

Namn	Dokumenttitel Teknisk beskrivning		Version 1.0
Författare Sofia Gröhn	Ansvarig Tomas Hård	Handlingsstatus/Läge GÄLLANDE	Datum 2019-01-10
Projektnamn MÄSSTUNNELN		Projektnummer 361903	Diarienummer 16SV816



MÄSSTUNNELN

Bilaga E - Teknisk beskrivning Tillståndsansökan Mässtunneln

Stockholm Vatten AB

Dokumenthistorik

Version	Datum	Version avser
0.1	2018-02-16	Utkast för granskning
0.2	2018-09-12	Utkast för granskning
0.3	2018-11-09	Utkast för granskning
1.0	2019-01-10	Slutversion

Innehållsförteckning

Inledning.....	5
1. Tekniska förutsättningar	7
1.1 Geodetiska referenssystem	7
1.2 Geologiska förhållanden	7
1.2.1 Berg	7
1.2.2 Jord	10
1.3 Befintliga anläggningar	12
2. Planerad tunnelanläggning	13
2.1 Huvudtunnel	13
2.2 Arbetstunnel och tunnelpåslag	14
2.3 Utrymningsschakt	16
2.3.1 Utrymningsschakt Mässvägen (MT51)	16
2.3.2 Utrymningsschakt Västberga (MT52)	18
2.3.3 Utrymningsschakt Blommensbergsvägen (MT53)	19
2.4 Anslutningspunkter	20
2.4.1 MT31 Mässvägen	20
2.4.2 MT32 Götalandsvägen.....	21
2.4.3 MT33 Elektravägen.....	22
2.4.4 MT34 Mikrofonvägen	23
2.4.5 MT35 Bäckvägen.....	24
2.4.6 MT36 Juvelerarvägen	25
3. Byggmetod.....	27
3.1 Arbeta i berg.....	27
3.1.1 Tunnlar.....	27
3.1.2 Tätning av berg.....	28
3.2 Schakt och anslutningar från tunnel till markyta.....	31
3.2.1 Schakt i berg	31
3.2.2 Schakt i jord.....	31
3.3 Transporter och etableringsområden.....	33
3.4 Hantering av massor.....	36
3.5 Material och produkter	37
4. Anläggningar för bortledande av grundvatten och för infiltration	39
4.1 Bortledning av grundvatten	39
4.1.1 Byggskede.....	39
4.1.2 Driftskede	40
4.2 Skyddsåtgärder	40
4.2.1 Skyddsinfiltration	40
4.2.2 Lining	43
5. Referenser.....	44

Bilagor

Bilaga	Dokumentnummer	Titel
Bilaga E1		Planritningar
Bilaga E2		Profilritningar

Inledning

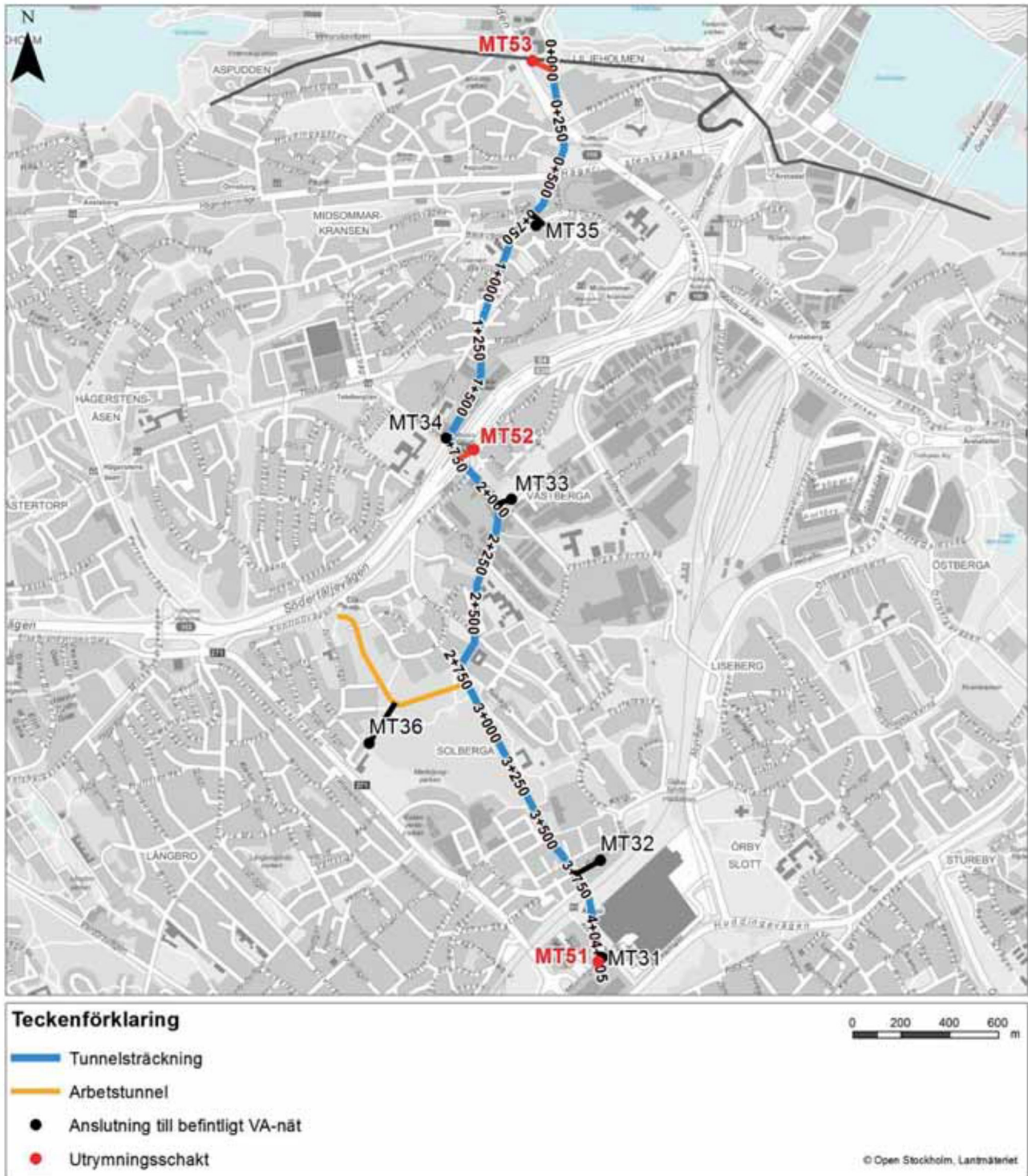
Denna tekniska beskrivning (TB) ingår i tillståndsansökan enligt miljöbalken för anläggning och drift av Mässtunneln. Syftet med den tekniska beskrivningen är att beskriva de delar av anläggningen som kräver tillstånd för vattenverksamhet och reglering av miljöfarlig verksamhet så som buller, vibrationer stomljud m.m. Den sökta vattenverksamheten omfattar att under bygg- och driftstiden leda bort grundvatten och att vid behov infiltrera vatten under byggskedet.

De huvudsakliga anläggningsdelarna består av:

- Huvudtunnel i berg (4120 m)
- Arbets- och servicetunnel (750 m)
- Utrymningsschakt (3 st)
- Anslutningspunkter till spillvattennätet (6 st)

Tillståndsansökan omfattar både bygg- och driftskede. Byggskedet beräknas till totalt 4 år varav 3 år utgör tunneldrivning.

I Figur 1 och Bilaga E1 redovisas en översiktskarta över planerad sträckning av Mässtunneln.



Figur 1. Mässtunneln i plan.

1. Tekniska förutsättningar

1.1 Geodetiska referenssystem

Koordinatsystem för projektet är SWEREF 99 18 00 i plan och RH2000 i höjd.

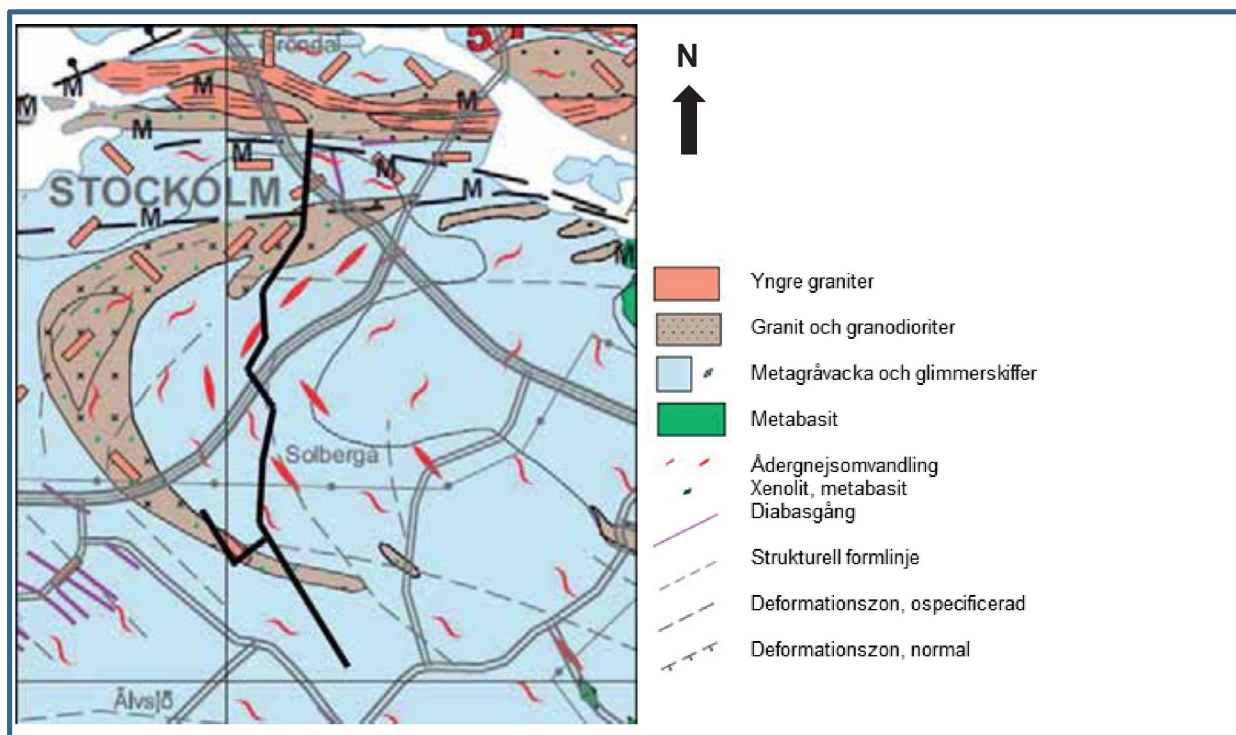
1.2 Geologiska förhållanden

Nedan ges en översiktlig beskrivning av geologiska förhållanden längs Mässtunnelns sträckning, se Figur 4. För en mer detaljerad beskrivning, se PM Hydrogeologi, Bilaga G till ansökan.

1.2.1 Berg

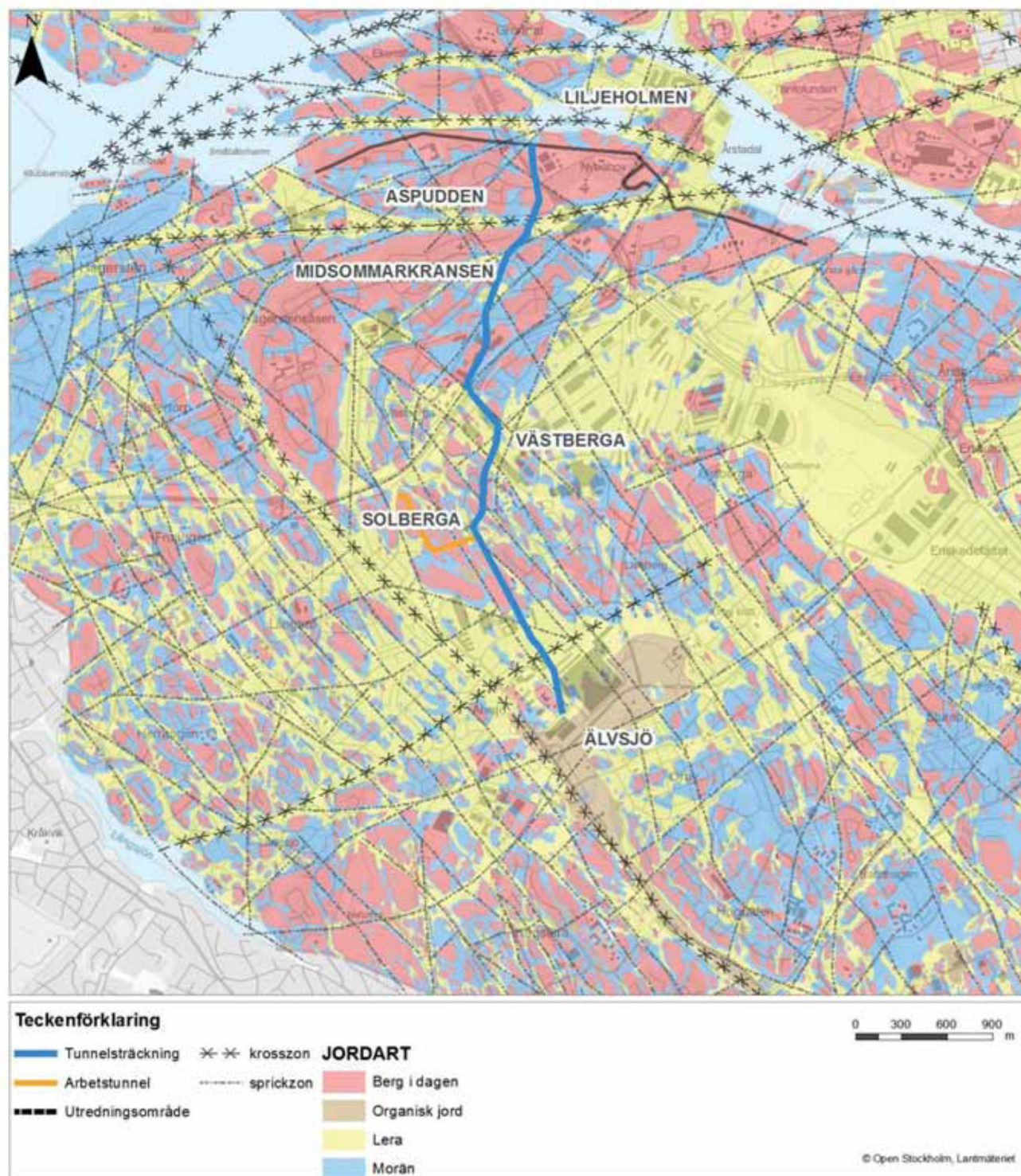
Mässtunneln kommer att anläggas i berg och djup från markyta till tunnel varierar mellan 53 och 80 meter. Tunnelns sträckning är till stor del främst under hållmark varav bergtäckningen blir stor.

Berggrunden längs med planerad tunnelsträckning utgörs av kristallin berggrund där bergarterna i huvudsak tillhör metasediment (metagråvacka), se Figur 2. Metasediment är ett samlingsnamn för sedimentära bergarter som blivit utsatta för högt tryck och hög temperatur (dvs starkt omvandlade sedimentära bergarter). Granit/granodiorit förekommer i en del av området men även metabasit (grönsten), yngre graniter/apliter samt diabas med huvudsaklig strykning NNO-ONO.



Figur 2. SGU berggrundskarta med ungefärlig placering av tunnellinje i svart.

