

# E3005, Ny Masnedesundbro

Ringsted-Femern Banen

2. april 2019



Co-financed by the European Union  
Trans-European Transport Network (TEN-T)

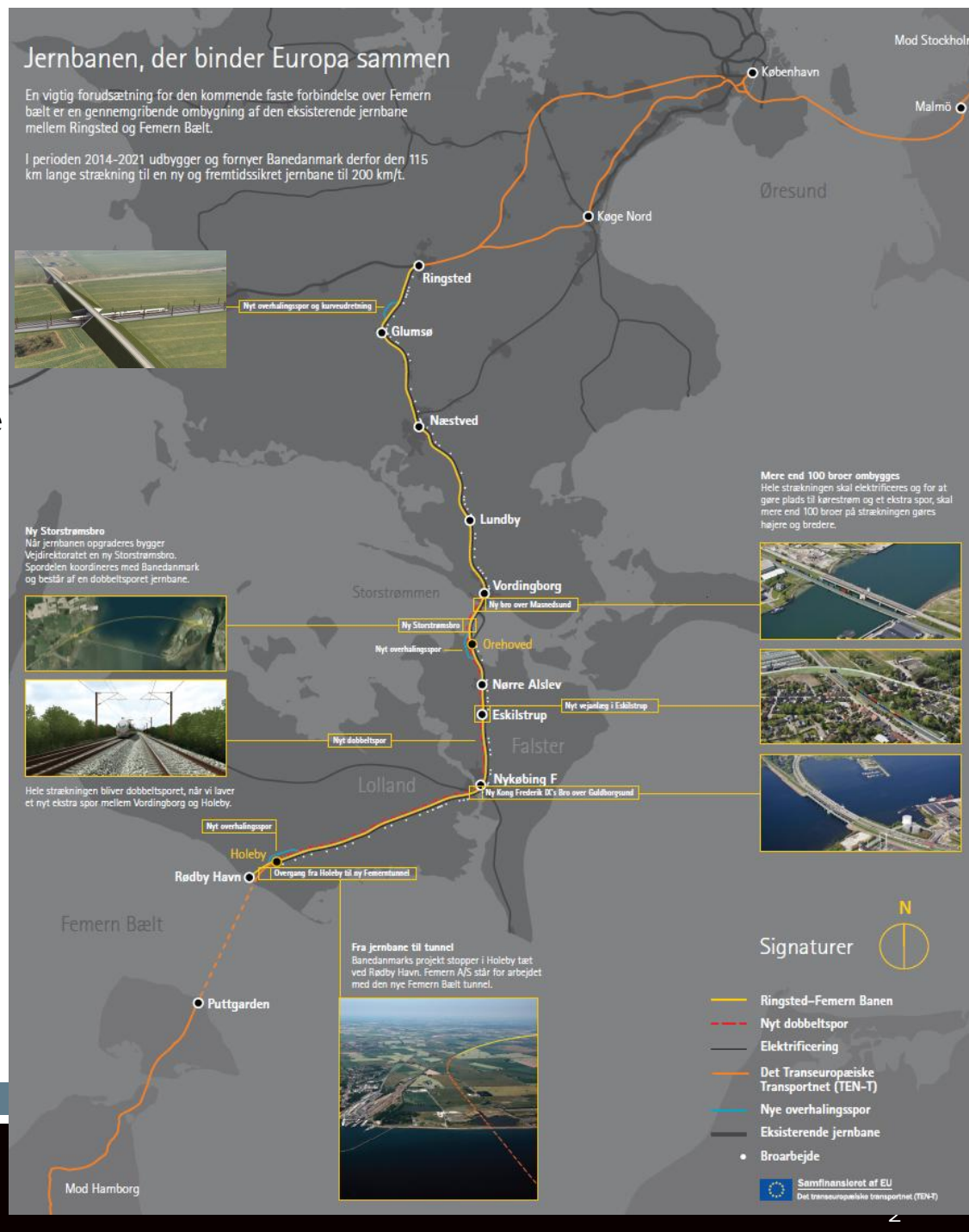
**Femern**  
**Landanlæg**  
*Sund ≈ Bælt*

banedanmark



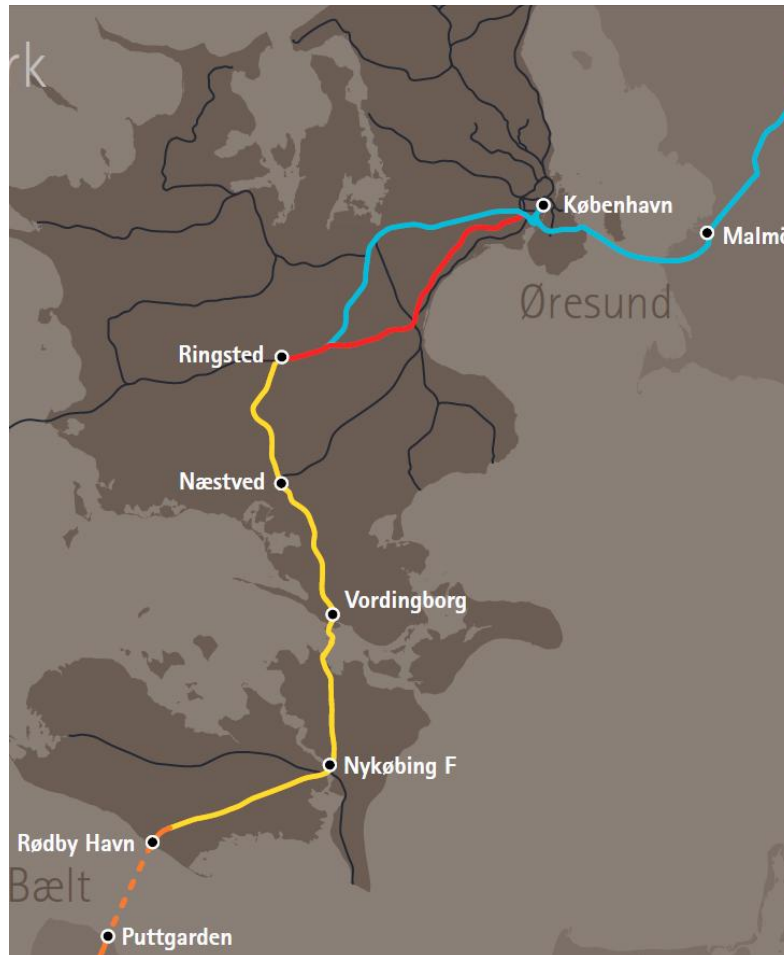
# Ringsted–Femern overordnet

- Finansieres via brugerbetaling på den faste forbindelse over Femern Bælt
- Elektrificering og sporfornyelse Ringsted-Holeby (115 km)
- Nyt ekstra spor mellem Vordingborg-Holeby (55 km)
- Opgradering til 200 km/t
- Nye overhalingsspor ved Glumsø, Orehoved, Holeby
- Ombygning af mere end 100 broer
- Ny station ved Holeby





# Projekter mellem København og Femern Bælt



Ny bane København- Ringsted,  
Nyt 55 km dobbeltspor 250 km/t

Periode: 2013-2019

Ringsted - Nykøbing F - Holeby  
Jernbanen opgraderes til 200 km/t

Periode: 2013-2021-2028?

Ny Storstrømsbro

Periode: 2018-2022/23

Elektrificering

Køge Nord-Næstved: 2015-2019

# Ringsted–Femern Banen – mange fordele



## Resultat / fordele

- § Flere afgangene for både gods- og passagertog
- § Reduceret rejsetid – under en time mellem Nykøbing og København – tæt på 2:30 mellem København og Hamburg
- § Kortere afstand for godstog – besparelse på 176 km mellem København og Hamburg
- § Færre godstog over Fyn og dermed mere plads til passagertog
- § Større fleksibilitet i togdriften og øget regularitet



# Reduceret rejsetid efter 2021 og efter 2024

## De mulige nye rejsetider

Hurtigste forbindelse	I dag	Efter 2021*	Efter 2024** / Tunnelåbning***
Næstved - København – Retur	0:55 / 0:52	0:36	0:34
Vordingborg - København – Retur	1:13 / 1:08	0:48	0:45
Nykøbing Falster - København – Retur	1:34 / 1:33	1:03	0:57
Hamburg – København - Retur	4:54 / 4:44	n/a	2:40
Hamburg – København – Retur – uden stop	n/a	n/a	2:31

- \*) Når anlægget er fuldt udbygget med dobbeltspor, hastighedsopgradering og ERTMS level 2 baseline 3 til Nykøbing F via den gamle Storstrømsbro og et spor på Masnedø. Køretider baseret på IC4 med 200 km/t
- \*\*\*) I tillæg at der er etableret elektrificering, ny Storstrømsbro, niveaufri udflætning ved Ringsted til Nykøbing F
- \*\*\*\*) Køretiderne til Hamborg forudsætter udover ovenstående, at tunnelen og de tyske landanlæg er fuldt opgraderet som aftalt.

# Ny bro over Masnedsund, VVM undersøgelse

- Supplerende enkeltsporet klapbro øst den gamle bro.
- Ny dobbeltsporet bro vest for den gamle bro.
- Enkeltsporet fast bro øst for den gamle bro



# Ny bro over Masnedsund

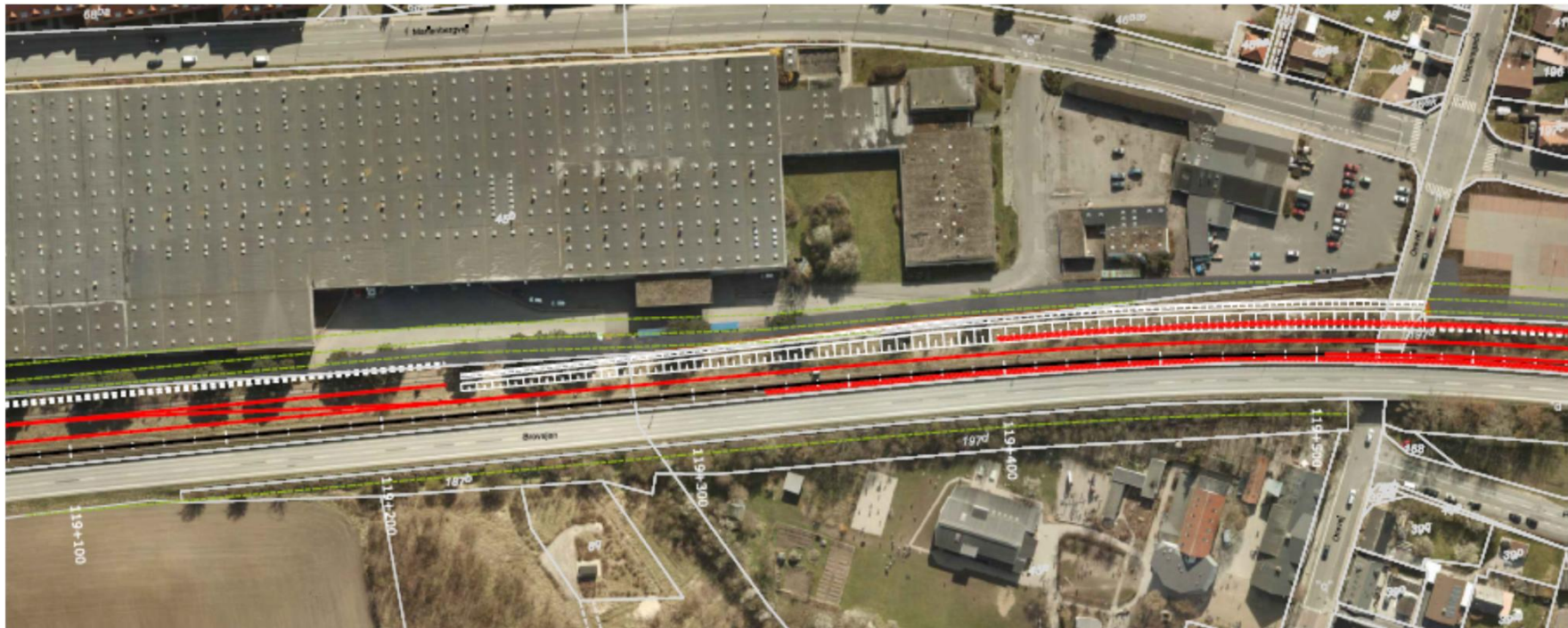
- Ny fast bro over Masnedsund øst for den gamle klapbro.  
Længde af den ny bro ca. 200m
- Den gamle bro lukkes for togtrafik og klappen låses fast.
- Ny gravet sejlrende mellem Masnedø og Farø.
- Landanlæg på begge sider af Masnedsund frem til den nye Masnedsundbro, sideflytning af jernbanen.
- Entreprisens totale længde ca 1500m
- Udskiftning af underføring for Orevej (her indgår medfinansiering fra Vordingborg Kommune)





