

Stockholms framtida avloppsrening – MB 3980-15 Komplettering

Bilaga 10 PM Ändringar avloppstunnel

Stockholm 2016-02-24

Stockholms Framtida Avloppsrening Ledningsnät

PM ändringar avloppstunnel

Datum 2016-02-19

Diarienummer 13SV150

Utgåva/Status

J. Salomonson
Uppdragsledare

L.Fernius/E.Heinke
Handläggare

J.Salomonson
Granskare

Uppdragsnummer 1320012172

Ramböll Sverige AB
Box 17009, Krukmakargatan 21
104 62 Stockholm

Telefon 010-615 60 00
Fax 010-615 20 00
www.ramboll.se

Organisationsnummer 556133-0506

Sammanfattning

Denna PM syftar till att redovisa de justeringar och kompletteringar som gjorts under hösten 2015, utifrån fältundersökningar, med avseende på passagen mellan Smedslätten – Eolshäll, den s.k. Mälarpassagen. Tunneln har fått en västligare sträckning och en något lägre tunnelnivå för att lättare kunna säkerställa drivningsteknik och arbetsmiljö i byggskedet. Därtill har tunnelns sektion förändrats för att klara rådande bergförhållanden och antagna vattentryck.

Vidare har transporter av bergmassor från tunneldrivningen ändrats något, dels genom förändringar av Mälarpassagen och dels genom förändringar av entreprenadgränser. Ändringar för bergtransporter redovisas i kapitel 2 där också förändringar avseende miljökonsekvenser beskrivs. Tidigare har inte betongtransporter till tunneln redovisas vilket nu är kompletterat i kapitel 3 nedan.

Bilaga F9 Åtgärdsplan har på begäran av Länsstyrelsen uppdaterats och ersätts av **Bilaga 2** i kompletteringsärendet.

Bilaga F2 i ansökan- Påverkansområden Jord och Berg -Grundvattenberoende har ändrats på några punkter och ersätts därför i sin helhet av **Bilaga 3** i kompletteringshandlingarna följande ändringar är gjorda :

- I Bilaga F2 i ansökan saknades karta 2,1 a – påverkansområde grundvattenberoende objekt berg Åkeshov.
- Den färgkodsmarkering som anger grundläggningsförhållanden har blivit tydligare.
- För kartorna F 2,4 och F 2,4 a (grundvattenberoende objekt jord och berg Eolshäll-Vinterviken) saknades påverkansområdet för det korta tunnelavsnitt som ansluter västerut till den befintliga pumpstationen vid Eolshäll, det är kompletterat.
- Påverkansområdena i Bilaga 3 har(jämfört med bilaga F2 i ansökan) utökats för att kunna inrymma den påverkan och sakägarkrets som uppstår om de förslag till riktvärden(under byggtiden) för inläckage som efterfrågades av Länsstyrelsen skulle tillämpas, i stället för de föreslagna kontrollvärdena.

