

Norconsult 

Fastsetting av tettekraft – sett fra en hydrogeolog

Kevin J. Tuttle, Norconsult

NBG Vårslepp, 7. mars 2019



Tettekrav for å sikre miljø, kultur, infrastruktur og redusere kostbare reparasjoner

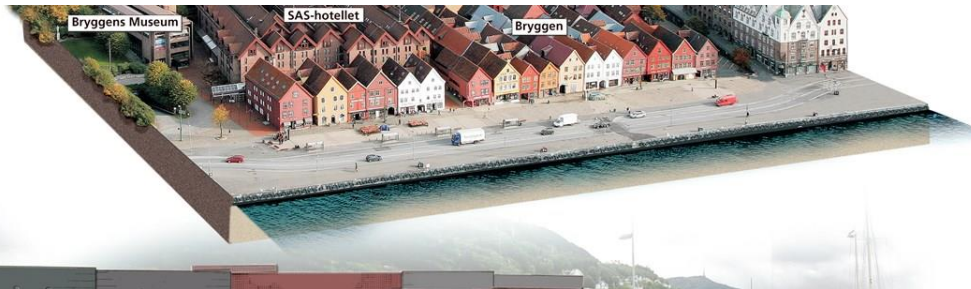
Grunnvann skal sikre Bryggen i Bergen

Statsbygg.no 2012-01-26

Hvor kommer grunnvannet fra, og hvorfor er det så viktig for Bryggen?

Grunnvannet er alt vann som ligger under bakken, og som fyller opp alle sprekker og porer. Under Bryggen utgjør grunnvannet en del av den grunn som Bryggen hviler på. Det betyr at dersom grunnvannsstanden synker, vil også Bryggen synke.

Grunnvannet under Bryggen må heves med 2 meter



NTB/AFTENPOSTEN
2015-10-06

**Oslo kommune hever
entreprenørkontrakt for
Deichmanske**

Grunnfjell
Gammel sjøbunn, sand, grus og morene
Kulturlag
Kulturlagene under Bryggen består av rester fra Brvoens eldste tider, helt



Barcode huser allerede flere av landets viktigste selskaper.



BJØRVIKA

Bjørvika synker

Oslo har bygget landets dyreste bygg på det eksperter mener er landets dårligste grunn.

tu.no 2014-05-03

Fastsetting av tettekrav: **Den Røde Tråden**

1. Sårbare objekter
2. Objektene akseptkriterier
3. Andre påvirkningsfaktorer på grunnvannet
4. Tidsaspektet på innvirkninger av tiltaket
5. Feltundersøkelser
6. Sammenstilling av sårbare objekter og akseptkriterier
7. Vannbalanse og analyser av tiltaket
8. Fastsetting av tettekrav

Tettekrav settes i mht. sårbare objekter

► Hvilke sårbare objekter er det hydrogeologen er opptatt av:

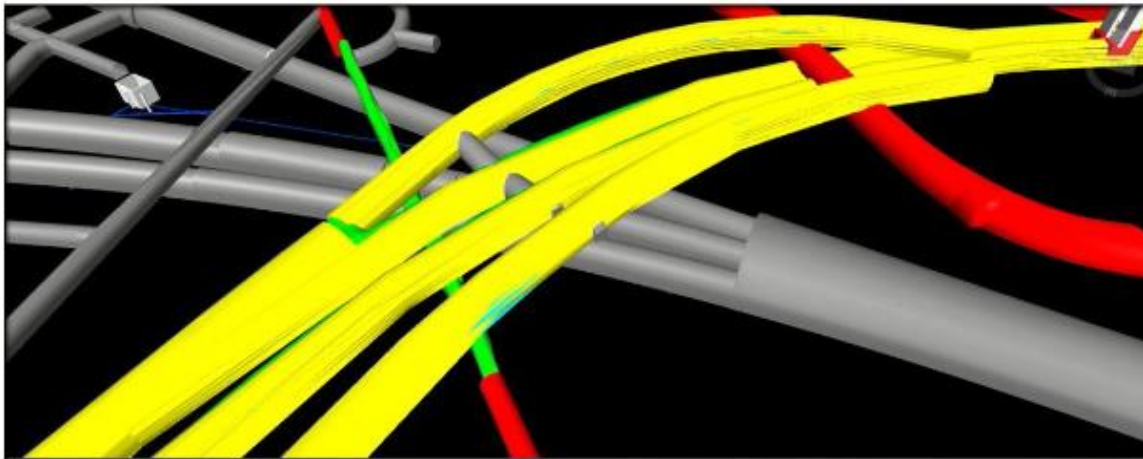
1. Poretrykk/grunnvannstrykk mht. setninger (innspill fra geotekniker)
2. Ytre miljø: Flora/fauna, overflatevannspeil, overflatevannføring (innspill fra biolog, hydrolog, limnolog)
3. Grunnvannsressurser mht. Vannressursloven, energibrønner, vannforsyingsbrønner
4. Kulturminner, f. eks. kulturlag, fundamentering med treflåter, vannposter (innspill fra arkeologer, Riksantikvaren, geotekniker, mm.)