Svaghetszoner i berget förekommer ställvis längs hela Mässtunnelns sträckning, se Figur 3. Zonernas bredd bedöms inte överstiga 20 m. Grundvatten förekommer i dessa svaghetszoner och i enskilda sprickor i berggrunden. Mängden grundvatten i berggrunden beror på omfattning och storlek på sprickorna och dess vattenförande förmåga. Uttagskapaciteten i bergområdet för tunnelns läge (enligt SGU) är under 600 l/h, vilket motsvarar en lägre uttagskapacitet och således ett jämförelsevist tätare berg. Detta tyder på att berget är relativt tätt. För att läsa mer om detta och om grundvatten i jord se PM Hydrogeologi, Bilaga G till ansökan.



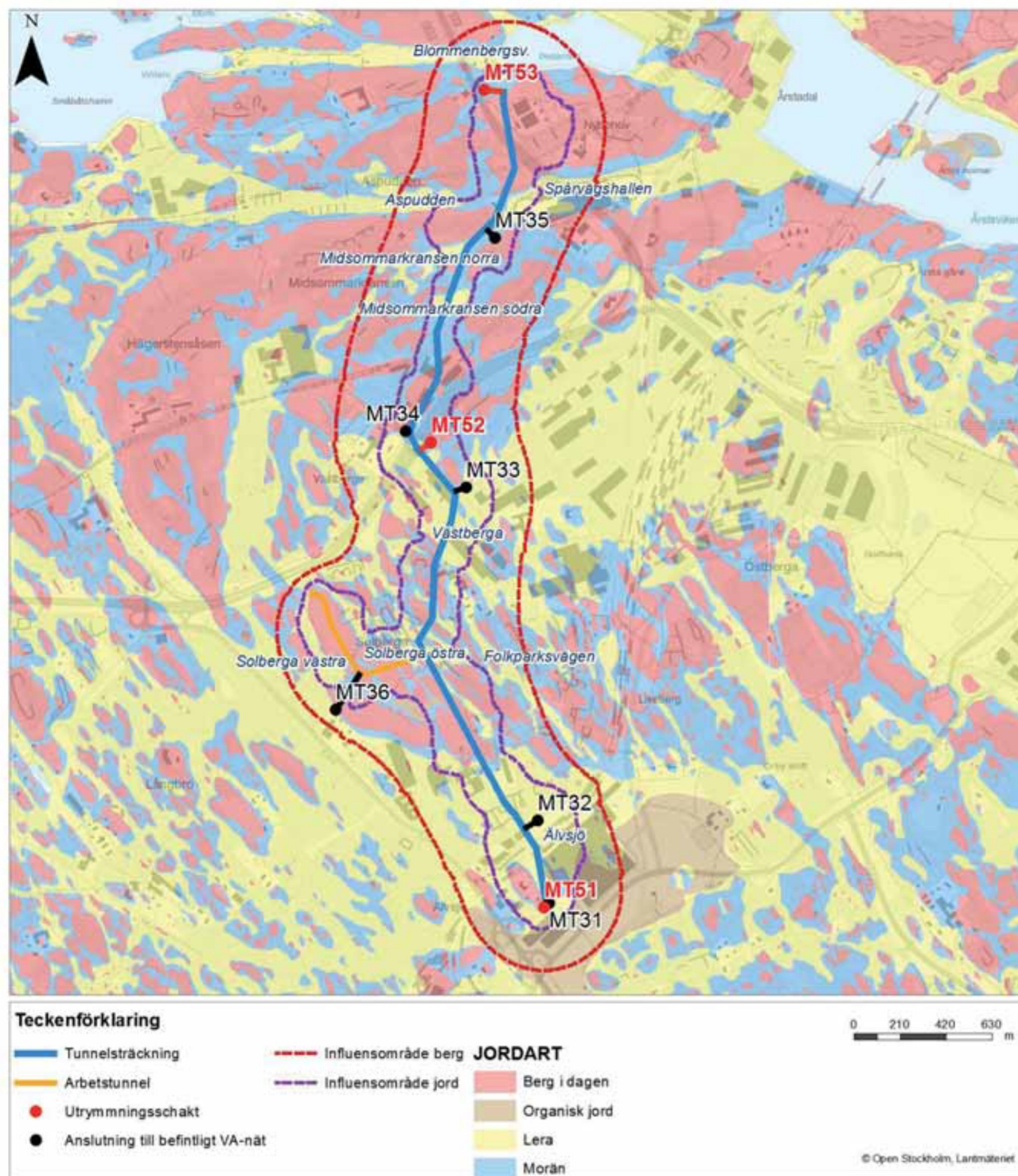
Figur 3. Svaghetszoner längs med tunnelsträckningen. Källa: SGU och Byggnadsgeologiska kartan.

1.2.2 Jord

Marken utmed den aktuella tunnelsträckan utgörs enligt ovan till stor del av fastmarkspartier med ytnära berg och morän, men även partier med mäktiga lerlager förekommer. Endast delar av Mässtunneln kommer att förläggas genom jord upp till markytan, såsom arbetstunnelns mynning, utrymningsschakt och anslutningspunkter.

Tio separata lerområden finns och de redovisas med benämningar i Figur 4 samt i geografisk ordning från norr till söder enligt nedan:

- *Blommenbergsv.*, i norr kring sjön Trekanten
- *Aspudden*, västlig del av öst-västlig sänka vid Hägersten
- *Spårvägshallen*, östlig del av öst-västlig sänka vid Hägersten
- *Midsommarkransen norra*, väster om tunnellen
- *Midsommarkransen södra*, längs tunnellen
- *Västberga*, tillhör ett stort sammanhängande lerområde
- *Solberga Västra*, i läge för arbetstunnelns mynning
- *Östra Solberga*, längs tunnellen
- *Folkparksvägen*, öster om tunnellen
- *Älvsjö*, del av stort sammanhängande lerområde



Figur 4. Jordartskartan med tunnelsträckning och influensområde för grundvatten i jord och berg samt benämning på de olika lerområdena. Källa: SGU och Byggnadsgeologiska kartan.

1.3 Befintliga anläggningar

I anslutning till planerad tunnelträckning återfinns befintliga anläggningar i berg som måste tas i beaktande under byggnationen. Närhet till befintliga anläggningar kan bland annat innebära att sprängningsarbeten behöver anpassas så att vibrationerna begränsas.

Särskilt hänsyn kommer att tas vid tunneldrivning av Mässtunnelns arbetstunnel då den passerar i närheten av arbetstunneln till en kraftledningstunnel.

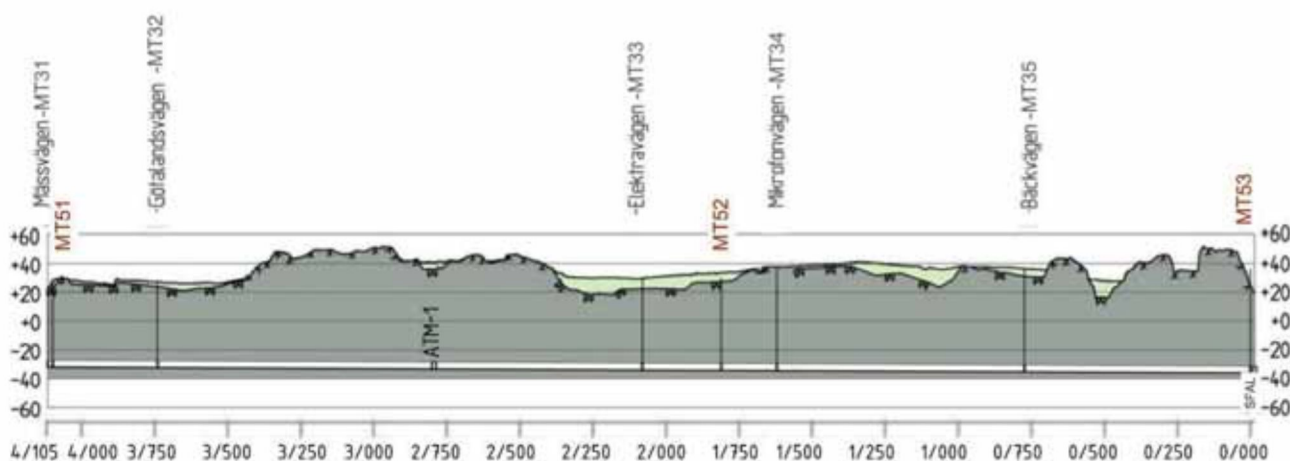
Övriga tunnlar som Mässtunneln kommer att passera mer än 20 meter under men ej inskränka på skyddsavstånd är tunnelbanans röda linje till Norsborg (längdmätning 0+360), tunnelbanans röda linje till Fruängen (längdmätning 1+285) och kraftledningstunnelns huvudtunnel (hemligt läge). Närhet till Stockholm Vattens egna tunnlar finns även på några sträckor.

2. Planerad tunnelanläggning

I nedanstående kapitel ges en mer detaljerad beskrivning av de huvudsakliga anläggningsdelarna. Särskild fokus är lagd på de delar av anläggning som har betydelse för tillstånd om vattenverksamhet.

2.1 Huvudtunnel

Huvudtunneln sträcker sig mellan Mässvägen i Älvsjö och Blommenbergsvägen i Liljeholmen. Där ska den ansluta till Stockholms framtida avloppsrenings tunnel (SFA-tunneln), vid längdmätning 0+000. Nivån på Mässtunneln vid anslutningspunkten har därför anpassats till SFAL-tunneln (anslutningsnivå -36,5). Vid Mässvägen i söder startar tunneln på nivå -31,6. Avloppsvattnet kommer således att rinna med självfall i tunneln som kommer att ha en lutning på ca 1 ‰. Det valda djupet möjliggör även en eventuell framtida förlängning söderut. Längden på huvudtunneln är 4120 m och djupet från markytan till tunnelns hjässa varierar mellan 53 och 80 meter. Se Figur 5 för tunnelns profil.

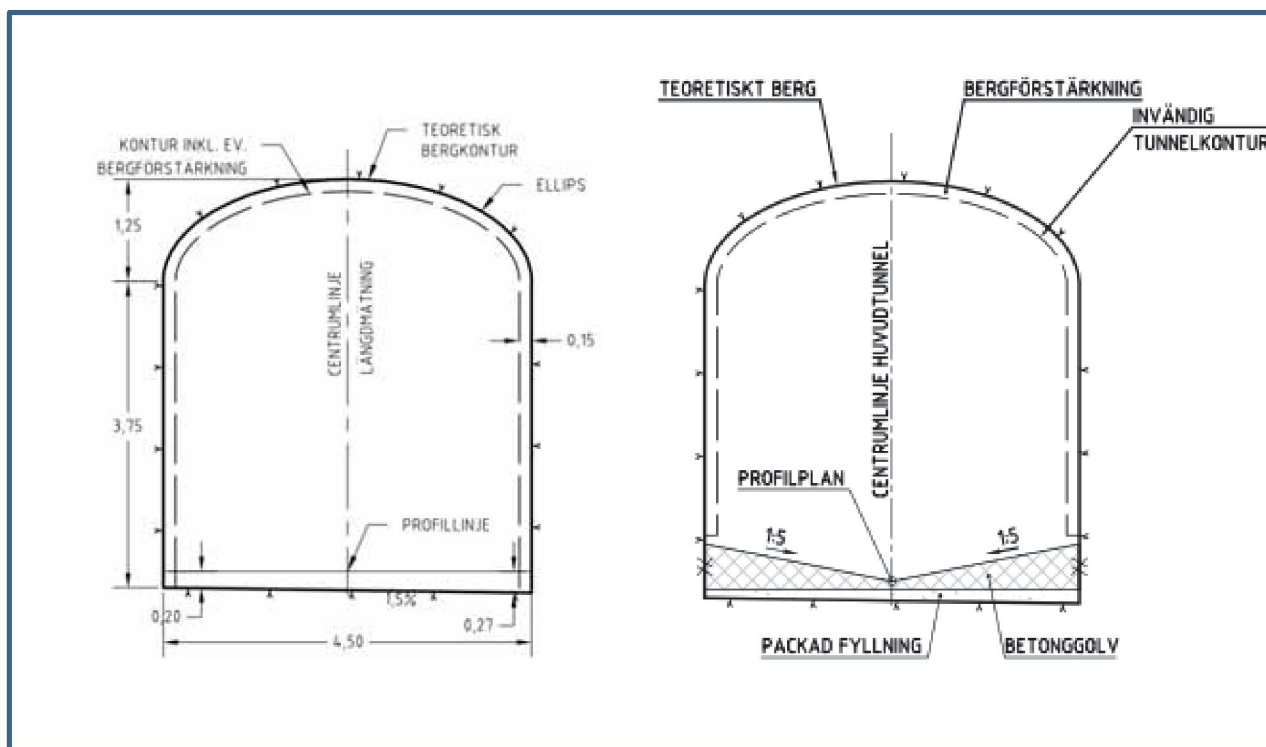


Figur 5. Mässtunnelns huvudtunnel i profil.

Tunnelns normalsektion består av vertikala väggar och ett välvt tak med något lutande bottenprofil. Tvärsnittsarean längs hela sträckan är ca 21 m², se Figur 6.

Dimensionerna i bredd och höjd har tagits fram med tanke på funktionalitet och genomförbarhet i byggskedet och anses väl tilltagna med hänsyn tagen till de flöden som förväntas i tunnelsystemet. Sektion har anpassats efter bergtekniska förutsättningar som användande av modern maskinpark, transporter, ventilation, tunnellängd m.m. I huvudtunneln planeras lastnischer med jämna mellanrum. Lastnischerna har samma sektion som huvudtunneln och är ca 8,5 m djupa.

I botten på tunneln gjuts en votad bottenplattan med lutning 1:5, se Figur 6.

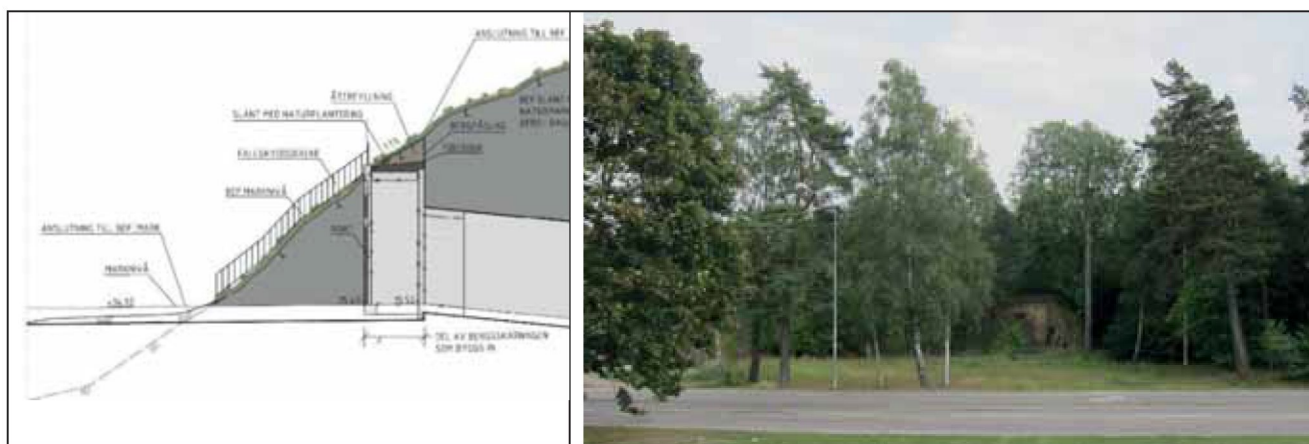


Figur 6. Normalsektion huvudtunnel med och utan betonggolv.