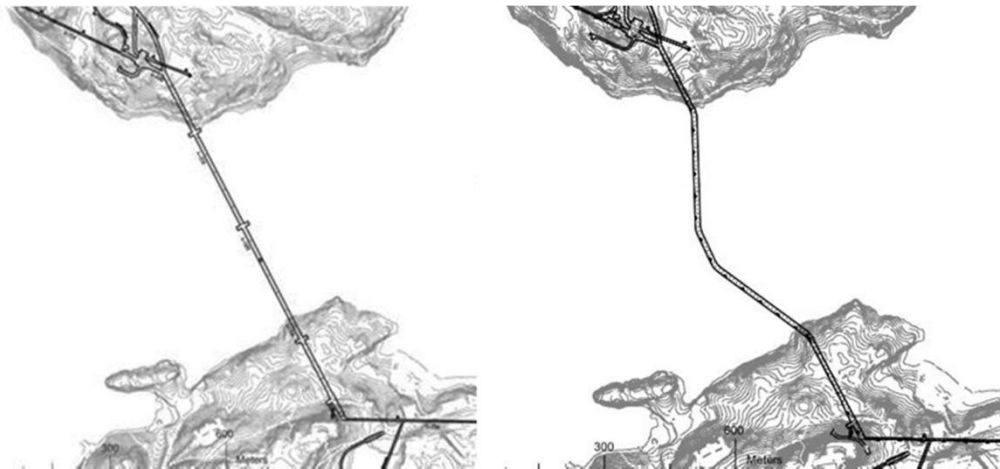
Innehållsförteckning

1.	Mälarpassagen	5
1.1	Inledning	5
1.2	Underlag	5
1.3	Jordlager och bergöveryta	5
1.4	Geologi	6
1.4.1	Svaghetszoner	6
1.4.2	Bergkvalitet	7
1.5	Mälarpassagen	7
1.5.1	Tunnelfunktion	7
1.5.2	Betonginklädnad	8
1.5.3	Mälarpassagens spolmagasin	8
1.5.4	Spolmagasinet	9
2.	Transporter av bergmassor från avloppstunneln	10
2.1	Ändrade miljökonsekvenser	11
2.1.1	Tunnelpåslag Åkeshov (A)	11
2.1.2	Tunnelpåslag Smedslätten (B)	11
2.1.3	Tunnelpåslag Eolshäll (C)	12
2.1.4	Tunnelpåslag Liljeholmen (D)	12
2.1.5	Tunnelpåslag Gullmarsplan (E)	12
2.1.6	Tunnelpåslag Sickla (F) bergmassor från avloppstunnel	13
3.	Transporter av betong för tunneln	13

1. Mälarpassagen

1.1 Inledning

Nedan redovisas kortfattat underlaget och tolkningarna av utförda undersökningar för passagen under Mälaren mellan Smedslätten och Eolshäll. Avloppstunnelns planerade sträckning har justerats mot tidigare redovisat läge, se figur 1. Efter sammanställning av undersökningsmaterial och tekniklösningar hölls en workshop med oberoende experter under oktober 2015. Syftet var att verifiera tänkt sträckning och föreslagen teknisk lösning för att sedan inarbeta dessa i den fortsatta projekteringen samt som revideringar av tillståndsärendet.



Figur 1 Tidigare redovisad sträckning, till vänster och nu planerad sträckning till höger.

1.2 Underlag

Referensundersökningar:

- Refraktionsseismik, Stockholm Vatten 1968
- Förbifarten Stockholms förundersökningar, Trafikverket 2010

Utförda undersökningar:

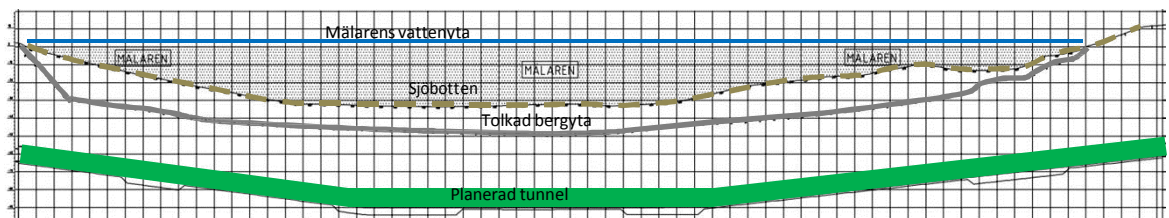
- Reflektionsseismik, Ramböll 2013
- Resistivitetmätning och bathymetri, Ramböll 2013
- Jord- och bergsonderingar, WSP 2013
- Borrkaxanalys, WSP 2014
- Kärnbörning, Züblin 2014/2015
- Borrhålmätningar och utvärderingar av borrkärna Ramböll mfl 2015
 - kärnkartering, bergmekaniska tester, petrografisk och geologisk utredning, analys av lerprover
- Resistivitet och refraktionsseismik längs 7 linjer, Ramböll 2015

1.3 Jordlager och bergövertyta

Vattendjupen till sjöbotten vid passagen Smedslätten – Eolshäll är upp till 35 m. Ovan planerad tunnel är djupet som mest ca 30 m. Sjöbotten består överst av löst lagrade sediment med organiskt innehåll. Därefter följer lera som successivt blir

fastare med djupet och längst ner morän. Sommaren 2013 utfördes geofysiska och geotekniska undersökningar som fastställde sedimentens mäktighet upp till 35 m i Mälaren mellan Smedslätten och Eolshäll. Ovan planerad tunnel är sedimentpackens mäktighet som mest ca 25 m. Lerans mäktighet varierar mellan 5-15 m ovan tunneln. Moränens mäktighet varierar även den mellan 5-15 m ovan tunneln.

