



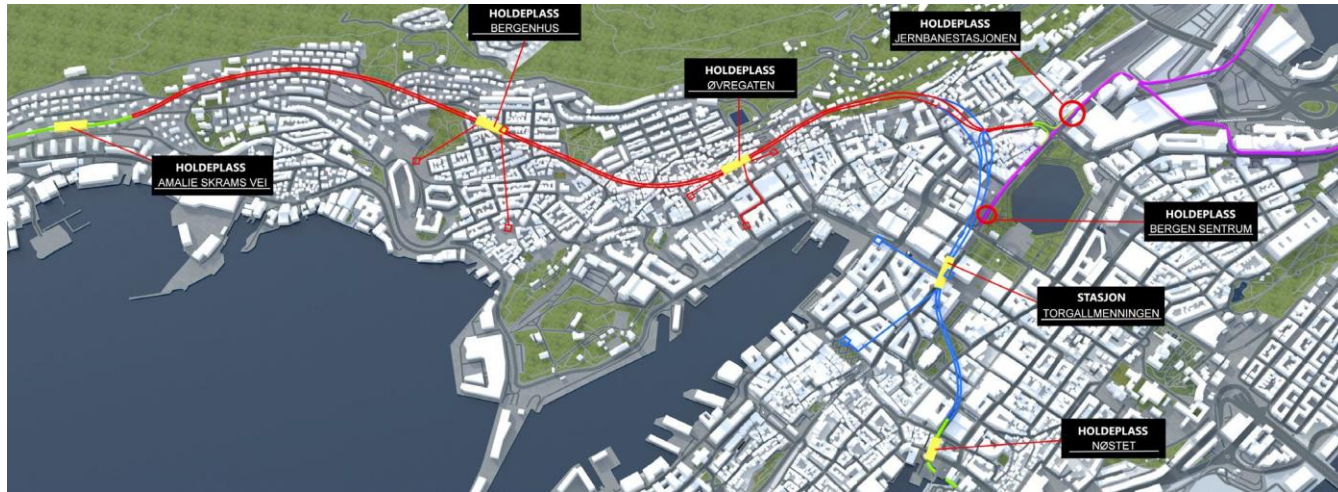
Kunnskap for en bedre verden

# Bybanen i tunnel gjennom sentrum?

Vurdering av teknisk gjennomførbarhet  
Amund Bruland 25.04.2023

# Bybanen i tunnel gjennom sentrum?

- Er det teknisk gjennomførbart å legge Bybanen i tunnel gjennom Bergen sentrum slik Bybanetunnel/Bergen Sentrum 2050 foreslår?

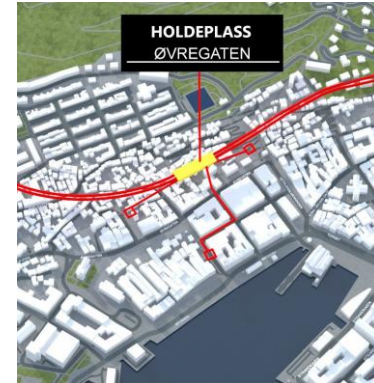


# Agenda

- Noen forutsetninger
- Drivemetoder
- Geologi
- Fullprofilboring
- Oppsummering

# Noen prioriterte kriterier

- Minst mulig inngrep i dagen
- Minst mulig forstyrrelse av «byen»
- Mest mulig masser tas ut på Nøstet
- Holdeplasser og tilkomster drives innenfra tunnelen
- Geologien er ikke undersøkt i detalj, bygger på generelle erfaringer.



# Grov vurdering av drivemetode

- Både konvensjonell drift og fullprofilboring er mulige drivemetoder.
- Fullprofilboring kan drive mesteparten av tunnelene fra ett angrepspunkt på Nøstet.
- Konvensjonell drift bør ha minst tre arbeidssteder; hvorav to «midt i byen».
- Går videre med fokus på fullprofilboring.
- Og da med to parallelle tunnellop, som er mer egnet for fullprofilboring enn ett løp med to spor.

# Geologiske parametere

- Bergmassens borbartnet
- Bergmassens stabilitetsegenskaper
- Grunnvann
- Bergspenninger
  
- Påvirker framdrift, kostnader, levetid og setningsrisiko
- Geologien i prosjektet er lite undersøkt.



