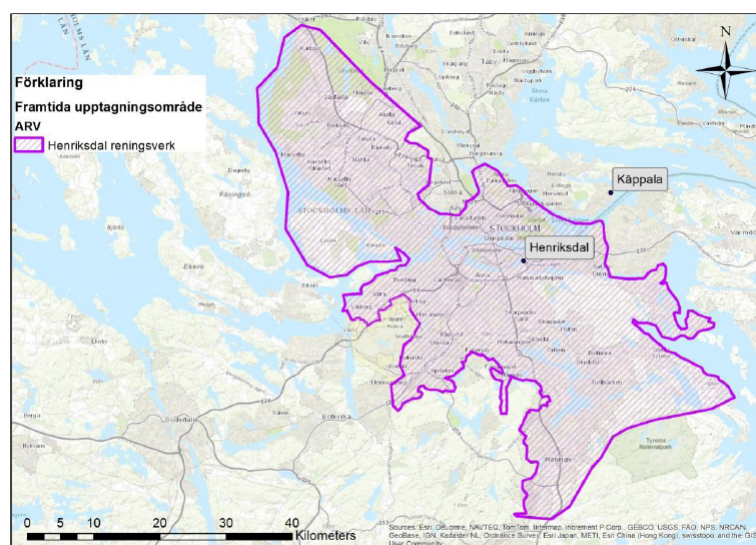




11.3 Ledningsnätet inklusive Tunnel

LARS LINDBLOM STOCKHOLM VATTEN

Framtida Upptagningsområde



Figur 4: Ungefärligt avrinningsområde till Henrikdals reningsverk år 2040.



Avloppsledningsnätets Volym

Idag består vårt avloppsledningsnät av följande volymer:

Typ	Volym [m3]
Ledningar	539 426
Avloppstunnlar	1 183 638
Summa	1 723 064

Eller uttrycks som antal "Globen" (605 000 m3)



(2,8 st)

När SFAL är klar och Brommatunneln är klar blir det följande siffror:

Typ	Volym [m3]
Ledningsvolym	539 426
Tunnelvolym	1 183 638
SFAL	294 000
Summa	2 017 064

Eller uttrycks som antal "Globen" (605 000 m3)



(3,3 st)

Med SFAL ökar volymen med en halv Globen eller totalvolymen ökar med ca 20 %.

Bräddade Volymer med anslutning till tunneln

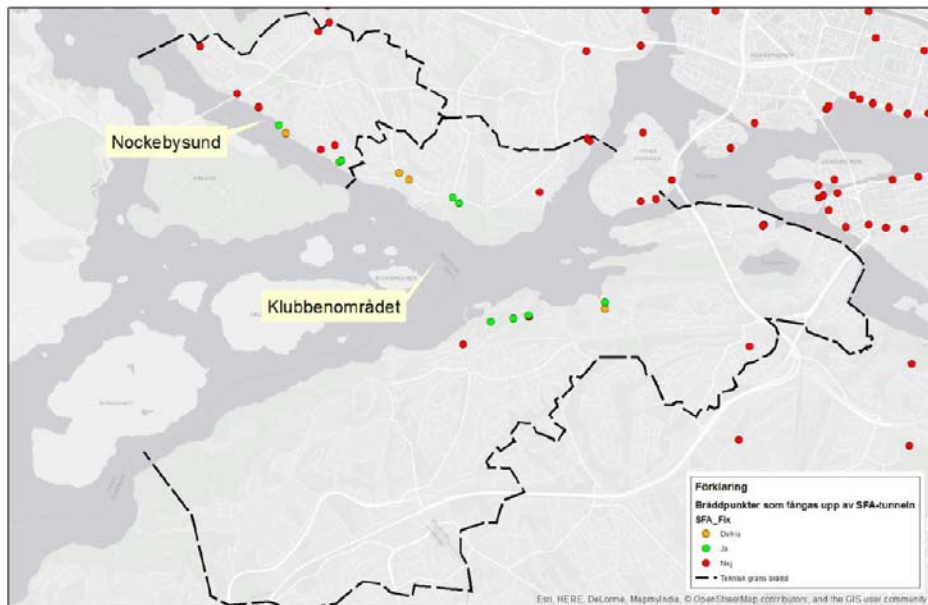
Recipient	2012	2040	2040
	[m3/år]	[m3/år]	[m3/år]
	Nuläge	Nollalternativet	Utbyggt enligt tunnelprojektet
Mälaren	370 000	400 000	200 000
Saltsjön	270 000	280 000	250 000
Småsjöar	9 000	9 000	9 000
Summa	650 000	690 000	460 000

Total Volym

Recipient	2012	2040	2040
	[m3/år]	[m3/år]	[m3/år]
	Nuläge	Nollalternativet	Utbyggt enligt tunnelprojektet
Mälaren	28 000	37 000	16 000
Saltsjön	31 000	37 000	32 000
Småsjöar	200	300	300
Summa	59 200	74 300	48 300

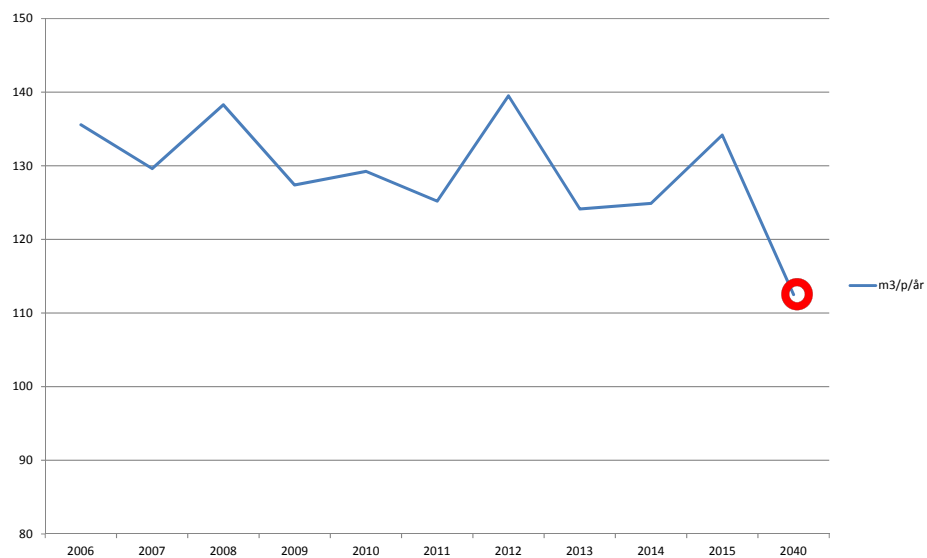
Volym
Spillvatten

Bräddpunkter som fångas upp av Tunneln



Förväntad effekt av dupliceringar och minskad vattenförbrukning

Volym inkommande avloppsvatten per ansluten person och år $\text{m}^3/\text{p}/\text{år}$