Bergöverytan i Mälarpassagen, direkt ovan planerad tunnel, är undulerande men nära plan i den centrala delen för att sedan stiga flackt upp mot stränderna. I det lägsta partiet ligger bergöverytan generellt på nivå -55 till -60 m i läget ovan planerad tunnel. Önskvärt är att ha en bergtäckning mellan bergöveryta och tunneltak på minst 20 m, vilket innebär att tunneltaket som lägst kommer att ligga på ca nivån -80 m. Detta gör att tunnelbotten bör ligga som lägst kring nivå -90 m, i planerat tunnelläge, se figur 2.



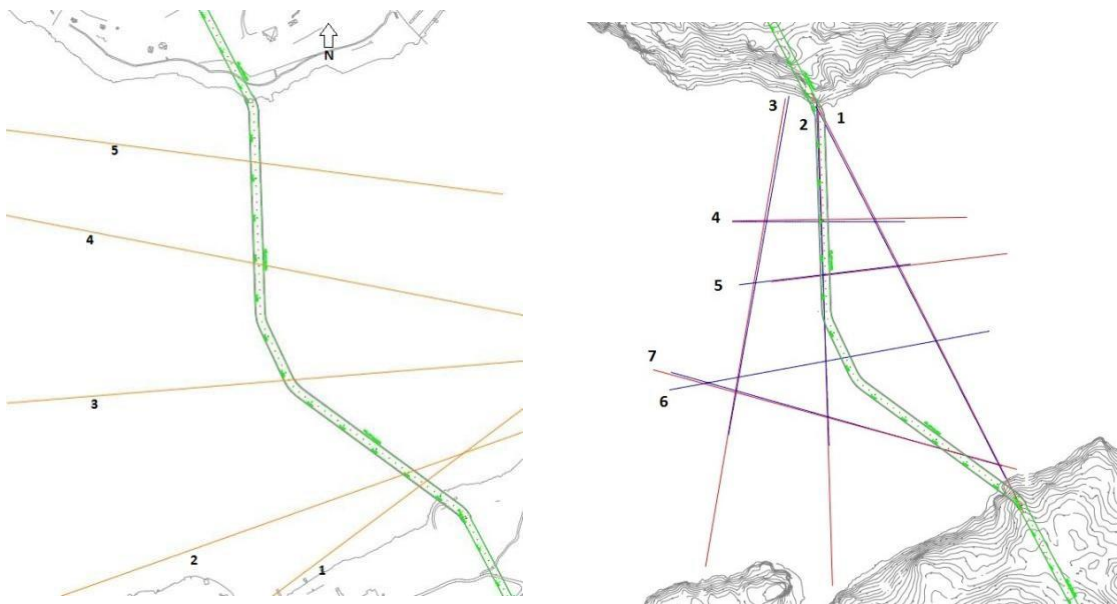
Figur 2 Schematisk skiss över planerad tunnel.

1.4 Geologi

Berggrunden för delsträckan Smedslätten - Eolshäll består av metasediment, ådergnejsomvandlad gråvacka/glimmerskiffer och granodioritisk/tonalitisk gnejsgranit. Sedimentådergnejsen förekommer på den södra sidan med en förväntad bergartsgräns till gnejsgraniten i norra delen. Ingen diabassvärm är att förvänta då dessa inte har identifierats utifrån geofysiska undersökningar (SGU), men det går inte att utesluta.

1.4.1 Svaghetszoner

Vid en sammanvägning av undersökningsresultaten har det tolkats att planerad tunnel kommer korsa fyra, varav två sammanfallande, svaghetszoner, se figur 3. Kärnboringen i Mälarpassagen färdigställdes under april 2015 och vid karteringen av kärnan identifierade två större zoner med sämre och delvis kraftigt omvandlat berg med bredder på ca 60 m och 25 m. Zonerna är kalcitläkta och de mest förekommande spickmineralen är klorit, kalcit, grafit och ler. Den bredaste sammanfallande zonen förekommer längst söder. Orienteringen på zonerna är generellt brantstående och lutar åt nord. De två svaghetszonerna i norr förväntas ha liknande karaktär men med lägre omvandlingsgrad och bredd. Under hösten 2015 utfördes kompletterande geofysiska mätningar över hela passagen, se figur 3, genom sju linjer med refraktionsseismik och resistivitmätning. Dessa undersökningar gjordes primärt för att komplettera informationen om svaghetszonernas utbredning och bergytans nivå. Tillsammans med, i Mälaren utförda, jord- och bergsonderingar har undersökningsresultaten kalibrerats för en bättre tolkning av bergöverytan i passagen.