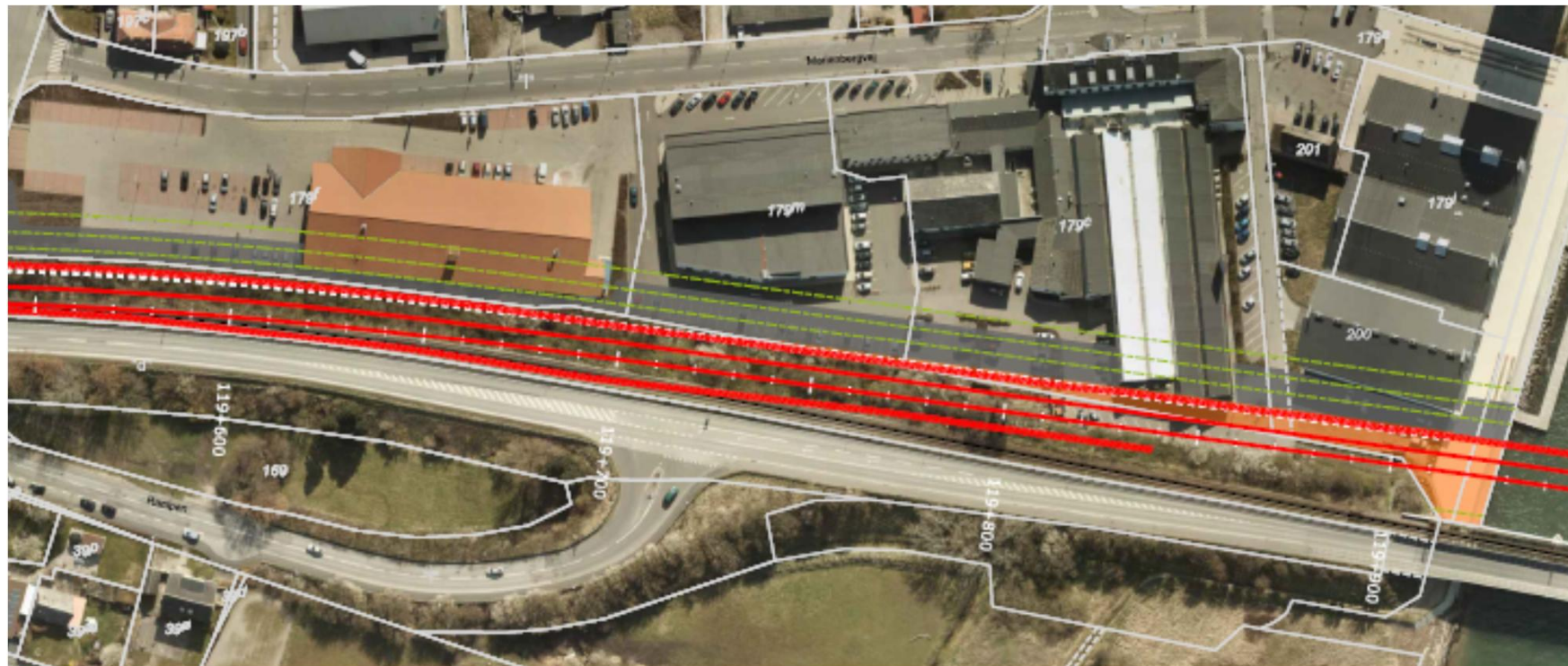
# E3005

Udfordringer, bymæssigt erhvervsområde



# E3005

Udfordringer, bymæssigt erhvervsområde





# E3005

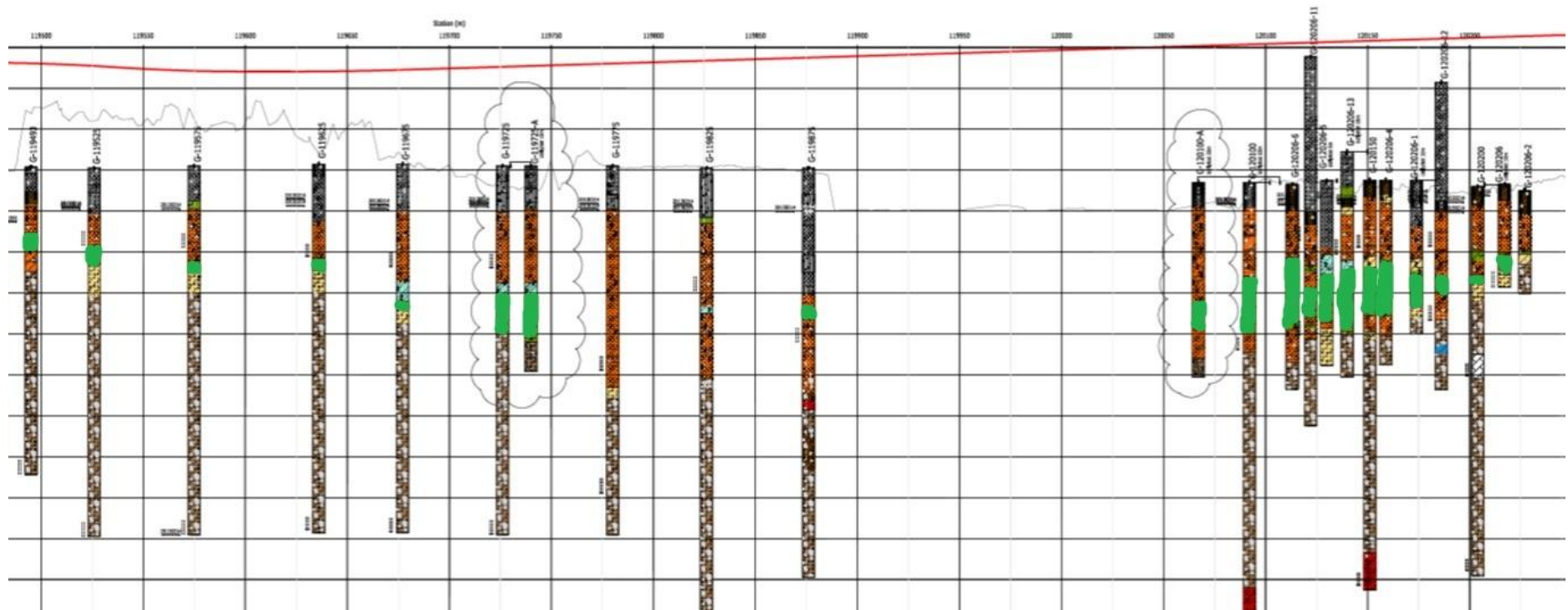
Udfordringer, arbejde op mod spor i drift





# E3005

## Udfordringer, geoteknik



E3005

Udfordringer, udskiftning af underføringen for Orevej



# E3005

## Tidsplan

- Udbud, med forhandling oktober 2014
- Marts 2016, Rev. BAFO
- 9. maj 2016 kontrakt
- Juli 2019 delaflevering så sporentreprenør kan bygge spor og jernbanedrift startes på nyt anlæg september 2019
- Juni 2020 endelig aflevering



## E3005

### Evaluering af indkomne tilbud

- Kvalitativ vurdering 60%
  - Udførelse og D&V 25%
  - Tidsplan, jernbanesikkerhed / CSM, projekt risiko 15%
  - Arkitektur 20%
- Pris 40%

## E3005

### Økonomi

- E3005, Samlet kontraktsum 201 mio. kr.
- Heraf ny Masnedssundbro 116 mio. kr.
  
- Entreprisen er ikke afsluttet

# E3005

## Parterne

- Bygherre: Banedanmark for Femern Landanlæg
- Banedanmarks rådgivere:  
Rambøll / NIRAS  
Dissing+Weitling
- Totalentreprenør: Per Aarsleff A/S
- Per Aarsleffs rådgiver:  
Cowi

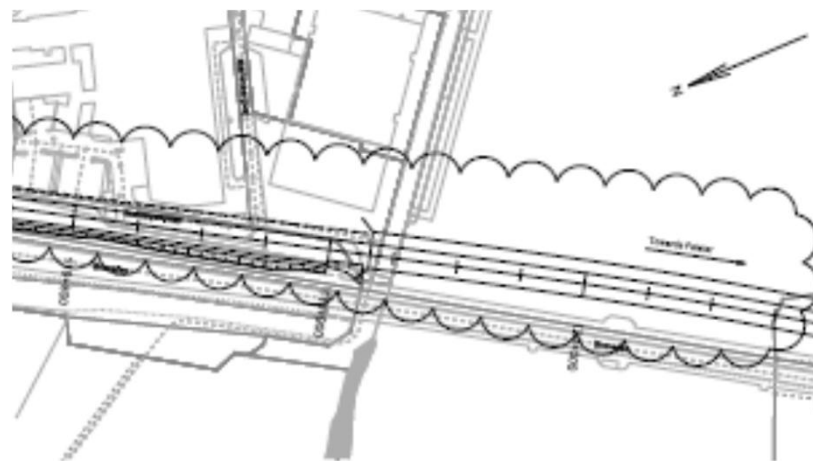


# E3005

## Masnedsundbroen, udbud

- Linjeføringen er en svag kurve styret af en minimumsafstand til klappillen for den gamle bro.
- Det skulle være muligt at udføre fundering for piller i tørholdte byggegruber.
- Nye piller skal stå ud for eksisterende.
- Overbygning beton, in situ eller taktvis fremskugning.

