

Projekterings-PM Hydrogeologi

Bandel 634, Lärje uppställningsspår, Göteborgs Stad, Västra
Götalands Län

Systemhandling

Projektnummer: 166006



Trafikverket

Postadress: Trafikverket, 405 33 Göteborg

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921

Dokumenttitel: Projekterings-PM Hydrogeologi

Dokumentnummer: 166006-12-025-002

Författare: Hanna Lindfors, Sweco

Dokumentdatum: 2022-01-21

Reviderat datum: 2022-06-10

Ärendenummer: TRV 2020/14952

Projektledare: Terese Löfgren, Trafikverket

Innehåll

Sammanfattning.....	6
1. Bakgrund	7
1.1. Objekt.....	7
2. Syfte och begränsningar.....	7
2.1. Syfte.....	7
2.2. Begränsningar.....	7
3. Underlag.....	9
3.1. Trafikverkets tekniska huvuddokument och Eurokod 7.....	9
3.2. Projektinterna underlag och referenser.....	9
3.2.1. Tidigare undersökningar i området.....	9
3.2.2. Geotekniska fältundersökningar	10
3.2.3. Miljötekniska fältundersökningar.....	10
4. Planerade konstruktioner.....	12
4.1. Anläggningens delar	12
5. Geologiska och hydrogeologiska förutsättningar och egenskaper	13
5.1. Geologiska förutsättningar och egenskaper	13
5.2. Hydrologiska förutsättningar och förhållanden	14
5.2.1. Allmänt	14
5.2.2. Omgivningens hydrauliska egenskaper från analys av brunnldata	14
5.2.3. Genomsläpplighet	14
5.2.4. Grundvattenbildning	15
5.2.5. Grundvattennivåer	15
5.2.6. Karakteristiska nivåer	20
5.2.7. Dimensionerande nivåer	20
5.2.7.1. Dimensionerande värden	20
5.2.8. Grundvattenströmning.....	20
5.2.9. Grundvattenkemi	22
5.2.10. Ändrade klimatförhållanden	22
6. Konceptuell modell.....	24
6.1. Inledning.....	24
6.2. Modell	24
6.2.1. Grundvattenströmning och grundvattenbildning	24
6.2.2. Anläggningens delar – Byggskede (temporärt)	25
6.2.3. Anläggningens delar – Permanentskede	26

7.	Skyddsobjekt	28
7.1.	Grundvattenkällor	28
7.2.	Allmänna vattentäkter och vattenskyddsområden.....	28
7.2.1.	Allmänna ytvattentäkt	28
7.3.	Allmänna grundvattentäkter	29
7.4.	Enskilda brunnar.....	29
7.5.	Naturvärden och skyddade områden.....	29
7.6.	Andra relevanta markanläggningar	30
7.7.	Anläggningar med risk för skada till följd av sättningar	30
7.7.1.	Linnarhultsmagasinet	31
8.	Effekter på grundvattenförhållanden och bedömningar av konsekvenser	32
8.1.	Grundvattenpåverkan, effekt och konsekvens	32
8.1.1.	Definition av hydrauliskt influensområde	32
8.1.2.	Influensområdesberäkningar	32
8.1.3.	Bedömda påverkansfall – Byggskede (temporärt)	33
8.1.4.	Bedömda påverkansfall – Permanentkede.....	34
8.1.5.	Beräknade influensområden och effekt vid skyddsobjekt inom respektive influensområde	35
8.2.	Grundvattenverksamhet och risk för skada	37
9.	Hantering av skadlig påverkan	39
10.	Risker ur ett hydrogeologiskt perspektiv	40
10.1.	Inledning.....	40
10.2.	Projektspecifika risker	40
10.2.1.	Allmänt	40
10.2.2.	Magasinet i Linnarhult.....	40
10.2.3.	Risk för bottenuppträckning.....	40
10.2.4.	Risk för sättningar.....	41
10.2.5.	Risk för negativ påverkan på naturvärdesobjekt.....	41
10.3.	Hantering av risker	41
10.4.	Kontrollprogram	42
11.	Slutsatser	43

BILAGOR

- Bilaga 1. Översiktskartor
- Bilaga 2. Observationspunkter – Koordinatlista
- Bilaga 3. Karaktäristiska och dimensionerande grundvattennivåer
- Bilaga 4. Karta – Brunnar från SGU:s brunnsarkiv
- Bilaga 5. Omgivningspåverkan – Dränerande ledningar/diken samt schakt

Sammanfattning

I utbyggnaden av Västlänken i Göteborg ingår också att bereda plats för fler fordon i systemet. Anläggningen som här möter detta syfte innefattar huvudsakligen en uppställningsbangård med anslutande temporär och permanent väg. Området för uppställningsbangården ligger i Lärjeholm norr om Gamlestaden.

Avsikten med detta hydrogeologiska PM är att presentera och analysera anläggningens kvalitativa och kvantitativa grundvattenpåverkan. Med grundvattenpåverkan avses här de hydrogeologiska förutsättningarna för hydraulisk eller kemisk störning av betydelse på grundvattnet.

Områdets geologi utgörs huvudsakligen av lera med ett ytskikt med omväxlande mulljord, silt, lera, gyttja och sand. Leran, som i stora delar av området har stor mäktighet, överlagras friktionsmaterial på berg som härbärgerar Linnarhultsmagasinet. Linnarhultsmagasinet är en grundvattenförekomst enligt vattenförvaltningsförordningen och omfattas av miljökvalitetsnormer för vatten. Av hydrogeologisk betydelse är också ett 6 till 10 meter mäktigt inbäddat sandlager i leran i områdets norra del. Det finns således tre grundvattenmagasin i området; ett övre, ett undre grundvattenmagasin (Linnarhultsmagasinet) samt i delar av området ett mellanliggande grundvattenmagasin. Dessa har delvis olika vattentryck, vilket ger olika horisontella men också vertikala strömningsriktningar.

Anläggningen bedöms primärt påverka grundvattennivåer i övre grundvattenmagasin temporärt under byggskede samt permanent som en konsekvens av den avsänkning som dränerande ledningar och diken ger upphov till.

Temporär grundvattensänkning uppgår till som mest 3,5 m, och sker under en begränsad period. Influensområdet, dvs det område inom vilket den temporära grundvattensänkning i övre grundvattenmagasin bedöms ske, kan sträcka sig temporärt upp till cirka 60 m från schakt.

Permanent grundvattensänkning uppgår till som mest 1,6 m men är för större delen av området begränsad till mellan 0 m och 1 m. Det troliga influensavståndet för övre grundvattenmagasinet, där avsänkning beräknas vara 0 m, beräknas permanent till cirka 10–20 m från ytterst liggande dränering/dike. Influensavståndet är med 95% konfidens mindre än 50 m. Beräkningarna är orienterade om storleksordningarna.

Identifierade grundvattenberoende skyddsobjekt inom möjligt influensområde är sättningskänsliga anläggningar samt grundvattenberoende naturvärden.

Projektet bedöms inte orsaka någon kvalitativ grundvattenpåverkan eller grundvattenförluster från Linnarhultsmagasinet av betydelse.

