

Filnamn: OLP3-50GT-007-31-0_0-0011

Projektnamn

Skapat av (Leverantör)

Godkänt datum

Rev Datum

Ostlänken

Daniel Elala

2022-02-24

Ärendenummer

Granskat av (Leverantör)

Sidor

Version

TRV 2021/12130

Frida Thelander

1(13)

–



TRAFIKVERKET

OSTLÄNKEN

OLP3 NYKÖPING

SILLEKROG – SJÖSA

Bandel 506

PM Yt- och grundvatten vattenverksamhet

Bilaga 2 – PM Beräkningar påverkansområde

MP31

MILJÖPRÖVNING

Rev	Avser	Rev Datum	Godkänt av (Leverantör)

Innehåll

Inledning	3
Förutsättningar	4
Genomförande och metodbeskrivning	5
Beräkningsmetoder	6
Initial analytisk beräkning.....	6
Numerisk beräkningsmetod	6
Valda parametrar	8
Grundvattennivåer	8
Hydraulisk konduktivitet.....	8
Grundvattenbildning.....	9
Diskussion	10
Beräkningsresultat	11
Referenser.....	13

Inledning

Ostlänken, delsträcka Sillekrog—Sjösa anläggs delvis under befintlig grundvattenyta. Delar av anläggningen med dränerande strukturer orsakar därför en grundvattenpåverkan, vilket bedöms förekomma både i byggskedet och i ett framtida driftskede. Tillfällig grundvattenpåverkan i byggskedet kan uppkomma vid anläggande av vissa brostöd, vägportar, och vid utskiftning. Anläggningsarbeten inom projektet som förändrar naturliga grundvattennivåer utgör en vattenverksamhet.

Inom projektet har ett påverkansområde tagits fram för att avgränsa det område där en negativ påverkan på grundvattenkänsliga objekt kan förekomma. Påverkansområdet redovisas uppdelat på påverkan förekommande enbart under byggskede eller även under driftskede, med andra ord om den är tillfällig eller permanent.

Påverkansområde definieras som det område där grundvattennivån sänks av med mer än 0,3 meter i jord respektive 1 meter i berg, jämfört med befintliga grundvattennivåer. Karterat påverkansområde redovisas i Bilaga 1 tillhörande PM Yt- och Grundvatten. Beräkningsresultaten i tabellformat finns i kapitel Beräkningsresultat.

Aktuellt koordinatsystem för delsträckan är SWREF99 1630 och höjdsystem RH 2000.

Förutsättningar

Följande underlag har använts för att besluta vilka förutsättningar och antaganden som ska användas vid framtagandet av påverkansområdet:

- Grundvattennivådata från befintliga grundvattenrör
- Markmodell
- Jordartskarta
- Geotekniskt underlag
- Hydrauliska parametrar från litteratur och från utförda fältundersökningar
- Järnvägsanläggningens utformning samt dess läge i plan och höjd, inklusive övriga anläggningar såsom teknikgårdar och servicevägar, så som det angetts i systemhandlingsleveransen 2022-04-29.

En stor del av underlaget har hämtats från den samordningsmodell som framtagits inom projektet.

Genomförande och metodbeskrivning

Framtagandet av påverkansområdet har gjorts i flera steg. Initialt har ett större utredningsområde tagits fram, vilket kan betraktas som ett första utkast av påverkansområde. Framtagande av utredningsområde och påverkansområde sker på samma sätt fram till steg 3 nedan. Vidare har påverkansområdet uppdaterats efter behov med hjälp av mer platsspecifik data och förfinade beräkningsmetoder. Följande steg beskriver arbetsgången i detalj:

- 1) De vattenverksamheter som bedömts som aktuella för delsträckan har listats tillsammans med dräneringsdjup, magasinystyp, jordart samt antagen hydraulisk konduktivitet och grundvattenbildning. Vald parameter för hydraulisk konduktivitet har initialt inte varit platsspecifik och valdes initialt därför konservativt, det vill säga ett högt värde. Antaganden som gjort presenteras under stycket *Antaganden* nedan. Därefter har influensradier beräknats med en enkel analytisk beräkningsmetod enligt Axelsson et al. 1994. Radier för berg och för jord har beräknats och i de fall där en vattenverksamhet utgörs av både avsänkning i berg och jord har beräkningen med störst radie använt för vidare bedömning av påverkansområdet.
- 2) Då den analytiska beräkningsmetoden (Axelsson et al. 1994) bedöms var grovt förenklad har stora säkerhetsmarginaler tillämpats. Förenklningarna består i att Axelsson et al. 1994 antar att dräneringsdjup och akvifärsmäktighet är samma samt att geologin representeras som ett homogent och horisontellt medium. Vidare utgör Axelsson et al. 1994 en endimensionell beräkningsmetod i en tredimensionell verklighet. Generellt har 50 meter lagts till beräknad radie och för skärningar ytterligare 20 meter, då beräkningarna för skärningar bedöms ha en större osäkerhet till följd av att Axelsson et al. 1994 som konceptuell modell passar skärningarna sämre. Med pålagda marginaler och konservativt antagna beräkningsparametrar för influensradien har bedömningen gjorts att nu framtagna radier inrymmer det slutgiltiga påverkansområdet enligt angiven definition i inledningen. Detta förutsatt att anläggningens utformning inte förändras radikalt.
- 3) Därefter görs en rimlighetsbedömning utifrån hydrogeologisk konceptuell förståelse och topografi för området, vilket ledde till att hydrauliska gränser begränsar påverkansområdet ytterligare. Bergpartier som tydligt reser sig över förväntad högsta grundvattennivå utgör hydrauliska gränser. I vissa fall går det att avgöra var det finns högre bergpartier genom att se var berget går i dagen. I andra fall görs det en tolkning av var det med största sannolikhet finns höga bergpartier. Vidare görs en sammanslagning av enskilda vattenverksamheters "påverkanscirklar" till ett övergripande påverkansområde som karteras i GIS.
- 4) En bedömning av behov av uppdaterade mer komplexa beräkningar har därefter gjorts. Syftet var att ytterligare avgränsa det initiala påverkansområdet om det där finns grundvattenkänsliga objekt som bedöms ha stort värde. Vid detta steg har nya fältundersökningsresultat (som ger platsspecifika hydrauliska parametrar) och förändringar på anläggningsutformning tagits i beaktande.

Inom aktuell delsträcka förekommer naturliga geologiska barriärer, främst i form av berg i dagen frekvent, vilket bidrar till att nya beräkningar i vissa fall bedöms inte kunna förändra redan satt avgränsning av påverkansområdet. I de fallen utförs ingen ny beräkning.
- 5) För de vattenverksamheter där bedömning gjorts att nya beräkningar med högre precision i resultatet krävs har numeriska beräkningar genom en så kallad boxmodell i Modflow använts. Inom delsträckan förekommer enbart ett mindre antal platser med grundvattenkänsliga objekt som bedöms ha stort värde, därför har flera sträckor kunnat bibehålla det initiala påverkansområdet.
- 6) De nya beräkningarna i Modflow med mer platsspecifika parametrar resulterade generellt i mindre påverkansradier och för dessa har inte den extra pålagda säkerhetsmarginalen bedömts behövas. Därefter genomfördes steg 3 igen för att uppdatera det övergripande påverkansområdet i GIS. En skillnad på områden med påverkan i enbart i byggskede eller om påverkan i driftskede även förekom visades nu också i framtagen karta.
- 7) En riskbedömning genomfördes därefter för att se över så att inga grundvattenkänsliga objekt exkluderats på grund av små förändringar i parameterintervall och om någon ytterligare marginal på påverkansområdets vore lämplig eller om något grundvattenkänsligt objekt behöver utredas ytterligare för att säkerställa dess betydelse eller känslighet.

Beräkningsmetoder

Initial analytisk beräkning

Den beräkningsformel som använts för avsänkning kring öppna schakter, vilket är det som är aktuellt inom delsträckan, är analytisk formel enligt nedan (Axelsson et al, 1994).

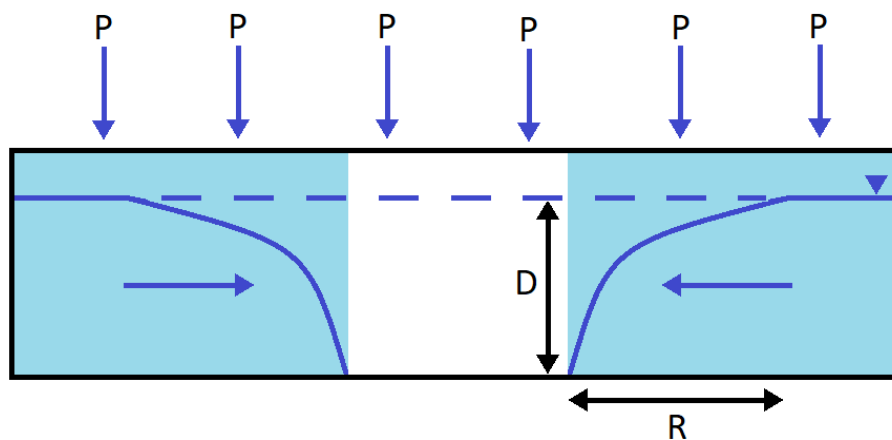
$$R = D \sqrt{\frac{K}{P}} \quad (1)$$

R = Influensavstånd från schakt (m)

D = Schaktdjup i jord resp berg (m)

K = Konduktivitet i jord resp berg (m/s)

P = Grundvattenbildning i jord resp berg (m/s)



Figur 1. Konceptualisering av den analytiska formeln som använts. Figuren visar en schakt i jord eller berg där grundvattenytan sänkts. De blå pilarna representerar vattenflöden.