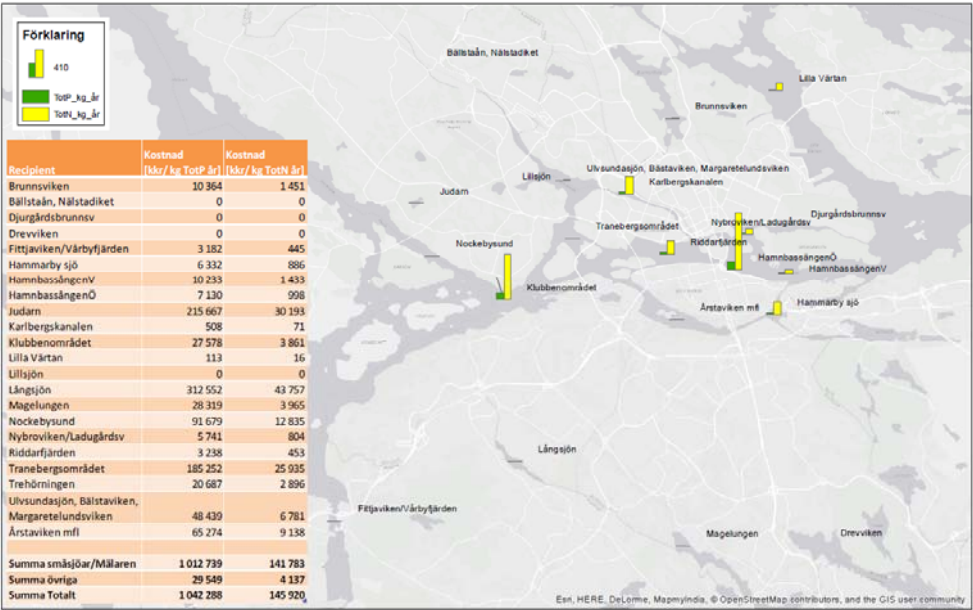
Tillskottsvatten- Möjliga Åtgärder

Möjliga åtgärder	Uppskattad effekt Mm ³ /år
Duplicering ta bort dagvatten i kombinerade områden	6
Duplicering ta bort dränvatten i kombinerade områden	6
Inläckage i tunnlar	3,2
Felkopplade hustak i dupl områden10%	0,6
Felkopplade drän i dupl områden10%	1,9
Inläckage i sjönära ledningar (1l/s)	0,3
Läckande bakvattenluckor (1l/s)	0,3
Åtgärdande av felfunktioner (8.5 l/s)	1,3
Summa åtgärder	19,6

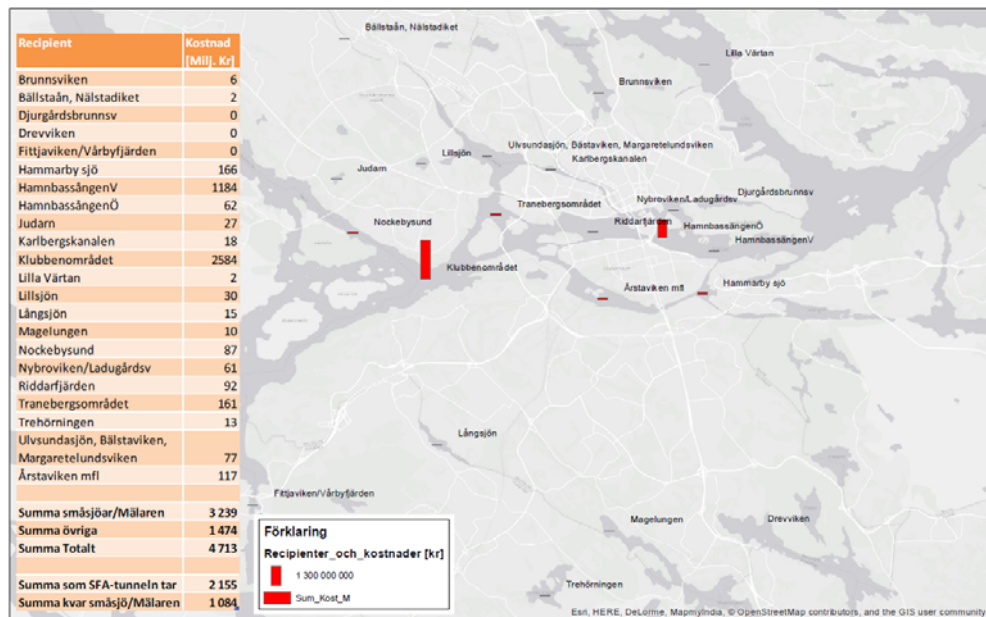
Potentiellt separerbart
tillskottsvatten 20 Mm³/år



Kostnad/kg TotP och TotN för att ta hand om bräddningen i utjämningmagasin



Kostnad för utjämningsmagasin



PRIORITERINGAR i ÅTGÄRDSPROGRAM

- Prioriteringen i Stockholms och Huddinges Lokala åtgärdsprogram är vägledande.
- Felkopplingar och läckage kan sett över tiden vara ett större problem än bräddning. Ett kontinuerligt läckage kan ge större utsläpp av spillvatten än en enskild brädd.
- Källaröversvämningar och skydd av infrastruktur.
- Mängden tillskottsvatten till reningsverken måste minska.
- Dimensionering av nya pumpstationer i Östra Mälarens Vattenskyddsområde och småsjöar så att brädd kan undvikas
- Uppgradering av övervakning av pumpstationer.
- Den beräknade effekten av en åtgärd vägd mot kostnaden är styrande. Volymmål är trubbiga och svåra att följa upp.

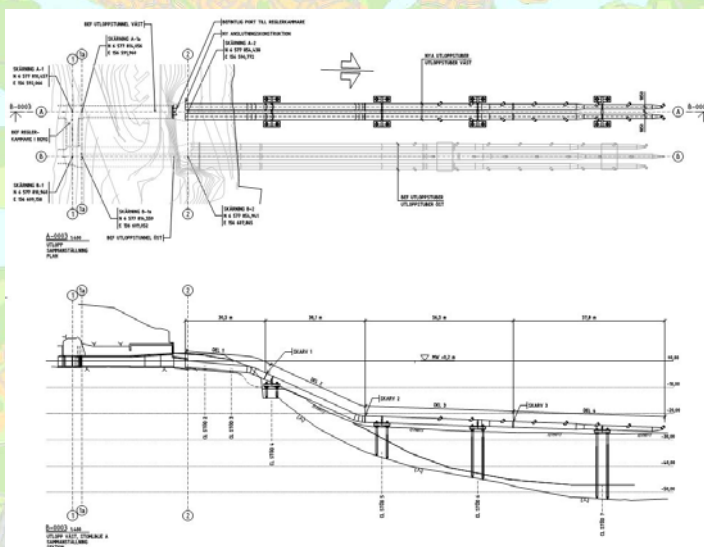


STOCKHOLM
VATTEN
OCH AVFALL

Nya utloppsledningar Henriksdal

HENRIK ALGOTSSON, PROJEKTLEDARE SFAR
STOCKHOLM VATTEN OCH AVFALL

ARBETSMETODIK UTLOPPSLEDNINGAR



Två nya utloppsledningar grundläggs i Saltsjön på pålar ovan sediment. Muddring behövs endast vid pålstöd. Bottensedimenten är lösa och innehåller föroreningar.