1. Bakgrund

1.1. Objekt

Utbyggnaden av Västlänken i Göteborg kommer att ge ett nytt järnvägssystem i Västsverige. När denna börjar trafikeras i slutet av 2026 förändras trafikeringsstrukturen samtidigt som det möjliggörs för fler fordon i systemet. Detta erfordrar sammantaget nya och väl fungerande anläggningar för uppställning och underhåll av tåg.

När persontåg ska börja trafikera Västlänken år 2026 behövs fler platser där tågen kan ställas upp när de inte används. Trafikverket har identifierat Lärjeholm, längs med Norge-/Vänerbanan, som ett lämpligt område för anläggande av dessa uppställningsspår. Området är beläget cirka 6 km norr om Göteborg Centralstation. Ytan avgränsas i väster av Norge-/Vänerbanan, i öster av spårvägen och i norr av Lärjeån. Uppställningsbangården ska rymma 2 000 tågmeter uppställningsspår uppdelade på 250 tågeters spårlängder.

Anläggningen kommer huvudsakligen att bestå av uppställningsspår för järnvägsburen trafik. Även en ny permanent infartsväg ska byggas med en bro över spårvägen, öster om uppställningsspåret. Denna väg kommer att fortsätta in på området och fungerar då som serviceväg. Andra delar av anläggningen omfattar servicevägar, teknikbyggnader och installationer av avvattningstekniska skäl så som dränerande rör och brunnar samt pumpstation. Anläggningen kommer också att stänglas in.

2. Syfte och begränsningar

2.1. Syfte

Syftet med detta hydrogeologiska PM är att:

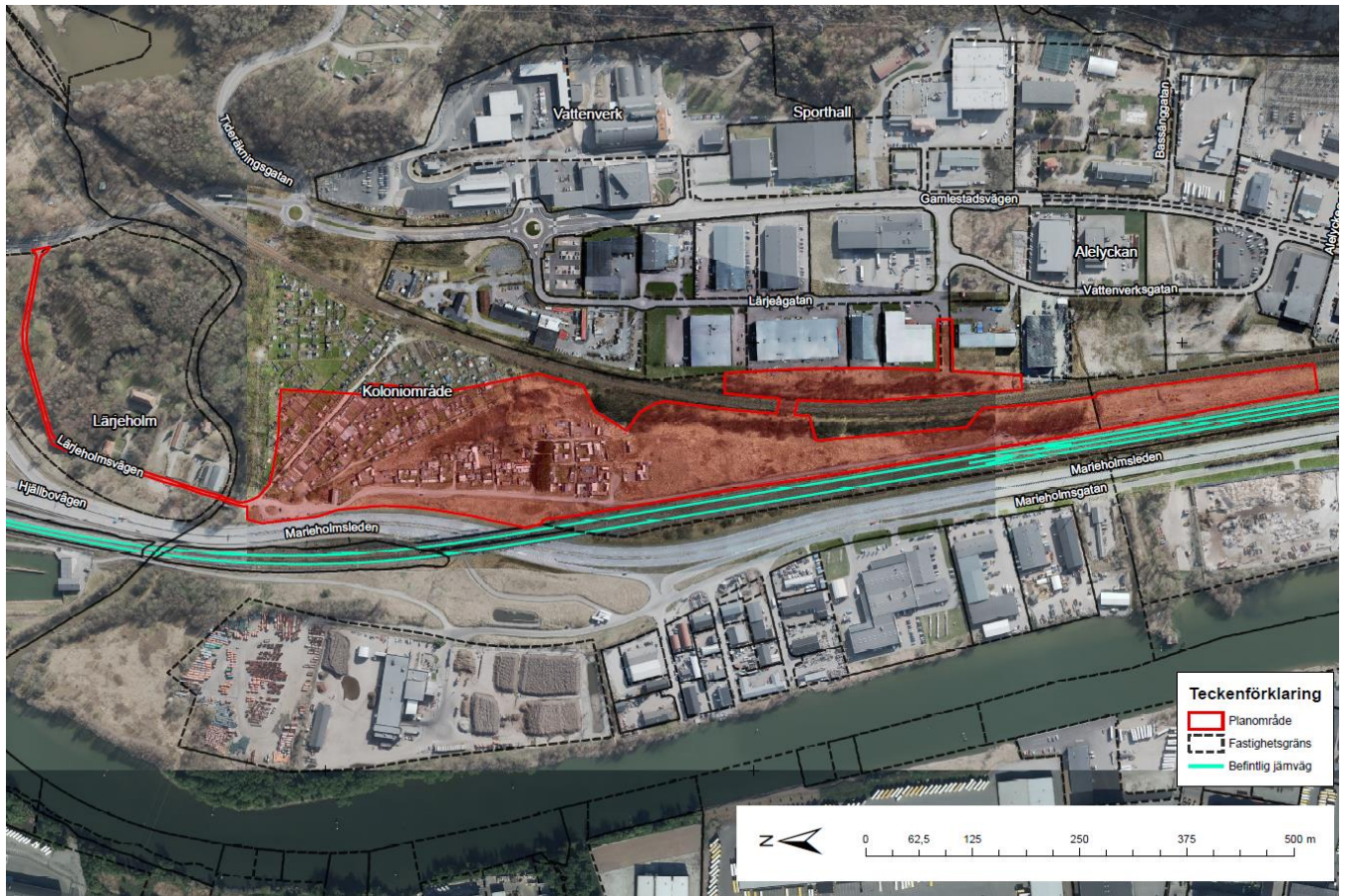
- Ge en hydrogeologisk beskrivning av området baserad på befintligt underlag samt från geotekniska och hydrogeologiska fältundersökningar.
- Utredda hydrogeologisk omgivningspåverkan av planerat objekt.
- Vara hydrogeologiskt underlag till andra dokument

2.2. Begränsningar

I nuläget finns endast grundvattennivåmätningar från en begränsad tidsperiod att tillgå. Detta innebär en begränsning vad gäller beräkning av karaktäristisk och dimensionerande grundvattennivå.

Den hydrogeologiska analysen fokuserar på planområdet, se Figur 1, men beaktar även eventuell påverkan och potentiella skyddsobjekt i dess närhet.

Detta Projekterings-PM Hydrogeologi är ett internt samlande dokument för all relevant hydrogeologisk information om området, till grund för övriga dokument. Det får inte biläggas förfrågningsunderlaget utan endast ligga till grund för anpassade dokument.



Figur 1. Översikt över befintlig järnvägsanläggning och planområde.

3. Underlag

3.1. Trafikverkets tekniska huvuddokument och Eurokod 7

Ett antal tekniska dokument och mallar publicerade av Trafikverket är gällande i projektet. Som exempel kan nämnas TDOK 2020:171 Yt- och grundvattenskydd. Vidare ska Eurokod 7 följas.