Akseptkriterier mht. sårbare objekter

- ▶ **Vannressursloven**
 - ▶ **Grunnvannsuttak > 100 m³/døgn meldepliktig til NVE**
 - ▶ **Vurderes i reguleringsplan etter §20, eller/og**
 - ▶ **Vurderes i meldeplikt etter §45**
- ▶ Akseptable setninger => poretrykksreduksjon
- ▶ Biotas avhengighet til grunnvannsnivå/ - tilstrømning
- ▶ Kulturminners avhengighet av grunnvannsnivået / markfuktighet

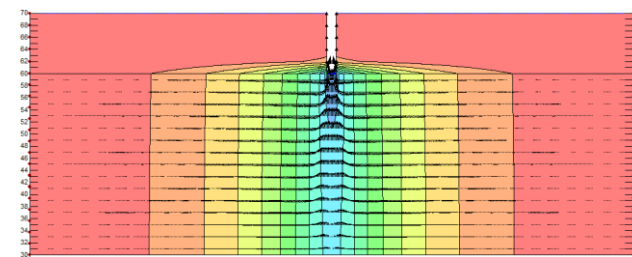
Andre årsaker til grunnvannsdrenering?

- ▶ Kjeller / konstruksjon drenering / pumping
- ▶ Ledningsgrøfter
- ▶ Eksisterende undergrunnsanlegg

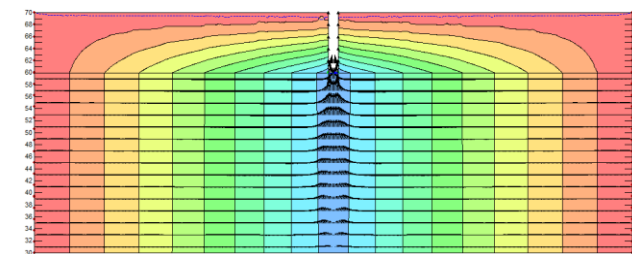


Tidsperspektivet

- ▶ Innvirkning kun under anleggsfasen
 - ▶ Kort anleggsperiode (uker)
 - ▶ Lang anleggsperiode (måneder)
- ▶ Innvirkning også under driftsfasen
 - ▶ Initial innvirkningen
 - ▶ Langtidsinnvirkning
- ▶ Likevektsberegninger vs. Tidsavhengige beregninger
 - ▶ Tidsavhengige beregninger (numerisk modellering) vil gi et mer riktig bilde av tidsforløpet til grunnvannssenkning og setninger