Skadeförebyggande åtgärder:

- Muddring kommer genomföras under vinterhalvåret (för så liten påverkan som möjligt på växt-och djurliv).
- Muddring sker med miljöskopa för att undvika spridning av föroreningar.
- Muddermassorna transporteras till godkänd mottagningsanläggning.



STOCKHOLM
VATTEN
OCH AVFALL

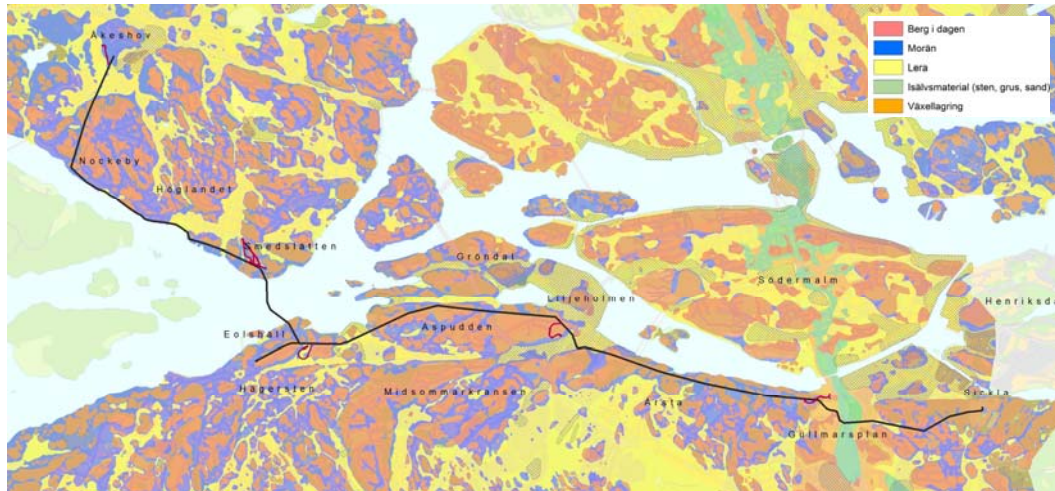
Vattenverksamhet, Hydrogeologi

MATTIAS VON BRÖMSEN, RAMBÖLL

Hydrogeologi - disposition

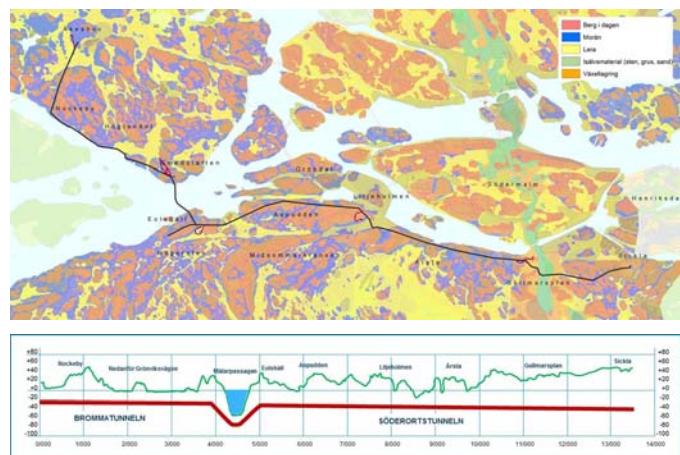
- Förutsättningar
- Skyddsobjekt
- Skyddsåtgärder
- Metod/hydrogeologiskt arbete och definitioner
- Områdesvisa beskrivningar
- Skyddsinfiltration
- Åtgärdsplan
- Kontrollmätningar

Hydrogeologi - översikt



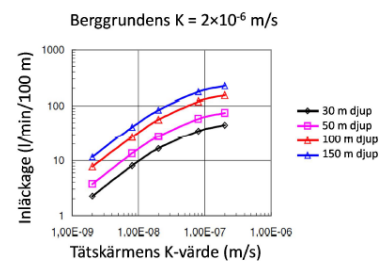
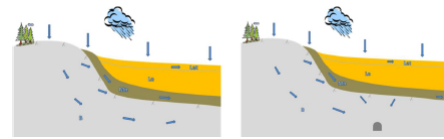
Hydrogeologi – förutsättningar, allmänt

- Djup
- Diameter
- Kommer rinna avloppsvatten i tunneln
- Arbetstunnlar/påslag
- Kontinuerlig förinjektering
- Fastmarksområden



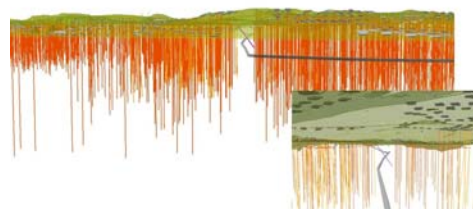
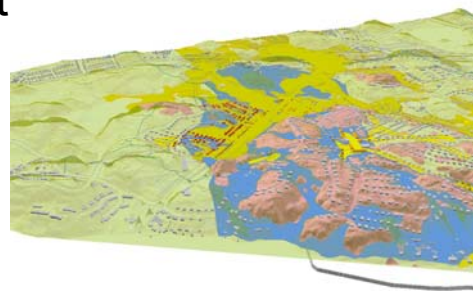
Hydrogeologi – förutsättningar, bortledning GV

- Grundvattenbortledning
- Inläckage till tunnelanläggningar
 - Diameter
 - Bergets hydrauliska konduktivitet
 - Injektering
 - Djup
- Andra befintliga dränerande anläggningar

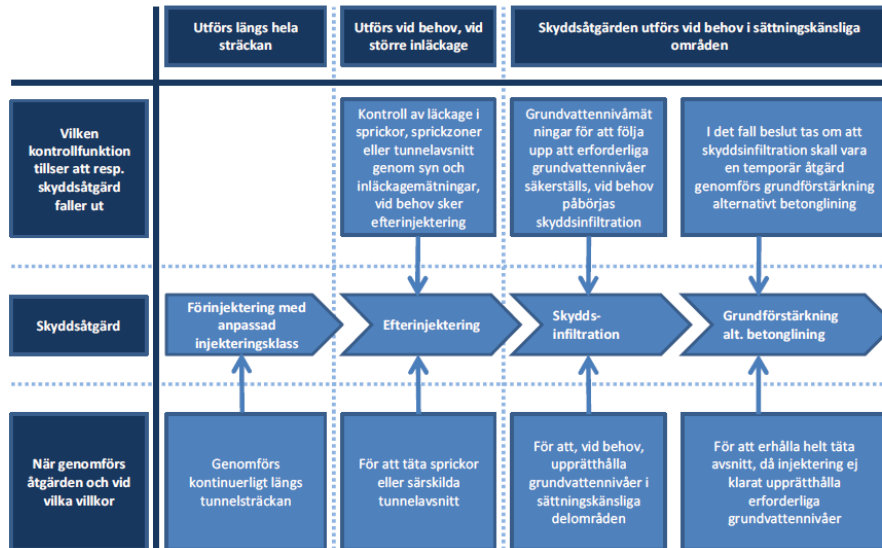


Hydrogeologi - skyddsobjekt

- Sättningskänsliga områden
 - Fastigheter, byggnader
 - Grundläggning
 - Vägar, gator
 - Ledningar
- Brunnar
 - Energibrunnar
 - Dricksvattenbrunnar
- Naturområden