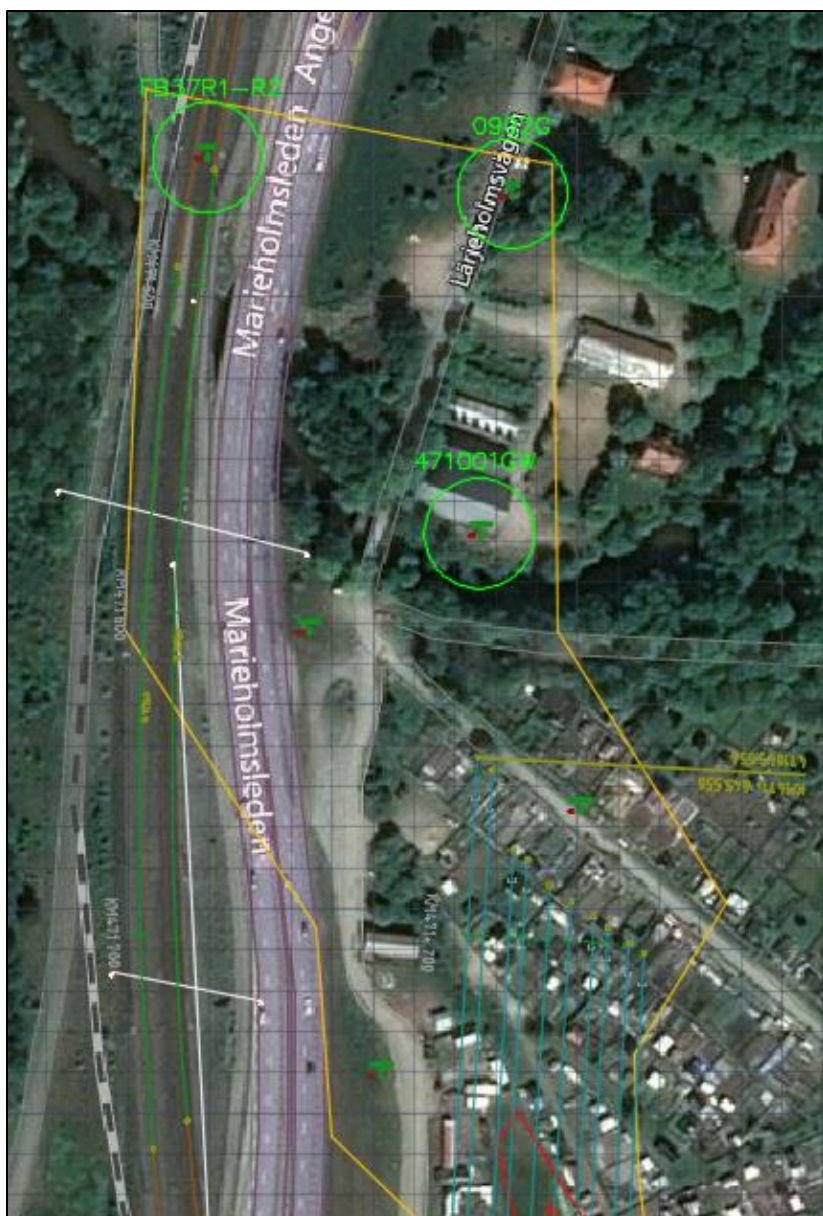
3.2. Projektinterna underlag och referenser

3.2.1. Tidigare undersökningar i området

En inventering¹ har genomförts av tidigare geotekniska undersökningar, utredningar, jordartskartor, arkivmaterial över grundkonstruktioner och äldre kartmaterial mm.

Inventeringen fann 4 grundvattenrör och genomförda grundvattenmätningar. Dessa rör är dock placerade norr om Lärjeån, utanför planområdet. Eftersom nuvarande projekt också utfört nya rör i för projektet mer intressanta områden undersöks inte möjligheten att införliva dessa äldre rör i kontrollprogram. Intressant att notera är dock att i rör 471001GW, som når knappt 28,9 meter djupt, står grundvattennivån vid ett mättillfälle över markytans nivå. Artesiska förhållanden för lågt belägna rör är dock inte ovanligt i Götaälvdalen. Det är också intressant att ytliga portryck är hydrostatiska i FU för dubbelspår på sträckan Agnesberg-Marieholm. Där sker därför en accelererad ökning mot djupet, se rör från år 2009 i Figur 2.

¹ Trafikverket/Sweco 2020. Rapport Arkivinventering Geoteknik. Dokument 166006-12-025-001.



Figur 2. Grundvattenrör installerade i tidigare projekt. FB37R1-R2 är installerade för Norge-Vänerbanan. FB37R1 når totalt 6,1 m under markytan, FB37R2 når totalt 11,55 meter under markytan. 0902G är troligen installerat 2009 i okänt projekt och når totalt 6,97 m under markytan, 471001GW är troligen installerat 2002 och röret når 28,9 meter under markytan, även det senare i okänt projekt.

3.2.2. Geotekniska fältundersökningar

Generellt visar resultaten från de geotekniska fältundersökningarna på stora lerdjup. Kännetecknande är en komplex heterogen geologi överst samt ett inbäddat sandlager i områdets norra del. De geotekniska fältundersökningarna redovisas närmre i avsnitt 5.1 samt i MUR Geoteknik (166006-12-025-003).

3.2.3. Miljötekniska fältundersökningar

En översiktlig miljöteknisk markundersökning har utförts inom projektområdet (se MUR Markmiljö (166006-01-025-005)). Ett urval av insamlade jordprover har skickats för kemiska analyser på laboratorium. Ett lakttest har även utförts liksom en analys av grundvatten.

Analysomfattning har för jordprov gällt: BTEX, oljekolväten (alifater, aromater), PAH:er samt metaller inkl Hg.

För jordprover uppvisas generellt halter under Naturvårdsverkets generella riktvärden. Några punkter uppvisar något högre halter bly och kvicksilver. Delar av området i söder har utfyllts och förmodas vara en gammal deponi. Här har kraftigt förhöjda halter av PAH:er och flertalet metaller har upptäckts i fyllnadsmassorna.

Analysresultat på utfört laktest på slaggförande fyllnadsmaterial från deponiområdet redovisar generellt att analyserade parametrar underskrider Naturvårdsverkets riktvärden för inert avfall. Emellertid överstiger en parameter, antimon (Sb), haltgränsen för inert avfall [1].

Ett vattenprov från ett grundvattenrör som installerats inom det norra delområdet har analyserats. Provresultat uppvisar förhöjda halter avseende bly, koppar och zink.

Andra externa referenser:

- SGU Brunnsarkiv
- SGU Jordartskarta
- SGU Jorrdjupskarta
- SGU Bergartskarta
- SGU Karta över grundvattenmagasin
- Länsstyrelsen VISS Vatteninformationssystem Sverige.

4. Planerade konstruktioner

Planerade konstruktioner och anläggningsdelar redovisas nedan. Av speciell betydelse för grundvattnet är om konstruktioner och grundläggning förläggs i eller riskerar påverka grundvattnet genom sina grundläggningsdjup i förhållande till grundvattentrycknivåerna, om tillfällig eller permanent dränering ändrar grundvattenförhållandena och om dämning kommer att ändra grundvattenförhållandena.