Figur 3. Till vänster Mälarpassagen med tolkade svaghetszoner. Zonernas bredd är ej illustrerad. Till höger, undersökningslinjer för resistivitet och refraktionsseismik.

1.4.2 Bergkvalitet

Stockholmsberggrunden har generellt acceptabel till god bergkvalitet, d.v.s. $Q_{bas} = 4$ till 40. I Mälarpassagen är Q_{bas} -värdena generellt lägre och i zonerna är $Q_{bas} < 1$. Tunnelns sträckning har justeras västerut för att undkomma det område där svaghetszonerna möts och istället korsas enskilda svaghetszoner var för sig. Att korsa svaghetszonerna var för sig under flera kortare sträckor är att föredra då det ger större möjligheter att kontrollera tunneldrivning och temporär samt permanent förstärkning. Justeringen av tunneln västerut och en sänkning till en lägre nivå med en ökad bergtäckning medför att tunneln blivit ca 60 m längre än tidigare.

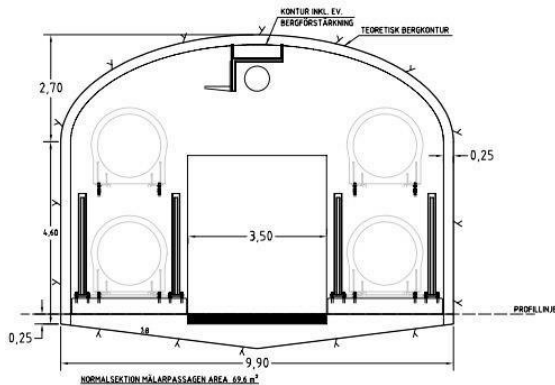
1.5 Mälarpassagen

1.5.1 Tunnelfunktion

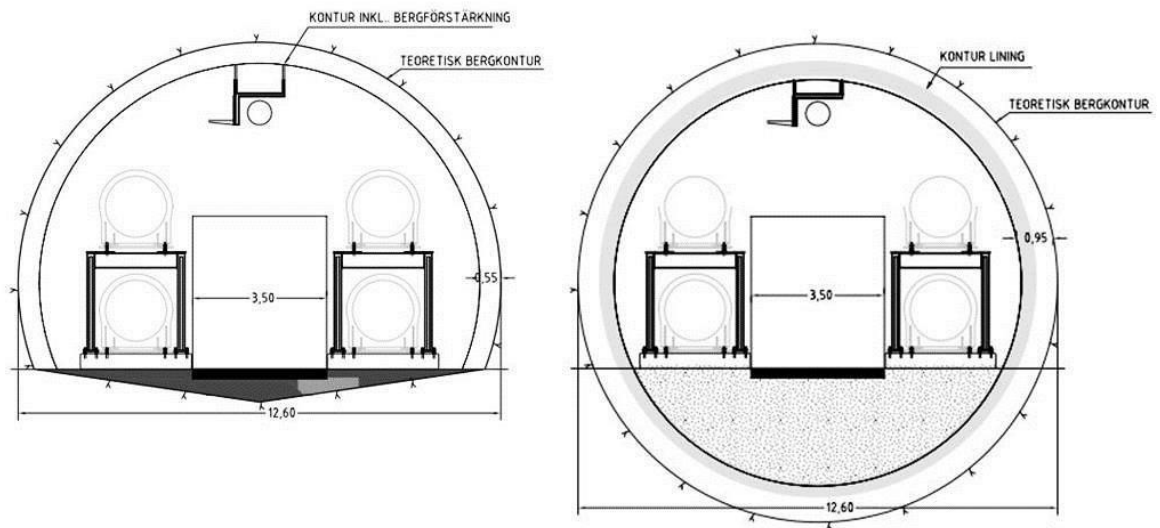
De stora bergdjupen under Mälaren innebär att tunneln får en lågpunkt. I denna lågpunkt bildas sediment och med tiden ett minskat tvärsnitt. Av denna anledning utformas tunneln här i stället som en "torr" tunnel med plats för fyra ledningar med en dimension upp till 1 600 mm. Inledningsvis föreslås att två 1 400 mm ledningar och en 1 200 mm ledning installeras. Med hänsyn till montering, underhåll och framtida utbyte av ledningar kommer tunnelsektionen att få ett utseende enligt figur 4.