Dag 1



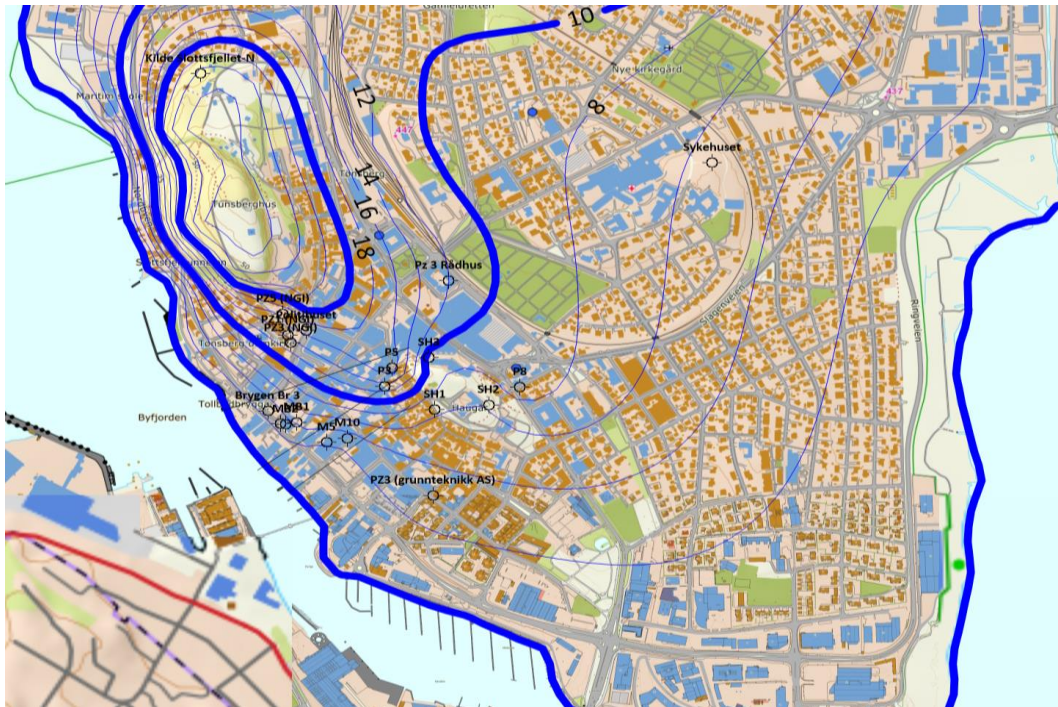
1 år, 23 dager

Hvilke feltparametere trenger hydrogeologen?

- ▶ Akseptabelt poretrykkssenkning (innspill fra geotekniker)
- ▶ Akseptabelt grunnvannsspeil senkning (innspill fra biolog)
- ▶ Akseptabelt reduksjon i overflatevannføring (innspill fra hydrolog, biolog)
- ▶ Grunnvannstrykket og dets variasjon i tid
- ▶ Hydraulisk ledningsevne («permeabilitet»)
- ▶ Grunnvannsgradient
- ▶ Grunnvannskjemien (av og til)
- ▶ Løsmasse-stratigrafi
- ▶ Bergartstype/-mineralogi
- ▶ Berggrunnsoppsprekking (orientering, omfang og åpne sprekker)
- ▶ Hoved-berggrunnsspenning
- ▶ Grunnvannstrykk i bergsprekker

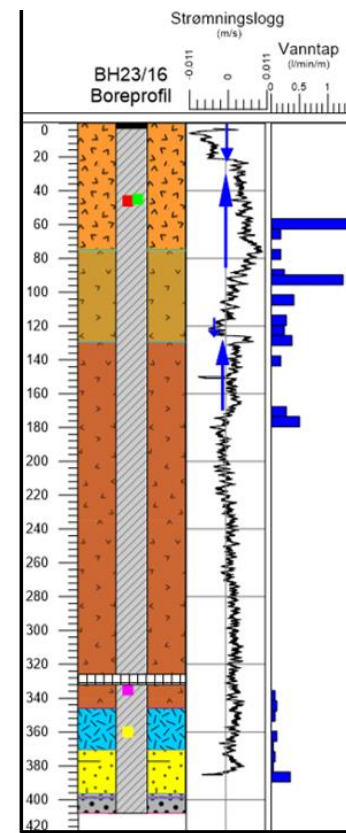
Hydrogeologisk feltundersøkelser og overvåkning

- ▶ Poretrykk (fler-nivå) og grunnvannstrykk i berg
- ▶ Overvåking av grunnvannstrykk, vannføring og vannspeil
- ▶ Grunnvannstrykket i forhold til anlegg (fagmodell)



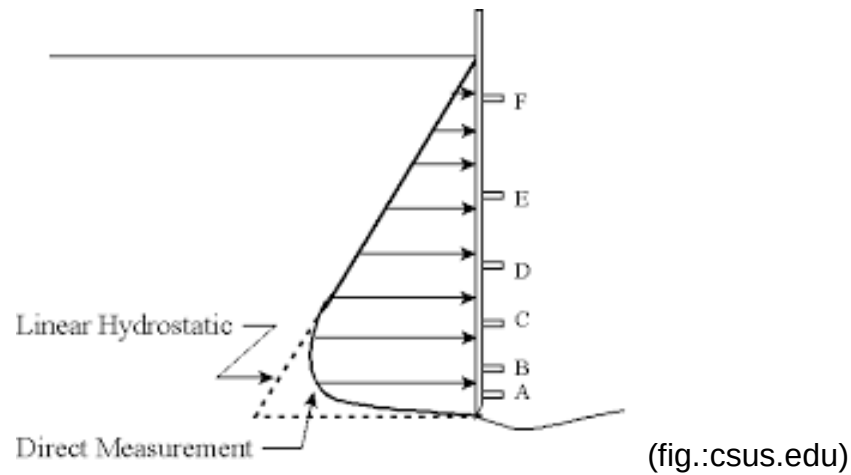
Felles feltundersøkelser med ingeniørgeologen