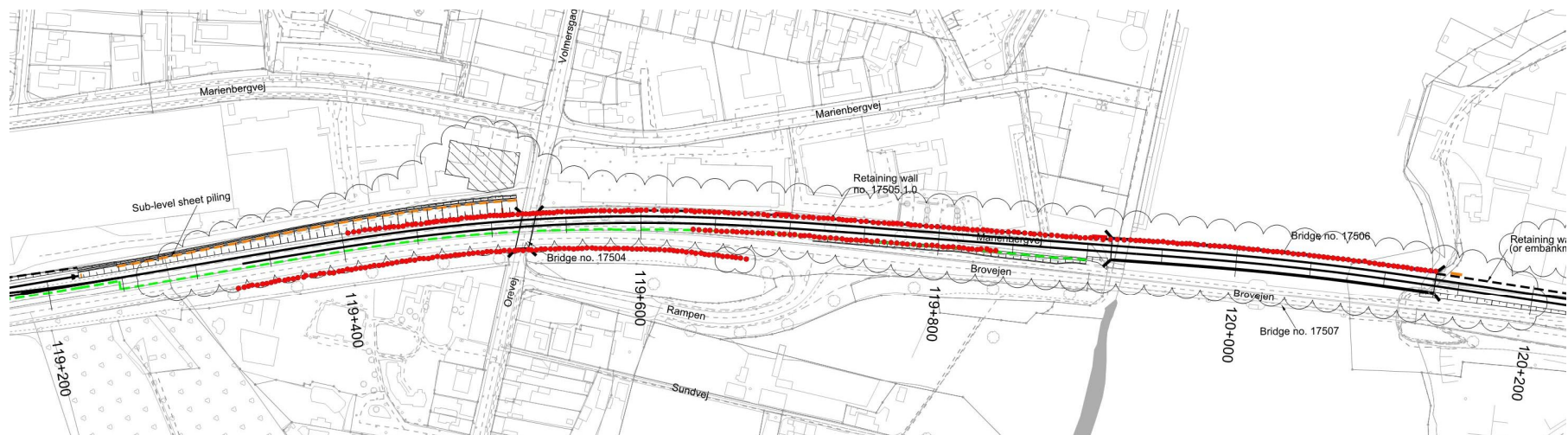
Udbuddet var også åbent for en stålløsning



# E3005

## Masnedsundbroen, udbud, støjskærme

- Anlægget forsynes med støjskærme

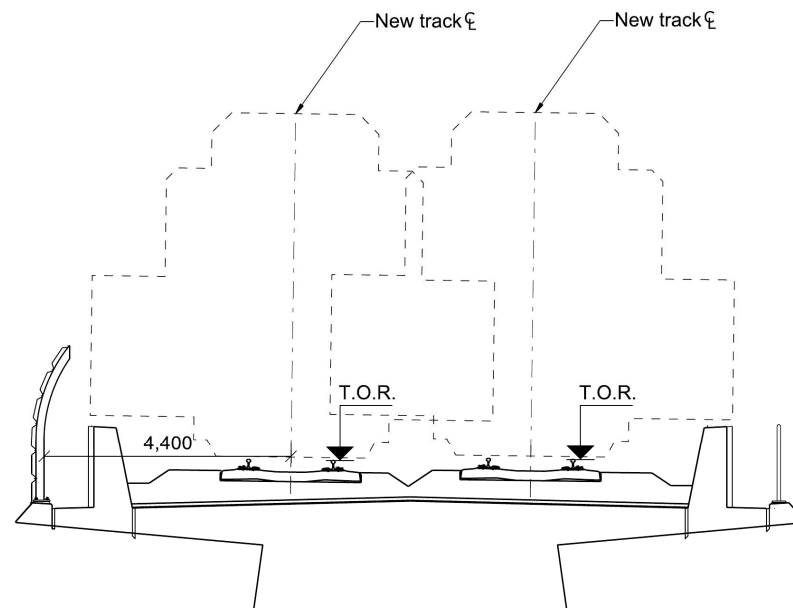


# E3005

## Masnedsundbroen, udbud, tværsnit

- Ballasteret spor på broen.
- Ingen beskyttelsesskinner, men ballasttrug.

Disse valg skyldes i høj grad hensynet til vedligehold af sporet.



E3005

Masnedsundbroen, arkitektur



E3005

Masnedsundbroen, arkitektur

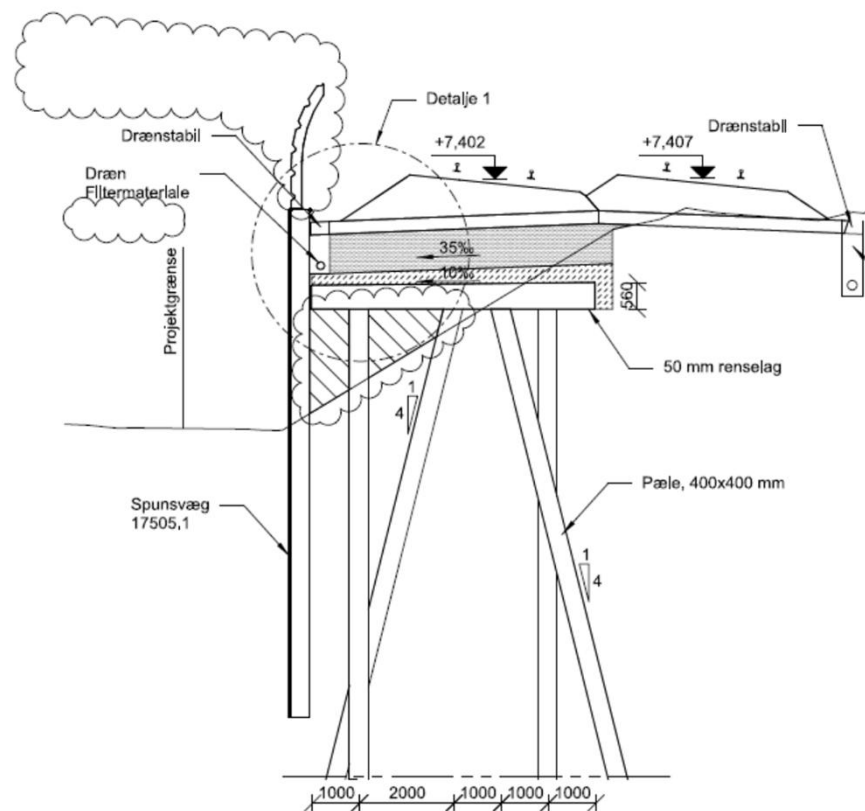




# E3005

## Støttevægge

- Støttevægge i beton eller som spuns kombineret med et pæledæk.



E3005

Og så starter montagen af Masnedsundbroen om lidt





**AARSLEFF**



**Masnedsundbroen  
Dansk Brodag  
02. April 2019**



# Dansk Brodag 02.04.2019

## Presentation af Masnedsund projektet



**AARSLEFF**

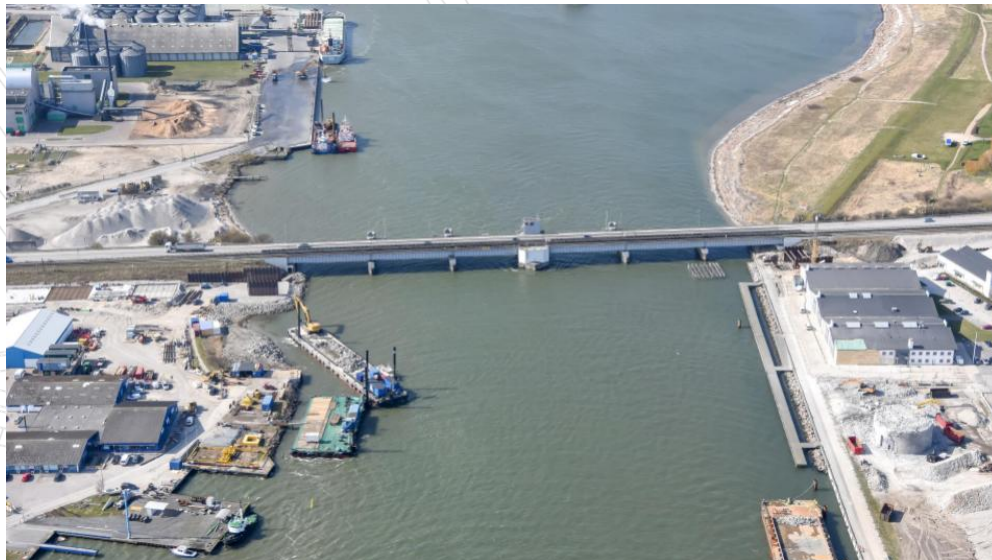
### Agenda:

#### - Kort om

- Projektet
- Arbejds miljø
- Jernbanesikkerhed - Den daglige planlægning

#### - Montage af Ny Masnedsundbro

#### - Video af montagen





# Projektet:



Ny dobbeltsporet jernbanebro øst for eksisterende bro

Entreprise: E3005 Ny Masnedsund Bro

Bygherre: Banedanmark

Entrepriseform: Totalentreprise

Kontraktsum: ca. 200 millioner kroner

Entreprenør: Aarsleff (OC)

- Anlæg
- Fundering
- Vandbygning
- JVA
- Wind
- Design & Engineering
- Rail (UE)
- Aarsleff BIZ (UE)

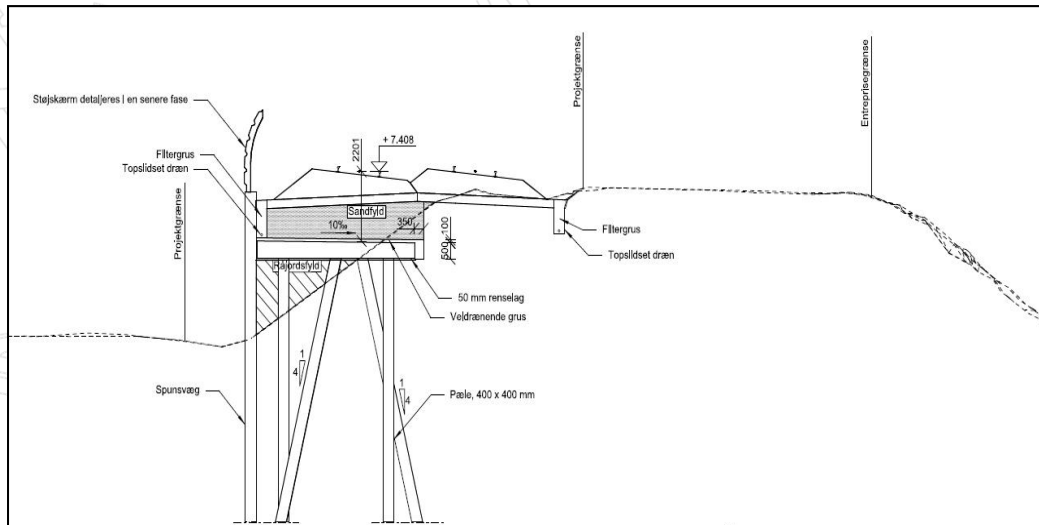
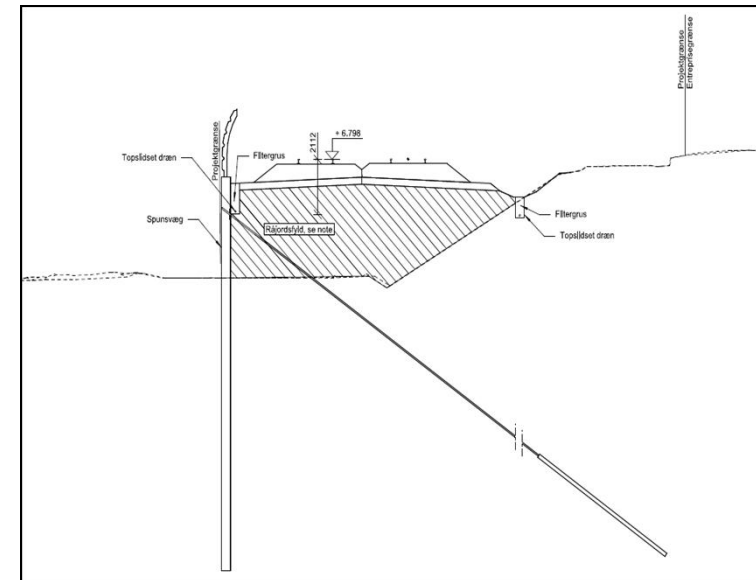
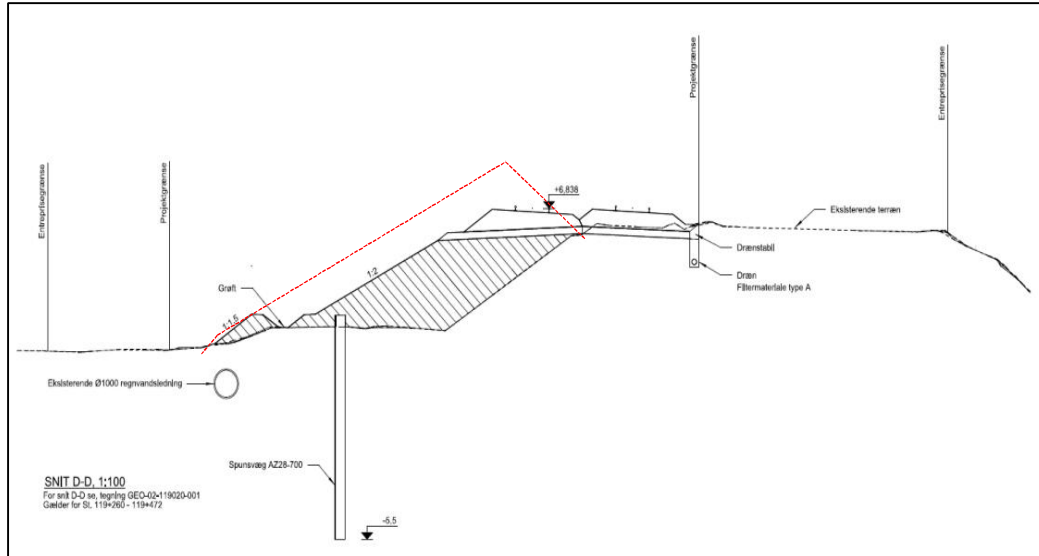
Rådgiver: Cowi A/S