För de centrala delarna av Mälarpassagen kommer tunnelsektionen att anpassas till ett cirkulärt tvärsnitt för att förenkla installationen av tyngre bergförstärkning och enklare kunna strossa ut tunnelbotten och installera en cirkulär

betonginklädnad, se figur 5. Bedömningen är att passagen genom zonerna kommer att utföras med betonginklädnad.



Figur 4 Principskiss för Mälarpassagen med inlagda rör. Tvärsnittsarean är ca 70 m².



Figur 5 Principskiss för Mälarpassagen i de centrala delarna med en tvärsnittsarea på ca 100 m². I de fall betonginklädnad blir aktuellt blir tvärsnittet cirkulärt med en tvärsnittsarea på ca 125 m².

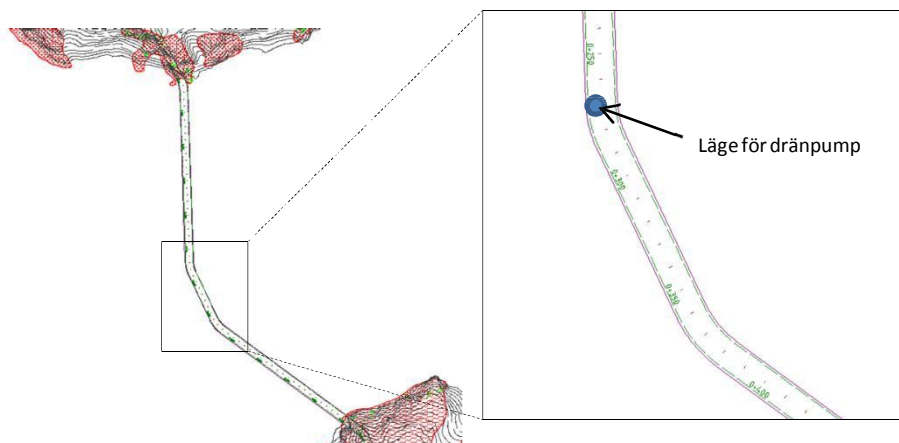
1.5.2 Betonginklädnad

I tidigare förslag fanns endast en schematisk figur framtagen för betonginklädnad. Det är först efter höstens fältresultat och projektering som inklädnaden fått en utformning som nu ska dimensioneras. Intentionen är att inklädnaden ska kunna utföras med platsgjuten oarmerad betong ca 400 mm tjock som tillsammans med en bergförstärkning ska klara tryck och laster från omgivande berg och vatten. Betonginklädnaden utförs med ett vattentätt membran för att på de känsliga sträckorna kring zonerna minimera vattnets påverkan på omgivande berg.

1.5.3 Mälarpassagens spolmagasin

För att bland annat kunna spola ledningarna och förhindra sedimentering i lågpunkten i Mälarpassagen anläggs ett spolvattenmagasin. Vattnet till

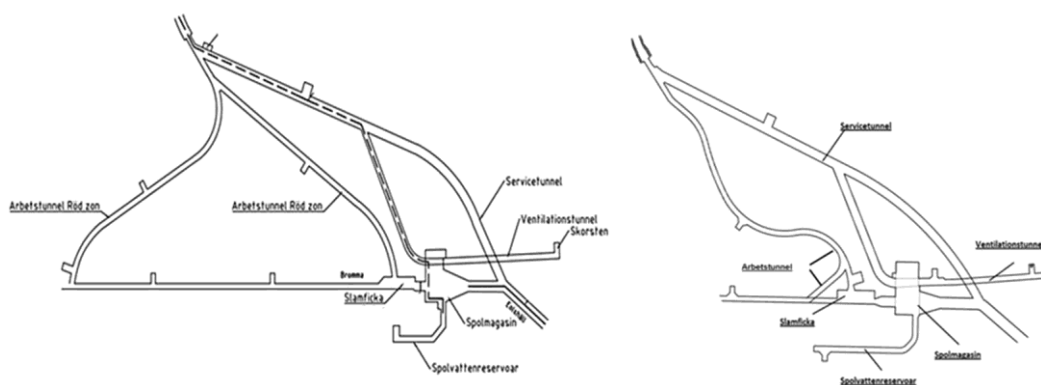
spolmagasinet tillförs från ledningsnätet. Tillskott sker även från den pumpstation för dränvatten som finns i Mälarpassagens lågpunkt, se figur 6. Pumpstationen förses med två pumpar, vardera med en kapacitet som klarar det dubbla inläckaget. Vattnet pumpas till spolmagasinet i Smedslätten för användning vid spolning av ledningar.