Beräkningsformeln som används är endimensionell, det kan ses som att inströmningen sker vid alla väggar på schakten men inte i botten, se figur 1. Influensavståndet som beräknas med den analytiska formeln är avståndet mellan schakten eller skärningen och den position där det inte förväntas ske någon avsänkning. Beräkningsformeln fungerar endast för en konduktivitet i taget antingen för berg eller för jord. Det har lösts genom att på de platser där avsänkning i både jord och berg förekommer har beräkningar för båda dessa utförts. Sedan har det längsta avståndet från schakt av dessa valts. Läs mer om den analytiska beräkningsmetodens begränsningar och hur konservativa antaganden används i diskussionsdelen.

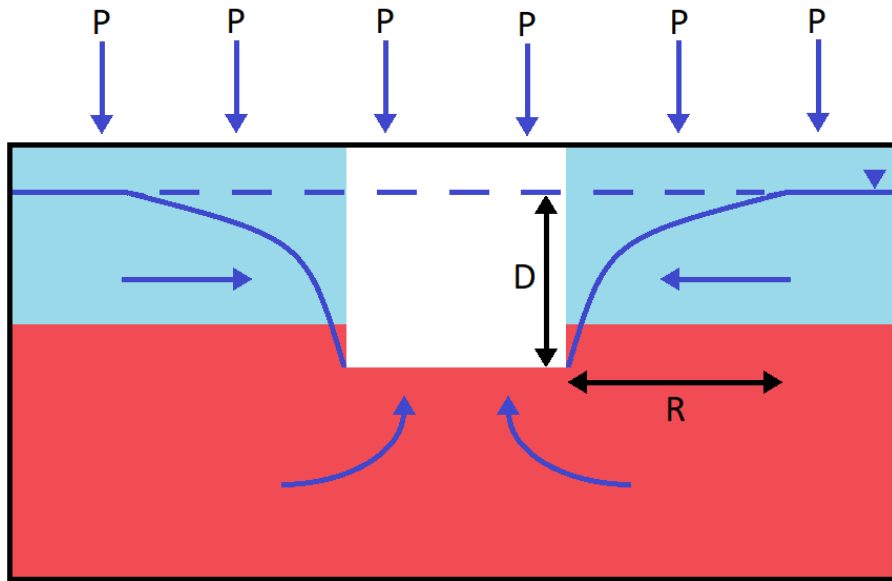
Numerisk beräkningsmetod

För de vattenverksamheter där ett behov har identifierats av att ytterligare avgränsa det initiala, konservativa, påverkansområdet har numeriska beräkningar av grundvattenavsänkningen utförts.

Utgångspunkten är att noggrannheten i avgränsningen behöver vara varierande beroende på förekomst av värden som kan påverkas av en grundvattensänkning. Där det inte finns några grundvattenkänsliga värden eller där bedömning gjorts att inga skyddsåtgärder kommer vidtas kan den initiala avgränsningen vara acceptabel. Detta eftersom ett överskattat påverkansområde inte har någon reell betydelse i de fallen.

En förenklad grundvattenmodellering har gjorts för att göra en översiktlig beräkning av avsänkningen av grundvattnets trycknivåer kring ett antal skärningar och schakter där mer detaljerade beräkningar bedömts behövas. För att förenkla modelleringen har samtliga skärningar och schakter representerats som öppna schakter utan spont med ett undantag där en tätspont är projekterad (G40-004). Modellen är uppbyggd som en boxmodell vilket innebär att modellerna har en konstant jordlageruppbyggnad (lagertjocklek) baserat på observationer från aktuell plats. Modellernas utbredning är på 4X4 kilometer, vilket bedöms som väl tilltaget.

Till skillnad mot den analytiska formeln så är det möjligt att i en boxmodell använda flera olika hydrauliska konduktiviteter samtidigt. I boxmodellen är det också möjligt för grundvatten att flöda in i schakten eller skärningen via botten, se figur 2.



Figur 1. Konceptualisering av boxmodellen som använts. Figuren visar en schakt i jord och berg där grundvattenytan sänkts. De blå pilarna representerar vattenflöden. Den blåa respektive röda bakgrunden representerar olika hydrauliska konduktiviteter.

Influensområdet som beräknas med boxmodellen är avståndet mellan schakten eller skärningen och den plats där avsänkningen är 0,3 meter i jord alternativt 1 meter i berg.