4.1. Anläggningens delar

- Uppställningsspår/Utdragsspår/Ankomstspår:
 - Temporära schakt för installation av bankpålplattor och fyllning/packning av lättklinker. Arbeten ska utföras i torrhet vilket innebär att grundvatten temporärt kommer att pumpas bort till cirka 0,3–0,5 m under schaktbotten. Grundvattennivån förväntas återställa sig.
 - Grundläggning i form av stödpålad bankpålning, med utfyllnad med stenkross mellan och över pålplattor, med en kortare övergångszon med kohesionspålar planeras i norra delen av uppställningsbangårdden. Pålar utgörs av betongpålar och slås delvis genom mellanliggande sandlager och ner i friktionsmaterial under lera (ovan berg).
 - Grundläggning i form av kalkcementpelare i söder, med ovanliggande 2 m lättfyllning.
 - Utfyllnad med krossmaterial respektive lättklinker innebär i permanentskede mer hydrauliskt genomsläppliga förhållanden än i dagsläget, vilket när utfyllnaden anläggs under grundvattennivån kan innebära dränering av grundvatten från området beroende på möjlighet till avrinning.
- Servicevägar: Temporärt lokala relativt grunda schakter i byggskede. Utfyllnad i huvudsak över normal grundvattennivå i permanentskede. Grundläggning i form av kalkcementpelare.
- Infartsväg inkl bro: Temporärt lokala relativt grunda schakter i byggskede, delvis utfyllnad/bank i permanentskede. Förekommer även schakt till något större djup som kommer att behöva länshållas temporärt pga att arbeten ska utföras i torrhet. Grundläggning i form av kohesionspålade bankpålar för bankerna och stödpålar för brostöden. Stödpålning utförs till fast botten för brostöd. Pålar utgörs av betongpålar. Grundvattennivån förväntas återställa sig.
- Dränering/Avvattning (diken, ledningar, pumpstation och tillhörande konstruktioner): Temporärt lokala relativt grunda schakter i byggskede. Dränerande diken och ledningar i permanentskede. På enstaka platser kan även omgrävning av befintliga diken bli aktuellt.
- Stolpfundament: Mindre temporära schakt i byggskede. Utfyllnad i permanentskede.
- Teknikbyggnader: Mindre temporära schakt i byggskede. Utfyllnad i permanentskede. Delvis grundläggning i form av kalkcementpelare
- Stängsel: Eventuellt mindre temporära schakt i byggskede. Utfyllnad i permanentskede.
- Ledningsgravar: Temporära lokala schakter som står öppna upp till 2–4 veckor, på djup upp till cirka 4 m under befintlig marknivå. Ledningsgravar kan fungera dränerade beroende på fyllnadsmassors genomsläpplighet och lutningar. Strömningsavskärande fyllningar kan erfordras.

5. Geologiska och hydrogeologiska förutsättningar och egenskaper

5.1. Geologiska förutsättningar och egenskaper

Området är beläget på Götaälvdalens östra sida och är i allmänhet i ytan till största delen av SGU karterat som postglacial lera. Ett parti i nordvästra delen är karterat som postglacial finsand och i norra och nordvästra delen finns postglacial silt och svämsediment i form av lera och silt. Delar av områdets norra del är också karterade som gyttjelera. Strax nordost om den planerade uppställningsbangården finns en större yta med sorterad morän. Norr om området finns Lärjeån. Norr om Lärjeån finns svämsand och postglacial sand, varav det senare följer Lärjeån ett stycke nordöst. Öster om området möter leran berg i dagen och västerut fyllnadsmaterial överlagrat av tunnare lager postglacial silt och svämsediment i form av silt och ler. Söder om området möts leran av sorterad morän och berg i dagen. Längs Lärjeåns dalgång är en isälvsavlagring avsatt. Denna viker troligen av söder ut i höjd med Lärjeholm och underlagrar de mäktiga lagren av finkorniga sediment. Jorddjupet i området varierar enligt SGU mellan 10 och 50 meter.

Den dominerande geologiska strukturen i området utgörs av Götaälvdalen samt anslutande Lärjeåns dalgång. Götaälvdalen breder ut sig i nordsydlig riktning och Lärjeåns dalgång i en mer nordöstlig riktning. Berggrunden i området domineras av tonalit och granodiorit med inslag av gabbroid-dioritoid och granit. Kvarterärgeologisk karta, jorddjupskarta, berggrundskarta samt karta över grundvattenmagasin från SGU redovisas i bilaga 1.

Kompletterande geologiska och geotekniska fältundersökningar har utförts som visar på ytliga jordlager med omväxlande lera, torrskorpelera, silt, sand, gyttja och fyll. I södra delen av området finns en före detta deponi, där ytliga jordlager även innehåller sand och grus. Under dessa ytliga jordlager finns lera som de översta cirka 8–12 metrarna innehåller gyttja, sand, silt, skalrester och växtdelar. Ställvis klassas jordarten som lerig silt. Under 12 meters djup minskar inslagen av sand, gyttja och skalrester.

Undersökningarna visar också ett för projektet betydelsefullt utbrett inbäddat sandlager i lera i områdets norra del. Sandlagret finns inlagrat i leran i anslutning till Lärjeån och uppfattas gå i en smaltiangelformad kil söderut där den spetsas ut och försvinner (Figur 3). Detta sandlager har en mäktighet på upp till 10 m men i huvudsak kring 5–6 m. Sandlagret har huvudsakligen påträffats på cirka 5–7 meters djup under markytan. Leran ovan sandlagret har generellt en mäktighet av cirka 3–8 m. Vid sandlagrets södra del finns dock en undersökningspunkt i anslutning till våtmarksområdet som visar att lera lokalt saknas, här överlagras sandlagret istället av gyttja och silt. Sandlagret är relativt horisontellt avlagrat, men med större mäktighet i norr där det finns gamla undersökningspunkter som visar att sandlagret går upp i dagen. Lagret smalnar av mot söder. Även längre söderut finns undersökningar som visar på sandskikt, men som inte verkar inte vara sammanhängande med det stora sandlagret i norr.

Centralt i området, i anslutning till södra delen av det inbäddade sandlagret, finns ett våtmarksområde.

Mellan mellanliggande sandlager och undre grundvattenmagasin (Linnarhultsmagasinet) finns lera, av mer homogen karaktär än den ytligare leran. Geotekniska undersökningar visar på att lerans mäktighet är totalt cirka 15 till 25 meter i områdets norra del (dock av mindre mäktighet där inbäddat sandlager förekommer), och mellan 30 och 50 meter i dess södra del. Mot Lärjeån grundar lerans mäktighet upp. Jordarter och jorddjup för planområdet beskrivs mer detaljerat i MUR Geoteknik (166006-12-025-003) och Projekterings PM Geoteknik (166006-12-025-004).

Mäktigheten av friktionsmaterialet under leran är svår att bedöma utifrån befintligt underlag då så pass få borrhningar gjorts till berg. Mäktigheten är inte heller relevant för projektet att klarlägga. Utförda fältundersökningar vid planerad bro har dock visat att mäktigheten av friktionsmaterialet ställvis uppgår till cirka 50 m.

5.2. Hydrologiska förutsättningar och förhållanden

5.2.1. Allmänt

Området ligger inom huvudavrinningsområdet för Göta älv² och årsmedelnederbörd uppmättes mellan år 1961 och 1990 till mellan 700 och 800 mm. Lärjeån löper också norr om planområdet, men inga andra större ytvatten finns i närområdet. För lokala avrinningsförhållanden hänvisas till Rapport avvattningstekniska förutsättningar 166006-52-025-001.