# Funderingsløsning i Nord



**AARSLEFF**



Dias 5

# Sektion i Nord

## Funderingsløsning



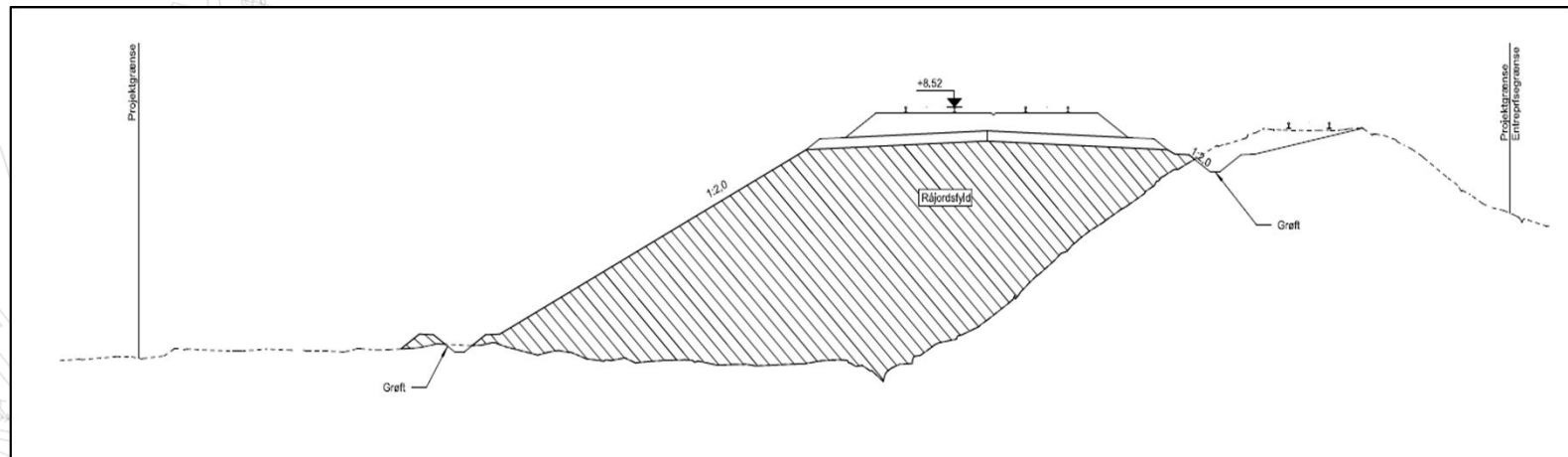
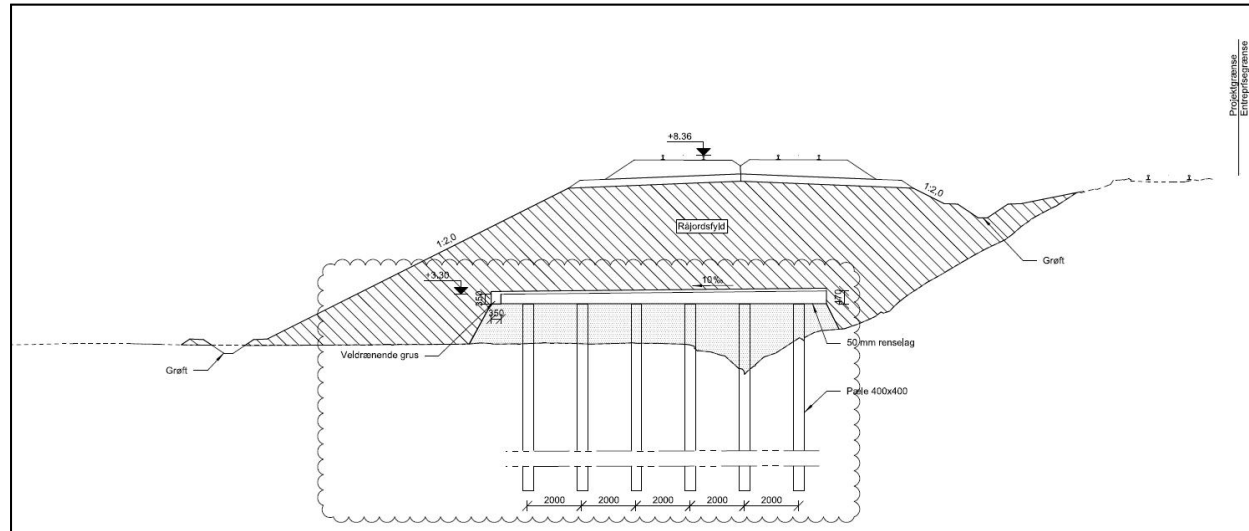
**AARSLEFF**



[www.aarsleff.com](http://www.aarsleff.com)



# Funderingsløsning i Syd





Dias 7

# Sektion i syd

## Funderingsløsning



**AARSLEFF**



[www.aarsleff.com](http://www.aarsleff.com)



# Bro over Orevej

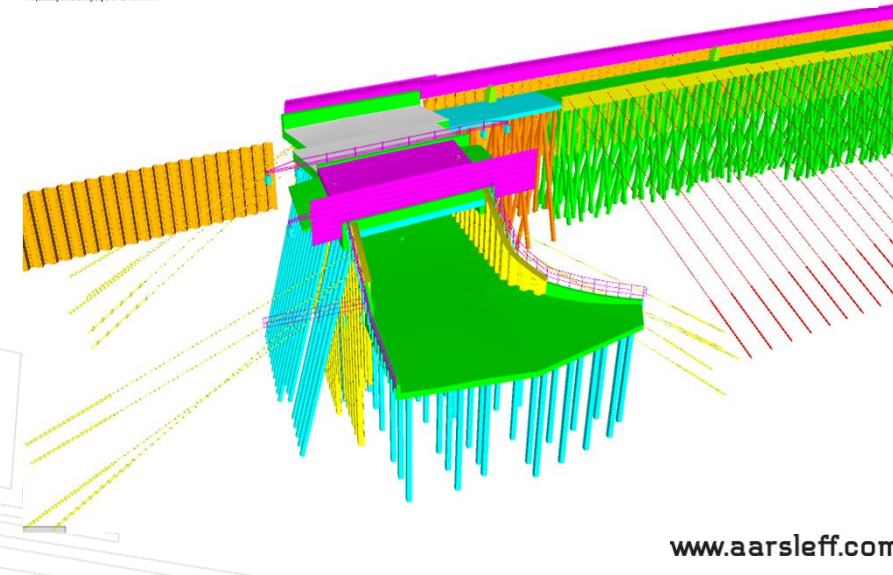
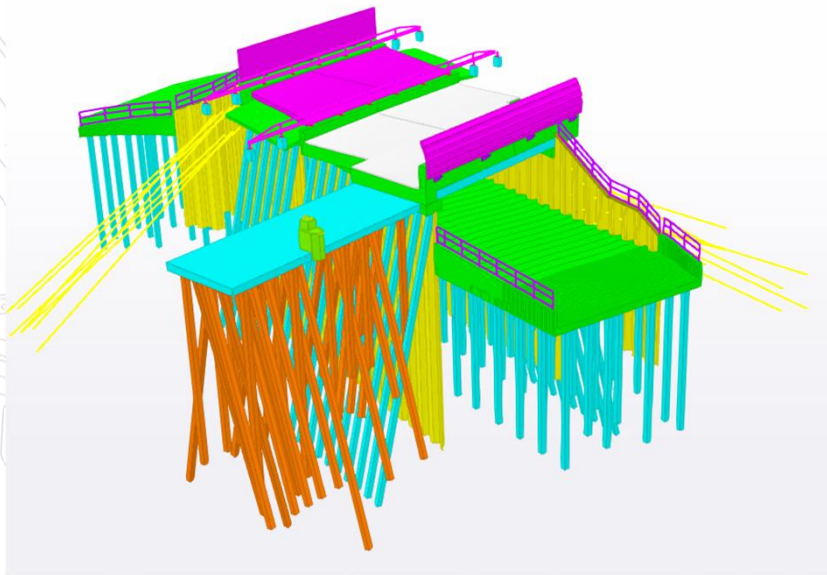
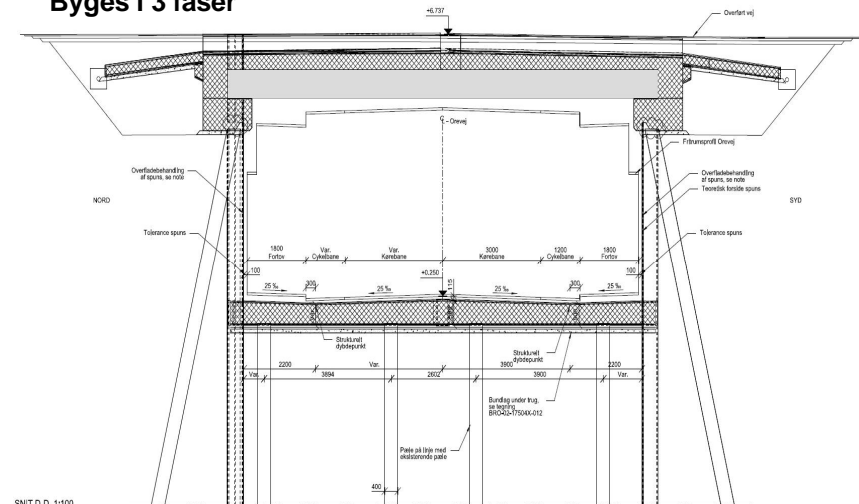
Den eksisterende bro udskiftes med en ny bro til jernbane- og vejtrafik.  
Fritrummet under broen udvides fra 3,4 meter til 4,7 meter.