- ▶ Kjerneboring / senkhammer-boring
 - Kjerner / borekaks
- ▶ Lugeon tester / flow meter / prøvepumping / seksjonsvis trykkmåling
- ▶ Sprekkekartlegging / Televiewer / brønnlogging



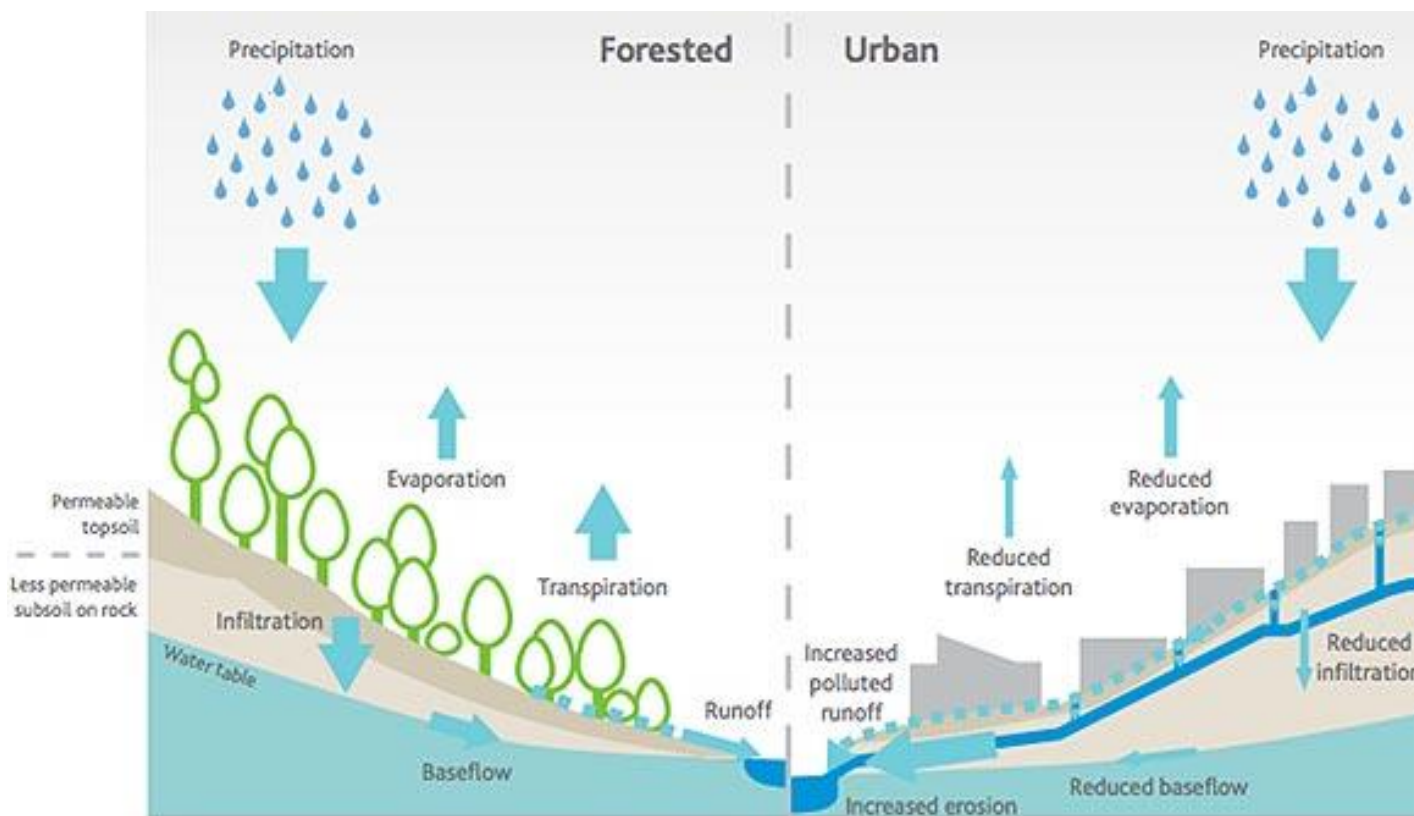
Felles feltundersøkelser med geoteknikeren