Vid Liljeholmen ansluter Mässtunneln till SFA-tunneln. Anslutningen kommer att ske med en vinkel in mot SFA i dess flödesriktning.

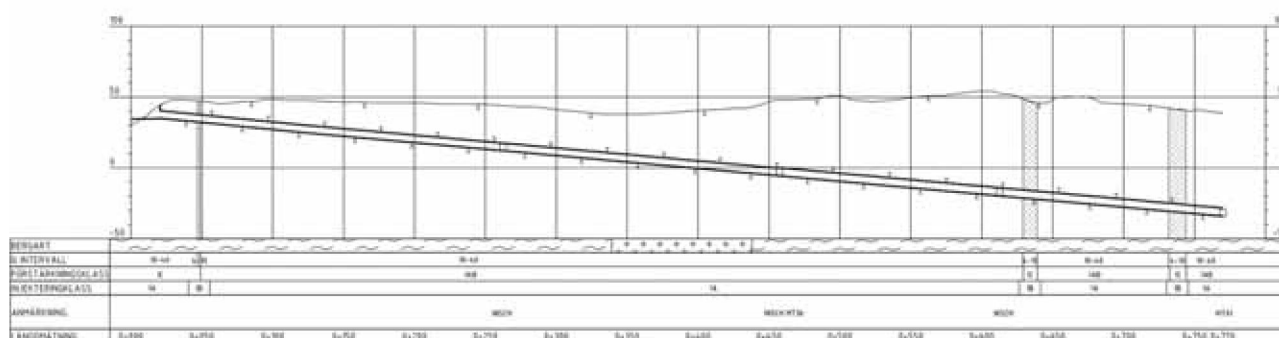
2.2 Arbetstunnel och tunnelpåslag

Ett påslag till arbetstunneln (MT21) kommer att anläggas i utkanten av Solbergaskogen, i den norra delen av Solberga. Påslaget är förlagt i berg i dagen och placerat i naturmark, se Figur 7. Under byggtiden används påslaget för att få åtkomst till tunneln samt för transporter av bergmassor. Under drifttiden kommer påslaget att användas som service- och nödutgång.

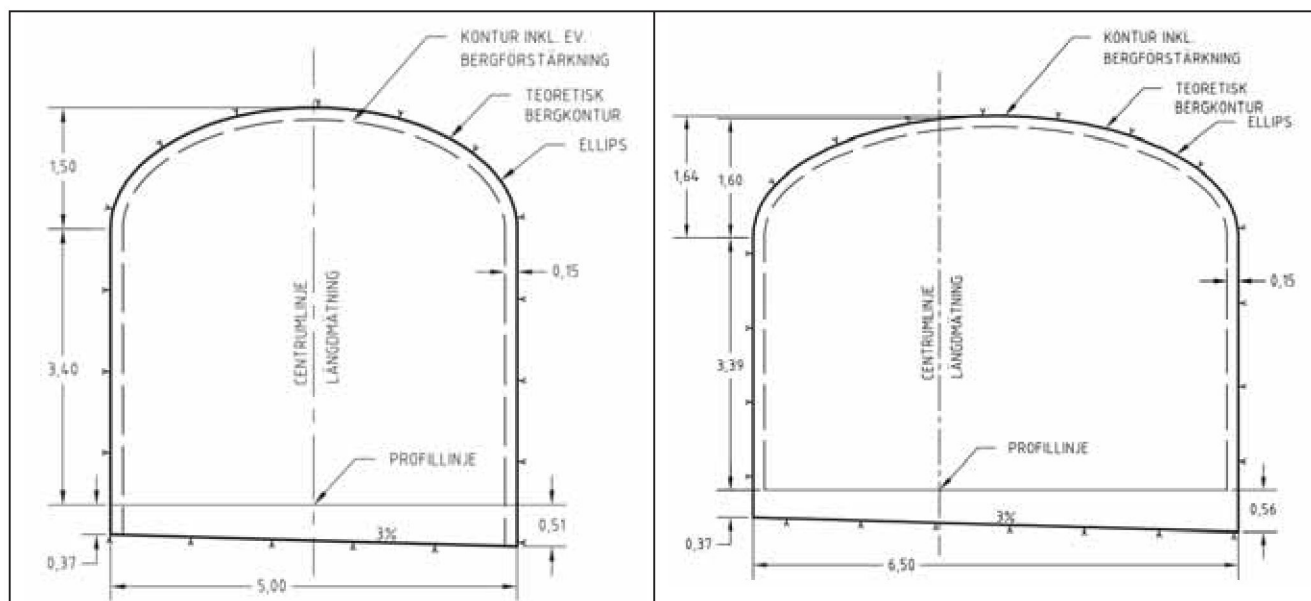


Figur 7. Vänster: Utformningen av ett påslaget i sektion. Höger: 3-D visualisering av påslaget.

Lutning på arbetstunneln är ca 9-10%, se Figur 8, och börjar vid marknivå ca +35 och slutar vid nivå ca -35 där den ansluter till huvudtunneln. Längden är 750 m och normalektionen 25,1 m², se Figur 9. De sista 310 metrarna av arbetstunneln kommer att ha en 1,5 m bredare sektion då rör från anslutningspunkt Juvelerarvägen (MT36), se avsnitt 3.4, kommer att ligga på högra sidan av tunneln fram till huvudtunneln.



Figur 8. Arbetstunnarna i profil.



Figur 9. Vänster: Normalsektion arbetstunnel km 0+000 – 0+450. Area 25,1 m². Höger: Normalsektion arbetstunnel km 0+450 – 0+760. Area 33,5 m²

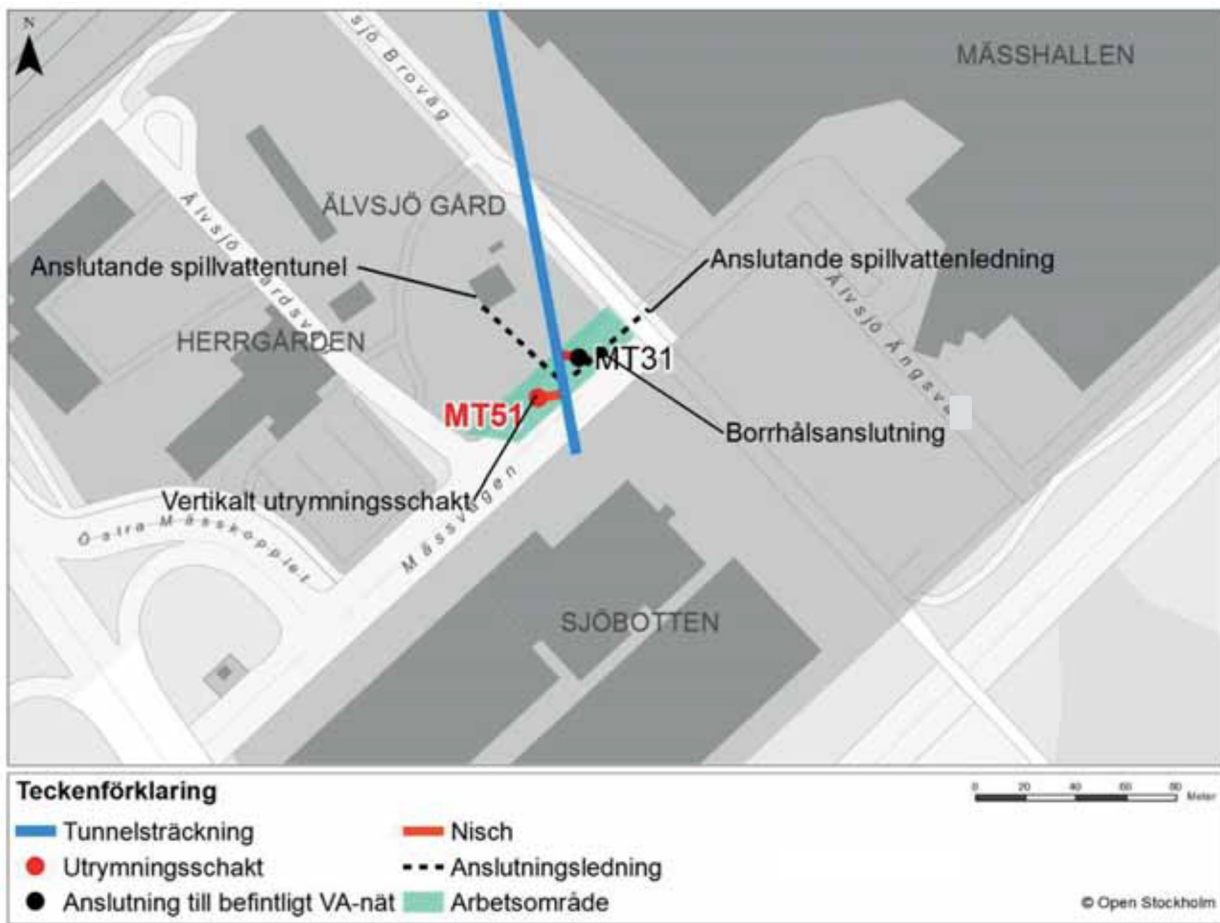
2.3 Utrymningsschakt

Tre utrymningsschakt kommer placeras enligt Figur 1 i Mässvägen (MT51), Västberga (MT52) och vid sidan av Blommensbergsvägen (MT53). Utrymningsschakterna utgörs av vertikalschakt ned till en nisch i tunnel.

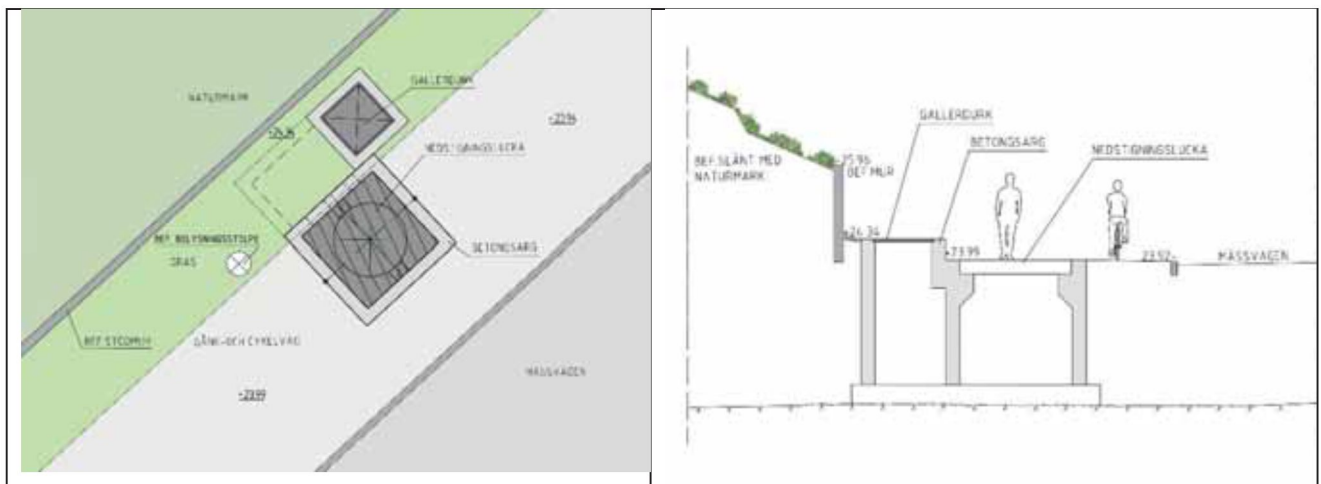
2.3.1 Utrymningsschakt Mässvägen (MT51)

Utrymningsschakt Mässvägen MT51 är placerad i en trottoar i närheten av Mässvägen (längdmätning 4+117), se Figur 10. Diametern är 1,8 meter och överst anläggs ett betongschakt grundlagt på berg, se Figur 11.

Utrymningsschaktet nås från huvudtunneln via en cirka 15 m lång nisch.



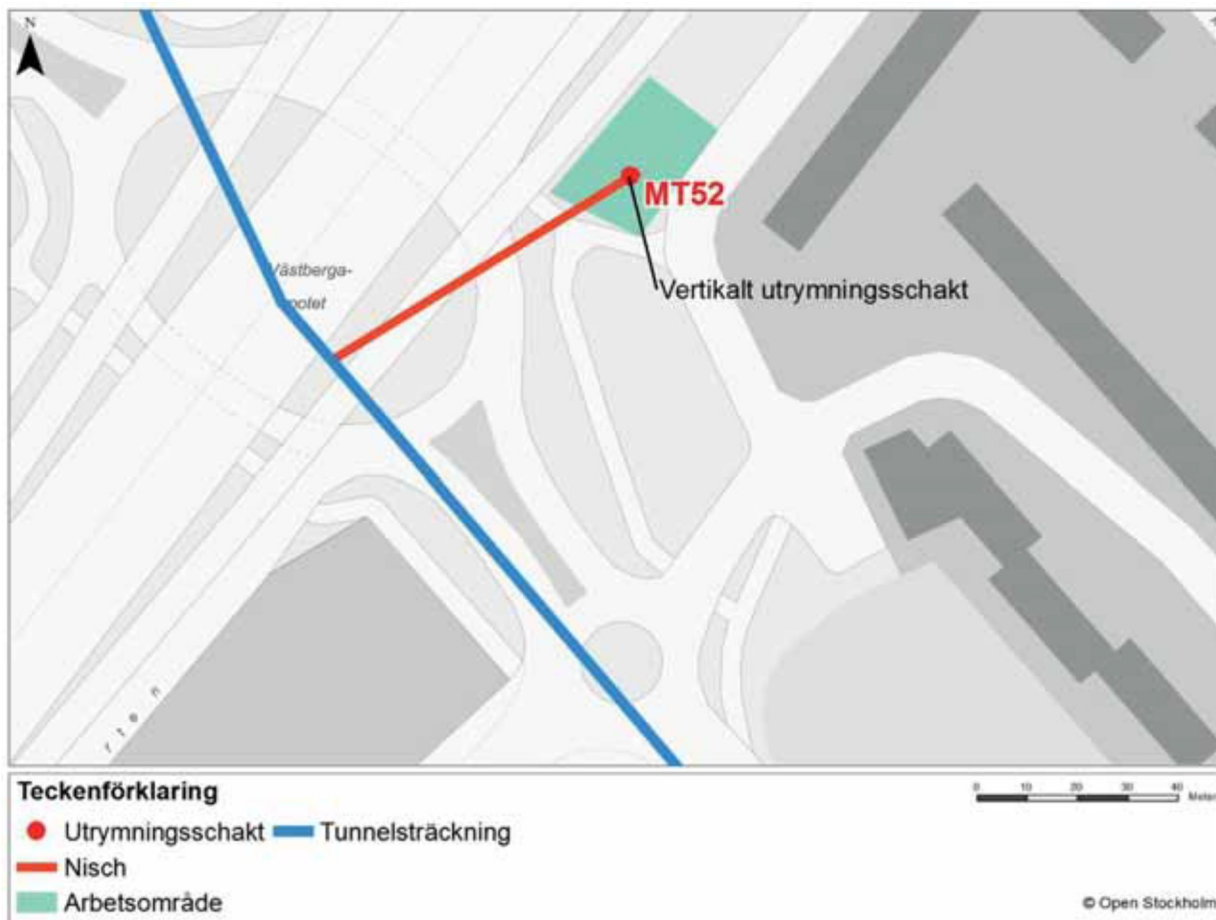
Figur 10. Läge för utrymningsschakt vid Mässhallen (MT51).