I stället för litteraturvärden för hydraulisk konduktivitet har ett medianvärde från utförda slugtest använts som ett mer platsspecifikt parametervärde för morän. För tätspont samt lera har ett konservativt värde på den hydrauliska konduktiviteten använts. Den hydrauliska konduktivitet för berget är uppdelat i ytligt (översta 3 meter) och djupt berg. Då det inte gjorts några hydrauliska undersökningar av berget inom delområdet har konservativa värden använts enligt Tabell 2.

För det område i modellen som utgör skärning eller schakt ansattes en dräneringsnivå som en fast trycknivå i aktuellt läge (Specified Head (CHD)).

Valda parametrar

Tre parametrar som använts vid beräkning förklaras i föreliggande kapitel. Dessa är grundvattennivåer, hydraulisk konduktivitet och grundvattenbildning.

Grundvattennivåer

Alla skärningar går genom höjder i landskapet. Det är generellt svårt att sätta grundvattenrör med god kontakt med omgivningen på bergiga höjder, därmed finns det inga rör i direkt anslutning till skärningarna. För att göra en konservativ uppskattning av grundvattennivån vid skärningarna har den uppmätta medelnivån hos det (eller de) närmaste grundvattenröret/-en använts, i meter under markytan. Detta innebär att grundvattenytan antas följa topografin upp på höjden, vilket troligtvis ger en överskattad uppskattning eftersom grundvattennivån generellt ligger längre under markytan på höjder jämfört med omkringliggande mark.

Avsänkning avser den nivåförändring i grundvattenyta som uppstår till följd av verksamheten. I dessa beräkningar definieras avsänkningen som skillnaden mellan antagen grundvattennivå och dräneringsnivå. Om grundvattennivån ligger lägre än dräneringsnivån sker ingen avsänkning. Dräneringsdjupen för respektive vattenverksamhet har stämts av mot samordningsmodellen efter att den framtagits.

På de platser där närbeläget grundvattenrör saknas har grundvattenytan antagits enligt Tabell 1 nedan.

Tabell 1. Antaganden om grundvattennivåer när mätningar saknas.

Jordart	Meter under markytan
Lera	1
Friktionsjord	2
Berg	3
Torv/Mosse	0

Hydraulisk konduktivitet

Inför de analytiska beräkningarna av initialt påverkansområde antogs följande litteraturvärden baserat på publikationen Jords egenskaper från SGI (2008).

Tabell 2. Antaganden om hydraulisk konduktivitet när mätningar saknas.

Hydraulisk konduktivitet	m/s
Morän	1E-5
Torvmaterial	1E-5
Isälvsmaterial	1E-3
Ytligt berg	1E-6
Djup berg	1E-7

Hydraulisk konduktivitet i jord baserades inför framtagande av slutgiltigt påverkansområde på utförda slugteter i grundvattenrör. Antagandet var att röret som slugtestet har utförts i sitter i samma material/formation som skärningen sker genom. När det gäller jordskärningar går de i princip endast genom morän. Moränen antas då vara bildad på liknande sätt överallt över delsträckan och således ha liknande egenskaper i alla skärningar. De grundvattenrör som valdes ut för dessa beräkningar har filter i moränen. Utvärdering av hydraulisk konduktivitet från slugtesterna utfördes i Aqtesolv enligt utvärderingsmetod "Cooper et al." och i vissa fall "Hvorslev" och/eller "Bouwer-Rice".

Därefter beräknades medianvärde för hydraulisk konduktivitet från valda slugteter för nya beräkningar i Modflow. Det platsspecifika medianvärdet beräknades till $5E-6$ m/s. För att vara säker på att extra låga värden från slugtesten inte får en för stor påverkan så har låga värden som kan ses som outliers exkluderats, vilket gör resultatet mer konservativt. Bergets hydrauliska förmåga har delats upp i två typer, ytligt berg som motsvarar de tre översta metrarna och djupt berg som motsvarar berget under 3 meters djup från bergöverytan. Påverkan från både ytligt och djupt berg adderas vilket ger ett sammantaget påverkansområde för berg vilket är det som presenteras. För påverkansberäkningar i berg bibehölls de initiala konservativa hydrauliska konduktiviteterna från framtagande av utredningsområdet då inga hydrauliska tester har utförts i berg.

På ett fåtal platser användes lera i beräkningar i Modflow. Där sattes det ett mycket konservativt värde på den hydrauliska konduktiviteten till $1E-6$.

Grundvattenbildning

Grundvattenbildningen ansattes baserat på Rodhe et al (2006) och erfarenheter från andra större projekt, t.ex. Förbifart Stockholm, och redovisas i Tabell 3 nedan.

Tabell 3. Antaganden om grundvattenbildning.