- ▶ Flernivå poretrykksmålere
- ▶ Poretrykksmålere i nedre grunnvannstrykkgregime
- ▶ Poretrykksmålere i øvre grunnvannstrykkgregime



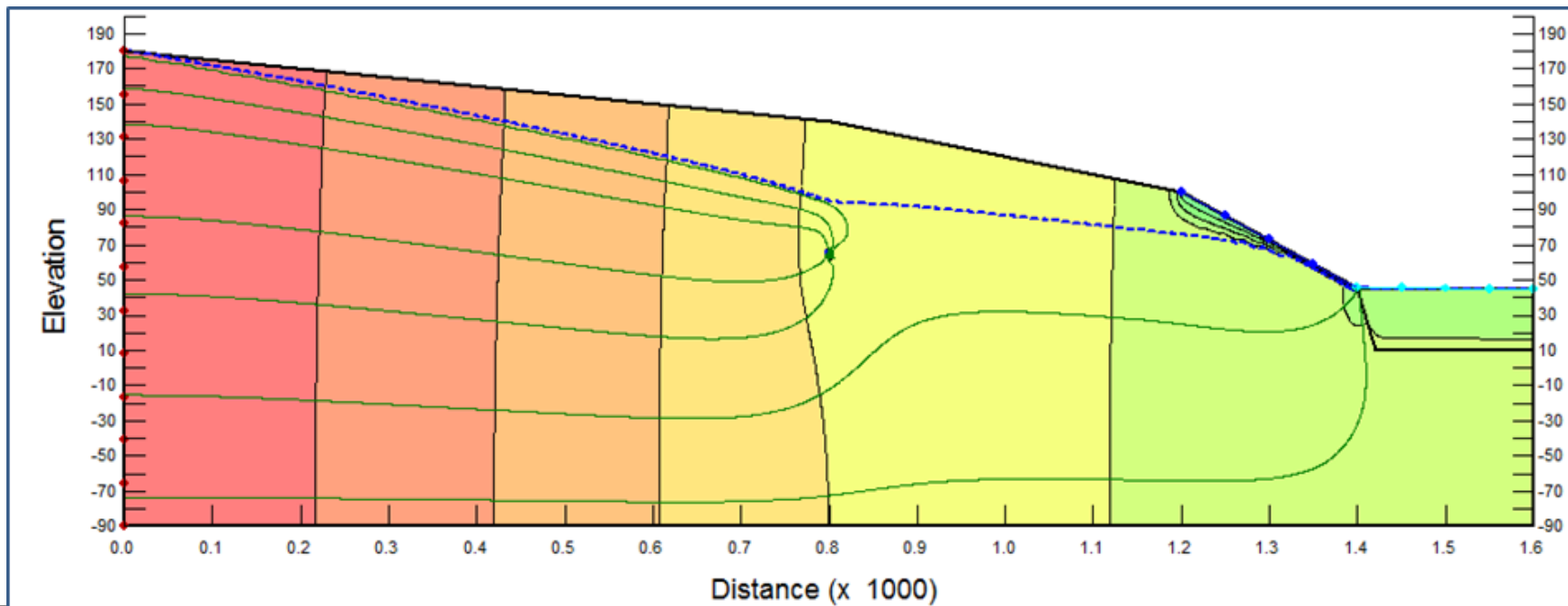
Sammenstilling av lokale og regionale vannbalanse før og etter tiltaket

- Dagens forhold: setninger, dreneringer i overflaten, drenering i undergrunn?



Sammenstilling av lokale og regionale vannbalanse før og etter tiltaket – forts.

- ▶ Under anleggsfasen
- ▶ Under driftsfasen: oppstuvning?
- ▶ Analytisk og numerisk modellering



Fastsetting av tettekrav – Den Røde Tråden

- ▶ Avhengig av innspill fra alle tilgrensende fag!
- ▶ **Den Røde Tråden:** Et kvantitativt regnestykke fra akseptkriterier – begrensning av innlekkasje/grunnvannssenkning - tettetiltak
- ▶ Akseptkriterier: geoteknikk, VA, Konstruksjon, Ytre miljø, hydrogeologi, kulturminner : maksimum reduksjon av grunnvannstrykk/-nivå stedsspesifikk utregnet
- ▶ Vurdering av endringer i grunnvannstrykk og nivå ved ulike tiltak som vil gi et resultat som oppnår akseptkriteriene i samråd med ingeniørgeologene.
- ▶ Bidra ingeniørgeologene med vurdering av endelig tettetiltak



Takk for oppmerksomheten