**AARSLEFF**

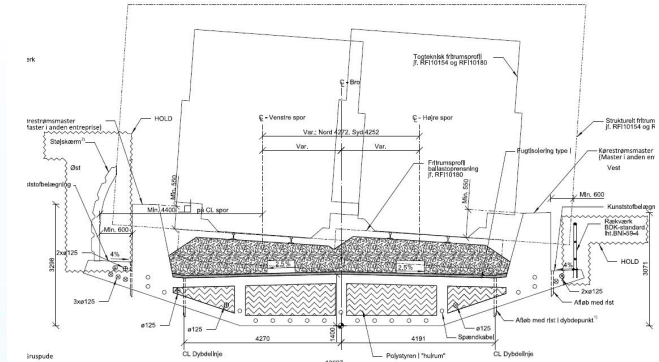
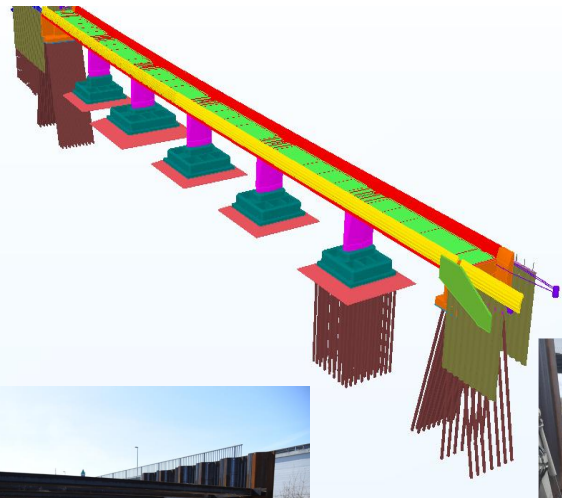
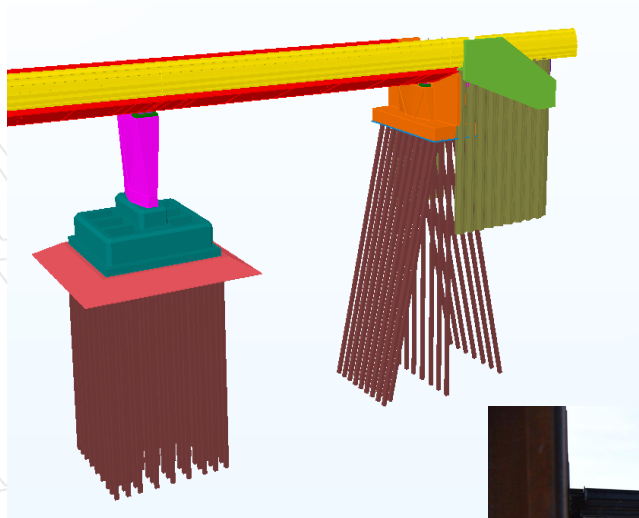
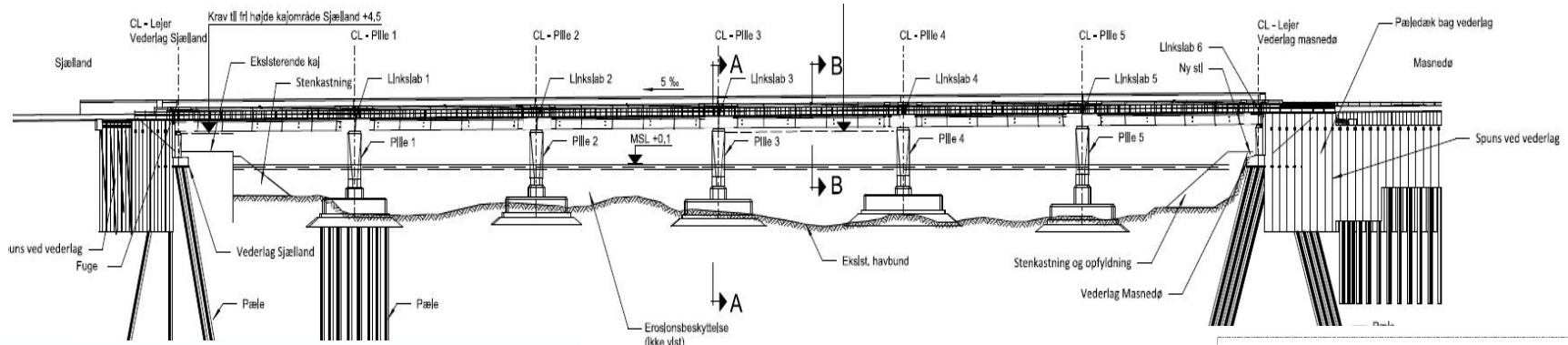


Byges i 3 faser



# Ny Masnedesund Bro

## Valgt løsning





# Ny Mashedund Bro

## Element produktion i Polen – Aarsleff BIZ

- Produktionsanlægget i Polen er certificeret i henhold til EN 13369:2013 af Dancert.
- Betonen produceres af Cemex iht. EN 206-1 samt DS 2426
- Der er udviklet en specifik recept iht. AAB – Betonbro – Beton
- Anvendt beton C50/60 med lav alkali cement iht. AAB krav

### Andre projekter

- Vindmølle fundamenter til Rødsand 1 og 2
- Vindmølle fundamenter til Sprogø
- Vindmølle platforme til London Array
- Elementer til København – Ringsted - TP4

**AARSLEFF**[www.aarsleff.com](http://www.aarsleff.com)



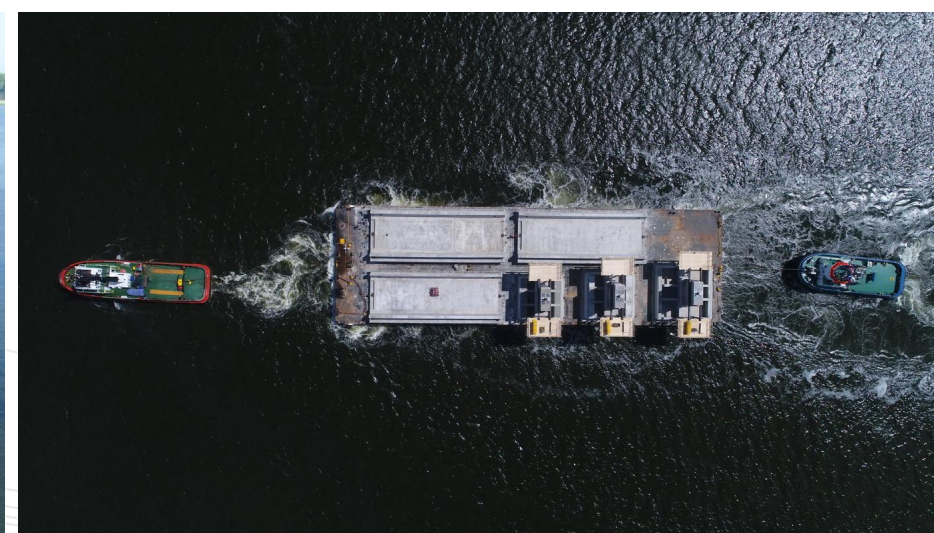
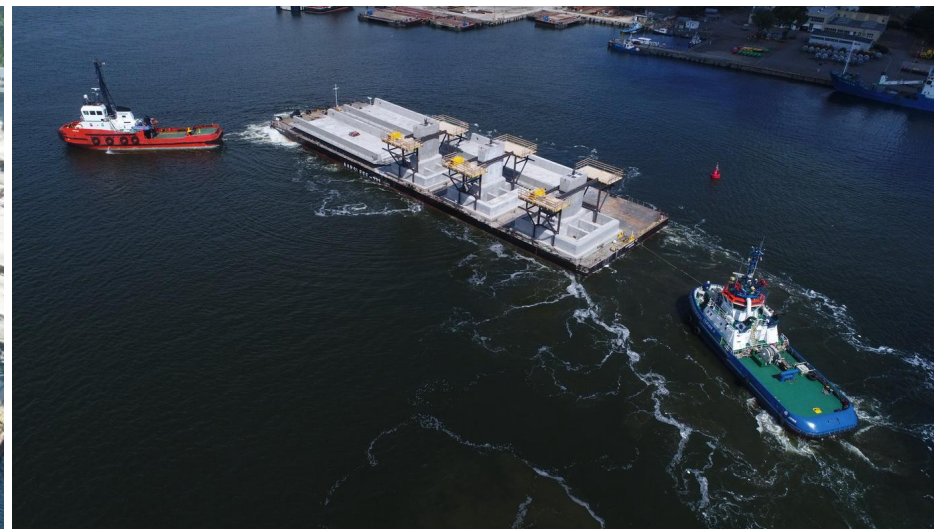
# Ny Mashedund Bro