Figur 11. Vänster: Utformning av utrymningsschakt Mässhallen i plan. Höger: Utformning av utrymningsschakt Mässhallen i sektion.

2.3.2 Utrymningsschakt Västberga (MT52)

Utrymningsschakt Västberga MT52 (längdmätning 1+750) placeras på en gräsyta i närheten av Västbergarondellen, se Figur 12. Överbyggnadens överyta kommer att ligga på en nivå cirka en decimeter över omgivande mark. Diametern är 1,8 meter och överst anläggs ett betongschakt grundlagt på berg. Schaktet ventileras med svanhals och förses med lucka, se Figur 13. Utrymningsschaktet nås från huvudtunneln via en cirka 65 m lång nisch.



Figur 12. Läge för utrymningsschakt vid Västbergamotet (MT52).



Figur 13. Vänster: Utformning av utrymningsschakt Västberga i plan. Höger: Utformning av utrymningsschakt Västberga i sektion.

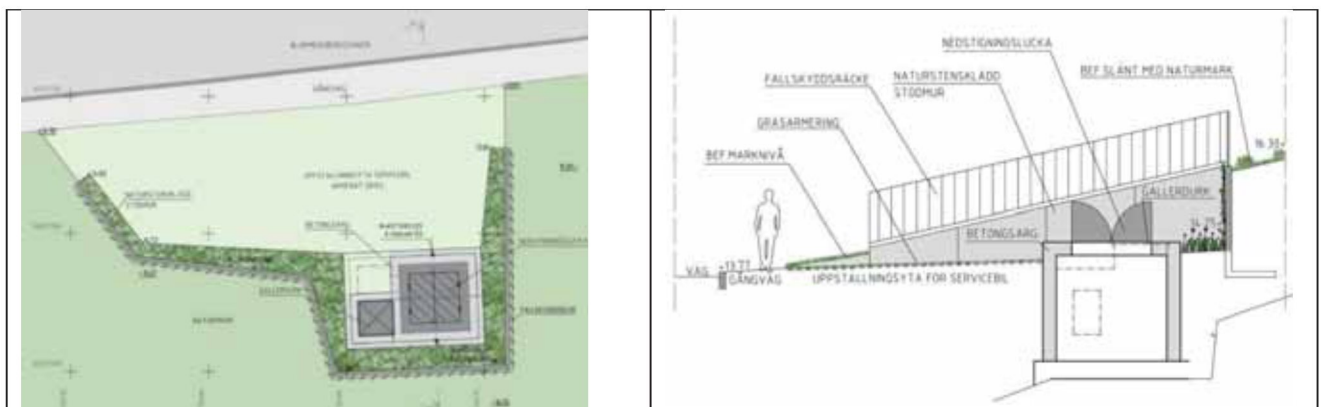
2.3.3 Utrymningsschakt Blommensbergsvägen (MT53)

Utrymningsschakt Blommensbergsvägen (MT53, längdmätning 0+000), placeras i naturmark och nås från huvudtunneln via en cirka 80 m lång nisch (se Figur 14 och 15).

Precis som utrymningsschakt Västberga är nedstigningsluckan till schakten något upphöjd i förhållande till omgivande marknivå. Ytan omges av tre ekar. Naturmarken är sluttande och behöver spantas för att schakt och uppställningsyta för servicefordon ska få plats. Under detta arbete kommer särskild hänsyn tas till ekarna och deras rötter enligt rekommendation från rotkartering som SVOA låtit utföra (VIÖS november 2017).



Figur 14. Läge för utrymningsschakt vid Blommensbergsvägen (MT53).



Figur 15. Vänster: Utformning av utrymningsschakt Blommensbergsvägen i plan. Höger: Utformning av utrymningsschakt Blommensbergsvägen i sektion.

2.4 Anslutningspunkter

Utöver anslutning vid exploateringsområde Älvsjö Örby (MT31) har SVOA identifierat ytterligare fem befintliga problemsträckor längs Mässtunnelns sträckning med höga trycknivåer och risk för bräddningar. Dessa områden redovisas i Figur 1 och utgör:

- Götalandsvägen (MT32)
- Elektravägen (MT33)
- Mikrofonvägen (MT34)
- Tellusborgsvägen/Bäckvägen (MT35)
- Juvelerarvägen/Älvsjövägen (MT36)

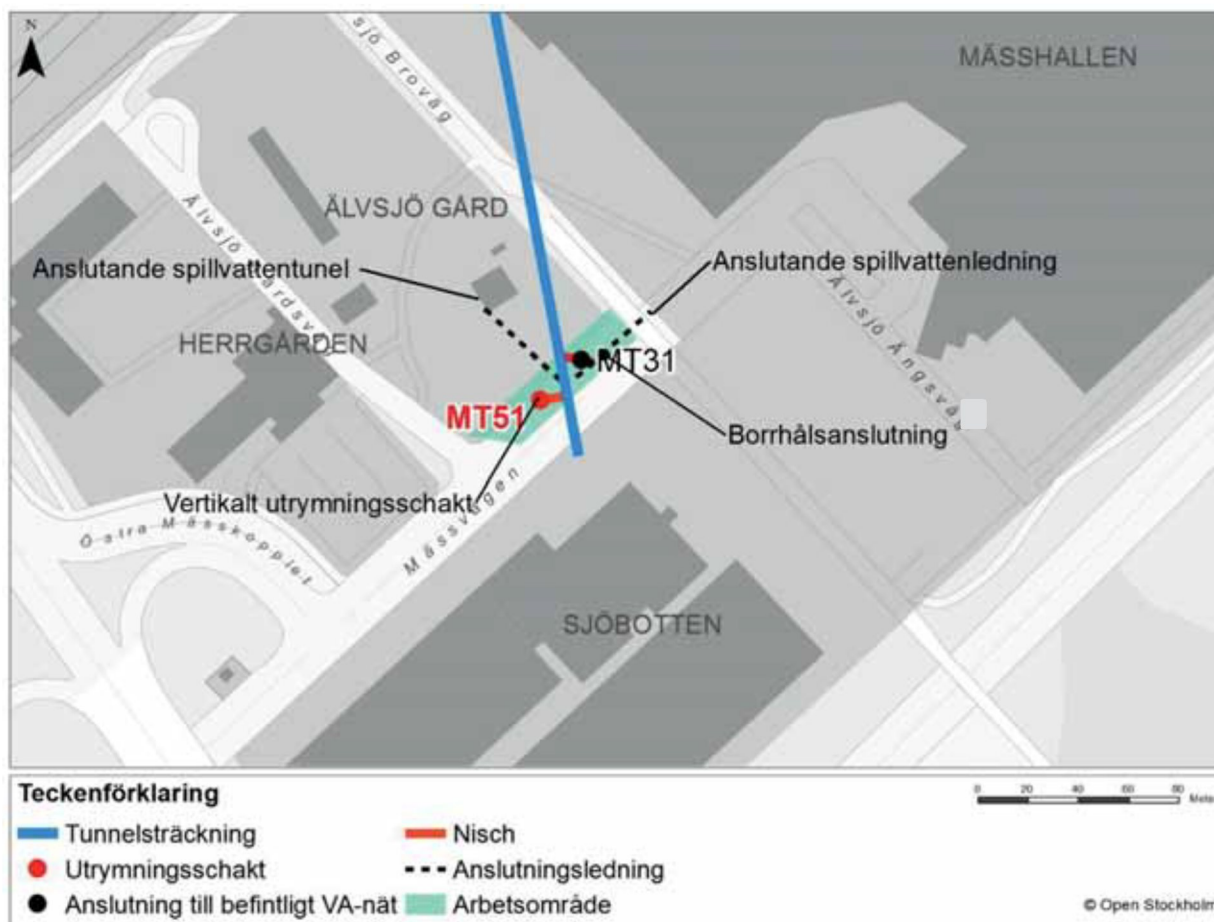
Avlastning av detta befintliga avloppssystem kommer här utföras genom anslutning ner till Mässtunneln. Samtliga anslutningar omfattar platsgjutna betongkammare vid övergången till störtrör i bergborrhål. Alla kammare utförs med vattenlås för att minimera luktpåverkan från tunneln på omgivningen. I tunneln mynnar störtrören i en nisch med betonggolv som lutar in mot huvudtunneln. Störtrörens dimensioner varierar mellan Ø450 - Ø1400 mm.

2.4.1 MT31 Mässvägen

Första etappen av Älvsjö-Enskedetunneln är en befintlig tunnel från nordväst genom berget under Älvsjö Gård som vid Mässvägen övergår i en spillvattenledning. Vid anslutningspunkt MT31 ska allt spillvatten från Älvsjö-Enskedetunneln samt allt spillvatten från Älvsjömässans spillvattenledning avledas ner till Mässtunneln via ett vertikalt borrhål. Dessutom kommer det finnas en bräddmöjlighet till Mässtunneln från nedströms liggande system.

En anslutningskammare anläggs på befintlig spillvattenledning. Anslutningspunkten anläggs nedanför berget söder om Älvsjö Gård i GC-banan, se Figur 16. Här ligger bergnivån ytligt och större delen av schaktet kommer utföras i berg. Ett vertikalt borrhål ansluter sen från anslutningen till tunneln. I borrhålet installeras ett störtrör som kringgjuts så att det blir tätt. I nischen vid rörets utlopp i tunneln utförs golvet i farttygsplåt med votad lutning och anpassas till huvudtunnelns strömriktning.

Maxflödet i denna punkt år 2110 vid 10-årsregn med klimatfaktor 1,2 beräknas bli 3,5 m³/s.



Figur 16. Läge för anslutningspunkt vid Mäsvägen (MT31).

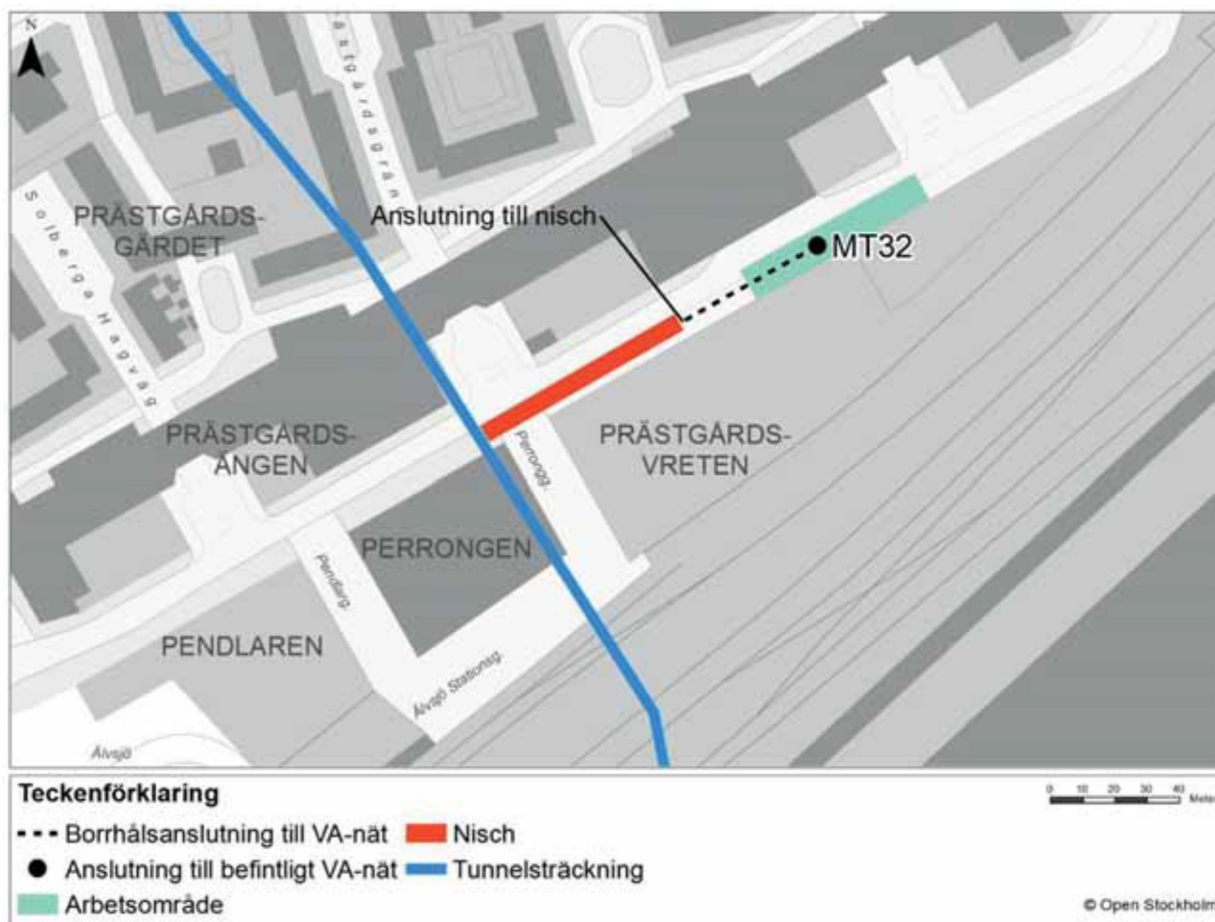
2.4.2 MT32 Götalandsvägen

I Götalandsvägen går två spillvattenledningar ihop ca 110 m öster om Perronggatan och fortsätter i en gemensam ledning under Stockholmsmässan. Vid Götalandsvägen ska hela spillvattenflödet ledas ner till Mässtunneln för att slippa ledningen som ligger under Stockholmsmässan. Anslutningen redovisas i Figur 17.

I Götalandsvägen upptar befintliga ledningar allt utrymme i körbanan. För att minimera påverkan på övriga ledningsslag anläggs anslutningskammaren i trädraden mellan körbana och GC-bana. Bergnivån ligger ca 5 m under mark och schakt kommer utföras i lera.

För att undvika omfattande ledningsomläggning i Götalandsvägen sker anslutning efter att de två befintliga spillvattenledningarna gått ihop till en gemensam ledning. Anslutningskammare för borrhål anläggs intill befintlig gemensam ledning. Spillvattnet leds genom kammaren ner i ett 45 grader lutande borrhål var ett störtrör installeras och kringgjuts. Störtröret ansluter till änden på tunnelns nisch. I nischen, som har ca 10 % lutning, leds spillvattnet ner till huvudtunneln i ett lutande golv som lutar ner mot ena väggen.

Maxflödet i denna punkt år 2110 vid 10-årsregn med klimatfaktor 1,2 beräknas bli 0,2 m³/s.