# Geologi



# Geologi

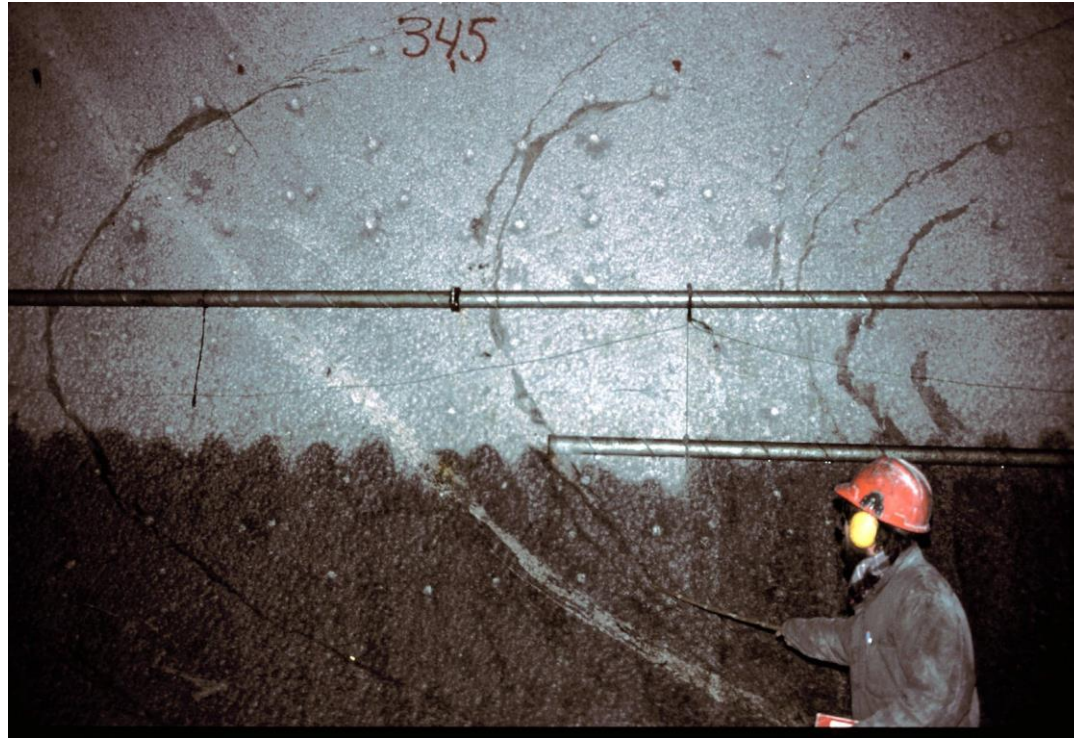
## Fra prosjektgrunnlaget

Formation	Quality	UCS
Gneiss	granitic/intermediate, medium jointing	120 MPa
Amphibolite	greenstone, medium fractured	80 – 100 Mpa
Quartz shist	densely fractured	80 – 120 Mpa
Biotite / chlorite shist	densely fractured	70 – 90 Mpa.