Figur 6 Mälarpassagens lågpunkt med dränpumpstation.

1.5.4 Spolmagasinet

Spolmagasinet i Smedslätten har under detaljprojekteringen förändrats något. En tidigare arbetstunnel har visat sig vara onödig. Spolvattenreservoaren har blivit lite längre på grund av att Mälarpassagen blivit något längre jämfört med tidigare förslag, se figur 7.



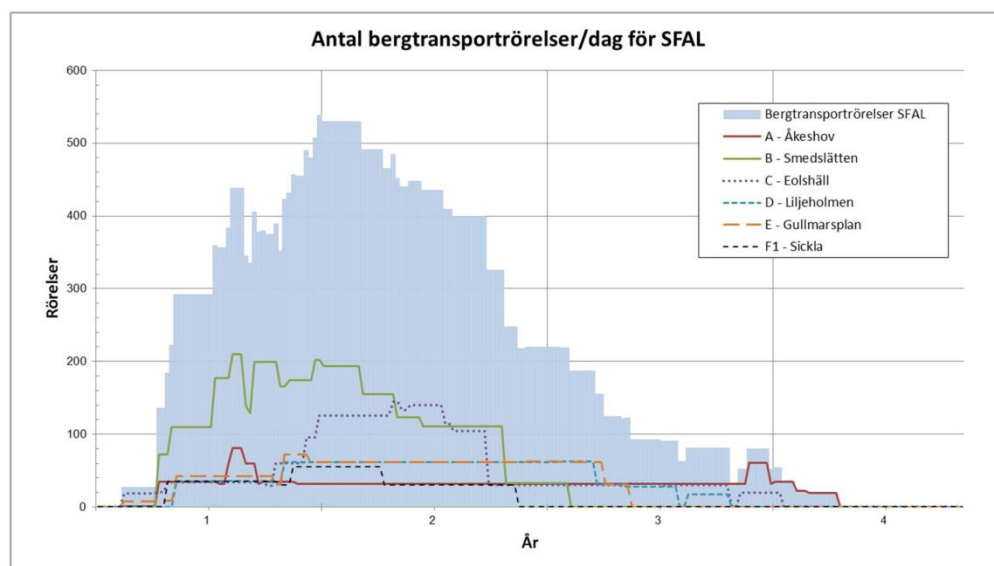
Figur 7 Principskiss på spolvattenmagasinet vid Smedslätten. Till vänster tidigare utförande och till höger gällande utformning.

2. Transporter av bergmassor från avloppstunneln

Genom ovanstående förändringar har Mälarpassagen blivit större vilket medför att det blir fler bergtransporter. Samtidigt har en arbetstunnel vid Smedslätten utgått vilket minskar bergvolymen något. Slutligen har entreprenadgränsen ändrats något vilket i sin tur ger en något ändrad fördelning mellan påslagen. I tabell 1 samt figur 8 nedan redovisas beräknade bergmängder och uppskattning av antal bergtransportrörelser under entreprenadtiden. Transporterna kan komma att ändras över tiden beroende på hur entreprenören väljer att driva tunneln.

Påslag	Antal ton berg	Antal rörelser	Medel/dag	Tunneldrivning
A - Åkeshov	184 000 ton	27 000 st	33 st	3,4 år
B - Smedslätte	416 000 ton	61 100 st	128 st	2,0 år
C - Eolshäll	292 000 ton	42 900 st	56 st	3,2 år
D - Liljeholmen	208 000 ton	30 600 st	47 st	2,7 år
E - Gullmarspl	202 000 ton	29 700 st	51 st	2,4 år
F1 - Sickla	106 000 ton	15 600 st	38 st	1,7 år
TOTALT SFA	1 408 000 ton	206 900 st	249 st	3,4 år

Tabell 1 Antal bergtransporter efter förändringar februari 2016



Figur 8 Antal bergtransportrörelser per dag för SFAL

2.1 **Ändrade miljökonsekvenser**

Till följd av justerade mängder som redovisats ovan ändras även antalet transporter och den påverkan som dessa medför. Nedan redovisas de ändrade bedömningarna.