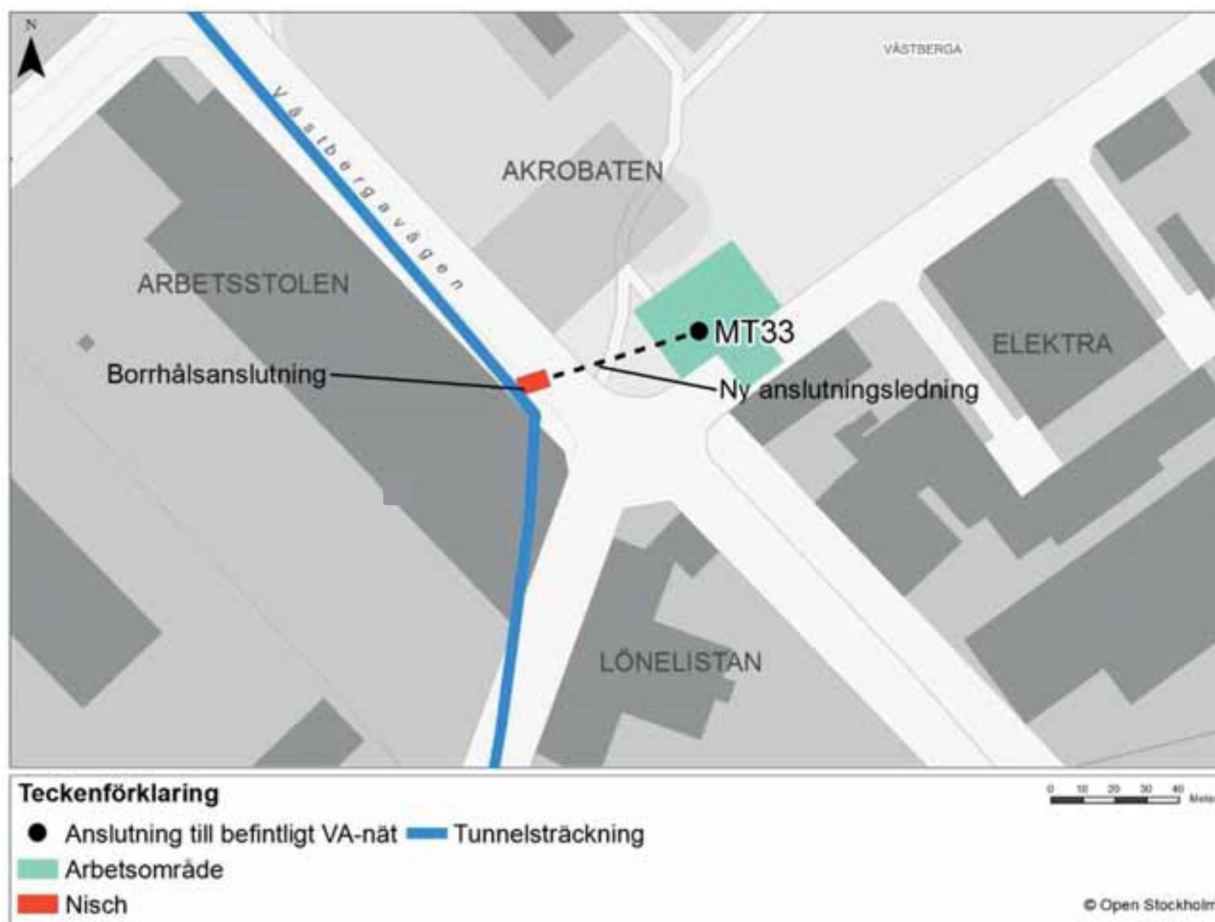


Figur 17. Läge för anslutningspunkt vid Götalandsvägen (MT32).

2.4.3 MT33 Elektravägen

Längs Elektravägen från korsning Elektravägen/Västberga Allé går en kombinerad dag och spillvattenledning. Flödet från denna ledning ska ledas ner till Mässtunneln via en anslutningspunkt. En anslutningskammare för ett borrhål anläggs invid befintlig fotbollsplan norr om Elektravägen där det finns utrymme för etablering. Borrhålet kommer att ha lutningen 45 grader vari ett störtrör installeras och kringgjuts. Avloppsvattnet leds således ner genom störtröret till en nisch och vidare till huvudtunneln. I nischen i tunneln utförs golvet i fartygsplåt med votad lutning som anpassas till huvudtunnelns strömriktning. Anslutningen redovisas i Figur 18.

Maxflödet i denna punkt år 2110 vid 10-årsregn med klimatfaktor 1,2 beräknas bli 3,2 m³/s.

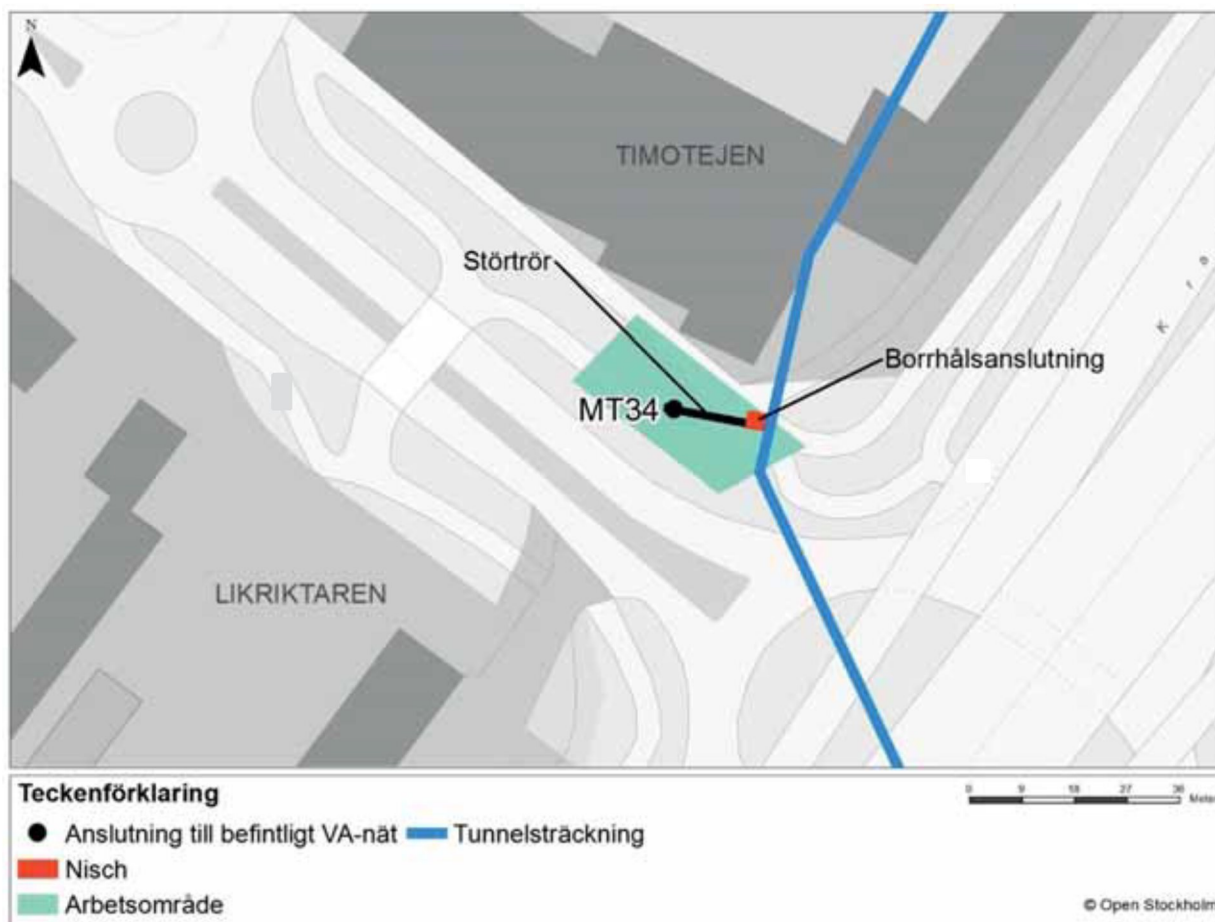


Figur 18. Läge för anslutningspunkt vid Elekravägen (MT33).

2.4.4 MT34 Mikrofonvägen

En spillvattenledning från Tellusborgsvägen och en spillvattenledning från Mikrofonvägen leds ihop i korsningen till en gemensam ledning som fortsätter bredvid GC-bana längs Mikrofonvägen. Vid denna anslutningspunkt ska hela flödet från den gemensamma ledningen ledas ner till Mässtunneln. Anslutningskammare för borrhål anläggs i GC-banan intill rondellen under väg E4/E20. Ett störtrör installeras i borrhålet och kringgjuts. Anslutningen redovisas i Figur 19.

Maxflödet i denna punkt år 2110 vid 10-årsregn med klimatkoeffaktor 1,2 beräknas bli 0,4 m³/s.



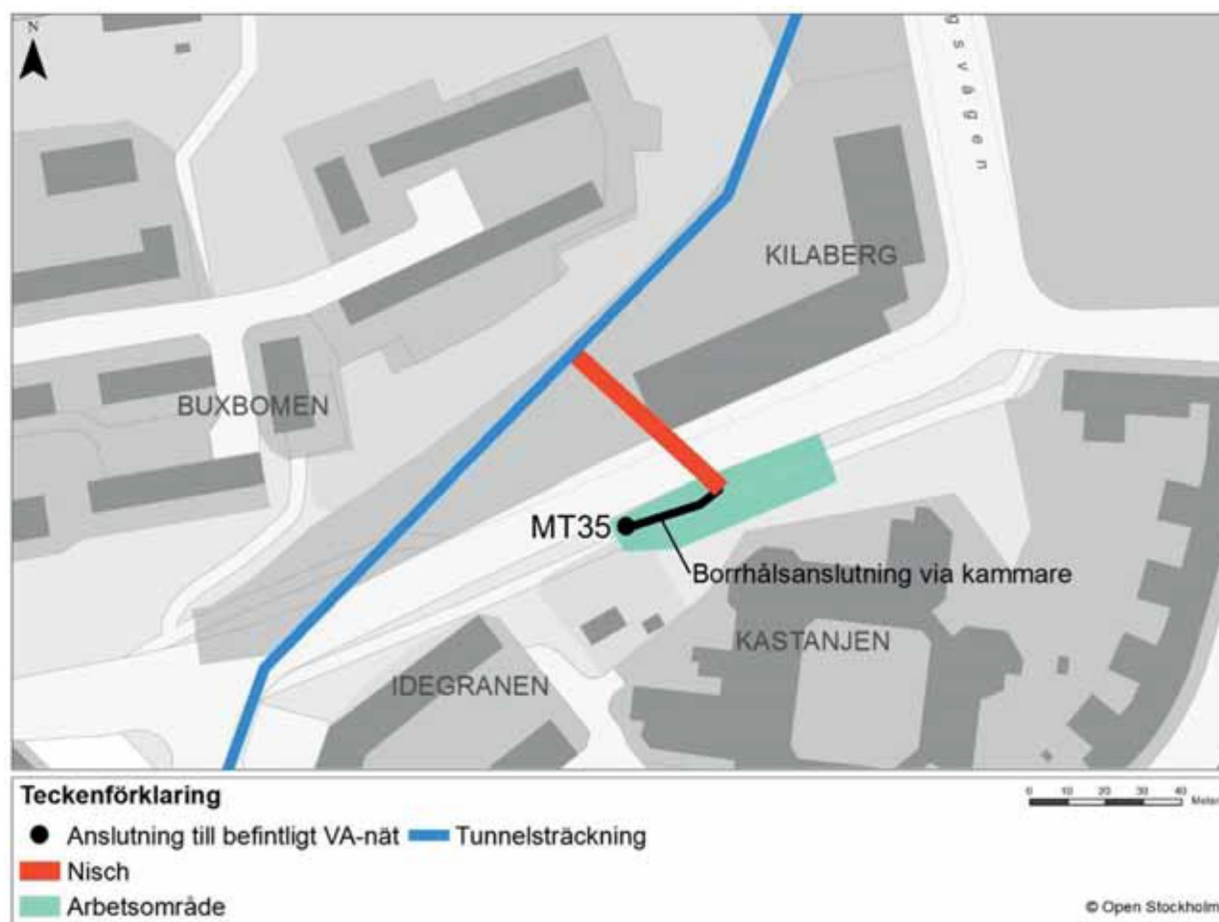
Figur 19. Läge för anslutningspunkt vid Mikrofonvägen (MT34).

2.4.5 MT35 Bäckvägen

Vid Tellusborgsvägen pågår detaljprojektering för detaljplan Brandstegen. Från korsning Tellusborgsvägen/Bäckvägen kommer vattnet ledas i en kombinerad dag- och spillvattenledning längs Tellusborgsvägen som vidare ansluts till en befintlig tunnel. Befintlig tunnel fungerar som utjämningsmagasin men kapaciteten är inte tillräcklig och dimensionerande regn leder till dämningar i uppströms liggande system. I framtiden ska Mässtunneln kunna ta hela flödet från den kombinerade ledningen uppströms den befintliga utjämnande tunneln. Inledningsvis ska dock enbart en del av flödet ledas ner i Mässtunneln. En anslutningskammare byggs i projektet Brandstegen som förbereder en anslutning till Mässtunneln och ett demonterbart skibord installeras i kammaren som ska vara i bruk fram till den dag då hela flödet ska ledas ner till Mässtunneln.

Ett vertikalt borrhål utförs från anslutningskammaren ned till tunneln. Ett störtrör installeras i borrhålet och kringgjuts. Anslutningen redovisas i Figur 20.

Maxflödet i denna punkt år 2110 vid 10-årsregn med klimatfaktor 1,2 beräknas bli 1,5 m³/s.



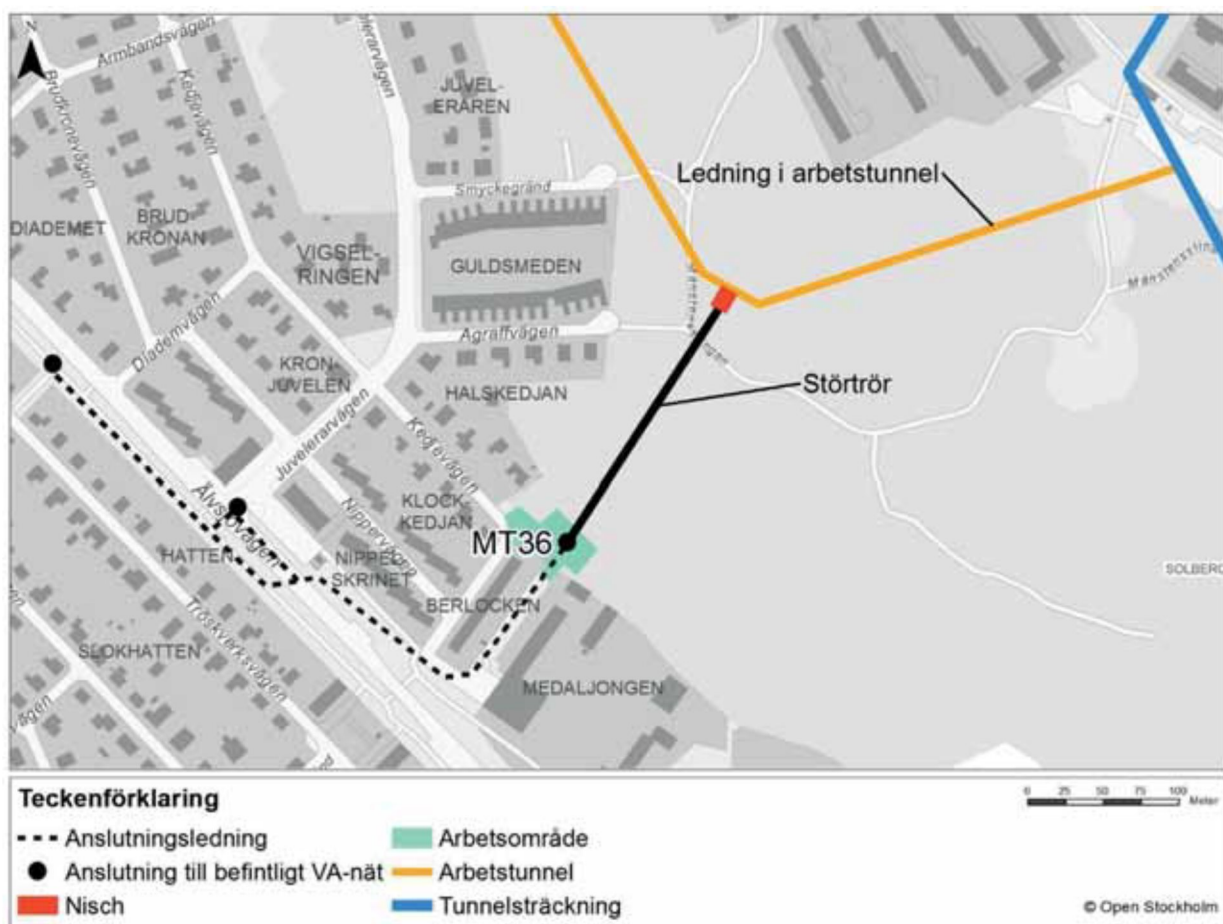
Figur 20. Läge för anslutningspunkt vid Bäckvägen (MT35).