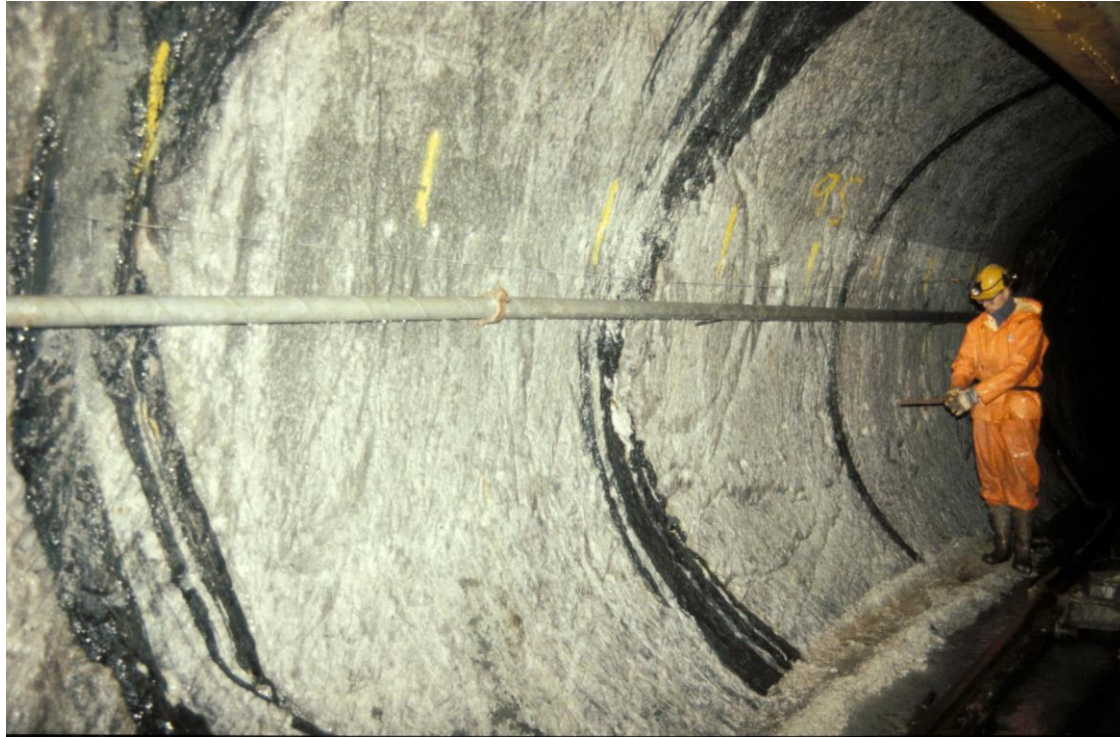
- Biotitt/Klorittskifer 5%
- Amfibolitt 15%
- Kwartsskifer 20%
- Gneis 60%



# «Medium fractured»



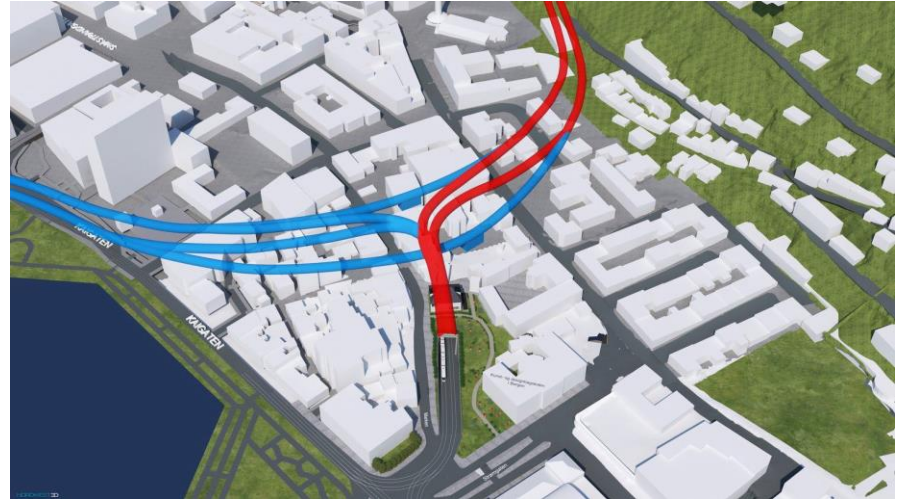
# «Medium to densely fractured»