I MKB för tillståndsansökan angavs att alla etableringsytor utom Smedslätten och Eolshäll ligger nära eller invid vägar som i dag har en stor andel tung trafik. Transporter av bergmassor kommer generellt sett att medföra ett litet tillskott av tunga transporter på angränsande vägar. Fältförsök inkluderande mätningar visar att den ekvivalenta ljudnivån, det vill säga medelnivån under ett dygn, inte kommer att påverkas av tillkommande lastbilar vid någon av de föreslagna transportvägarna.

Vidare angavs att antalet händelser med maximala ljudnivåer kommer att bli fler, det vill säga de tillfälliga störningar som uppkommer av en lastbilspassage kommer att öka. Fältförsök och beräkningar är gjorda för 15 tons lastbilar, vilket storleksmässigt motsvarar en vanlig sopbil eller buss. De transporter som bedöms upplevas som mest störande är de som förekommer under perioden kl. 18-22.

2.1.1 **Tunnelpåslag Åkeshov (A)**

Vid Åkeshov beräknas drygt ca 184 000 ton bergmassor tas ut under tunneldrivningsskedet på cirka 41 månader. Antalet fordonsrörelser bedöms variera mellan 30 – 80 per dygn och uppgå i medeltal till knappt 33 fordonsrörelser per dygn.

Jämfört med tidigare uppskattningar har den totala mängden berg som ska tas ut genom påslaget ökat från 139 000 ton till 184 000 ton. Vidare har tiden då bergtransporter sker ökat med ca 1 år. Antal fordonsrörelser per dygn har i medeltal minskat något.

Ändringen medför således att påverkan kommer att ske under längre tid (ca 1 år till) samtidigt som belastningen på vägarna kommer att vara lägre per dygn. Byggtrafik bedöms ge upphov till ett momentant ljud, som blir hörbart jämfört med nuvarande bakgrunds nivåer. Den negativa konsekvensen bedöms likt tidigare som tillfällig och liten.

2.1.2 **Tunnelpåslag Smedslätten (B)**

Totalt beräknas drygt 416 000 ton bergmassor tas ut under cirka 23 månader. Antalet fordonsrörelser kommer att variera mellan 30 – 210 fordonsrörelser per dygn och uppgå i medeltal till 128 fordonsrörelser per dygn.

Jämfört med tidigare uppskattningar har den totala mängden berg som ska tas ut genom påslaget minskat från 441 000 ton till 416 000 ton. Vidare har tiden då bergtransporter sker minskat något. Antal fordonsrörelser per dygn har i medeltal ökat något (från 120 till 128 fordonsrörelser per dygn).

Ändringen medför således att påverkan kommer att ske under något kortare tid samtidigt som belastningen på vägarna kommer att vara något högre. Ändringen i belastningen är dock liten. I relation till trafikmängderna på Alviksvägen innebär tillskottet av transportrörelser i medeltal i anslutning till tunnelpåslaget en ökning av trafikmängderna med 5 %. Den tunga trafikens andel ökar från 5 % till i medeltal ca 9 %. Relationen har inte förändrats jämfört med tidigare uppskattning då ansökan lämnades in.

Byggtrafik bedöms ge upphov till ett momentant ljud, som blir hörbart jämfört med nuvarande bakgrunds nivåer. Den negativa konsekvensen bedöms likt tidigare som tillfällig och måttlig.

2.1.3 **Tunnelpåslag Eolshäll (C)**

Totalt beräknas drygt 292 000 ton bergmassor tas ut under cirka 38 månader. Antalet fordonsrörelser kommer att variera mellan 30 – 145 fordonsrörelser per dygn och uppgå i medeltal till 56 fordonsrörelser per dygn.