Baserat på jordartskartan kan det antas finnas ett övre öppet grundvattenmagasin i ytlig kohesions/-blandad jord. Jordartskartan visar också ett mindre sandparti i planområdets västra del där ytligt grundvatten kan förekomma. Härunder finns ett begränsat sandskikt. Det kan antas att den hydrauliska konduktiviteten är högre i det mellanliggande sandskiktet (mellan magasinet) än omgivande ytliga jordar på platsen. Det inbäddade sandlagret är i huvudsak slutet inom planområdet men kan antas vara öppet i anslutning till eller strax norr om Lärjeån, samt inom planområdet i anslutning till våtmarksområdet. Ytterligare kartmaterial visar ett undre grundvattenmagasin i friktionsmaterial: Linnarhultsmagasinet. Detta är sannolikt slutet.

Ett antal ledningar finns förlagda genom området. Dess ledningsgravar kan potentiellt vara dränerande. Eftersom dessa vanligen är anlagda relativt grunt, och ytliga jordlager till största delen består av relativt täta jordlager antas inte dessa orsaka betydande dränering av grundvatten. Vissa ledningar ligger djupare. De är tryckta under järnvägsspår och E45, och bedöms inte bidra till någon betydande bortledning av grundvatten. Det finns även sekretessbelagda ledningar förlagda inom området. Huruvida dessa bidrar till bortledning av grundvatten beror på genomsläppligheten av materialet som använts som återfyllnad och hur ledningsgravarna lutar (dvs möjlighet för vatten att avrinna). Eftersom ytliga jordlager generellt är relativt täta bedöms dock potentiell bortledning av grundvatten till följd av ledningar vara av begränsad storlek.

5.2.2. Omgivningens hydrauliska egenskaper från analys av brunnsdata

Brunnsdata från SGU visar inga jordbrunnar i uppställningsbangårdens närhet. De närbelägna energibrunnarna är alla borrhade i berg. Då uppställningsbangården är beläget på lösa jordar med mycket stora djup anses analys av hydrauliska data från berg inte ge användbar information.

5.2.3. Genomsläpplighet

Det övre grundvattenmagasinet finns i ytliga jordlager som i norra delen av området utgörs av cirka 1–4 m omväxlande mulljord, silt, lera, gyttja och sand. Den dominerade jordarten i övre grundvattenmagasinet är silt. Genomsläpplighet i silt ligger generellt på cirka 1,0E-6 m/s till 1,0E-8 m/s, medan genomsläppligheten i sand är högre och i lera lägre.

I södra delen av området finns också inslag av sand och grus i ytliga jordlager, varför genomsläppligheten här lokalt kan antas vara högre i övre magasinet. Genomsläpplighet i sand ligger generellt på cirka 1,0E-3 m/s till 5,0E-6 m/s, medan genomsläppligheten i grus är högre.

² <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/sveriges-huvudavrinningsomraden-1.26616> [åtkomst 20-12-16]

För det mellanliggande sandlager (mellan magasinet) som identifierats i områdets norra del har siktanalys genomförts (MUR Geoteknik (166006-12-025-003)). Denna indikerar jordarten sand, i huvudsak mellansand, med en konduktivitet i storleksordningen $6E-4$ m/s. Utvärdering av utförda slugtest i grundvattenrör visar på en konduktivitet på $1E-4$ respektive $4E-4$ (MUR Geoteknik (166006-12-025-003)). Två av de grundvattenrör som slugtestats visar på betydligt tätare förhållanden (endast ett av dessa redovisas i MUR då det andra testet gav mycket liten respons). Testen bedöms dock ej vara representativa för aktuellt sandlager utan bero på mindre lyckade installationer (tex att sand trängt in i rören vilket gjort dem tätare än omgivande jordlager).

Kapaciteten i det underliggande Linnarhultsmagasinet är enligt SGU bedömd som mycket god eller har utmärkta uttagsmöjligheter. Detta anges i storleksordningen $5-25$ l/s.

Lera, som utbrett förekommer både över och under det mellanliggande sandlagret, har generellt en låg hydraulisk genomsläpplighet. Lerans permeabilitet ligger enligt utförda CRS försök på mellan $1,5E-9$ och $2,5E-10$ m/s i ytlig lera och mellan $4E-10$ och $5E-10$ m/s i lera på större djup.

Grundläggning planeras i form av kalkcementpelare. Kalkcementpelarna har normalt lägre genomsläpplighet än leran.

5.2.4. Grundvattenbildning

Grundvattenbildningens storlek till övre och undre magasinen är svårfångad. Den kan i princip endast beräknas med hjälp av inläckagemätningar och samtidiga relaterade ytor med grundvattenavsänkning. Dessa två uppmätta förhållanden saknas oftast, varför generella och erfarenhetsmässiga uppskattningar därför istället görs av grundvattenbildningens storlek, som är behäftade med stora osäkerheter. Generellt ligger grundvattenbildningen i övre grundvattenmagasinet i området på cirka $375 - 450$ mm/år³. Baserat på områdets karaktär med få hårdgjorda ytor, relativt täta ytliga jordlager och växtlighet med träd, gräs och buskar, bedöms denna grundvattenbildning rimlig för övre grundvattenmagasin.

Grundvattenbildning till mellanliggande grundvattenmagasin sker sannolikt i huvudsak i områden där sandformationen ligger ytligt och ej överlagras av lera, liksom strax norr om Lärjeån. Det är inte osannolikt att magasinet även står i kontakt med Lärjeån som således kan bidra till grundvattenbildningen till magasinet. Grundvattenbildning till mellanliggande grundvattenmagasin sker även till viss del genom leran från undre och övre grundvattenmagasin, även om denna tillrinning bedöms vara förhållandevis liten.

Grundvattenbildningen till undre grundvattenmagasin (Linnarhultsmagasinet) sker troligtvis huvudsakligen i randzonen till uppstickande bergshöjder längs med Göta älvs och Lärjeåns dalgång och i friktionslager som ligger på bergytorna och som är i kontakt med magasinet. Viss tillrinning sker troligen också via överliggande jord. Linnarhultsmagasinet går också ställvis i dagen där grundvattenbildning kan ske direkt.

5.2.5. Grundvattennivåer

Grundvattennivåer i området har inte kunnat återfinnas i arkivinformationen. Därför har totalt 15 stycken observationsrör installerats, varav ett sitter i Lärjeån och resterande är grundvattenrör. Samtliga eller utvalda observationsrör kommer att ingå i kommande grundvattenkontrollprogram.