## Element produktion i Polen

Elementerne støbes på to pramme - Aarsleff 131 & 132



**AARSLEFF**





# Ny Masnedssund Bro

## Gruspude til fundamenter – Pille 1-5



**AARSLEFF**

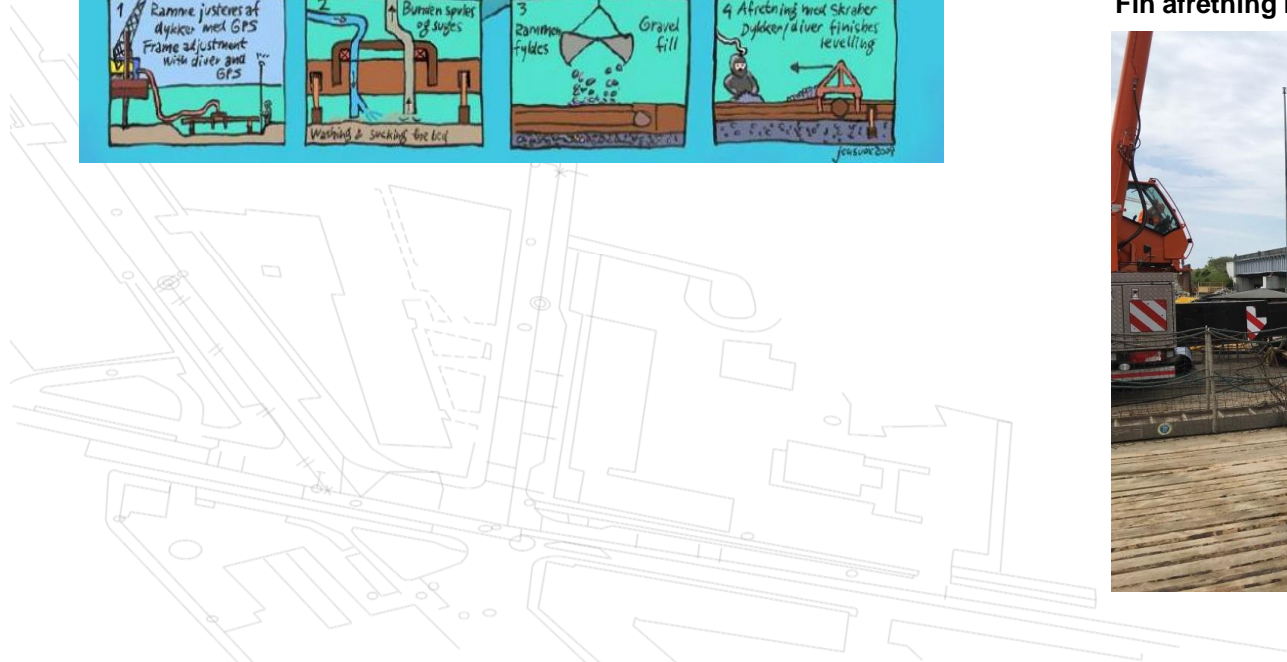
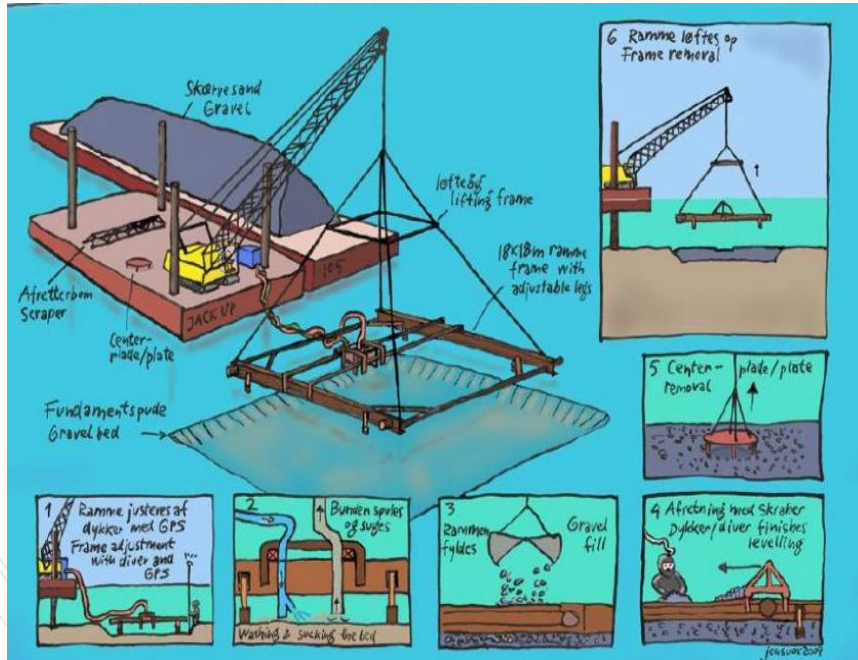
Grov udlægning med gravemaskine



Fin afretning med special udviklet ramme



[www.aarsleff.com](http://www.aarsleff.com)







LEVERING



# Arbejdsmiljø på Ny Masnedssundbro



# Eksempel: Møde med Arbejdstilsyn og Søfartsstyrelse



Eksempel: Model af Masnedsund



- Der udarbejdes specifikke arbejdsprocedure og risikovurderinger for omtrent alle aktiviteter.
- Der holdes efter behov møder med Arbejdstilsyn, Søfartsstyrelsen og Banedanmarks jernbanesikkerhedskoordinator.
- VDC modeller er centrale i arbejdet. VDC modellerne er med til at sikre, at aftalerne bliver afstemt og afklaret for alle.



# Eksempel: Arbejdsmiljøkoordinering



## Detaljeret Arbejdsprocedure

**Afgravning i havbund** Dok.nr.07.03.04

**9.2 Afgravning i havbund**  
 Afgravningsarbejde foretages som udgangspunkt af UE Rederiet Høj A/S. Dog grundet at der skal udgraves under den eksisterende bro og Rederiet høj's gravemaskine ikke kan nå, skal flåde 104 med gravemaskinen ind under broen og skrabe/udgrave i havbunden. Gravemaskine på 104 skraber jord ud til det område som graveskibet Camilla Høj kan nå. Herefter opgraver Rederiet Høj A/S mængden og klapper den på Kogrunden.

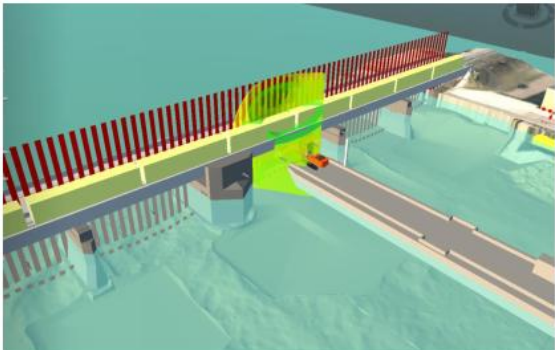
På nedenstående diagram ses alle processerne i den planlagte udførelses rækkefølge, dog kan det forekomme at UE Rederiet Høj A/S arbejder på samme tid som Per Aarsleff udgraver under broen.

Flåde anstilling ved bro og afgravning/skrabe i havbunden under broen → UE Rederiet Høj A/S afgraver og klapper materialet på kogrunden.

**9.2.1 Flåde anstilling ved bro og afgravning/skrabe i havbunden under broen**

Alba (slæbebåd) tilkobles flåde 104, så korrekt manøvrering er muligt. Med hjælp fra slæbebåd vil 104 blive slæbt hen til arbejdsområde som kan ses på nedenstående figur. Flådeføreren og skibsføreren opretholder under hele operationen radiokontakt på kanal 1. Flåde 104 og slæbebåd går langsomt fra kaj og manøvrerer kontrolleret hen mod arbejdsområdet. I passende afstand før arbejdsområdet begynder skibsfører at køre benene på flåden ned. Når flåden nærmer sig den planlagte placering vil benene assistere slæbebåden i bremsningen af flåden, og alle benene bliver kørt ned i havbunden når flåden ligger på sin planlagte position.

På nedenstående billede kan opstillingen af materialet ses. Ved anstilling bliver gravemaskinens arm ført ned i vandet så armen ikke har mulighed for at ramme den eksisterende bro.



Figur 1 Anstilling ved afgravning/skrabe i havbund under den eksisterende bro

Konsekvens Sandsynlighed	Lille konsekvens [1]	Mellem konsekvens [2]	Høj konsekvens [3]
Høj sandsynlighed [3]	3	6	9
Mellem sandsynlighed [2]	2	4	6
Lille sandsynlighed [1]	1	2	3

Farlig hændelse/påvirkning	S	K	R	Håndtering af risici	S1	K1	R1
1 Mand falder over bord	2	3	6	Alle mænd bærer redningsvest og slæbebåd sejler ud og samler mand op	2	1	2
2 Påsejling af uvedkommende trafik	1	3	3	Området er afmærket og anmeldt som arbejdsområde. Mandskab er altid opmærksom på trafik	1	3	3
3 Mand bliver mast mellem flåder	2	3	6	Processen bliver snakket igennem med toolbox møde	1	3	3
4 Dykkerproblemer	2	3	6	Inden arbejdet påbegyndes laver dykkerleder en risikovurdering. Ved problemer under vandet er der altid 1 anden dykker på holdet komme til assistance. Gravefører kan se dykkerens kamera ved hjælp af skærm i førerhus.	1	3	3
5 Uheld på bane/vej	2	3	6	Eks. bro er indtegnet på maskinstyring i gravemaskine. Under operationen er der en mand på nødstop.	1	3	3
6 Påkørsel af håndmand	2	3	6	Sikre gode oversigtforhold og håndmand sikre sig øjenkontakt med fører af gravemaskine og opholder sig uden for gravemaskinens arbejdszone	1	3	3
7 Fald ved gågang i materialer	2	2	4	Håndmænd benytter gangarealer på flåde	1	2	2
8 Fald i glat føre	2	2	4	Inden arbejdet opstarts vil der blive udført glatførebekæmpelse	1	2	2



# Den daglige planlægning

## Jernbanesikkerhed

### SR-Planlægning

- SR arbejdsleder
- Sporkyndig
- Jernbane sikkerhedsplan
- Jernbane sikkerhedsinstruks
- Informationsfolder til BDK's togpersonale

### Spor monitorering

Uden for 10m grænse

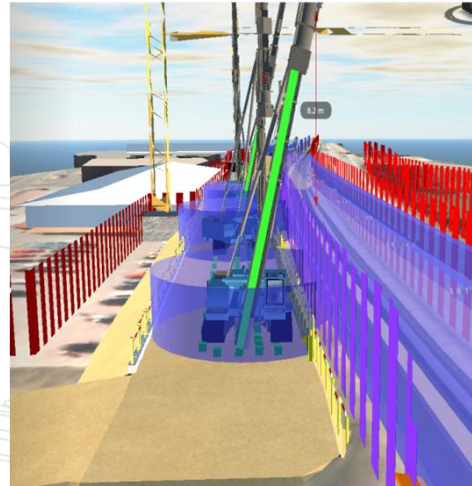
- Egetræs pæle (Landmåler)

Inden for 10m grænse

- Kontinuerlig spormonitorering

Slut dokumentation af spors beliggenhed

- Krabbemåling



### E 3005 Ny Masnedsundbro



Anlægsarbejder og jernbanesikkerhed  
Information til lokomotiv- og togførere



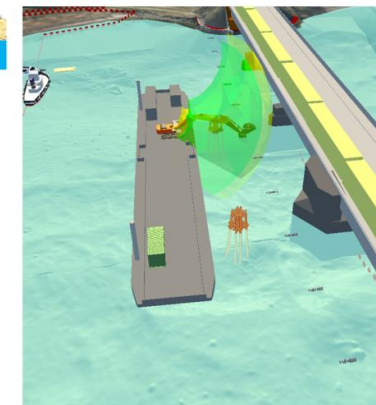
1

### Forberedende arbejder

De indledende vandbygningsarbejder drejer sig om at fjerne eksisterende søkabler fra havbunden og Duc d' alper, samt etablering af stensætninger ved de to nye brovederlag.

Der arbejdes med gravemaskiner fra flåder og det sikres, at kravemaskinens arm ikke kan komme indenfor 2 meterzonen til bro.