Jämfört med tidigare uppskattningar har den totala mängden berg som ska tas ut genom påslaget ökat från 265 000 ton till 292 000 ton. Vidare har tiden då bergtransporter sker ökat med ett år och antal fordonsrörelser per dygn har därmed i medeltal minskat från 70 till 56 fordonsrörelser per dygn.

Ändringen medför således att påverkan kommer att ske under längre tid (ca 1 år till) samtidigt som belastningen på vägarna kommer att vara lägre. Byggtrafik bedöms ge upphov till ett momentant ljud, som blir hörbart jämfört med nuvarande bakgrunds nivåer. Den negativa konsekvensen bedöms likt tidigare som tillfällig och måttlig.

2.1.4 **Tunnelpåslag Liljeholmen (D)**

Totalt beräknas drygt 208 000 ton bergmassor tas ut under cirka 32 månader. Antalet fordonsrörelser kommer att variera mellan 35 – 63 fordonsrörelser per dygn och uppgå i medeltal till omkring 47 fordonsrörelser per dygn.

Jämfört med tidigare uppskattningar har den totala mängden berg som ska tas ut genom påslaget i princip oförändrat. Tiden då bergtransporter sker har ökat något och antal fordonsrörelser per dygn har i medeltal minskat från 60 till 47 fordonsrörelser per dygn. Ändringen är relativt liten och den negativa konsekvensen bedöms likt tidigare som tillfällig och måttlig.

2.1.5 **Tunnelpåslag Gullmarsplan (E)**

Totalt beräknas drygt 202 000 ton bergmassor tas ut under cirka 29 månader. Antalet fordonsrörelser kommer att variera mellan 10–70 fordonsrörelser per dygn och uppgå i medeltal till omkring 51 fordonsrörelser per dygn.

Jämfört med tidigare uppskattningar har den totala mängden berg som ska tas ut genom påslaget ökat något från 183 000 ton till 202 000 ton. Samtidigt har drivningstiden ökat något, vilket innebär att antalet fordonsrörelser per dygn i medeltal blir ungefär detsamma. I relation till trafikmängderna på

Hammarbybacken är tillskottet av fordonsrörelser litet. Den negativa konsekvensen bedöms likt tidigare som tillfällig och liten.

2.1.6 **Tunnelpåslag Sickla (F) bergmassor från avloppstunnel**

Totalt beräknas drygt 106 000 ton bergmassor tas ut under cirka 20 månader. Antalet fordonsrörelser kommer att variera mellan 30-55 fordonsrörelser per dygn och uppgå i medeltal till omkring 38 fordonsrörelser per dygn.

Jämfört med tidigare uppskattningar har den totala mängden berg som ska tas ut genom påslaget ökat något från 93 000 ton till 106 000 ton. Medeltalet för transporter är ungefär detsamma som tidigare.

I relation till trafikmängderna på väg 75 är tillskottet av transporter litet. Det ligger inga bostäder i anslutning till påslaget som bedöms påverkas av buller från bergtransporterna. Den negativa konsekvensen bedöms därför likt tidigare som försumbar.

3. Transporter av betong för tunneln

Transporter av betong för tunnelbotten, bergförstärkning med sprutbetong, betong för betonginklädnad samt konstruktionsbetong i spolmagasinet redovisas i tabell 2 nedan. Merparten av betongtransporterna kommer att ske under 6-12 månader efter det att bergtransporterna upphör. Det är endast bergförstärkningen som kommer att utföras samtidigt som bergtransporterna. Transporter för bergförstärkning uppskattas till upp till fyra transportrörelser /dag, omfattningen av övriga betongtransporter efter bergarbetena klargörs i samband med detaljprojekteringen men bedöms till att det efter att bergtunneln tagits ut handlar om ca 15 betongtransporter ToR per påslag under ungefär 6 månader.

Påslag	Betongvolym	Endast bergförstärkning	Totalt antal betongbilar*
Åkeshov	5 606 m ³	480 st	1 766 st
Smedslätten	9 664 m ³	1 476 st	3 340 st
Eolshäll	10 341 m ³	1 754 st	3 480 st
Liljeholmen	7 723 m ³	116 st	2 244 st
Gullmarsplan	7 868 m ³	450 st	2 386 st
Påslag A-E	41 204 m³	4 277 st	13 216 st
*) Avser transportrörelser (ToR)			

Tabell 2 *Transporter av betong till tunneln.*