Grundvattenbildning	mm/år
Jord övre magasin	220
Jord undre magasin	50
Lera	50
Berg	50

Grundvattenbildningen i "lera" och "jord undre magasin" har satts till 50 mm/år. Detta eftersom de geohydrologiska förutsättningarna som finns inom delsträcka 31 i förhållande till vattenverksamheternas lägen bedöms ha karaktären av höglänta avgränsade lerområden. Det innebär att lerområdena är flikiga och med omväxlande mäktighet. Med andra ord är det inte långt till lerområdenas kanter där grundvattenbildning sker.

Bedömningen av hur olika grundvattenbildningar används har fungerat på samma sätt både i den analytiska formeln och vid beräkning i Modflow. Grundvattenbildningen för "jord övre magasin" har använts när den översta jordarten vid en schakt eller skärning är morän. Medan om jordarten har varit lera, morän med ett lerlager på eller berg har 50 mm/år använts.

Diskussion

Grundpremisen för vald metodik är att enbart utföra detaljerade beräkningar där det behövs. Den analytiska beräkningsmetoden med Axelsson et al (1994) är grov på flera sätt. Det går bland annat inte att räkna med mer än en hydraulisk konduktivitet i taget. Det gör att påverkansområdet kan bli något större när en högre och mer konservativ hydraulisk konduktivitet används. Beräkningsmetoden med Axelsson et al (1994) är endimensionell vilket gör att metoden inte tar hänsyn till om det sker något inflöde i botten på schakten. Metoden tar heller inte hänsyn till schaktens storlek. Det gör att påverkansområdet kan underskattas men metoden bedöms ändå tillämplig tillsammans med använda säkerhetsmarginaler och konservativa parameterintervall. Vidare erhålls avståndet för där ingen grundvattenpåverkan sker vilket innebär att det i förhållande till det praktiskt påverkansområde (0,3 meter jord, 1 meter i berg) är överskattat. Således bedöms påverkansområdet inte vara underskattat.

Det finns vissa osäkerheter kopplat till jordlagerföljd och bergnivå i de områden där det inte finns några sonderingar. För att inte underskatta påverkansområdet har höga konduktiviteter använts för både jord och berg. Det kan vara svårt att avgöra vad grundvattenbildningen är på en specifik plats. I jord varierar grundvattenbildningen mycket beroende på om det är lera eller någon mer genomsläpplig jord vid markytan. Grundvattenbildningen i jord är förhållandevis hög i till jord i övre magasin men betydligt lägre till jord i undre magasin, lera och berg. Oftast har berg väldigt låg grundvattenbildning, kanske lägre än den som är används i beräkningarna. Men om berget dräneras ökar grundvattenbildningen och därför anses antagandet om 50 mm/år ändå vara rimligt.

Antagandet om att höga berglägen utgör hydraulisk barriär baseras på att SGU inte har karterat några större sprickzoner i berg längs delsträckan.

Ett överskattat påverkansområde kan dock skapa extra arbete då objekt som eventuellt inte påverkas ändå inkluderas. Bedömningen är att för delsträcka 31 så finns det relativt få motstående objekt och de objekt som kan betraktas ha större betydelse kommer inte kunna exkluderas genom att mer komplexa beräkningar (läs minskat behov av konservativitet) utförs. Därför är beskriven metod tillämpligt även med hänsyn till effekterna som ett överskattat påverkansområde medför. En vidare konsekvens av att ha ett överskattat påverkansområde är att beräknad effekt vid ett motstående objekt kan vara överskattad. Därför blir det viktigt att följa upp den faktiska påverkan i byggskedet och driftskedet.