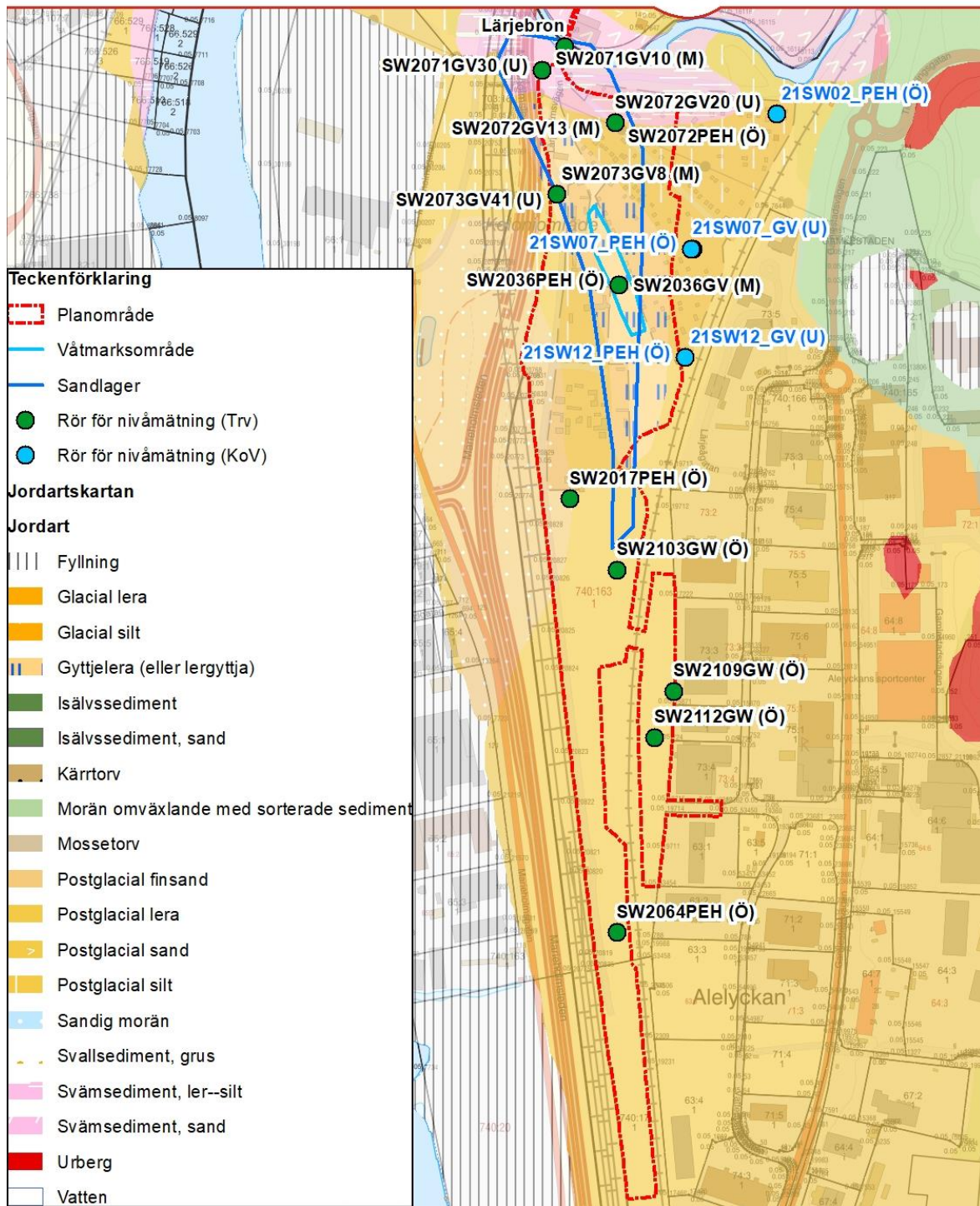
³ Sveriges Geologiska Undersökning, SGU (2017). Grundvattenbildning och grundvattentillgång i Sverige.

Observationspunkternas utformning redovisas i MUR Geoteknik (166006-12-025-003) men redovisas även kortfattat nedan:

- 7 st PEH i övre magasin (4 st av dessa installerades i september 2020, och 3 st installerades i juni 2021)
- 4 st 2" stålrör i mellanliggande grundvattenmagasin (inbäddat sandlager)
- 3 st 1" stålrör i undre grundvattenmagasin (Linnarhultsmagasinet)
- 1 st i Lärjeån

Placeringen av dessa rör redovisas i Figur 3, samt i bilaga 1. Koordinater för rören redovisas i bilaga 2. I aktuell figur redovisas också placering av närliggande rör lokaliserade nordost om planområdet (som ej tillhör aktuellt projekt).

Rören syftar till att ge dels gradientförhållandena inbördes mellan de tre magasinerna och mot Lärjeån, dels flödesriktningarna och gradienterna inom respektive magasin. Rör i övre grundvattenmagasin syftar också till att möjliggöra miljöprovtagning.



LÄRJE UPPSTÄLLNINGSSPÅR

Översiktskarta (Grundvattenrören sitter med filter i övre (Ö), mellan (M) respektive undre (U) grundvattenmagasin)

Datum: 2022-05-10

Skala (A4): 1:5 700

0 0,08 0,16 0,24 0,32 0,4 km

© Lantmäteriet, Geodatasamverkan



Figur 3. Placering av grundvattenrör samt observationspunkt i Lärjeån (Trv tillhör Trafikverkets projekt för aktuell järnvägsplan, KoV tillhör Kretslopp och vattens projekt för detaljplan i anslutande område. Grundvattenrören sitter med filter i övre (Ö), mellanliggande (M), respektive undre (U) grundvattenmagasin. Karta finns också i bilaga 1.

Vattennivå har mätts manuellt i samtliga observationspunkter med start 2020-10-02 respektive 2021-06-14 beroende på när rören installerades. Under perioden 2020-02-10 – 2022-02-14 har manuella mätningar kompletterats med automatiska tryckgivare i fem rör: två i mellanliggande grundvattenmagasin, två i undre grundvattenmagasin och ett i Lärjeån. Detta för att tydligare kunna följa variationer och förhållanden mellan olika formationer och Lärjeån. För ett av rören i undre grundvattenmagasin har is i röret, förvunnen respektive ej fungerande diver gjort att avläsning av tryckgivare inte kunde göras (SW2073GV41). Det saknas därav data i aktuell mätpunkt. Manuella mätningar samt mätning med automatisk tryckgivare kommer att fortsätta varannan månad under totalt ett år. Uppmätta grundvattennivåer redovisas i Figur 4, samt i MUR Geoteknik (166006-12-025-003). Nederbörd redovisas i Figur 4 samt i MUR Geoteknik (166006-12-025-003).

Tillgängliga nivåobservationer visar på nivåer mellan +0,1 och +3,5 i övre magasin, vilket motsvarar cirka -0,1 till 2,2 m under marknivån.