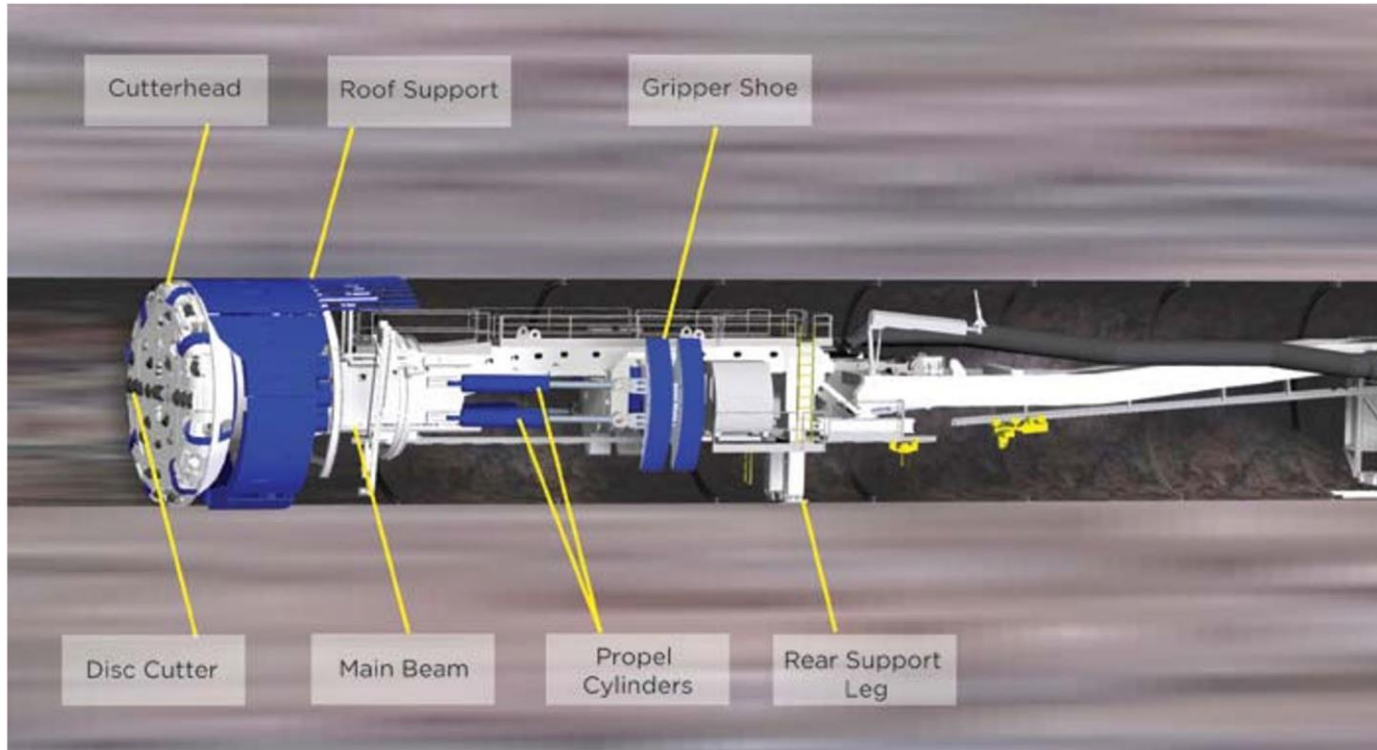
# Men det er aldri helt ideelt ...

Vågsbunnen:

- Svakhetszone med 10 m mektighet.
- Signifikante vannlekkasjer på 70 m av tunnallengden, krever forinjeksjon.
- Ca. 0,8 % av samlet tunnallengde vurderes som utfordrende.
- Generelt: Lav overdekning, krever sonderboring.



# Maskintype: Åpen TBM



# Massetransport med transportbånd



# Annen transport med MSV



# Bunnsegment i betong

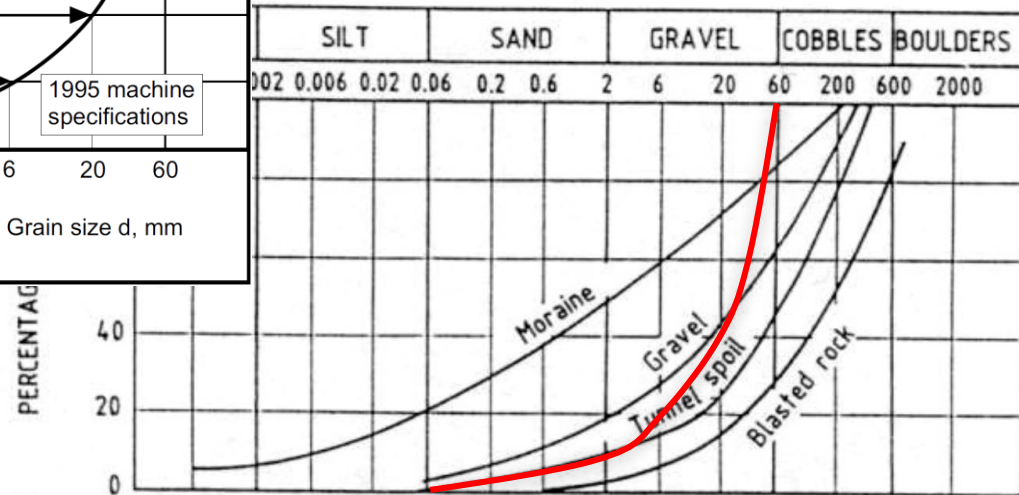
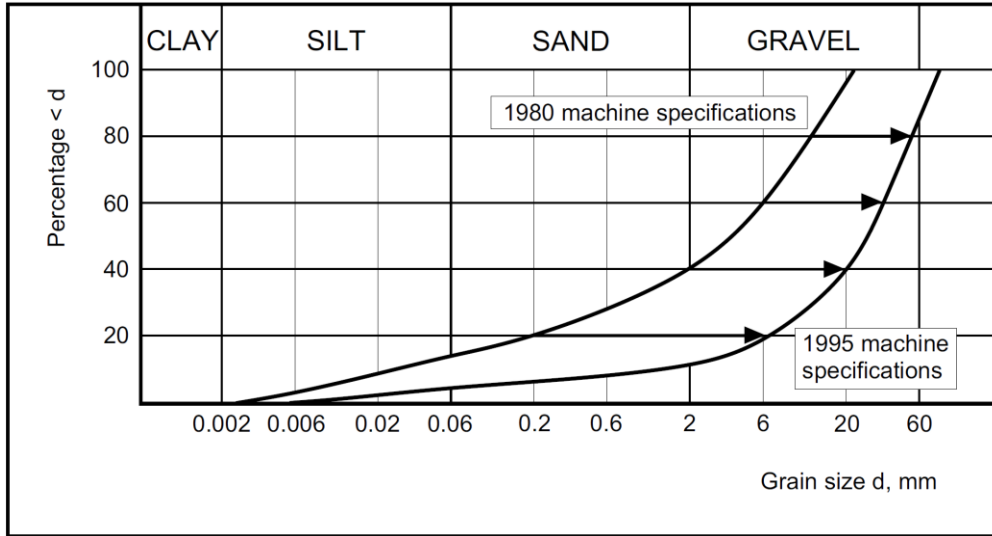