Beräkningsresultat

Beräkningsresultat i tabellformat Järnvägsanläggningar

Delområde	Löpnummer	Längdmätning från	Längdmätning till	Typ	Drändjup i jord byggskede (under gvy) [m]	Drändjup i berg byggskede (under gvy) [m]	Beräkningsmetod A: numeriska beräkningar, boxmodell B: Analytiska beräkningar bibehålls	Antagen hydraulisk konduktivitet i jord (under gvy) [m/s]	Antagen grundvattenbildning till jord [mm/år]	Påverkansområde i jord [m]	Antagen hydraulisk konduktivitet i berg (under gvy) [m/s]	Antagen grundvattenbildning till berg [mm/år]	Påverkansområde i berg [m]	Radie inklusive säkerhetsmarginal [m]		
Sillekrog-Skogsbo	G28-001	28+250	28+625	Urskiftning torv	1		B	1E-5 torv	220	97				97		
Sillekrog-Skogsbo	G29-001	29+150	29+175	Bankdränering	0.5	1.3	B	1E-5 Morän	220	19		1E-06 Ytligt berg	50	33	111	
Sillekrog-Skogsbo	G29-003	29+275	29+310	Bankdränering	0.8	1	B	1E-5 Morän	220	30		1E-06 Ytligt berg	50	25	108	
Sillekrog-Skogsbo	G29-004	29+510	29+585	Bankdränering	0.5	0.1	B	1E-5 Morän	220	19		1E-06 Ytligt berg	50	1	97	
Sillekrog-Skogsbo	G29-005	29+585	29+640	Skärning		1.3	B					1E-07 Djupt berg	50	10	88	
Sillekrog-Skogsbo	G29-006	29+640	29+660	Bankdränering	2.2		B	1E-5 Morän	220	82					160	
Sillekrog-Skogsbo	G29-007	29+705	29+770	Bankdränering	2.1		B	1E-5 Morän	220	79					157	
Sillekrog-Skogsbo	G29-008	29+770	30+665	Skärning	7.01	15.6	B	1E-5 Morän	50	557		1E-06 Ytligt och 1E-07	50	175	635	
Skogsbo-Laggartorp	G30-001	30+665	30+710	Bankdränering	0.3		B	1E-5 Morän	50	24					102	
Skogsbo-Laggartorp	G31-001	31+125	31+475	Skärning	2.7		B	1E-5 Morän	220	102					180	
Skogsbo-Laggartorp	G32-001	32+190	32+460	Skärning	2.4	14.4	B	1E-5 Morän	50	189		1E-06 Ytligt och 1E-07	50	166	267	
Skogsbo-Laggartorp	G32-002	32+460	32+490	Bankdränering	0.7		B	1E-5 Morän	50	53					131	
Skogsbo-Laggartorp	G32-003	32+590	32+605	Bankdränering	1.2		B	1E-5 Morän	50	95					173	
Skogsbo-Laggartorp	G32-005	32+926	32+936	Vägport	7.7		B	1E-5 Morän	50	612					670	
Laggartorp-Lilla Långbro	G33-001	33+130	33+140	Bankdränering	0.3		B	1E-5 Morän	50	24					102	
Laggartorp-Lilla Långbro	G33-002	33+140	33+210	Skärning		2.7	B						1E-07 Djupt berg	50	21	99
Laggartorp-Lilla Långbro	G33-005	33+430	33+590	Dike	1.8		A	5E-6 Morän	50	68					118	
Laggartorp-Lilla Långbro	G33-004	33+740	34+225	Skärning	3.0	15.7	B	1E-5 Morän	50	234		1E-07 Djupt berg	50	124	312	
Laggartorp-Lilla Långbro	G34-001	34+225	34+325	Bankdränering	3.2		B	1E-5 Morän	50	252					330	
Laggartorp-Lilla Långbro	G34-002	34+325	34+785	Skärning	0.7	20.3	B	1E-5 Morän	220	27		1E-07 Djupt berg	50	161	239	
Laggartorp-Lilla Långbro	G34-003	34+785	34+915	Bankdränering	1.8		B	1E-5 Morän	220	69					147	
Laggartorp-Lilla Långbro	G35-001	35+289	35+299	Vägport	2.8		B	1E-5 Morän	50	222					280	
Laggartorp-Lilla Långbro	G35-004	35+375	35+700	Utskiftning lera	2.1		A	1E-6 lera och 5E-6 morän	50	418		1E-07 Djupt berg	50		418	
Laggartorp-Lilla Långbro	G35-002	35+726	35+730	Vägport	2.9		B	1E-5 Morän	220	110					168	
Laggartorp-Lilla Långbro	G35-003	35+820	36+060	Skärning	0.8	11.3	B	1E-5 Morän	220	30		1E-07 Djupt berg	50	90	168	