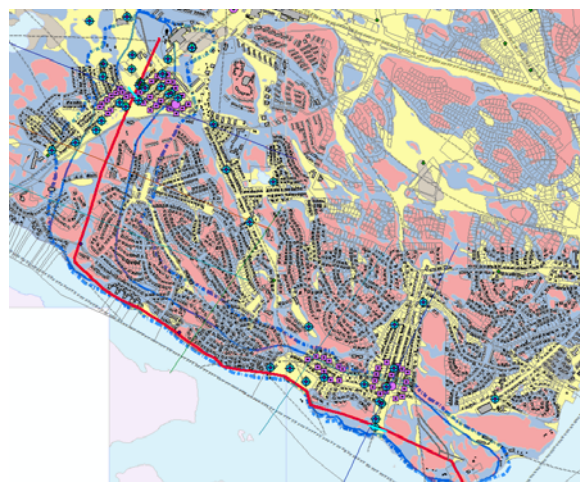


Hydrogeologi - övergripande om skyddsåtgärder



Hydrogeologi – metod, inventeringar

- Inventering av husgrundläggningar i sättningskänsliga områden
- Inventering av brunnar
- Inventering av undermarksanläggningar
- Inventering av grundvattenobservationsrör
- Framtagande av hydrogeologiska kartor



Hydrogeologi – metod, befintliga underlag

- Inhämtande av grundvattenobservationsrör och grundvattennivådata i lerområden längs med sträckan
- Befintligt geotekniskt underlag/undersökningar
- Tidigare genomförda provpumpningar
- Inhämtande av underlag av uppmätta inläckage i otätad tunnel
- Genomgång befintliga hydrogeologiska utredningar/underlag



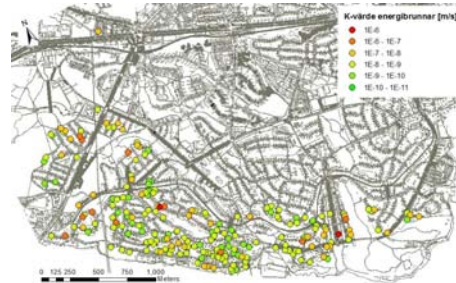
Hydrogeologi – metod, kompletterande undersökningar

- Geotekniska undersökningar
 - Jordlagerföljd och bergöveryta
 - Lerans sättningssänslighet
- Grundvattenobservationsrör
- Kärnborrning och vattenförlustmätningar
- Provpumpning
- Infiltrationsförsök



Hydrogeologi – metod, beräkningar och modelleringar

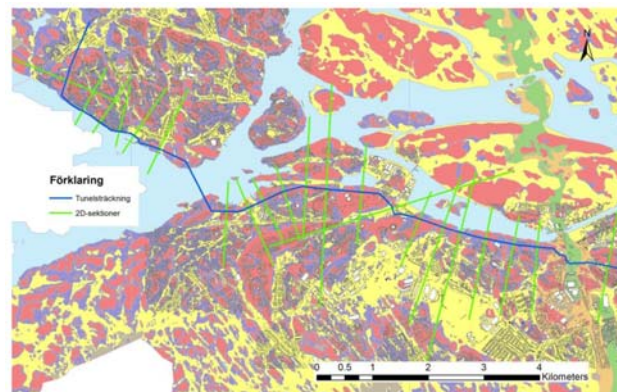
- Analytiska beräkningar, bergets hydrauliska konduktivitet
 - Befintliga anläggningar
 - Kärnborrhål
 - Provpumpningar
 - Energibrunnar



	Hela sträckan	Bromma	Årstadal-Sickla och Enskede
Antal brunnar	438	204	73
Max	$1,18 \cdot 10^{-6}$ [m/s]	$1,60 \cdot 10^{-6}$ [m/s]	$4,65 \cdot 10^{-7}$ [m/s]
Min	$5,28 \cdot 10^{-11}$ [m/s]	$7,00 \cdot 10^{-11}$ [m/s]	$6,97 \cdot 10^{-11}$ [m/s]
Median	$1,85 \cdot 10^{-8}$ [m/s]	$3,10 \cdot 10^{-8}$ [m/s]	$2,18 \cdot 10^{-8}$ [m/s]
Aritmetiskt medelvärde	$1,88 \cdot 10^{-8}$ [m/s]	$4,70 \cdot 10^{-8}$ [m/s]	$1,94 \cdot 10^{-8}$ [m/s]
Geometriskt medelvärde	$2,33 \cdot 10^{-8}$ [m/s]	$4,58 \cdot 10^{-8}$ [m/s]	$2,10 \cdot 10^{-8}$ [m/s]

Hydrogeologi – metod, beräkningar och modelleringar

- Grundvattensimuleringar, 3D och 2D
 - Åkeshov
 - Ålstens brygga & Smedslätten
 - Liljeholmen
 - Örnberg
 - Sickla



Hydrogeologi – påverkansområden

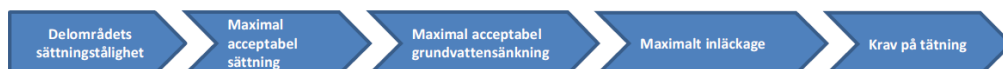
- Påverkansområden
 - Berg - energibrunnar
 - Jordlager – sättningskänsliga områden/objekt
- Definition
 - Lösa jordlager: Redovisad gräns för påverkan i jord avser en yttre gräns för 0,3 m avsänkning
 - Berg: Redovisad gräns för påverkan i berg avser en gräns där en maximal påverkan om 1 m i en bergborrad brunn kan uppstå

Hydrogeologi – metod, sättningskänsliga objekt

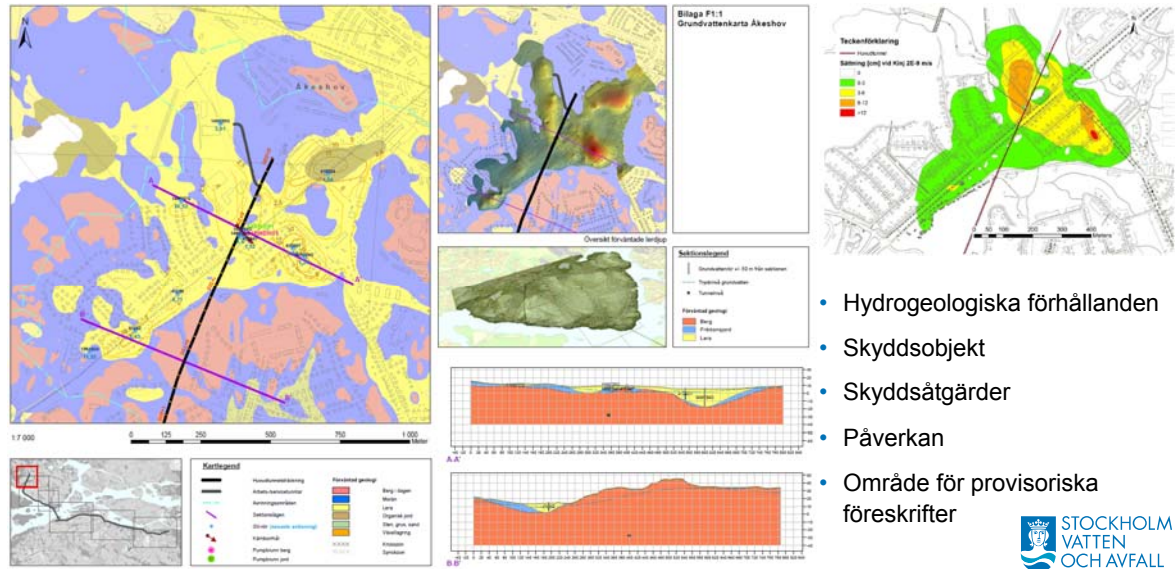
1. Risk för skada, konsekvensbedömning
2. Sättningskänslighet
3. Predikterad avsänkning
4. Predikterad sättning