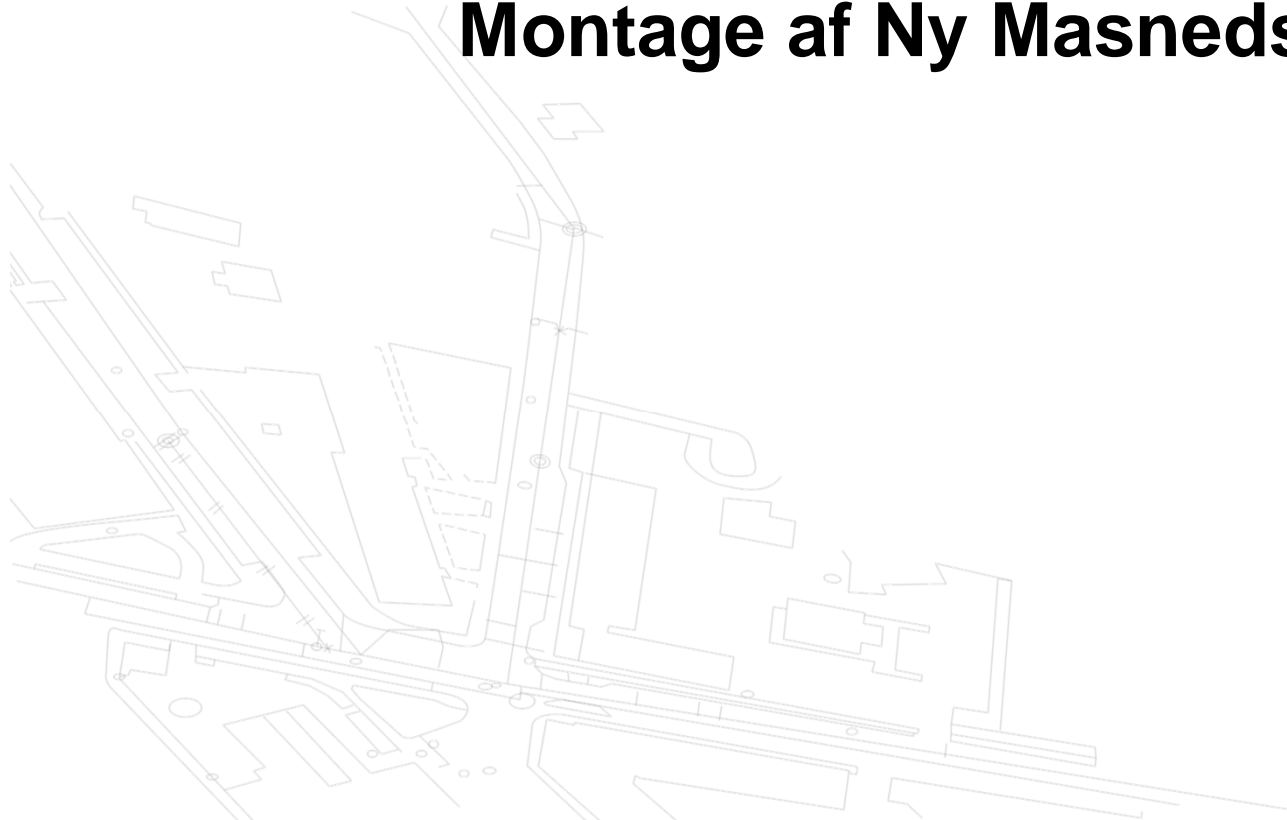
Arbejdet overvåges og kontrolleres af en SR arbejdsleder.



Sidefod

Dias 14

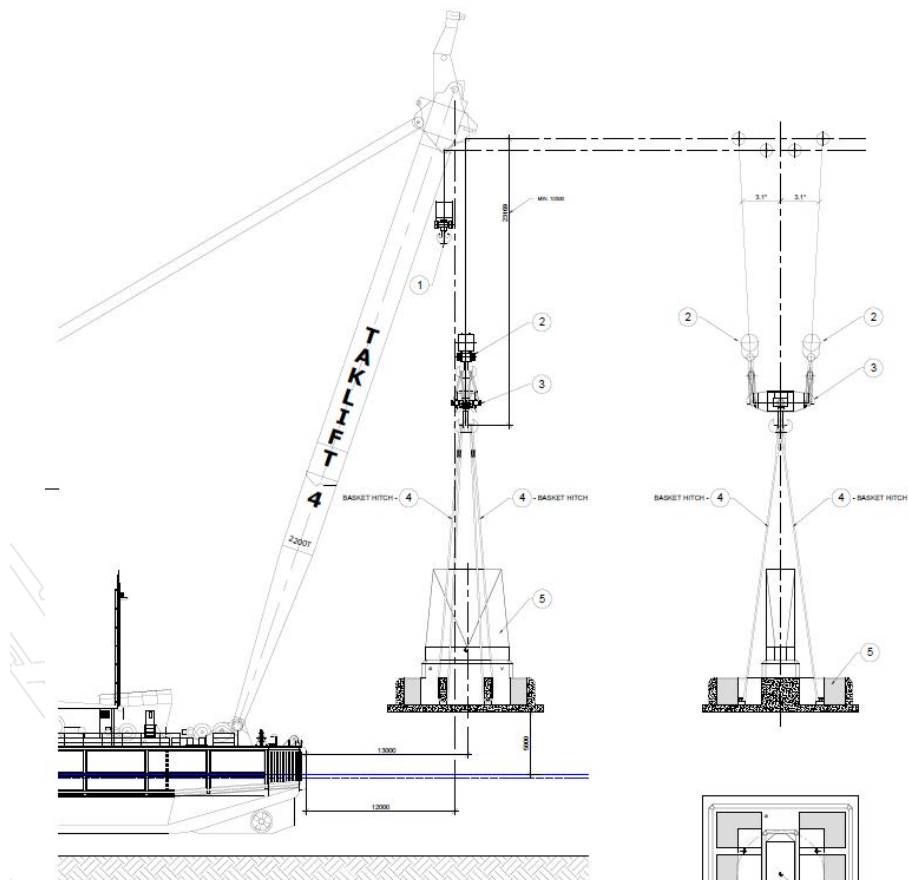
# Montage af Ny Masnedsundbro





# Ny Mashedund Bro

## Montage - Piller

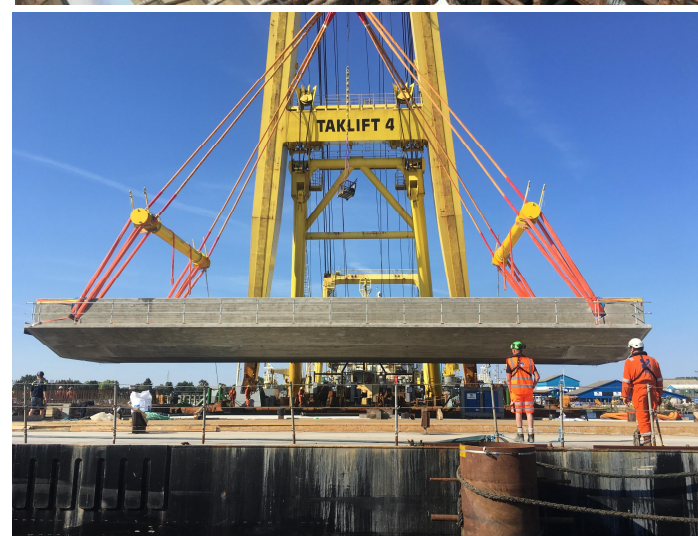
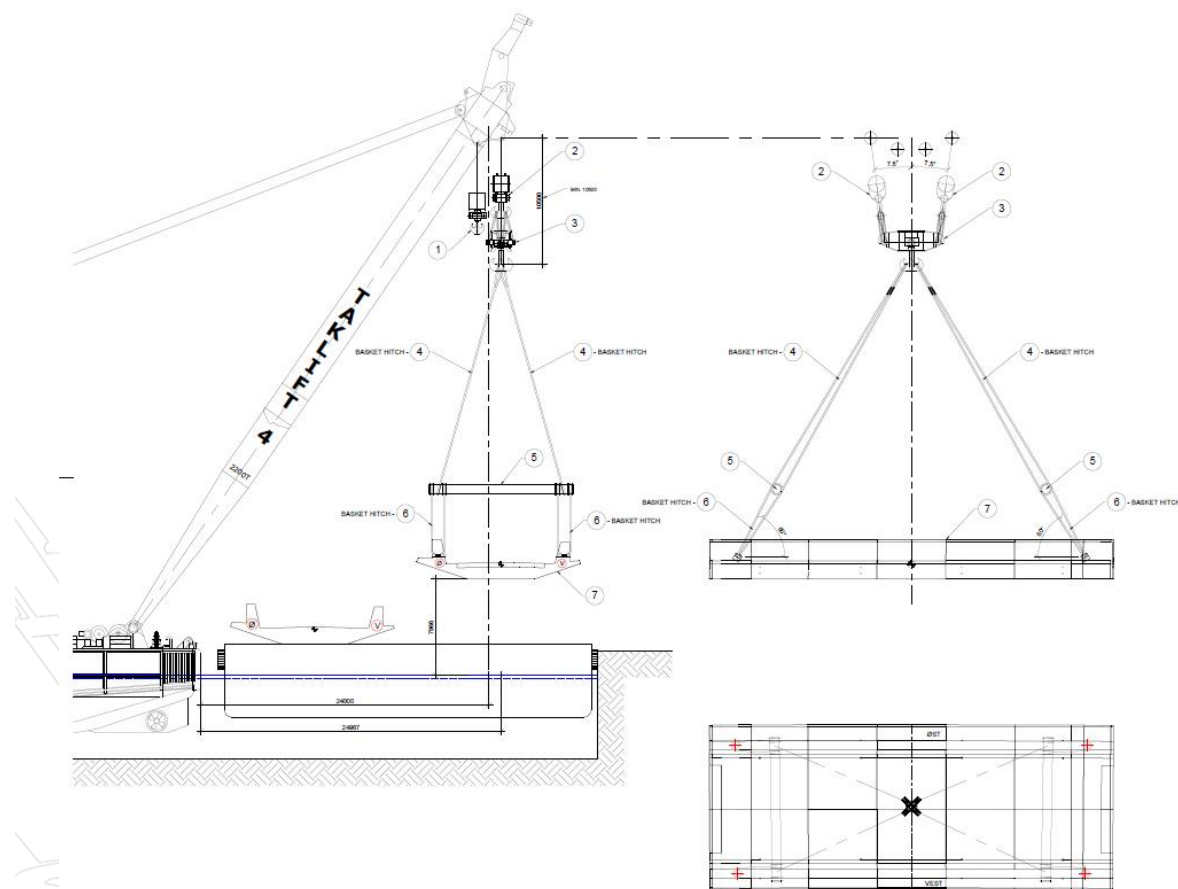