2.4.6 MT36 Juvelerarvägen

Vid Älvsjövägen bräddar idag stora mängder kombinerat dag- och spillvatten till Älvsjö-Mälarmagasinet. Längs Älvsjövägen går en befintlig kombinerad ledning och genom att kapa ledningen söder om korsning Älvsjövägen/Juvelerarvägen och leda ner allt flöde till Mässtunneln, via arbetstunneln, avlastas kvarvarande ledningar i Älvsjövägen.

Från en anslutningskammaren kommer avloppsvattnet ledas genom ett 7 grader lutande borrhål och ansluta till änden på en nisch från arbetstunnel MT21. Ett störtrör installeras i borrhålet och kringgjuts. I tunnelnischen ansluter störtröret till en ledning som leds via ena sidan av arbetstunnel MT21 ner till huvudtunneln. Vid utloppet till huvudtunneln utförs golv i fartygsplåt med votad lutning som anpassas till huvudtunnelns strömriktning. Anslutningen redovisas i Figur 21.

Maxflödet i denna punkt är 2110 vid 10-årsregn med klimatkfaktor 1,2 beräknas bli 3,9 m³/s.



Figur 21. Läge för anslutningspunkt vid Juvelerarvägen (MT36).

3. Byggmetod

Huvud- och arbetstunnel kommer att förläggas i berg. Byggarbetena kommer därför huvudsakligen att ske i berg under mark. Schakt genom jordlagren kommer dock att utföras för de tre utrymningsschakten och de sex anslutningspunkterna längs med sträckan.

I nedanstående avsnitt ges en översiktlig beskrivning av byggmetoder i berg såväl som i jord.

3.1 Arbete i berg

Arbete i berg kommer att utgå från arbetstunneln. Då Mässtunneln byggs under exploaterat område med närhet till bostäder och näraliggande verksamheter måste byggmetoder väljas med omsorg och produktionen planeras så att intrång och störningar för omgivningen begränsas. Detta kan bland annat innebära restriktioner rörande arbetstider för störande arbeten samt arbetsmetodik.

3.1.1 Tunnlar

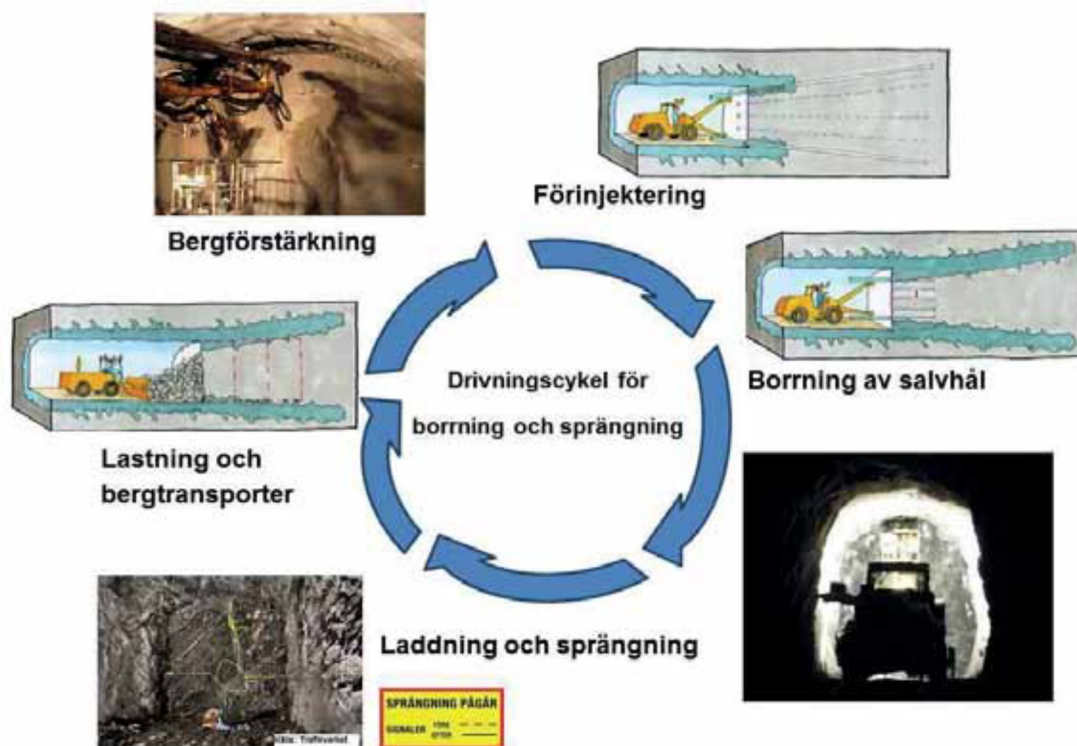
Tunneln kommer att anläggas i berg med borrhning och sprängning och drivas i två fronter från arbetstunneln, en norrut och en söderut. Den omfattar följande övergripande arbetsmoment: förinjektering, salvborrning, laddning och sprängning, utlastning, bergrensning och bergförstärkning, se Figur 22 nedan.

Det första momentet är förinjektering. Syftet är att med injekteringsbruk täta det närmast omgivande bergets sprickor för att på så sätt minimera inläckage av grundvatten till tunneln. En förinjektering utförs genom ett antal borrhål som borrar runt tunnelns ytterkant som en skärm. Därefter pumpas injekteringsmedel in i borrhålen och ut i bergsprickor. När bruket stelnat har det bildats en tät zon runt den blivande tunneln. Kontroll av utförd injektering kan utföras innan salvborrning påbörjas samt senare under tunneldrivningen.

Nästa moment är borrhning av salvhålen. Hålen, och därmed salvlängden, anpassas med hänsyn till risker för skador till följd av vibrationer. Efter borrhningen laddas hålen med sprängämne. Laddningen sprängs och tunneln ventileras på spränggaser innan utlastning av bergmassor kan påbörjas. Sprängningen sker enligt ett förutbestämt mönster för att berget ska falla ut på rätt sätt.

Bergrensning (skrotning) utförs efter utlastningen. Kvarsittande löst berg i väggar och tak tas bort maskinellt och för hand med skrotspett. Därefter spolats bergytan ren med vatten och en besiktning och kartering görs för att utvärdera behovet av bergförstärkning.

Bergförstärkning utförs i normalfall med sprutbetong och bultar. Om bergtäckningen är liten, bergkvaliteten är kraftigt nedsatt eller om drivningen sker vid passager nära känsliga objekt kan andra typer av förstärkning behövas. I dessa områden anpassas även drivningen efter föreliggande förhållanden.



Figur 22. Drivningscykel för konventionell tunneldrivning med borrar och sprängning.

I övergångarna mellan jord och berg sprängs berget i öppna schakter med konventionell ovanjordssprängning. Ovanjordssprängning följer i princip samma arbetsmoment som för sprängning under jord med eventuella behov av tätning och förstärkning. Anpassningar och kontroll för sprängning görs även för luftstöt vågor.

Försiktig sprängning är en viktig del av utförandet för många projekt i tätbebyggda områden och/eller där befintliga känsliga anläggningar finns i närheten av de bergarbeten som ska göras. Med försiktig sprängning avses här att de vibrationer som skapas vid sprängningarna hålls under det gränsvärde som satts upp med hänsyn till befintliga hus och anläggningar eller med känslig utrustning i närheten. Gränsvärdena fastslås genom svensk standard och redovisas i Riskanalys för vibrationer och luftstöt vågor.

Arbetstunneln anläggs på samma sätt som beskrivet ovan. Bergschaktbotten vid arbetstunnelns mynning är planerad till nivå ca +34, vilket är i jämnhöjd med befintlig markyta. Vid påslaget utförs tillfartsväg genom uppfyllnad av marken. Arbetstunneln kommer att passera i närheten av kraftledningstunneln.

3.1.2 Tätning av berg

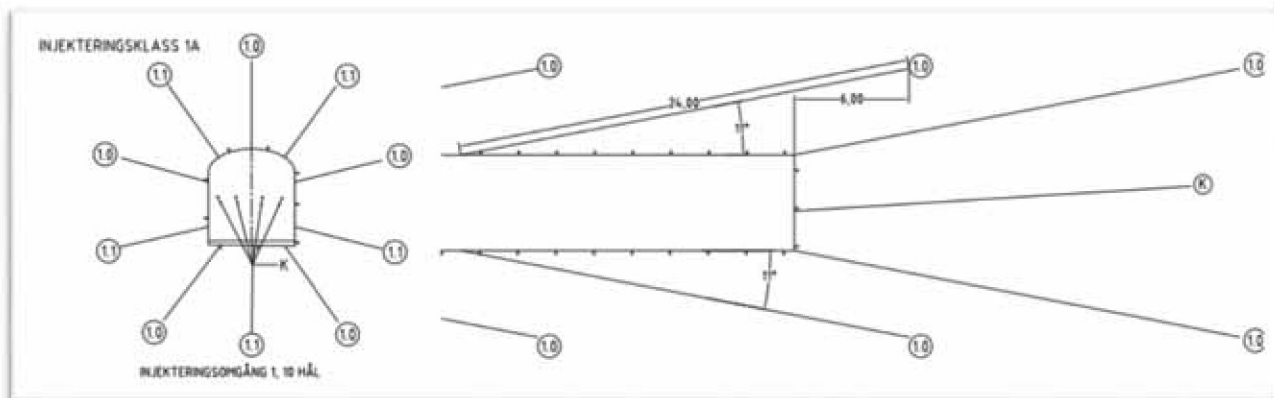
Så kallad MWD (Measuring While Drilling) kommer att användas vid injektering (tätning) av berget och på så sätt kan antalet injekteringshål anpassas till bergmassans täthet. Kontroll av att injekteringen sker då fortlöpande genom kontroll av inläckage av grundvatten i

sonderingshål och kontrollhål före och efter injektering, samt vid bedömt behov även genom vattenförlustmätningar.

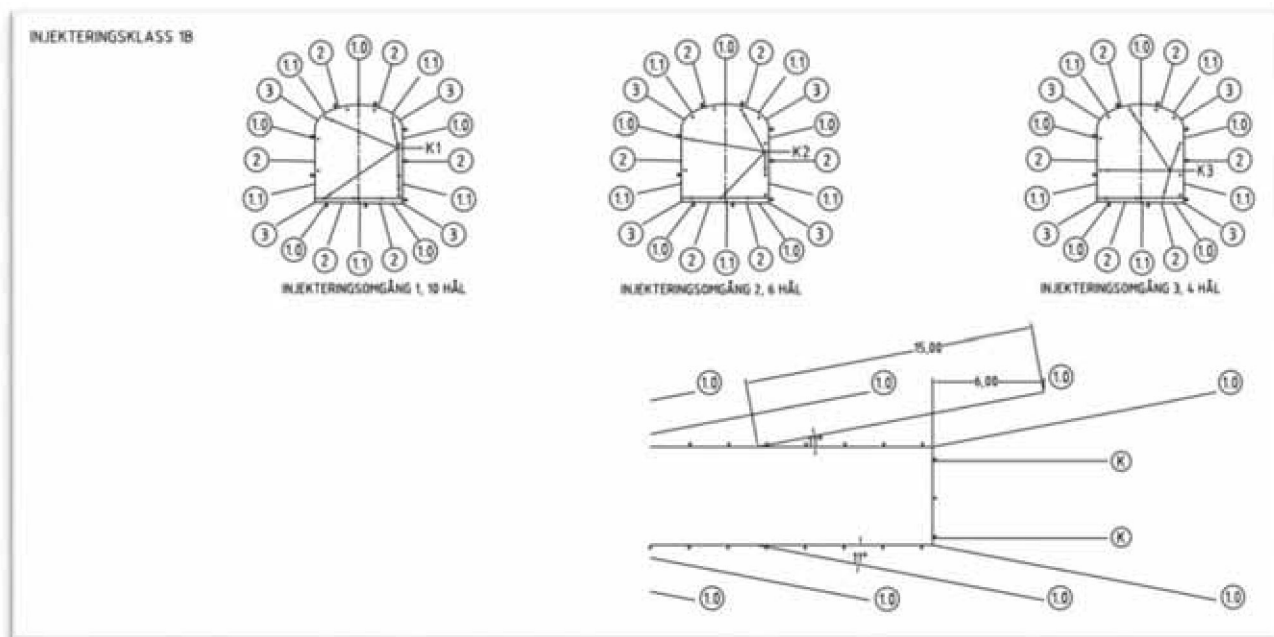
Förinjektering med cementbaserat injekteringsmedel kommer ske genomgående för hela anläggningen. Tolkning av insamlad MWD-data från salv-, bult- och injekteringsborrning utförs löpande under tunneldrivningen. Detta sker genom att data från injekteringsborrningen insamlas efter en halv injekteringsskärm och tolkas tillsammans med utförda vattenförlustmätningar. Efter att resterande del av skärmen borrats tas beslut om fler injekteringshål eller fler injekteringsskärmar behövs.

Vid sättningskänsliga områden såsom företrädesvis lerområdena Spårväghallen, Solberga Västra, Västberga och Älvsjö (se Figur 2 och 28) kommer injekteringsklass som resulterar i mindre inläckage nyttjas (injekteringsklass 1B). Då borrar 15-meters skärmar med 6 m överlapp (se figur 24), medan övriga delar av anläggningen tätas med 24-meters skärmar med 6 m överlapp (injekteringsklass 1A), se figur 23. Undantaget är om det förekommer områden med mycket dåligt berg. Här kommer 15-meterskärmar att användas, med revideringar och ytterligare åtgärder beroende på vad som observeras. Dessa kan vara fler vattenförlustmätningar, ännu kortare skärmar och kemikaliebaserat injekteringsmedel.

Efterinjektering kan erfordras om vattenläckagemätningar visar för höga värden eller vid synliga läckage.



Figur 23. Injekteringsomgång med 24 m långa skärmar, injekteringsklass 1A.



Figur 24. Injekteringsomgång med 15 m långa skärmar, injekteringsklass 1B.

3.2 Schakt och anslutningar från tunnel till markyta

3.2.1 Schakt i berg

Huvuddelen av anslutningspunkter, utrymningsschakt och påslag utförs i områden med ytnära berg. Alla utrymningsschakt och anslutningspunkter, förutom anslutningspunkt Götalandsvägen MT32, kommer att raiseborras. MT32 kommer i stället att rymmas ut i fyra steg till rätt dimension med hjälp av hammarborrning.