⇒ Behov av skyddsåtgärder

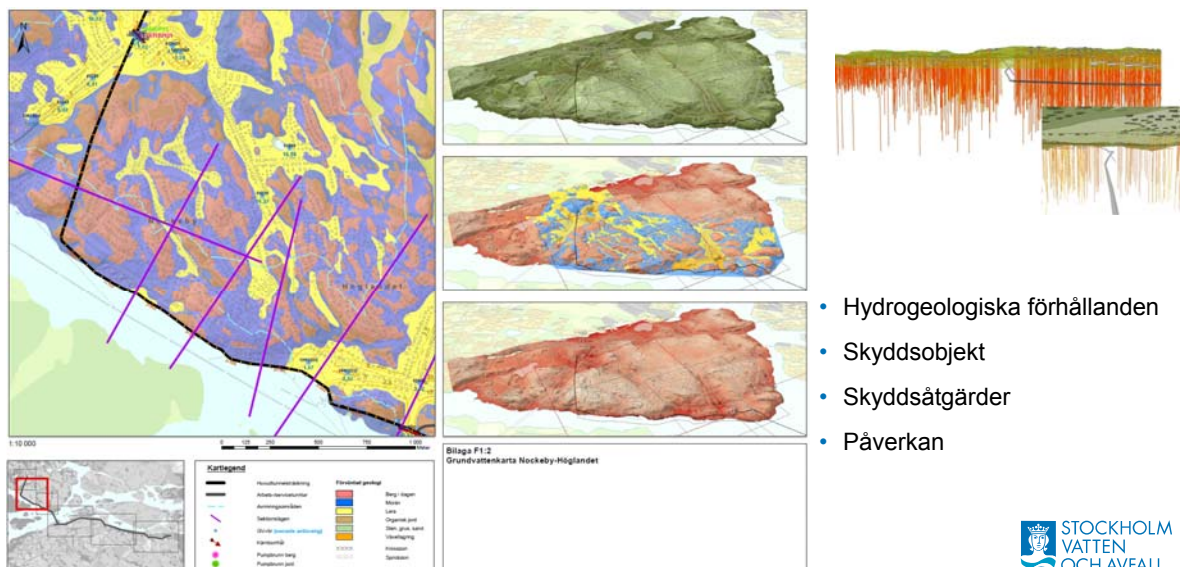
⇒ Villkor & Provisoriska föreskrifter



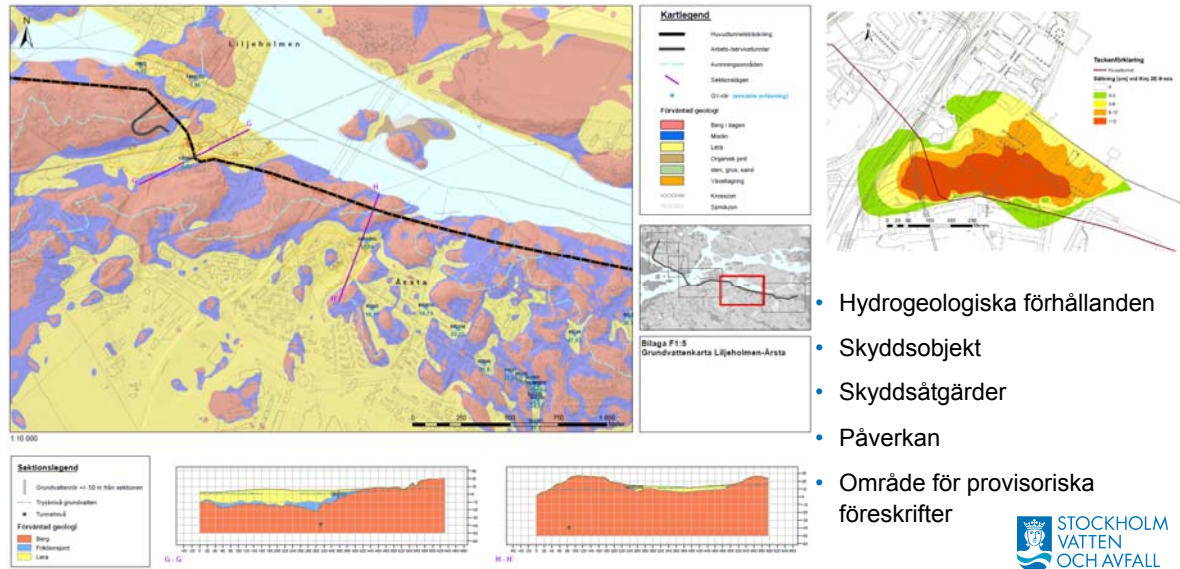
Hydrogeologi, Åkeshov



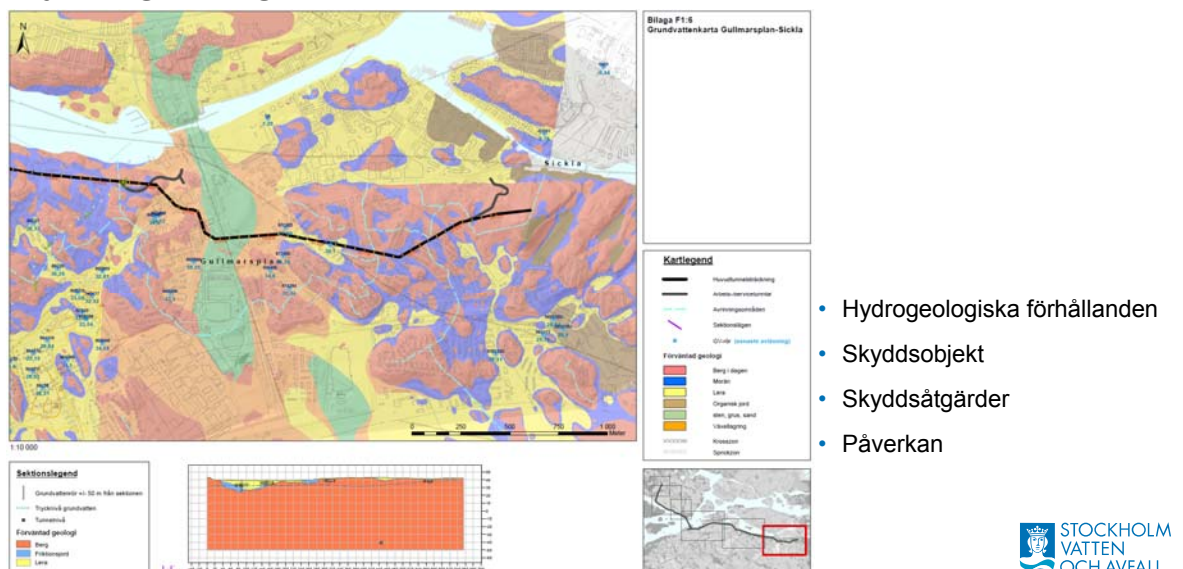
Hydrogeologi, Nockeby



Hydrogeologi, Liljeholmen

