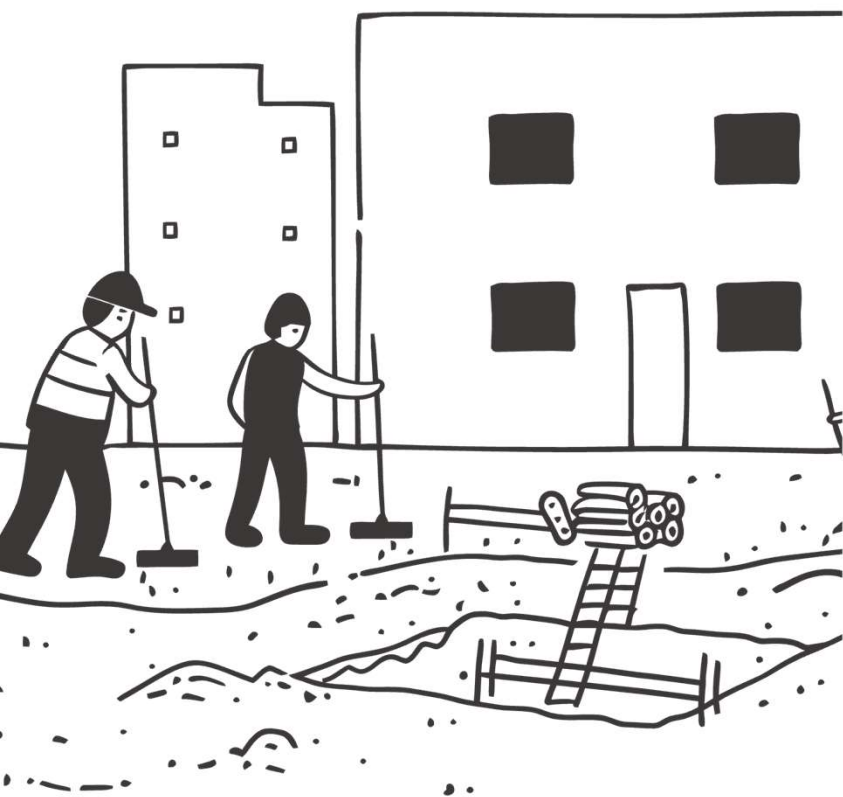
**Holbøll**



**VAM**  
ENTREPRENØRFIRMA



# Udgangspunktet: Traditionel praksis



## Ikke designet som cirkulært projekt

*Projektet startede som en traditionel lineær jordhåndtering. Kun ca. 50 % af arealet var kortlagt ved projektstart, mens resten ikke var kortlagt.*

*Den oprindelige praksis ville typisk føre til standardklassificering, bortkørsel af jord og import af nye materialer.*

## Det afgørende skift

*Efter projektstart krævede kommunen, at hele arealet blev prøvetaget. Dette skabte grundlag for et nyt beslutningsgrundlag.*

*Ca. 330 supplerende jordprøver blev udført og analyseret på uvildigt laboratorium.*



Medfinansieret af  
Den Europæiske Union



Danmarks  
Erhvervsfremmebestyrelse



# Hvad gjorde forskellen i STARK Næstved-projektet

*Tre afgørende faktorer muliggjorde skift fra traditionel bortkørsel til lokal nyttiggørelse af jord*



## Myndighedsdialog med kommunen

*Iterativ, fagligt funderet dialog ændrede projektets retning. Vurderet ud fra stoffer, koncentrationer og anvendelse – ikke kun klassificering. Ringstedjord*



## Samarbejde med hovedentreprenøren

*Jordstrategi udviklet parallelt med byggeprocessen. Intern flytning og midlertidig oplagring sikrede projektfremdrift og lokal genanvendelse.*



## Fokus på økonomi og projektfremdrift

*Beslutninger truffet med fokus på miljø, økonomi og fremdrift. Reduceret bortkørsel, transport og behov for nye råstoffer uden at kompromittere tidsplan.*