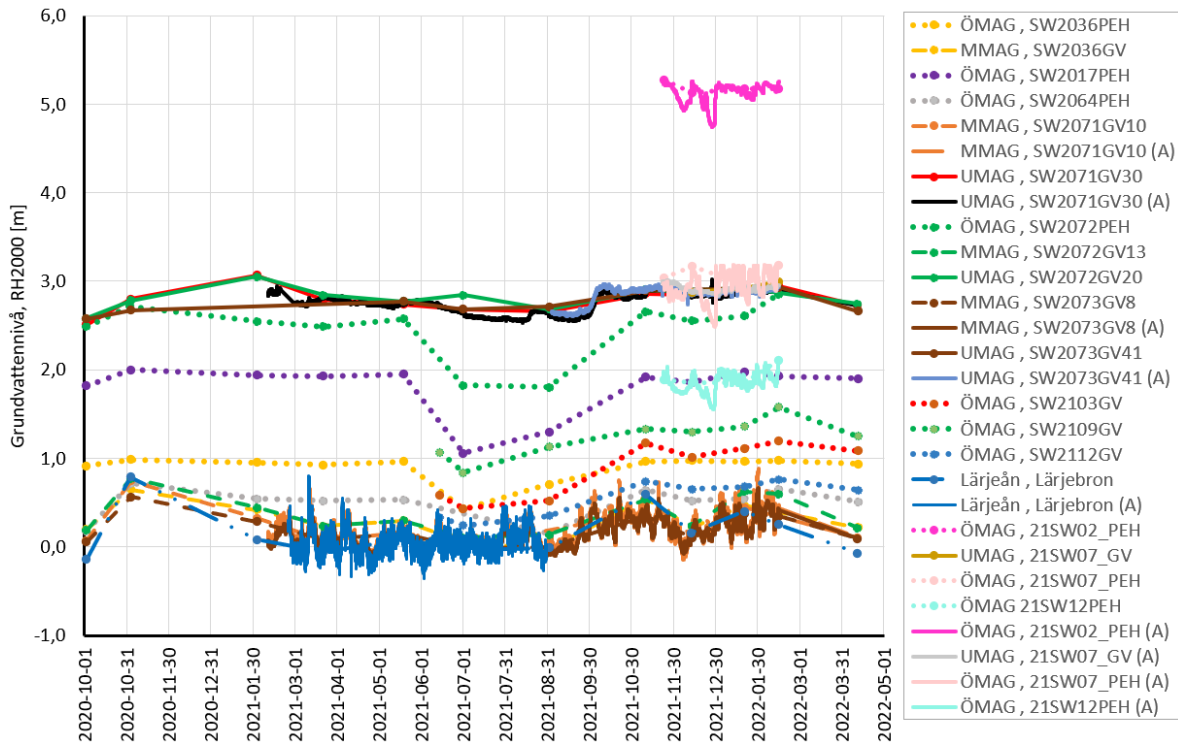
Nivåerna i mellanliggande magasin är generellt lägre än nivåerna i övre och undre magasin, och ligger under tillgänglig mätperiod på mellan -0,1 och +0,9. Detta indikerar att mellanliggande magasin i allmänhet är mottagare av vertikalt strömmande grundvatten från övre respektive från undre grundvattenmagasin i liten omfattning. Trycknivån i mellanliggande grundvattenmagasin ligger nära eller i nivå med vattennivån i Lärjeån, och variationer i magasinet och Lärjeån följs åt. Detta kan innebära en in- eller utströmning i sandlagret från Lärjeån, beroende på tryckförhållandena mellan dem, men om detta verkligen sker har inte klarlagts.

Nivån i undre grundvattenmagasin ligger på mellan +2,5 och +3,1, vilket motsvarar mellan cirka 1,4 m under respektive 1,4 meter över markytan vid respektive observationspunkter. Grundvattennivån i undre grundvattenmagasin är således ställvis artesisisk (trycknivå högre än markytan) i delar av planområdet.

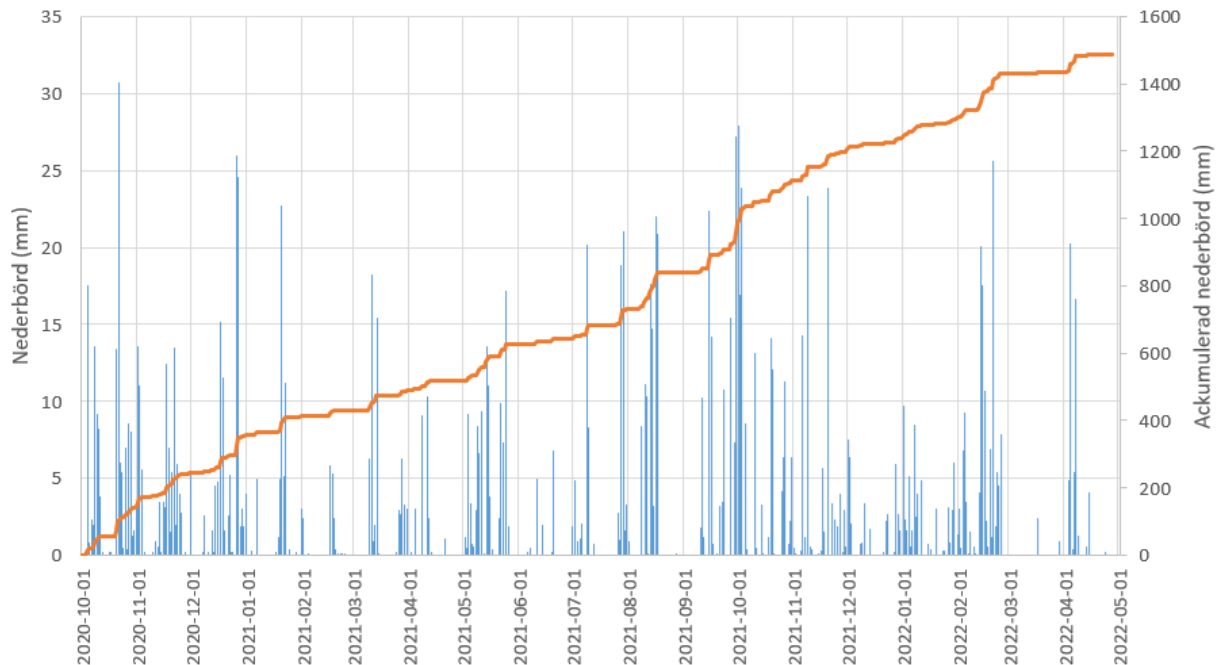
I Lärjeån varierade nivån under perioden mellan -0,4 och +0,8 (Figur 4).

Samtliga höjdnivåer i projektet är redovisade i höjdsystem RH2000.

Nederbörd under aktuell period redovisas i Figur 5.



Figur 4. Grundvattennivå i samtliga observationsrör samt nivå i Lärjeån. Prickad linje representerar nivåer i övre grundvattenmagasin (ÖMAG), streckad linje representerar nivåer i mellanliggande grundvattenmagasin (MMAG), heldragen linje representerar nivåer i undre grundvattenmagasin (UMAG). Ytvattennivå är markerad med prickar och streck om vartannat. Observera att samtliga nivåer registrerade med automatiska tryckgivare (A) redovisas som heldragna linjer (både för MMAG och UMAG).



Figur 5. Nederbörd (mm/dygn) samt ackumulerad nederbörd (mm) vid nederbördsstation Göteborg A under perioden 2020-10-01 tom 2022-05-01 (nederbördsdata hämtad på www.smhi.se).

Det finns ett flertal porttryckspetsar i området. I anslutning till planerad bro visar resultatet från mätning av porttryck på artesiska trycknivåer i undre grundvattenmagasin (cirka 0,8 m över befintlig markyta 2021-09-01).

5.2.6. Karakteristiska nivåer

Högsta karakteristiska grundvattennivå i övre magasinet ligger på mellan +1,3 och +3,9. Högsta grundvattennivå kommer vid nivåer över markytan att styras av marknivå och ytvattenbortledning samt dräneringar.

Högsta karakteristiska grundvattennivå i mellan magasinet ligger på mellan +0,9 och +1,2.

Högsta karakteristiska grundvattennivå i undre magasinet ligger på mellan +3,1 och +3,2.

Bilaga 3 redovisar beräknade karakteristiska nivåer.

5.2.7. Dimensionerande nivåer

Dimensionerande högsta grundvattennivåer ska bestämmas av projektörerna utifrån karakteristiska nivåer, situationen och vad som står på spel. Dimensionerande högsta högvattenstånd i permanentskedet i övre magasinet ligger preliminärt på mellan +2,4 och +5,5. Vid grundvattennivåer över markytan kommer högsta grundvattennivå att styras av marknivå och ytvattenbortledning samt dräneringar. Motsvarande preliminära nivåer under byggskedet i övre magasinet ligger på mellan +1,1 och +3,5.