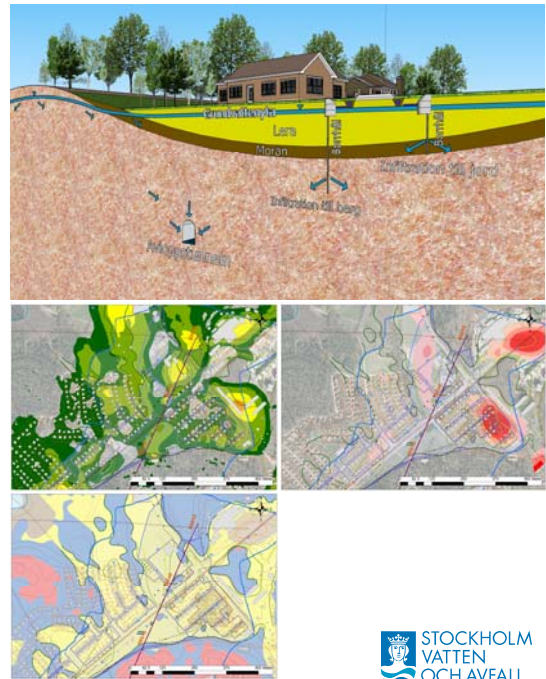


Hydrogeologi översikt, Gullmarsplan & Sickla

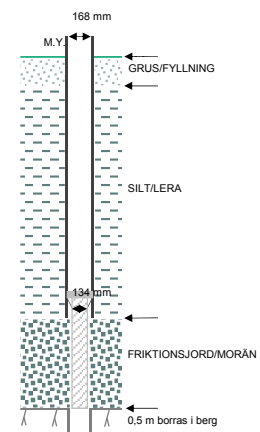
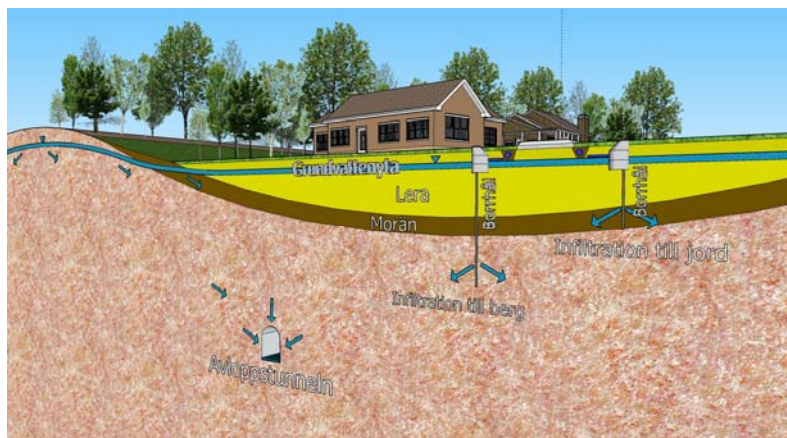


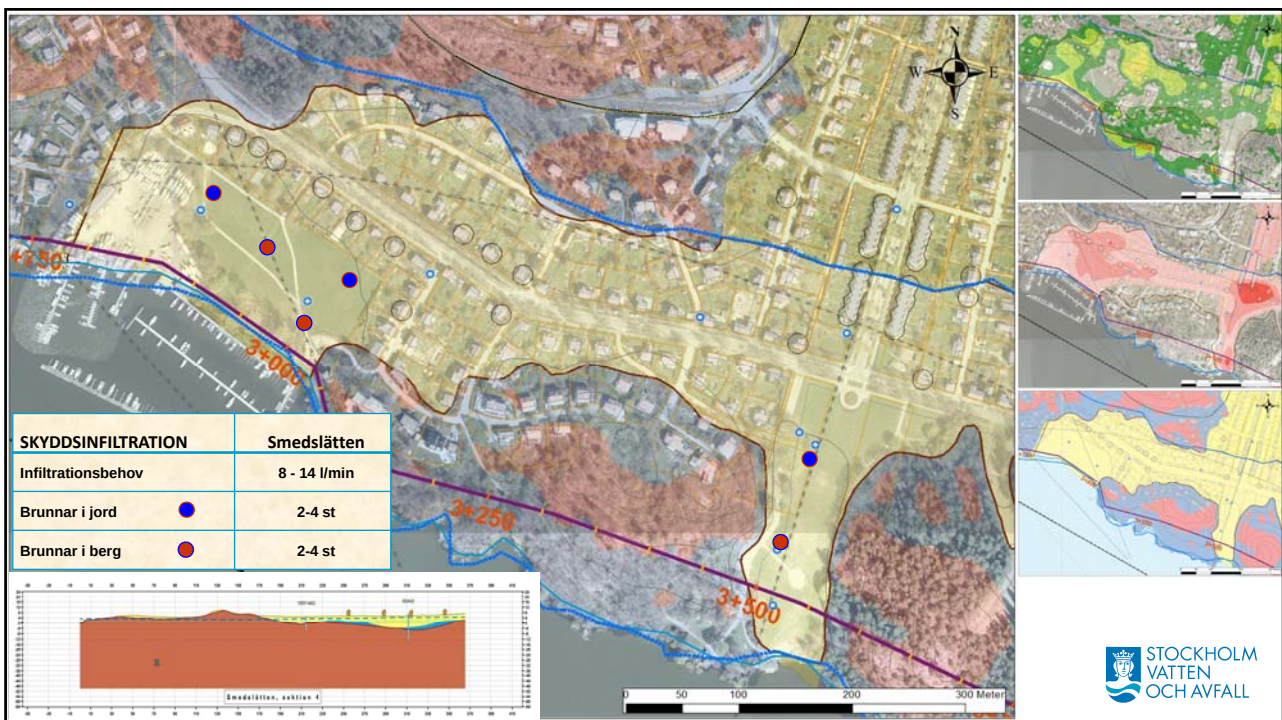
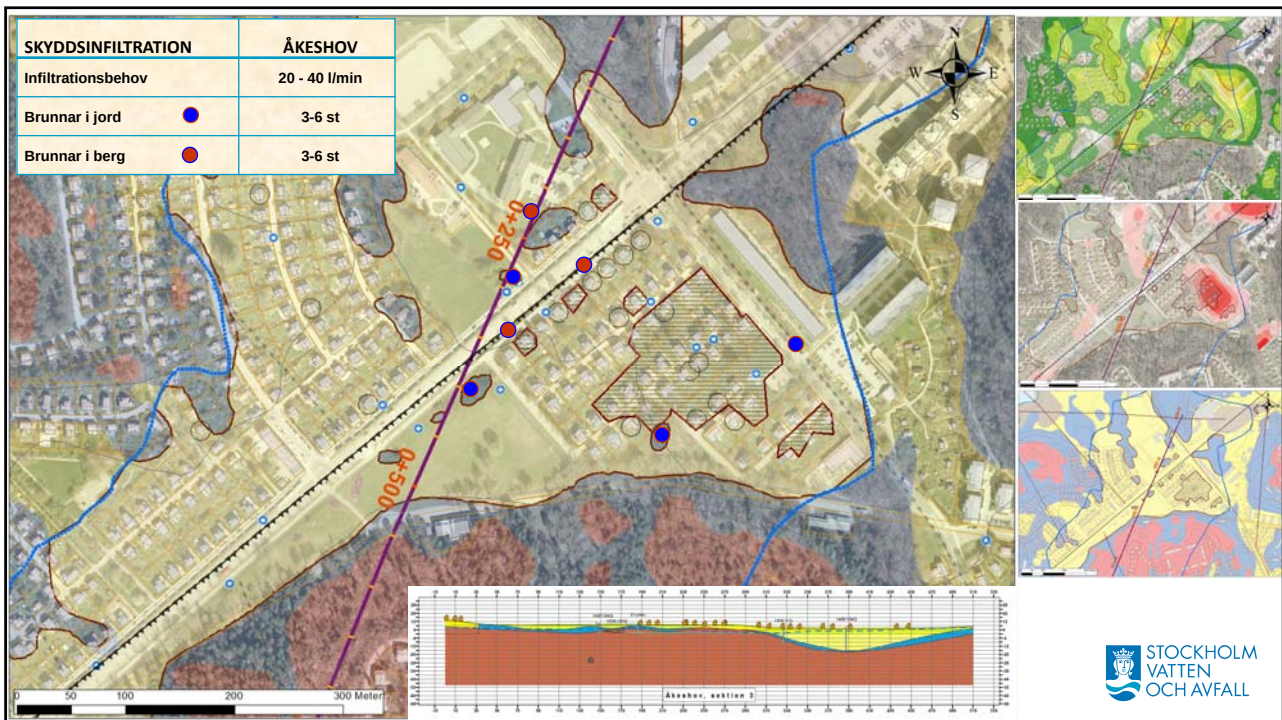
Skyddsinfiltration