Laggartorp-Lilla Långbro	G36-001	36+010	36+020	Teknikgård	0.8		B	1E-5 Morän	50	64					134	
Laggartorp-Lilla Långbro	G36-005	36+325	36+410	Utskiftning	2.1		A	1E-6 lera och 5E-6 morän	50	130		1E-07 Djupt berg	50		138	
Laggartorp-Lilla Långbro	G36-003	36+300	36+425	Bankdränering	2.0		B	1E-5 Morän	220	75					153	
Laggartorp-Lilla Långbro	G36-004	36+430	36+550	Skärning	2	2.9	B	1E-5 Morän	50	159		1E-06 Ytligt berg	50	73	237	
Lilla Långbro-Björkbacken	G37-001	37+200	37+208	Vägport	2.3		B	1E-5 Morän	220	87					145	
Lilla Långbro-Björkbacken	G37-002	37+230	37+250	Bankdränering	0.3		B	1E-5 Morän	220	11					89	
Lilla Långbro-Björkbacken	G37-003	37+250	37+570	Skärning	2	19.5	B	1E-5 Morän	50	159		1E-07 Djupt berg	50	155	237	
Lilla Långbro-Björkbacken	G37-004	37+570	37+600	Bankdränering	0.9		B	1E-5 Morän	50	74					152	
Lilla Långbro-Björkbacken	G38-001	38+440	38+600	Skärning	3.1		B	1E-5 Morän	50	246					324	
Lilla Långbro-Björkbacken	G38-002	38+910	39+075	Skärning	6.4	12.9	B	5E-6 Morän	220	240		1E-07 Djupt berg	50	102	318	
Björkbacken-Vretstugan	G39-001	39+625	39+950	Skärning		13.6	B					1E-07 Djupt berg	50	108	186	
Björkbacken-Vretstugan	G40-004	40+757	40+803	Bro	4		A	1E-8 tätspont och 5E-6 morän	50	< 5					5	
Björkbacken-Vretstugan	G40-005	40+880	41+340	Skärning	1.7	14.9	B	1E-5 Morän	220	65		1E-07 Djupt berg	50	118	196	
Björkbacken-Vretstugan	G40-006	40+830	40+900	Teknikgård	3.9		B	1E-5 Morän	220	149					227	
Vretstugan-Sjösa	G41-002	41+660	41+670	Bankdränering	1.7		B	1E-5 Morän	50	135					213	
Vretstugan-Sjösa	G41-003	41+670	42+180	Skärning	4.21	8.0	B	1E-5 Morän	50	334		1E-07 Djupt berg	50	64	412	
Vretstugan-Sjösa	G42-003	42+351	42+366	Vägport	2.3		B	1E-5 Morän	50	183					241	
Vretstugan-Sjösa	G42-001	42+645	42+830	Skärning	5.7	8.7	B	1E-5 Morän	220	216		1E-07 Djupt berg	50	69	294	
Vretstugan-Sjösa	G42-002	42+830	43+125	Bankdränering	2.1		B	1E-5 Morän	50	167					245	
Vretstugan-Sjösa	G43-001	43+125	43+240	Skärning	1.6	2.0	B	1E-5 Morän	220	62		1E-07 Djupt berg	50	16	140	
Vretstugan-Sjösa	G43-003	43+430	43+480	Skärning		4.1	B					1E-07 Djupt berg	50	33	111	
Vretstugan-Sjösa	G43-007	43+500	43+575	Utskiftning	1.7		A	1E-5 torv och 5E-6 morän	220	28		1E-07 Djupt berg	50		28	
Vretstugan-Sjösa	G43-005	43+610	43+780	Skärning		4.4	B					1E-07 Djupt berg	50	35	113	
Vretstugan-Sjösa	G43-006	43+786	43+891	Bro	4.5		B	1E-5 Morän	50	357					415	
Vretstugan-Sjösa	G44-001	44+102	45+030	Skärning	0.2	13.9	B	1E-5 Morän	220	8		1E-06 Ytligt och 1E-07	50	162	240	
Vretstugan-Sjösa	G45-001	45+111	45+119	Vägport	1.3		B	1E-5 Morän	50	103					161	
Vretstugan-Sjösa	G45-002	45+749	45+764	Vägport	2.3	2.3	B	1E-5 Morän	50	183		1E-06 Ytligt berg	50	58	241	
Vretstugan-Sjösa	G45-003	45+930	46+130	Skärning		2.8	B					1E-07 Djupt berg	50	22	100	
Vretstugan-Sjösa	G46-001	46+500	46+850	Bro	7.8		B	1E-5 Morän	50	619					677	
Vretstugan-Sjösa	G46-002	46+910	46+980	Skärning		5.6	B					1E-07 Djupt berg	50	45	123	
Vretstugan-Sjösa	G47-001	47+080	47+170	Skärning		7.6	B					1E-07 Djupt berg	50	60	138	
Vretstugan-Sjösa	G47-002	47+170	47+200	Bankdränering	1.2		B	1E-5 Morän	50	95					153	