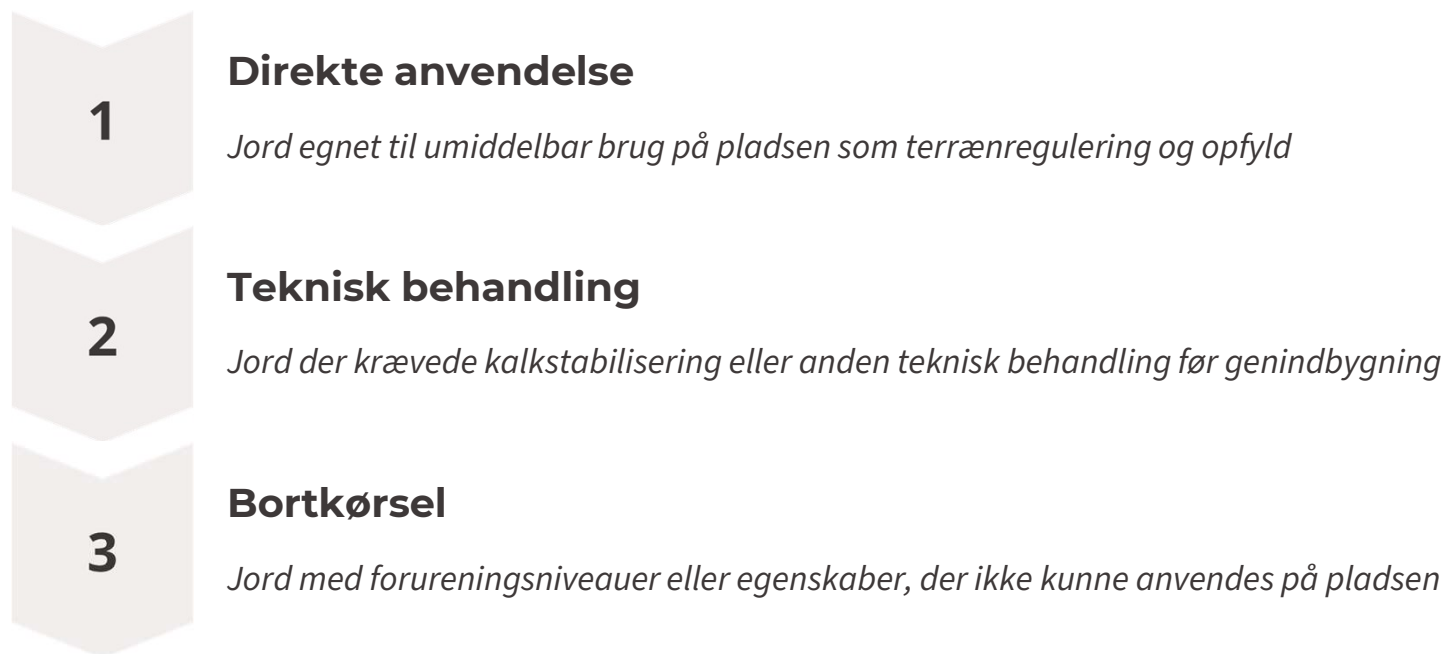
Medfinansieret af  
Den Europæiske Union



Danmarks  
Erhvervsfremmebestyrelse

# Jordkategorisering og beslutningsmodel

*Projektet viste, at jord kan behandles som ressource frem for affald, når beslutninger bygger på data og faglig vurdering.*



*Vurderingen byggede på stofindhold, koncentrationer, tekniske egenskaber og anvendelseskontekst – ikke kun standardklassificering.*



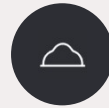
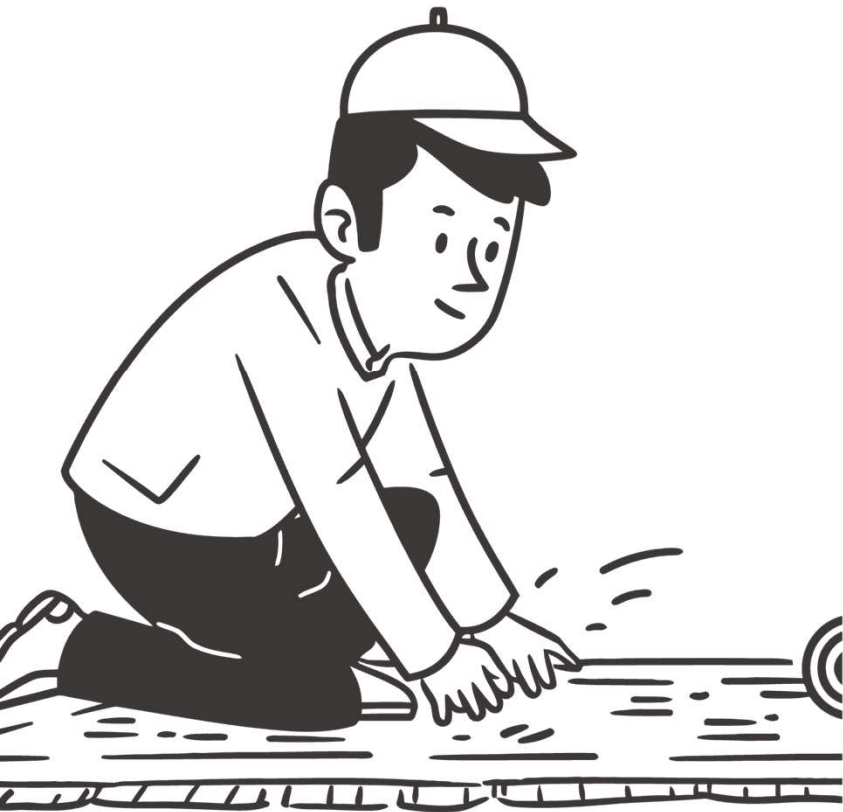
Medfinansieret af  
Den Europæiske Union