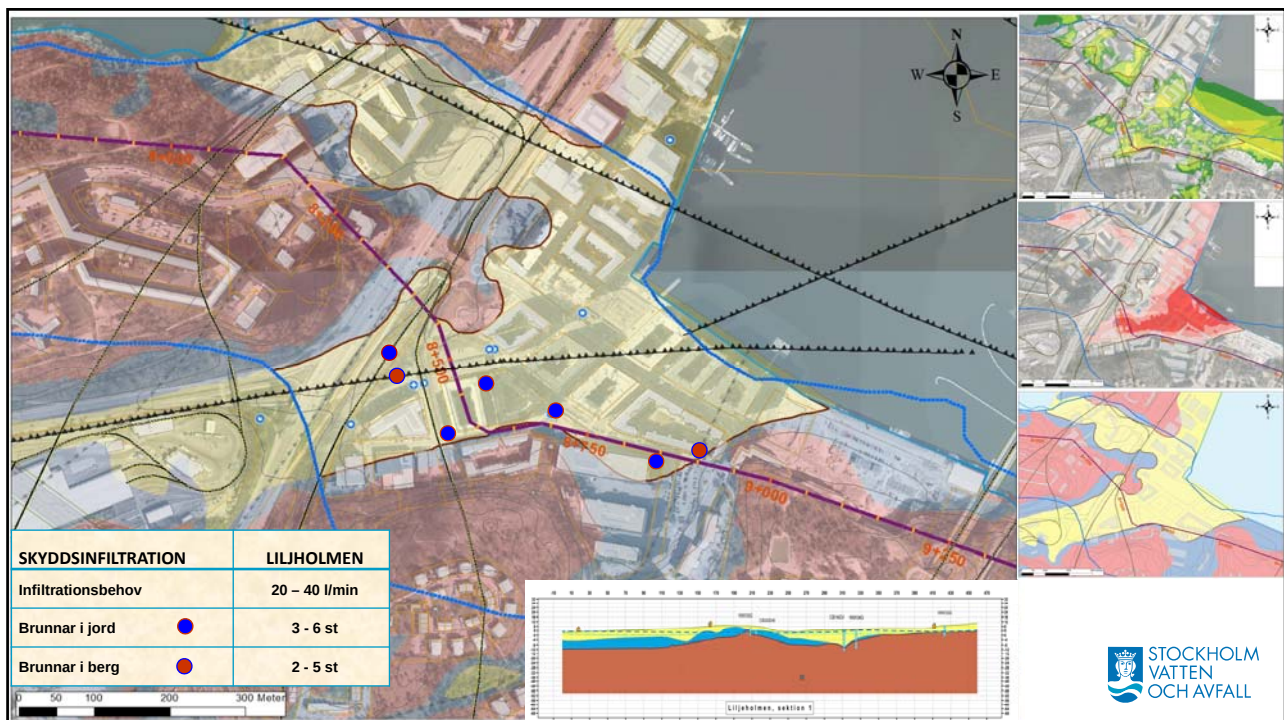
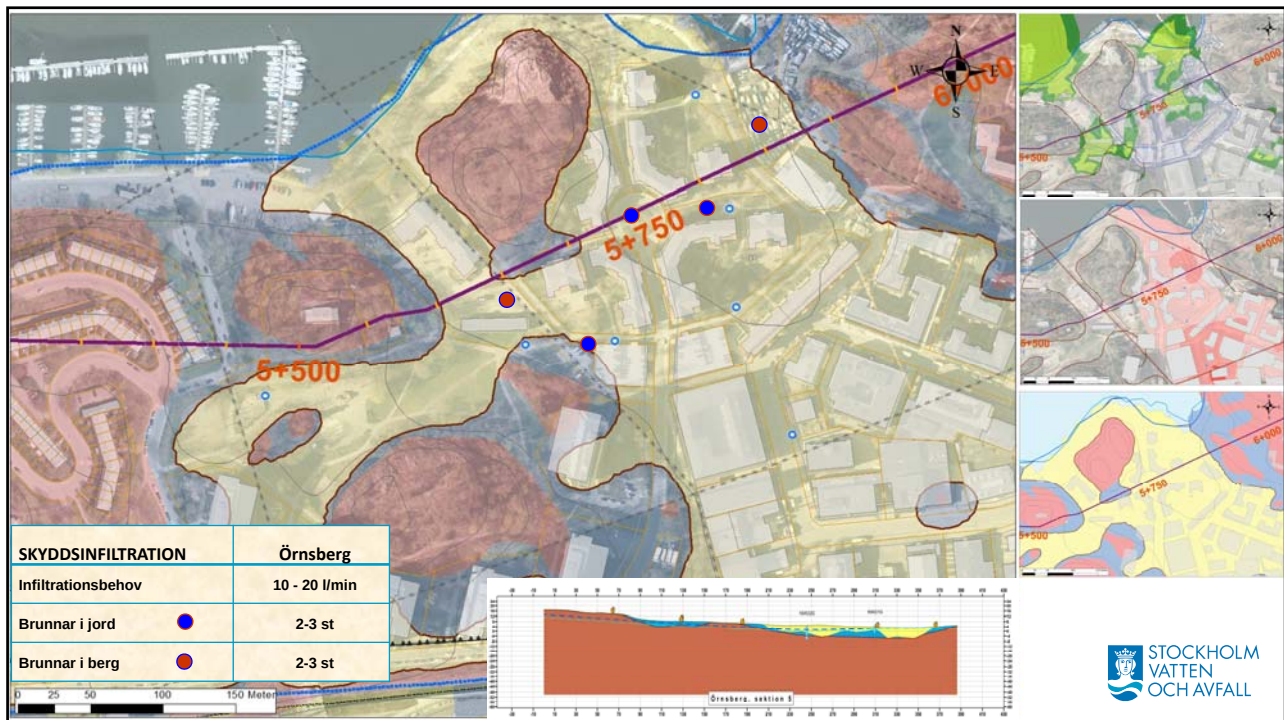
- Principer bergborrad resp. brunn i friktionslager
- Omfattning av skyddsinfiltrationen
 - Infiltrationsområden
 - Flöde (i förhållande till inläckaget till tunneln)
- Undersökningar
- Geologisk modell
 - grundvattennivåer
 - lerans mäktighet
 - friktionsjordens mäktighet
 - hydraulisk konduktivitet för jord och berg (zoner)
- Principer för placering av infiltrationsbrunn