# Ny Mashedundsund Bro

## Montage - Brodæk



**AARSLEFF**



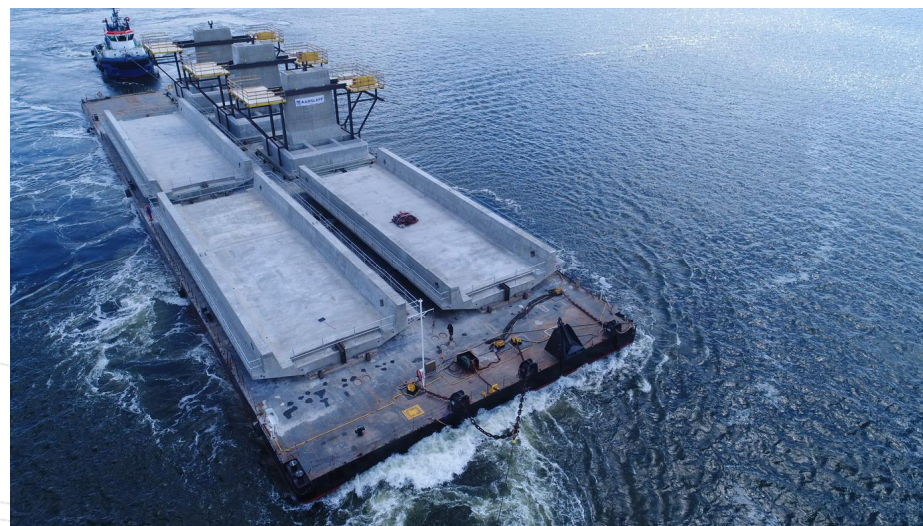
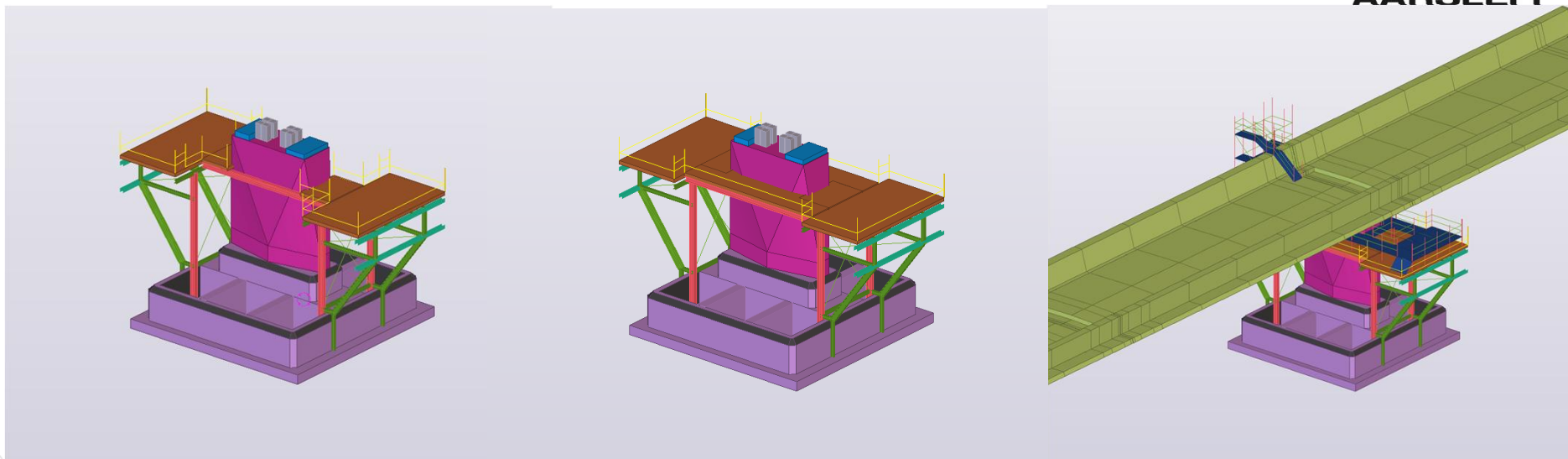


# Ny Mashedund Bro

Elementerne er fra Polen forberedt til de efterfølgende arbejder



**AARSLEFF**





# Ny Mashed Sund Bro

## Ankomst af flydekran



# Ny Mashedund Bro

## Optagelse af tolerancer



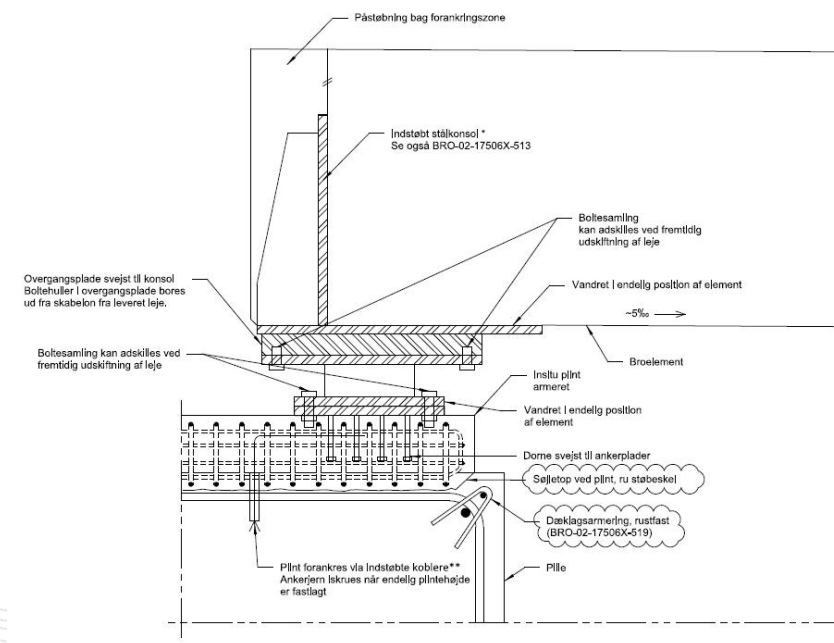
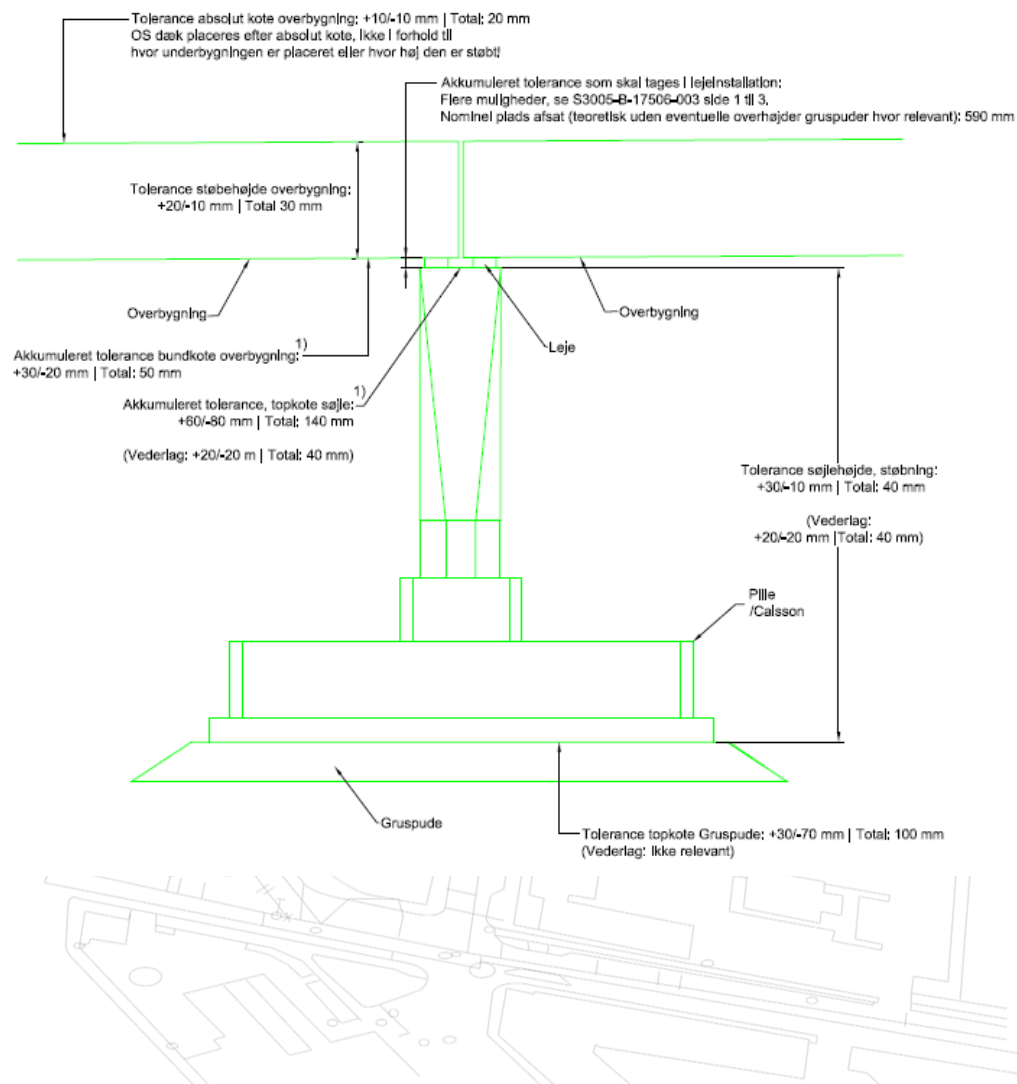
**AARSLEFF**

### Vertikale Tolerancer

- Udgravning (+/- 100mm)
- Gruspude (+30mm/-70mm)
- Støbe tolerancer Pille & Brodæk (+/- 20mm)
- Monteringstolerancer Pille & Brodæk (+/- 50mm)
- Sætninger (korttids- og langtids- sætninger)

### Horisontale Tolerancer

- Støbe tolerancer Pille & Brodæk (+/-20mm)
- Monteringstolerancer Pille & Brodæk (+/- 50mm)
- Placering af lejer (+/- 10mm)



# Ny Mashedund Bro

## Sætninger af piller



### Forudsætninger:

- Fundaments størrelser skulle optimeres.
- Usikkerhed om jordbundsforhold.
- Skarpe krav til slutsætninger: maksimum 20mm over 120 år beregnet fra overdragelse.
- Tidlige sætninger kompenseres ved indbygning af overhøjder i gruspude og i lejer.

### Valgt metode:

Indledende overhøjde

Gruspude indbygges med 25 mm overhøjde for at tage højde for egendeformationen

### Forudsigelser

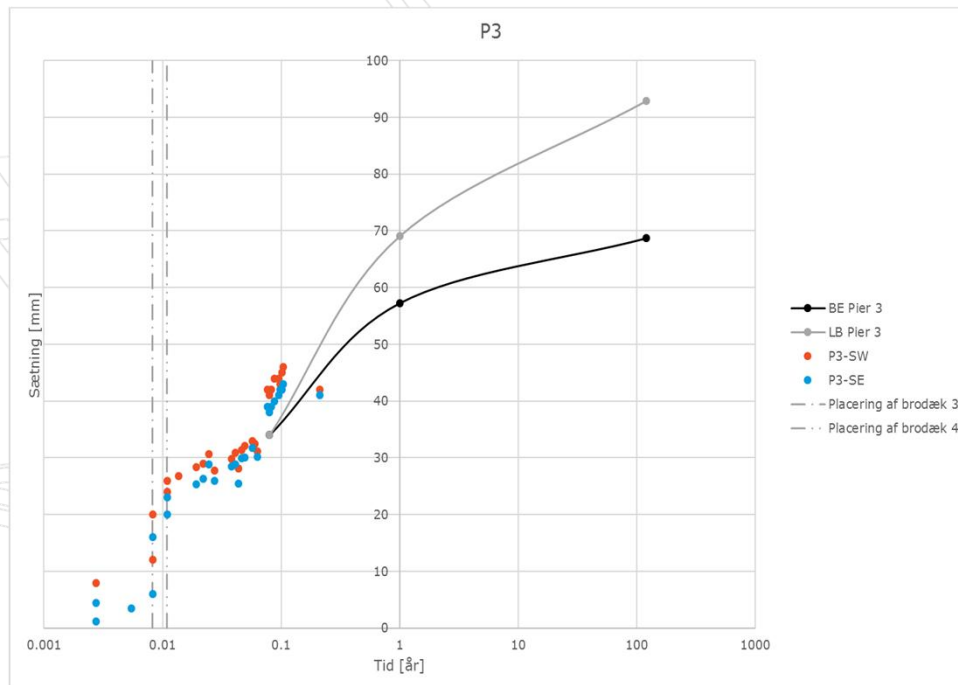
Forventede sætninger beregnet for centralestimat eller nedreværdi som funktion af tiden efter placering af fundamenter og brodrager.

### Kontrol

Målinger på alle piller fra touch-down frem mod låsning af lejer sammenlignes med forudsigelser.

### Endelig justering

Baseret på målinger vælges endelig overhøjde for hver leje – (10-15 mm).





# Ny Mashed Sund Bro

## Nedsækning - Brodæk



# Montage af elementer – Ny Masnedssundbro



## Video





# Tak for opmærksomheden

## Spørgsmål ?