Danmarks  
Erhvervsfremmebestyrelse



# Mængderne i casen



**7.500 ton muldjord**

*Midlertidigt oplagt i ventemiler og senere nyttiggjort til plantebede på projektet*



**40.000 m<sup>3</sup> råjord**

*Udpeget til teknisk behandling/kalkstabilisering og efterfølgende genindbygning*



**14.622 m<sup>3</sup> bortkørt**

*Mængde fordelt på forskellige klasser*

*Intern flytning af jord på den skrånende grund reducerede behovet for både bortkørsel og tilkørsel væsentligt.*



Medfinansieret af  
Den Europæiske Union



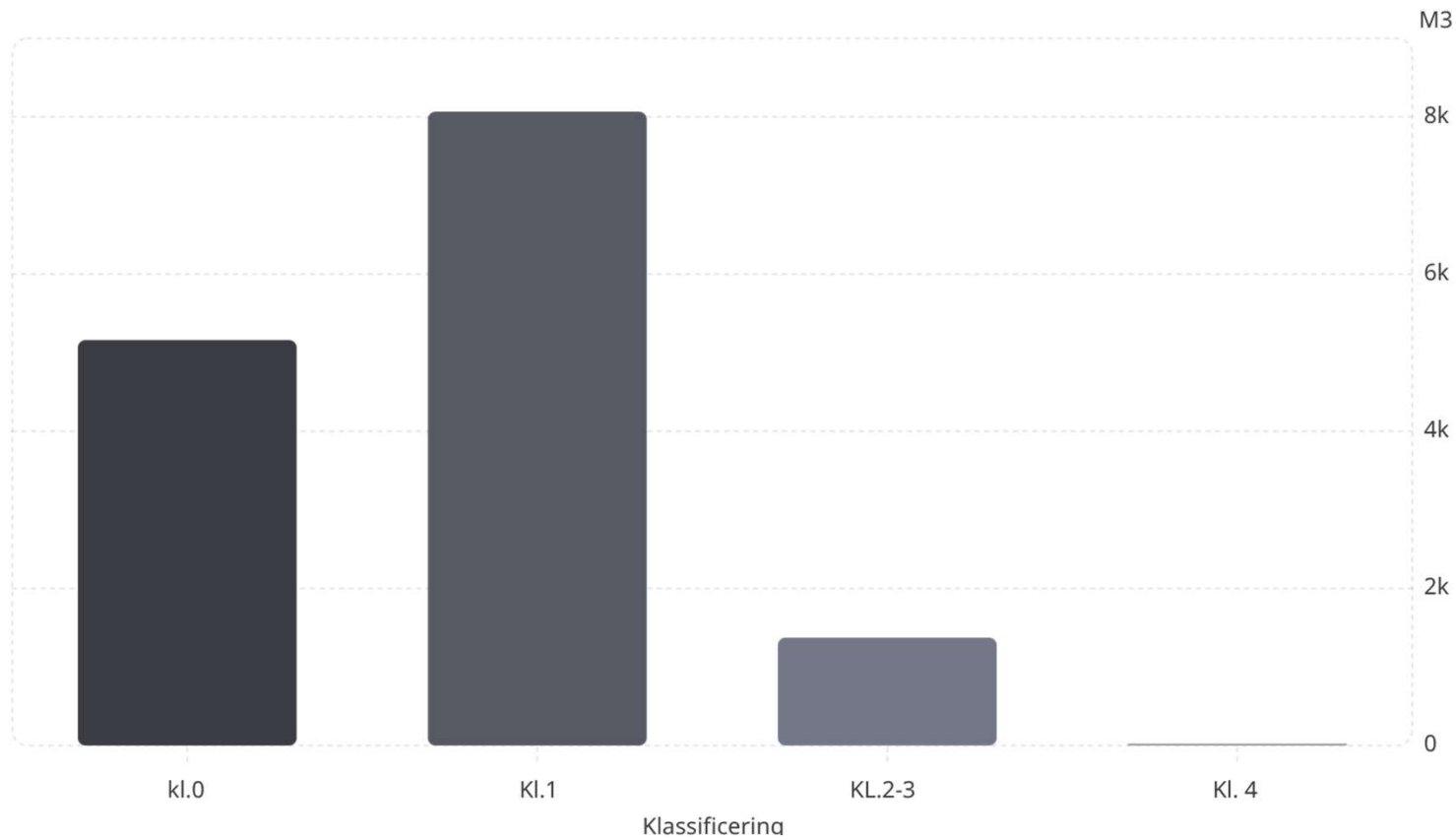
Danmarks  
Erhvervsfremmebestyrelse





# Bortkørsel – hvad kom faktisk væk?

Mængde jord blev bortkørt, fordelt på forskellige klasser .