Beräkningsresultat i tabellformat

Vägar

Delområde	Löpnummer	Längdmätning från	Längdmätning till	Typ	Drändjup i jord byggskede (under gvy) [m]	Drändjup i berg byggskede (under gvy) [m]	Beräkningsmetod A: numeriska beräkningar, boxmodell B: Analytiska beräkningar bibehålls	Antagen hydraulisk konduktivitet i jord (under gvy) [m]	Antagen grundvattenbildning till jord [mm/år]	Påverkansområde i jord [m]	Antagen hydraulisk konduktivitet i berg (under gvy) [m/s]	Antagen grundvattenbildning till jord [mm/år]	Påverkansområde i berg [m]	Radie inklusive säkerhetsmarginal [m]
Sillekrog-Skogsbo	G28-101	28+740	28+800	Vändplats och serviceväg	0.8		B	1E-5 Morän	220	30				104
Sillekrog-Skogsbo	G30-108	30+250	30+300	Serviceväg		0.9	B				1E-6 ytligt berg	50	34	108
Sillekrog-Skogsbo	G30-101	30+025	30+150	Serviceväg	1		B	1E-5 Morän	220	38				112
Sillekrog-Skogsbo	G30-102	30+320	30+370	Serviceväg	1.7		B	1E-5 Morän	50	135				209
Skogsbo-Laggartorp	G30-103	30+450	30+540	Enskild grusväg		7.5	B				1E-6 ytligt och 1E-7 dju	50	111	185
Skogsbo-Laggartorp	G30-104	30+540	30+695	Enskild grusväg	2.5		B	1E-5 Morän	50	199				273
Skogsbo-Laggartorp	G30-105	30+695	30+800	Enskild grusväg		9.5	B				1E-6 ytligt och 1E-7 dju	50	127	201
Laggartorp-Lilla Långbro	G32-102	32+900	33+050	Enskild väg	5.5		B	1E-5 Morän	50	437				511
Laggartorp-Lilla Långbro	G32-103	32+975	33+060	Enskild väg	5		B	1E-5 Morän	50	397				471
Laggartorp-Lilla Långbro	G33-101	33+155	33+185	Enskild väg	3		B	1E-5 Morän	50	238				312
Laggartorp-Lilla Långbro	G33-103	33+185	33+300	Enskild väg	3.4		A	1E-6 Lera	50	24	1E-7 djupt berg	50		24
Laggartorp-Lilla Långbro	G33-104	33+325	33+400	Enskild väg	3.8		A	1E-6 Lera	50	22	1E-7 djupt berg	50		22
Laggartorp-Lilla Långbro	G33-105	33+500	33+850	Enskild väg	2.5		A	1E-6 Lera	50	22	1E-7 djupt berg	50		22
Laggartorp-Lilla Långbro	G33-106	33+875	33+900	Enskild väg	1		A	1E-6 Lera	50	18	1E-7 djupt berg	50		18
Laggartorp-Lilla Långbro	G34-104	34+090	34+225	Serviceväg	2.6		B	1E-5 Morän	220	156				156
Laggartorp-Lilla Långbro	G35-103	35+600	35+700	Enskild väg	1.3		B	1E-5 Morän	50	103				177
Laggartorp-Lilla Långbro	G35-104	35+730	35+800	Enskild väg	0.5	5.5	B	1E-5 Morän	220	19	1E-6 ytligt berg	50	138	212
Laggartorp-Lilla Långbro	G35-105	35+720	35+720	Enskild väg	1.5		B	1E-5 Morän	50	119				193
Lilla Långbro-Björkbacken	G36-101	36+050	36+260	Enskild väg	2.5		B	1E-5 Morän	50	106				106
Björkbacken-Vretstugan	G40-101	40+700	40+800	Serviceväg	1		B	1E-5 Morän	50	79				153
Björkbacken-Vretstugan	G40-102	40+725	40+815	Serviceväg	3		B	1E-5 Morän	50	238				312
Vretstugan-Sjösa	G41-102	41+650	41+700	Serviceväg	1.3	1.3	B	1E-5 Morän	50	103				177
Vretstugan-Sjösa	G41-103	41+940	42+180	Enskild väg		3.5	B				1E-7 djupt berg	50	28	102
Vretstugan-Sjösa	G42-101	42+390	42+490	Enskild väg	1	5.1	B	1E-5 Morän	220	38	1E-6 ytligt och 1E-7 dju	50	92	166
Vretstugan-Sjösa	G43-101	43+290	43+310	Serviceväg	1		B	1E-5 Morän	220	38				112
Vretstugan-Sjösa	G44-101	44+545	44+610	Serviceväg		1.2	B				1E-6 ytligt berg	50	30	104
Vretstugan-Sjösa	G45-101	45+720	45+755	Enskild väg		1.5	B				1E-6 ytligt berg	50	38	112
Vretstugan-Sjösa	G45-102	45+760	45+810	Serviceväg	2		B	1E-5 Morän	50	159				233
Vretstugan-Sjösa	G45-103	45+810	45+890	Serviceväg	1.1	1.9	B	1E-5 Morän	50	87	1E-6 ytligt berg	50	48	161
Vretstugan-Sjösa	G47-101	47+120	47+200	Serviceväg	2		B	1E-5 Morän	220	76				150

Referenser

Avsänkning runt gruvor, PR_44-94-026, Axelsson et al, 1994

Time Lag and Soil Permeability in Ground-Water Observations, Hvorslev, 1951

A slug test method for determining hydraulic conductivity of unconfined aquifers with completely or partially penetrating wells, *Water Resources Research*, Bouwer, H. and R.C. Rice, 1976

Response of a finite-diameter well to an instantaneous charge of water, *Water Resources Research*, Cooper, H.H., J.D. Bredehoeft and S.S. Papadopoulos, 1967

Grundvattenbildning i svenska typjordar, Rodhe et al., 2006

Jords egenskaper, Rolf Larsson, SGI, 2008