Skyddsinfiltration

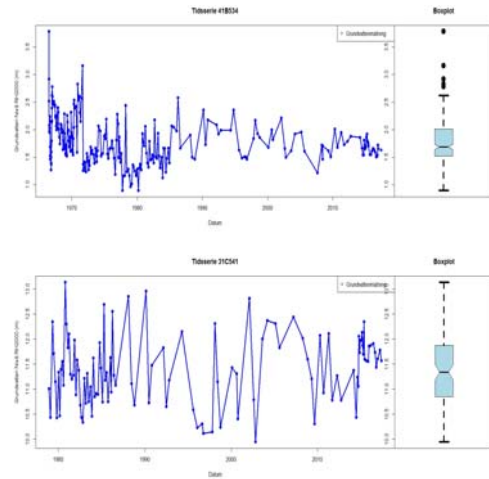






Larm- och åtgärdsnivåer

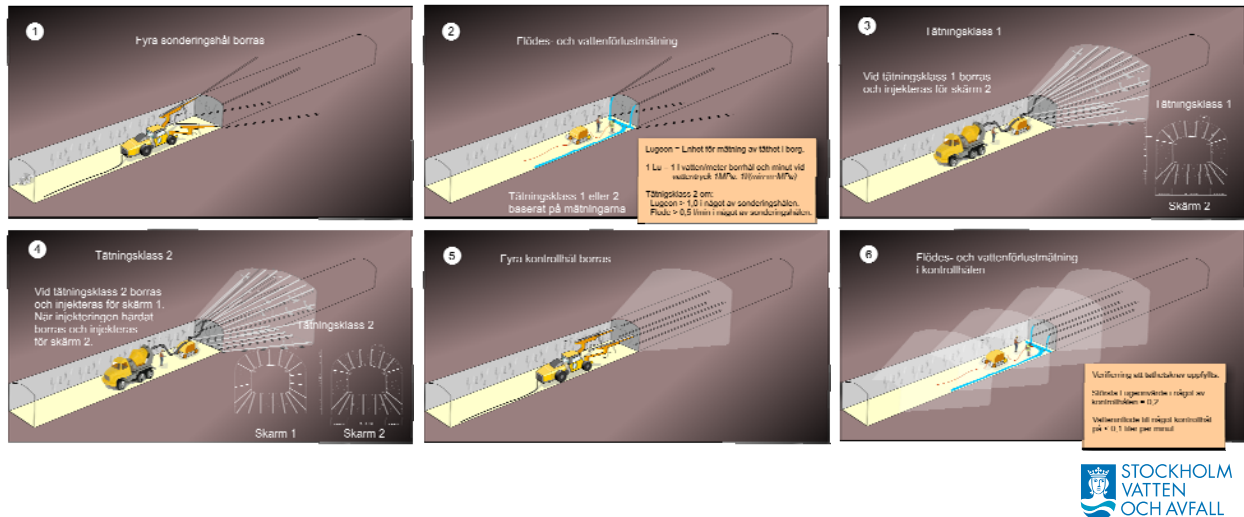
- Definieras för respektive observationsrör i jord
 - **Åtgärdsnivåer**, en nivå som inte får underskidas, åtgärder vidtas för att upprätthålla nivå (skyddsinfiltration, tätning, lining).
 - **Larmnivåer**, en nivå som skall säkerställa att projektet vidtar förberedande åtgärder (kontroll, beslut, ev. åtgärd) för att säkerställa att grundvattennivåerna kan upprätthållas.



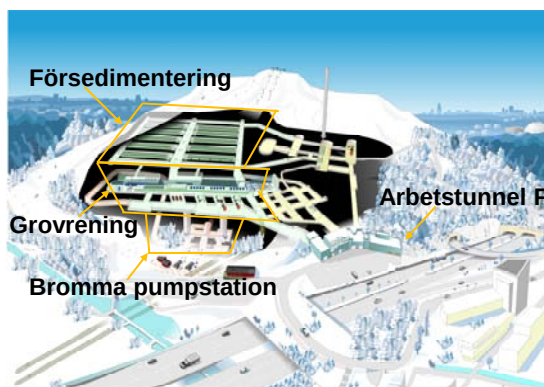
Hydrogeologi, åtgärdsplan

- Besiktningar
- Kontrollmätningar
 - Grundvatten, observationsrör, porttrycksmätare, ENE
 - Sättningar, peglar, dubbar
- Kontrollvärden
- Tunneldrivning, tätning, kontroll, åtgärder
- Åtgärdsplan fastmarksområden och lerområden
 - i) kontroller, ii) analys/utvärdering, iii) information, iv) justering injekteringsförfarande
- Åtgärdsplan för lerområden som omfattas av provisoriska föreskrifter och åtgärdsnivåer för avsänkning
 - i) skyddsinfiltration, ii) extra omfattande tätning, lining och/eller grundförstärkning

Arbetsmetodik injektering Sickla



Mätning av inläckande grundvatten Sickla



Mätning av inläckande grundvatten utförs:

- 1. Kontinuerligt** med flödes-/volymmätare av total mängd bortlett vatten. Mätning av bortfört vatten ska utföras via pumpgrop separat för fyra anläggningsdelar enligt figur. Mätningarna ska utföras med en noggrannhet på $\pm 1\%$.
- 2. Planerat produktionsstopp** 4 ggr/år när processvatten stängs av, mätning efter 96 timmar. Samt efter längre avbrott i produktionen som helger och längre stopp.

Hydrogeologi, kontrollmätningar

- Grundvatten
 - Nivåer
 - Tryck
- Sättningar
 - Peglar
 - Dubbar
- Inläckage
- Kartering, berg, geologi, MWD
- IT-system för omgivningspåverkan