Medfinansieret af  
Den Europæiske Union



Danmarks  
Erhvervsfremmebestyrelse



# Transport og logistik

## Intern koordinering som nøgle

*Projektet reducerede transportomfang markant gennem intern flytning af jord på pladsen. Den skrånende grund blev reguleret ved at flytte og genanvende jord internt.*

*Dette reducerede behovet for både bortkørsel og tilkørsel væsentligt.*

## Ekstern jordmatchning

*Projektet arbejdede ikke med ekstern jordmatchning mellem projekter eller real-time sporing. Transportstyringen var manuel men målrettet.*

## Transporteffekt

*Færre transportet ton grundet genanvendelse*





# Teknisk nyttiggørelse på pladsen

01

## Plante bede

*Muldjord oplagt midlertidigt og senere nyttiggjort til plantebede*

02

## Kalkstabilisering

*Råjord kalk stabiliceret og genindbygget i projektet*

03

## Terrænregulering

*Miljømæssigt egnet råjord anvendt til terrænregulering, opfyld og anlægsformål*

*Nyttiggørelse på pladsen reducerede behovet for både deponi og jomfruelige råstoffer.*



Danmarks  
Erhvervsfremmebestyrelse

# Hvorfor lykkedes det?

Projektet lykkedes gennem samarbejde mellem entreprenør, miljøfaglig aktør, rådgiver, transportør og kommune.



## Dokumentation

330 supplerende prøver analyseret på uvildigt laboratorium skabte grundlag for beslutninger



## Faglighed

Stofkendskab (**RingstedJord**) og vurdering af jordens egenskaber og anvendelseskontekst. Iterativ dialog med kommune om muligheder fra andre kommuner



## Dialog

Dialog mellem parterne og en hovedentreprenør der kunne se mulighederne, tidsmæssigt og økonomisk

## Konklusion

STARKE Næstved viser, at cirkulær jordhåndtering er praktisk mulig, når beslutninger træffes på baggrund af data, stofkendskab og lokal anvendelse.

Ændringen skete på grund af erfaringer fra tidligere projekter – såkaldt **Ringsted jord** – som miljømedarbejderen kendte til, og som fik kommunen til at gå til skiftet i muligheder.

### Casen demonstrerer:

- Store mængder jord kan blive i projektet
- Transport kan reduceres markant
- Behovet for nye materialer kan mindskes væsentligt
- Genanvendelse af ren jord
- Beholdt eksisterende vej

### Casen barrierer:

- Ikke ensartet viden hos sags behandlere
- Digitalt overblik over andre der har brug for jord
- Vejersedler i excelark
- Ingen focus på Samkørsel mellem entreprenører
- Der blev ikke kordineret jordflytning på tværs af kommune grænser
- Ikke sorteret muld



Medfinansieret af  
Den Europæiske Union



Danmarks

Erhvervsfremmebestyrelse



# Følg resultaterne fra Råstof-initiativet

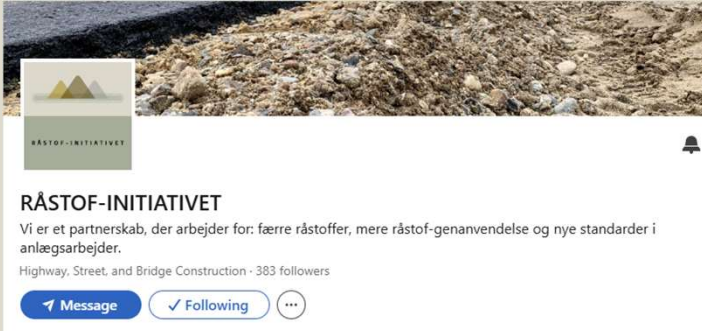
- På regionens hjemmeside.
- [Råstof-initiativet - Regional Udvikling](#)
- Her ligger alle rapporterne tilgængelige
- LinkedIn
- [\(19\) RÅSTOF-INITIATIVET: Posts | LinkedIn](#)
- Følg hvor vi er og deling af viden mellem fagfolk

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



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