Raiseborrningen är ett sätt att skapa ett schakt mellan två nivåer utan att använda sprängämnen. En förutsättning för raiseborrning är att det finns ett utrymme tillgängligt för etablering av raiseborrmaskinen på markytan samt att det finns utrymme för att montera den så kallade rymmaren på tunnelnivå. Raiseborrmaskinen placeras på en plattform på markytan för att borra ett litet hål, ett så kallat pilothål, ner till exempelvis huvudtunneln nedanför. När borren har brutit igenom tas pilotborrkronan bort och ersätts med ett upprymningshuvud (rymmare) som har samma diameter som det färdiga hålet ska ha. Rymmaren roteras och dras tillbaka genom berget, mot raiseborrmaskinen. Massorna faller ned och transporteras ut genom tunneln.

Ridåinjektering kommer att utföras för alla utrymningsschakt till en nivå motsvarande tunneltak för den tunneldel som schaktet ansluter till. Injekteringen kommer att inledas i botten och utföras nedifrån och upp i etapper. Längden varierar beroende på bergytans läge och nivå på anslutande tunnel. Hålen borrar vertikalt från markytan, 1 m utanför teoretisk bergkontur och parallellt med schaktet med c/c 2 m. Även delar som ligger över grundvattenytan kommer att injekteras.

3.2.2 Schakt i jord

Där ett jordlager ligger på markytan kommer först schakt i jord att behöva ske ned till bergytan före borring ner till tunneln kan ske. Oftast krävs att en stödkonstruktion (spont, slitsmur, sekantpålar eller motsvarande) används under byggskedet för att förhindra jordmassor och grundvatten från att komma in i schakten. Stödkonstruktion används även där det finns begränsat utrymme för slänterna. Där utrymme finns, vid begränsade schaktdjup och där grundvattennivån ligger under bergöverytan kan jordschakt utföras som schakt med öppna slänter.

Vid alla anslutningar av schakt till markytan kommer de temporära stödkonstruktionerna i jord sedan att ersättas av täta konstruktioner i betong mellan färdig mark och anslutning till bergtunnel. Kontaktinjektering kommer att utföras vilket innebär att tätning utförs vid genomföringar och mellan betongkonstruktionens nedre del och bergytan.

3.2.2.1 MT31 och MT51

Vid anslutningspunkt MT31 och utrymningsschakt MT51 (Mässvägen) krävs stödkonstruktioner under byggskedet mot den södra sidan på grund av schaktdjupet, närhet

till befintliga ledningar samt intilliggande trafik. Stödkonstruktionerna kommer att utföras som en spontkonstruktion med bakåtförankrade borrade rör. Eventuellt behövs även stödkonstruktioner på kortsidorna. Schakt i jord blir ca 0-3 m före bergytans överkant nås. Grundvattennivån bedöms ligga lägre än bergytans överkant och liten tillrinning bedöms ske av grundvatten.

3.2.2.2 MT32

Vid anslutningspunkt MT32 (Götalandsvägen) kommer schakt och grundläggning utföras i områden med lös lera. En stödkonstruktion bedöms därför behövas. För att minimera risken för bottenuppträckning och grundvatteninträngning kommer sponten att utföras tät och slås ned till berg. Djup från markyta till berg är ca 7 m och grundvattenytan ligger ca 2-3 m under markytan. Grundvattenytan sänks innanför spont. Kontroll av grundvattennivån kommer att utföras, i nya och befintliga intilliggande grundvattenrör, innan och under schaktarbeten utförs, för att säkerställa att grundvattnets trycknivå inte sänks utanför schakt.

3.2.2.3 MT33 och MT34

Vid anslutningspunkt MT33 (Elektravägen) och MT34 (Mikrofonvägen) utförs jordschakt, ca 1 – 2 respektive ca 2 m ned till berg, utan stödkonstruktion. Grundvattennivån bedöms i båda lägena ligga lägre än bergytans överkant.

3.2.2.4 MT35

Vid anslutningspunkt MT35 (Bäckvägen) kommer schakt att ske ca 3 m i jord och ingen stödkonstruktion bedöms behövas. Grundvattennivåerna ligger lågt och den största tillrinningen kommer att ske från ytvatten.

3.2.2.5 MT36

Vid anslutningspunkt MT36 (Juvelerarvägen) krävs en släntstabiliserande stödkonstruktion på grund av jordlagerförhållanden, stort schaktdjup, närliggande befintliga ledningar samt av utrymmesskäl i och intill trafikerad väg. För att minimera risken för bottenuppträckning och grundvatteninträngning utförs sponten tät och slås ned till berg. Jordschaktets mäktighet varierar mellan 3-5,5 m beroende på var schaktet är. Grundvattennivån kommer att sänkas av innanför spont. Kontroll av grundvattennivån kommer att utföras, i nya och befintliga intilliggande grundvattenrör, innan och under schaktarbeten utförs, för att säkerställa att grundvattnets trycknivå inte sänks utanför schakt.

3.2.2.6 MT52

Vid utrymningsschakt MT52 (Västberga) kommer jordschakt att ske ca 1 – 1,5 m ned till berg. Ingen stödkonstruktion bedöms behövas.

3.2.2.7 MT53

Vid utrymningsschakt MT53 (Blommenbergsvägen) kommer jordschakt att utföras i en slänt, 1 – 2 m ned till berg. Grundvattennivån är väldigt låg och närliggande grundvattenrör är ofta torrt. Ingen stödkonstruktion bedöms behövas

3.3 Transporter och etableringsområden

För Mässtunneln planeras påslaget i ett grönområde i anslutning till Kontrollvägen (se Figur 25). Placeringen är avskild från närmaste bostäder, men genom grönområdet går en gång- och cykelväg. Ingen förskola eller skola finns i närheten av platsen.

Under byggskedet planeras etableringsytor (arbetsområden) på båda sidor om Kontrollvägen. Det kommer att behöva ske passager mellan dessa båda ytor. Förslagsvis sker denna kommunikation via gång- och cykelbanans anslutning mot Diamantbacken och befintlig utfart mot Kontrollvägen (se Figur 25). Då fredas gång- och cykelbanan längs Kontrollvägen från fordonstrafik. Diamantbacken har gångbanor på båda sidor. Längs Kontrollvägens sydöstra sida finns en gångbana och en dubbelriktad cykelbana. Den gång- och cykelväg som löper genom grönområdet vid planerat påslag behöver stängas av under byggtiden. Omledning sker via befintliga gång- och cykelvägar längs Kontrollvägen och Juvelerarvägen, sträckan blir då något längre.

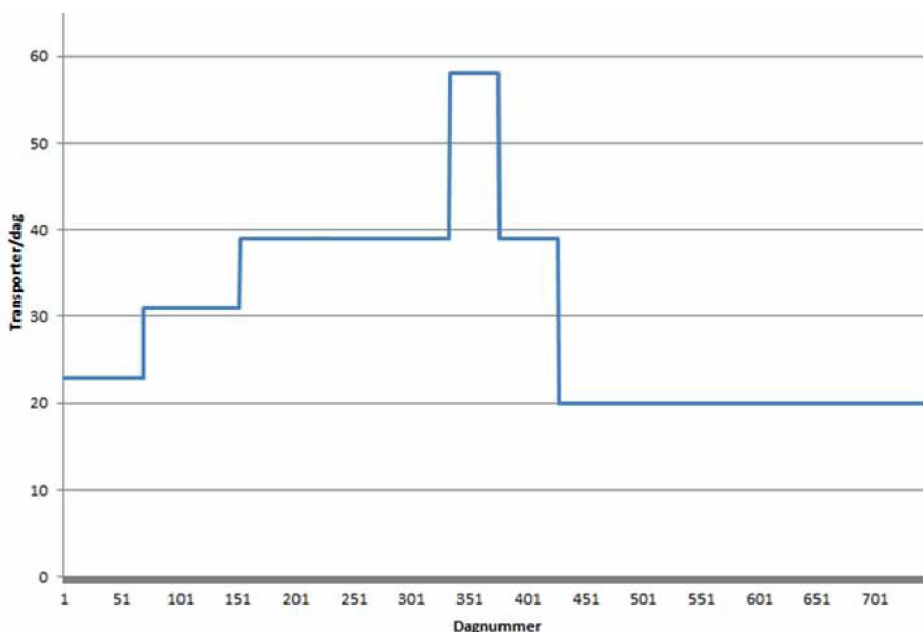
Transporterna av bergmassorna från tunnelbygget sker ut från arbetstunneln och dess påslag och så snabbt som möjligt vidare ut till E4/E20. Påslaget är beläget mellan de båda trafikplatserna Västertorp i söder och Västberga i norr. Båda trafikplatserna är lämpliga alternativ för byggtrafiken. Avståndet mellan påslaget och trafikplatserna är knappt 1 kilometer. Busstrafik förekommer på Kontrollvägen.



Figur 25. Föreslaget tunnelpåslag, planerat arbetsområde och utfart för byggtrafik.

Den totala mängden berg som ska fraktas bort är ca. 122 200 m³ fast berg, vilket uppskattas motsvara 330 000 ton. Varje lastbil kan frakta 15 ton. Det totala antalet transporter blir då uppskattningsvis 22 000 stycken. Bergmassorna lastas i tunneln och inget lagras inom etableringsområdena.

Antalet transporter kommer att variera mellan 20 och upp mot 60 stycken per dag under byggtiden, se Figur 26. Varje transport ger då upphov till två fordonsrörelser, till och från tunnelpåslaget. Den mest intensiva perioden, med nära 60 transporter per dag, sker under en kortare period jämfört med hela byggtiden, då tunneln drivs i två fronter. Övriga fordonsrörelser under byggtiden bedöms vara försumbara i förhållande till transporterna av bergmassor.



Figur 26. Bergtransporter från tunnelpåslaget för Mässtunneln

Det finns enligt tidigare beskrivning i styckena ovan två alternativa vägar för att bergstransporterna snabbt ska nå E4/E20, antingen söderut via trafikplats Västertorp eller norrut via trafikplats Västberga (se Figur 27). Diamantbacken, som är den första gatan som transporterna kör ut på, är en gata med knappt 1 000 fordon per dygn (mätår 2012). Andelen tung trafik var 5 procent. Därefter kör transporterna vidare längs med Kontrollvägen, där varierade trafikmängderna från 7 000 fordon per dygn längst i söder (mätår 2013), 8 600 fordon per dygn strax norr om Diamantbacken (mätår 2012) och 16 500 fordon per dygn längst norrut (mätår 2016). Andelen tung trafik var 7-8 procent på sträckan.

På Älvsjövägen, intill trafikplats Västertorp var trafikmängden 21 000 fordon per dygn år 2016. Andelen tung trafik utgjorde 7 procent av totalflödet. På Västbergavägen, närmast trafikplats Västberga, var trafikmängden 17 000 fordon per dygn år 2016 varav 14 procent var tung trafik. Gatornas hastighetsbegränsning är 50 kilometer per timme förutom Diamantbacken som har 30 kilometer per timme. Kontrollvägen har signalreglerade korsningar vid Älvsjövägen, Juvelerärvägen och Västbergavägen. Köbildning kan förekomma i anslutning till trafikplatserna och i de signalreglerade korsningarna under högtrafik.



Figur 27. Planerade transportvägar mellan påslandet och E4/E20.

Då transportererna av bergmassorna beräknades variera mellan 20 och 60 transporter per dygn under byggtiden blir det ett tillskott på upp mot 12 procent till totaltrafiken på Diamantbacken. Andel tung trafik skulle öka från 5 till 14 procent. Detta gäller dock endast på en mycket kort sträcka närmast Kontrollvägen.

På Kontrollvägen skulle byggtrafiken, under den mest intensiva perioden, vara ett tillskott på ungefär 2 procent längst söderut och knappt 1 procent längst norrut. Andelen tung trafik skulle öka från 7-8 procent till nära 9 procent.

E4/E20 samt tillhörande ramper är klassade som BK1-vägar. Diamantbacken, Kontrollvägen, Västbergavägen och Älvsjövägen är klassade som BK2-vägar. Bärighetsklassningen för de föreslagna transportvägarna bedöms därmed inte vara begränsande för lastkapaciteten.

3.4 Hantering av massor

Bergmassorna, motsvarande ca 122 200 m³, transporteras enligt tidigare beskrivning med lastbil och vidare till mottagningsanläggningar och/eller anläggningsverksamheter.

Vid utrymningsschakt och anslutningspunkter kommer även jord- och bergschakt utföras. Denna volym som kommer att transporteras bort från respektive plats är begränsad.

Utförda miljötekniska markundersökningar vid schakter och påslag visar att fyllningsjorden i vissa punkter ofta uppvisar förhöjda halter av framförallt metaller och PAH, dock generellt i halter understigande Naturvårdsverkets generella riktvärden för mindre känslig markanvändning (MKM). Förhöjda halter av vissa metaller och/eller PAH över MKM har påvisats i fyllningsjord inom några av schaktområdena. Dessa är anslutningspunkterna MT32 (Götalandsvägen) och del av sträcka för ledningsschakt till anslutning MT36 (Juvelerarvägen).

Halter under MKM bedöms kunna ligga kvar i marken (läggas tillbaka) utifrån den planerade markanvändningen men det kräver noggrann hantering om de transporteras bort från området. Återanvändning av massor med halter under nivåerna för mindre än ringa risk kräver i vanliga fall ingen anmälan men ett klart syfte med användningen. Om halterna i massorna ligger över nivåerna för mindre än ringa risk så behöver åtgärden och återanvändning inom andra områden anmälas till aktuell tillsynsmyndighet. Viktigt att belysa är att nivån för mindre än ringa risk egentligen utgör en bakgrundshalt för massor i naturligt rent tillstånd, vilket kan skilja sig lokalt. Mindre än ringa risk bör endast tillämpas när materialet är ett avfall. Om det uppstår överskottsmassor som ska användas på annan plats så blir de per definition ett avfall och då måste massorna provtas innan de kan nyttjas.

Fyllnadsmassor med föroreningshalter underskridande MKM-halter bedöms kunna återanvändas inom de planerade schakterna för hårdgjord yta. Vid eventuella schaktarbeten i provpunkter med föroreningar överskridande MKM-halter krävs hantering i form av avgränsning och återfyll med rena massor. Avgränsning av förorening genomförs genom kontrollprovtagning i schaktvägg och schaktbotten. Förorenade massor kommer att transporteras till godkänd mottagningsanläggning.

Kompletterande provtagningar av jorden i aktuella lägen för schakter kommer att utföras under bygghandlingsskedet och utgöra underlag för vidare hantering av dessa massor.

3.5 Material och produkter

Tätning av berg kommer i huvudsak att ske med cementbaserat injekteringsbruk men behov av kemiska tätningsmedel kan uppkomma.

Sprängningarna kommer att genomföras med både emulsionssprängämne och patronerat sprängämne. Den övervägande delen kommer att utgöras av emulsionssprängmedel och hanteringen av dessa kommer att utföras i enlighet med det så kallade SSE (Site Sensitized Emulsion)–systemet. Det innebär att två huvudkomponenter (ammoniumnitrat och dieselolja) samt en tilläggskomponent i form av ett skumbildande medel fraktas separat in i tunneln och sedan blandas samman på plats vid varje laddningstillfälle. Den färdiga blandningen pumpas in i salvhålen med hjälp av en slang som successivt dras ut och efterlämnar en sträng av sprängmedel.