# TBM-masser





# TBM-masser



# TBM-masser til fylling i sjø

- Trenger mer komprimering en sprengstein
- Trenger mer beskyttelse mot erosjon enn sprengstein
- TBM-masser er betydelig mindre forurenset enn sprengstein fra tunnel.

# Overordnet gjennomføringsplan 1 TBM

- Startområde for TBM på Nøstet.
- 90 % av massene kan tas ut på Nøstet.
- Boring av ett og ett løp fra Nøstet til Amalie Skrams vei, Sandviken Sykehus eller NHH.
- Løpet som har flest tilkomsttunneler bores først.
- Når TBMen er trukket tilbake fra første løpet, frigjøres det for arbeid med holdeplasser og tilkomsttunneler.
- Evt. passering av dagsonen i Amalie Skrams vei bør skje i delvis nedgravd kulvert, som også bør få tak som støv- og støybeskyttelse.
- «Noen hundre meter» tunnel drives konvensjonelt fra Marken.

# Grov framdriftsplan fra kontraktsinngåelse

## 1 TBM

Aktivitet	Varighet pessimistisk	Varighet optimistisk
Levering TBM	1 år	0,8 år
Boring første løp til NHH	2,5 år	1,75 år
Tilbaketrekking TBM	0,5 år	0,3 år
Boring andre løp til NHH	2,5 år	1,75 år
Resterende bergarbeider	1 år	0,5 år
Utrustning og tekniske installasjoner	2,5 år	1,5 år
Sum Nøstet - NHH	9,5 år	6,6 år

# Grov framdriftsplan fra kontraktsinngåelse

## 2 TBMer

Aktivitet	Varighet pessimistisk	Varighet optimistisk
Levering TBM	1 år	0,8 år
Boring første løp til NHH	2,5 år	1,75 år
Boring andre løp til NHH	0,3 år	0,2 år
Tilbaketrekking TBM	0,3 år	0,2 år
Resterende bergarbeider	1,5 år	1 år
Utrustning og tekniske installasjoner	2,5 år	1,5 år
Sum Nøstet - NHH	8,1 år	5,5 år

# Oppsummering

- Foreliggende planer vurderes å være teknisk gjennomførbare.
- Fullprofilboring vurderes som beste drivemetode ut fra prioriterte kriterier.
- Fullprofilboring kan være tilnærmet hel-elektrisk.
- Anslått byggetid for Nøstet – NHH er 5,5 til 8,1 år

# Muligheter

- Konvensjonell drift fra Nøstet mens man venter på TBM?
- Gjøre mer fra Marken?
- Utforming og drivemetode tilkomsttunneler.