Vid bergförstärkning används sprutbetong som i likhet med injekteringsmedlen blandas upp med flytmedel och härdare för att anpassas till användningen. Bultar gjuts in med cementbruk. Betong kommer även att användas vid gjutning av betongkonstruktioner.

Dieselbränsle som används till arbetsmaskiner kommer att uppfylla kraven för miljöklass 1 eller likvärdigt. Alkylatbränsle kommer att användas i motorerna i de bensindrivna arbetsmaskinerna och arbetsredskapen i de fall dessa inte är försedda med katalytisk rening.

4. Anläggningar för bortledning av grundvatten och för infiltration

4.1 Bortledning av grundvatten

Grundvatten kommer att läcka in i tunnelanläggningen under både bygg- och driftskede trots tätningsåtgärder under byggnationen.

4.1.1 Byggskede

Under byggskedet kommer inläckande grundvatten blandat med nederbörd och processvatten, som används under borrhningen, pumpas bort från tunnelanläggningen. Detta vatten kallas för länshållningsvatten och kommer att pumpas upp till markytan från tillfälliga pumpgröpar i tunneln via arbetstunneln. Länshållningsvattnet kan innehålla cementrester från injektering och förstärkning, sprängämnesrester, borrhkax, samt oljespill från maskiner och hydraulsystem.

Länshållningsvatten hanteras sedan på arbetsplatsen genom sedimentation och oljeavskiljning. Som ett första steg utförs oljeavskiljning av vattnet. Detta utförs genom att länshållningsvattnet leds genom en container med en oljeavskiljande skärm. I det andra reningssteget utförs en sedimentering av finpartiklar i sedimenteringsdammar alternativt i sedimenteringscontainers. Länshållningsvattnet kommer kontinuerligt att provtas och analyseras och sedan pumpas till närbelägen spillvattenledning och vidare till Henriksdals reningsverk. Stockholm Vatten och Avfalls riktlinjer för länshållningsvatten kommer att tillämpas. Om vattenprovtagning visar på behov av ytterligare rening innan bortledning till spillvattennätet kommer det finnas beredskap för att installera ett flocknings- och fällningssteg eller pH-justeringssteg.

Även vid schakterna för anslutningspunkter och utrymningsschakt kommer grundvatten att behöva pumpas bort. Vid MT32 och MT36 behöver grundvatten ledas bort för att utföra grundvattennivåsänkning inom schaktet. För samtliga schakter kommer eventuellt inläckande grundvatten och nederbörd att behöva länshållas lokalt under byggskedet. Länshållning sker från pumpgröpar eller brunnar i botten av schakten inom de temporära stödkonstruktionerna.

Inläckande grundvatten i tunnarna och länshållningsvatten i samband med jordschakt kommer tillsammans med förbrukad mängd vatten att mätas under byggskedet. Flödesmätningarna i tunnarna kommer att utföras i pumpgröpar belägna i lågpunkter vartefter som berget tas ut. Mätningar kommer även utföras i så kallade mätdammar bestående av mätvall och mätbrunn, där det inläckande grundvattnet fångas upp. Strax efter mätvallen utförs en anläggning där vattnet kan mätas, en mätbrunn. Ett flertal mätdammar kommer att anläggas längs tunnelanläggningen för att följa upp det ackumulerade inläckaget och effekten på tätningsåtgärder.

4.1.2 Driftskede

Under driftskedet kommer inläckande grundvatten tillsammans med det avloppsvatten som rinner i tunneln ledas bort för rening till Henriksdals reningsverk. Mätning av inläckage kommer inte att vara möjlig då det inläckande grundvattnet utgör en så liten del av det totala flödet i tunneln, ca 300 l/min jämfört med dimensionerande flöde vid torrväder och regn, 24 000 respektive 600 000 l/min (maxflöde vid 10-årsregn med klimatkoefficient 1,2). Inläckaget utgör då ca 0,05% -respektive 1,25% av min- och maxflödet. Avloppsvatten tillförs kontinuerligt via anslutningspunkterna längs hela tunneln och ökar således samt varierar mycket längs hela tunnelsträckan.

En annan anledning till att det inte går att mäta flödet är också att det inte går att använda en mätutrustning som mäter kontinuerligt i denna sorts tunnelmiljö.

4.2 Skyddsåtgärder

Ett kontrollprogram för grundvattenövervakning påbörjades under våren 2017. Grundvattennivåmätningar och porttrycksmätningar sker därefter varje månad och kommer att fortlöpa fram till byggstart och därefter förtätas under hela byggskedet. Eventuella grundvattenavsänkningar under byggskedet kommer att jämföras med uppmätt och prognostiserat inläckage av grundvatten längs tunneln samt risk för skador på byggnader och anläggningar. Bedömt inläckage längs olika delsträckor beskrivs i PM Hydrogeologi, Bilaga G till ansökan. Cementbaserad injektering kommer i första hand att användas och tillämpas i de två olika injekteringsklasserna beskrivna i kap. 3.1. Om tunneln inte går att tätat tillräckligt med cementinjektering och om risk för skada föreligger kan skyddsåtgärder behöva tillämpas. Dessa skyddsåtgärder är icke cementbaserat (kemiskt) injekteringsmedel för punktinsatser, temporär skyddsinfiltration och lining.

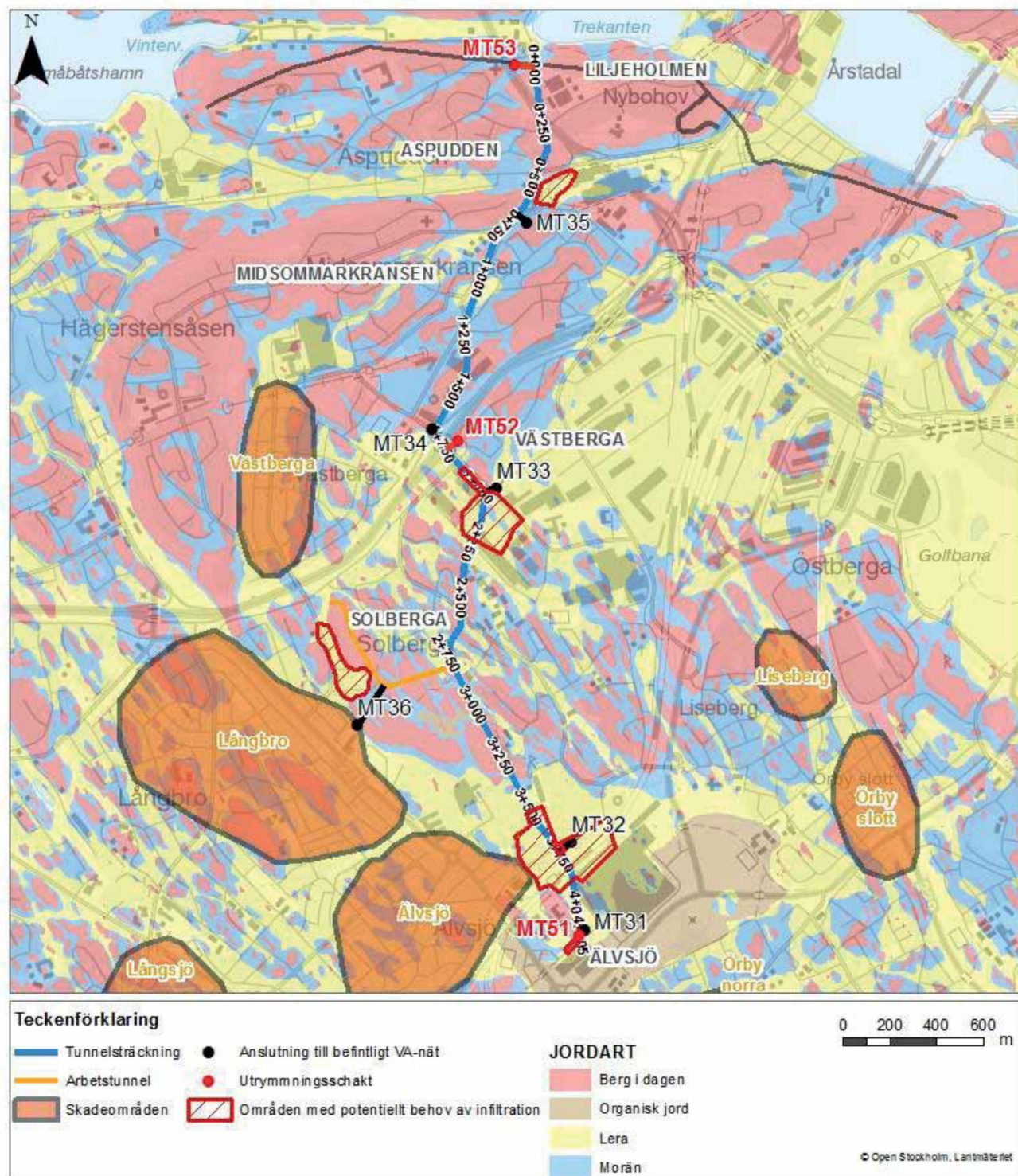
Kontrollprogrammet kommer att fortsätta under driftskedet.

4.2.1 Skyddsinfiltration

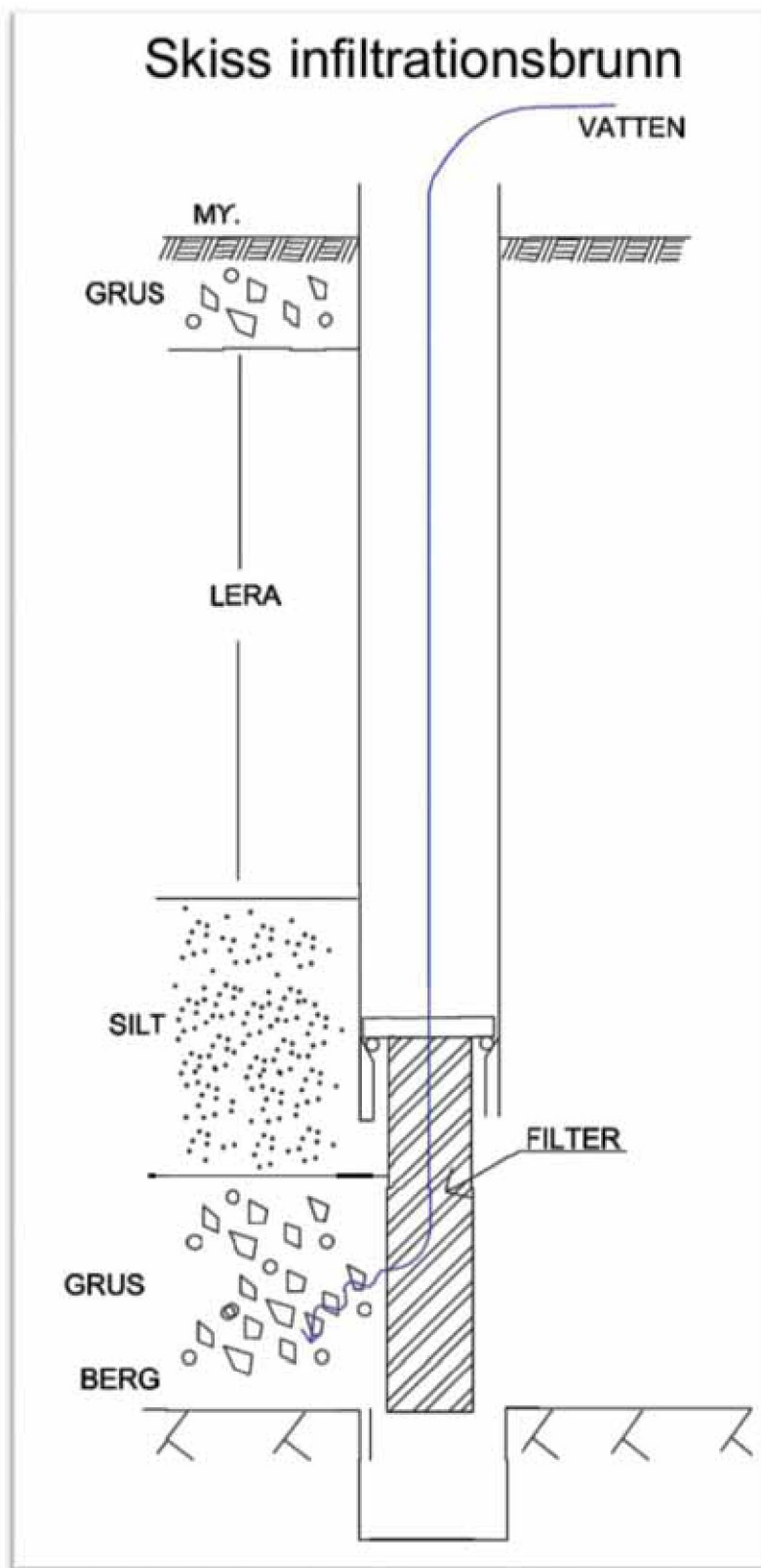
För att minska omgivningspåverkan och grundvattensänkning vid känsliga områden och objekt längs tunnelsträckan kan det bli aktuellt med förberedelse för skyddsinfiltration. Syftet med skyddsinfiltration är att motverka grundvattenpåverkan i jord (undre grundvattenmagasin) som kan medföra skada. Områden som bedöms behöva ha beredskap för infiltration har identifierats enligt Figur 28.

Behov av infiltration bedöms i huvudsak uppkomma under byggskedet men beredskap ska även finnas under driftskedet. Infiltration kan utföras via brunnar installerade i undre grundvattenmagasin och/eller i sprickzoner i berget. Principlösning på infiltrationsanläggningar redovisas i Figur 29. Infiltrationsbrunnar dimensioneras genom de undersökningar och hydrauliska tester som utförts inom områdena och där vattenförande egenskaper klarlagts. För mer detaljer ser PM Hydrogeologi, Bilaga G till ansökan.

I de fall skyddsinfiltration kommer att tillämpas kommer infiltrationen att ske med kommunalt dricksvatten.



Figur 28. Områden som behöver beredskap för skyddsinfiltration.



Figur 29. Principskiss, infiltrationsbrunn i undre magasin. Källa: Teknisk beskrivning, Miljöprövning för tunnelbana till Arenastaden Bilaga A4.1

4.2.2 Lining

Där tunneln inte går att få tillräckligt tät och där omgivande leror är sättningsskänsliga kan en tät betonginklädnad av tunneln bli aktuell, så kallad lining. Inklädnaden gjuts mot berget och ger en helt tät tunnel. Före måste ett större tvärsnitt av tunneln sprängas ut. Det område där lining eventuellt skulle behöva tillämpas är under lerområdet i Älvsjö. Beslut om lining ska utföras eller inte kommer att tas under tunnelns framdrift. Om berget uppfyller erforderliga krav på täthet efter injektering kommer lining inte att tillämpas.

5. Referenser

Systemhandling Mässtunneln, Stockholm Vatten och Avfall, slutversion 2018-04-30

Teknisk beskrivning, Miljöprovning för tunnelbana till Arenastaden Bilaga A4.1, Stockholms läns landsting, 2017-01-18

Teknisk beskrivning Grundvattenbortledning, Miljöprovning Stockholms Framtida Avloppsrening, Bilaga F till ansökan, Stockholm Vatten och Avfall, 2015-06-15

WSP, 2016. Förstudie Mässtunneln – planerad avloppstunnel mellan Älvsjö och Liljeholmen i Stockholm. 2016-08-29. Upprättad av: Jonatan Brattberg, Sofia Gröhn, Åsa Hindsén och Johanna Aronsson. PM.

Byggnadsgeologiska kartan