Dimensionerande högsta högvattenstånd i mellan magasinet har preliminärt beräknats till nivåer på mellan +1,8 och +2,1. Magasinet står dock i hydraulisk tryckmässig kontakt med Lärjeån, och nivån antas således bero på nivån i Lärjeån och Göta älv. En tryckmässig kontakt betyder inte nödvändigtvis vattenutbyte i stor omfattning. Dimensionerande högvattennivå i älven år 2100 har prognosticerats till +2,79, vilket således antas vara den dimensionerande grundvattennivån i mellanliggande grundvattenmagasin.

Motsvarande nivåer under byggskedet i mellan magasinet ligger på mellan +0,8 och +1,1.

Dimensionerande högsta högvattenstånd i permanentskedet i undre magasinet ligger preliminärt på mellan +3,9 och +4,0. Motsvarande nivåer under byggskedet i undre magasinet ligger på mellan +2,5 och +3,1.

Bilaga 3 redovisar beräknade dimensionerande nivåer och beräkningsförutsättningarna för dessa nivåer.

En konceptuell sammanfattande bild redovisas i kapitel 6.

5.2.7.1. Dimensionerande värden

Antagna designlivslängder och sannolikheter för överskridande inom designlivslängd (för byggskede och permanentskede) för beräkning av grundvattennivåer baseras på generella antaganden.

Antagna värden för permanentskede är antagen livslängd på 100 år och 5 % sannolikhet för över/underskridande. Nivåerna har korrigerats med hänsyn till klimatförändringar.

Antagna värden för byggskede är byggtid på 5 år och 63 % sannolikhet för över/underskridande.

Anser projektör att andra värden skall gälla förändras angivna dimensionerande grundvattennivåer.

5.2.8. Grundvattenströmning

Baserat på områdets övergivande topografi bedöms grundvattenströmningen regionalt i området ske horisontellt åt väst samt åt söder. Områdets geologi, även Linnarhultsmagasinet taget i beaktandet, stärker denna uppfattning. Mellan magasinen sker också viss vertikal strömning i gradienternas riktning.

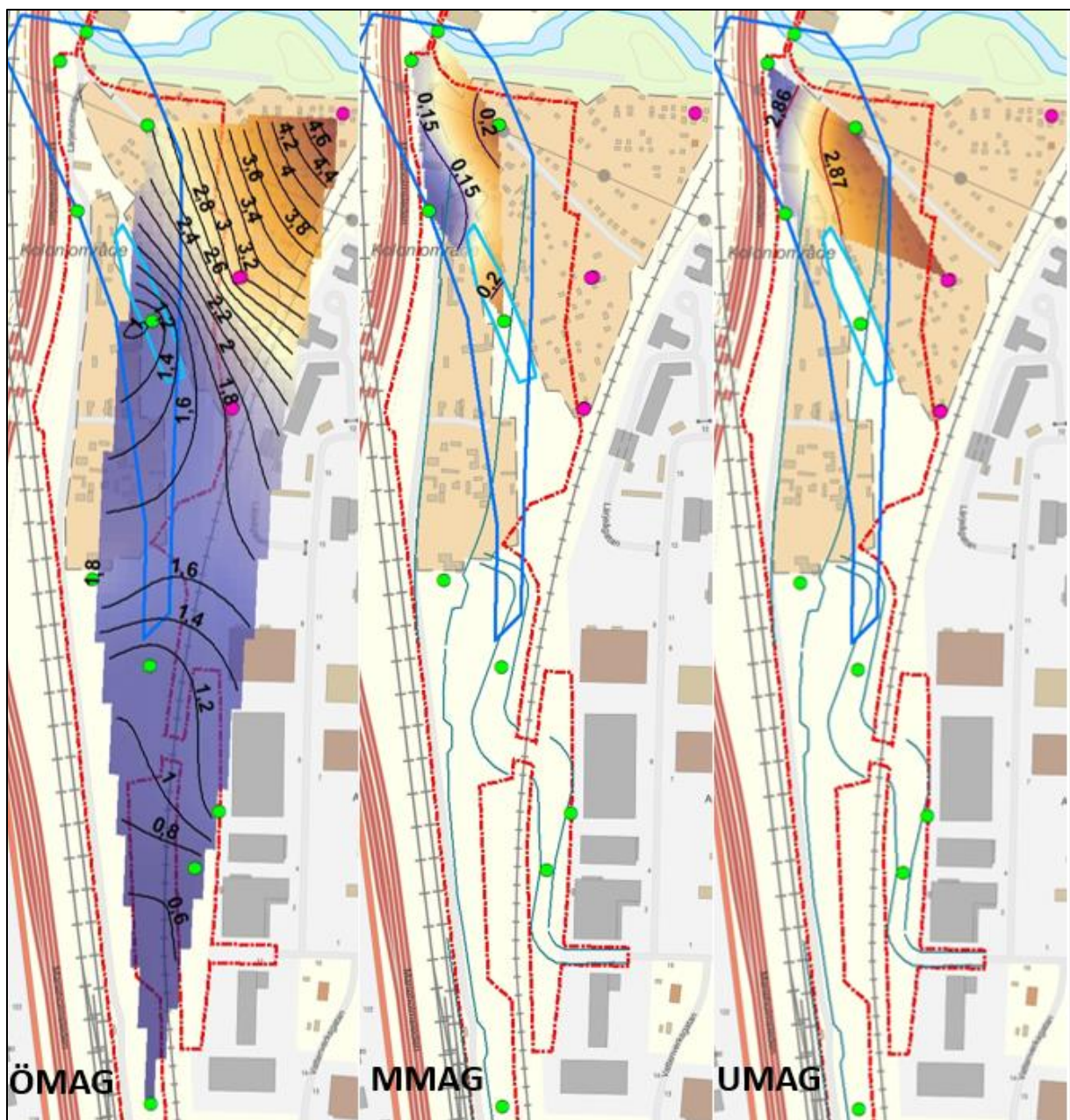
Utförda grundvattennivåmätningar visar att grundvattennivån i övre grundvattenmagasin följer topografin lokalt i området, och grundvattenströmning sker således från högre belägna områden till lägre belägna områden (Figur 6).

Grundvattentrycket och därmed också grundvattengradienten i mellanliggande grundvattenmagasin beror av nivån i Lärjeån, och är vid höga nivåer i ån riktad mot söder (från ån), och vid låga nivåer i ån riktad åt norr (mot ån), vid sidan om att det också finns en vertikalgradient. Det finns också en svag gradient åt väster.

I undre grundvattenmagasin finns en svag grundvattengradient åt sydväst, vilket överensstämmer med bedömningen av generell grundvattenströmning i området.

Vertikal tryckgradient är riktad från övre och från undre grundvattenmagasin till mellanliggande grundvattenmagasin där detta finns. Inte ens vid mycket höga nivåer i Lärjeån, maximalt uppmätt till ca +0,8 m, kan grundvattentrycket i mellanmagasinet öka så mycket i förhållande till trycket i undre och övre magasinet att mellanmagasinet kan avge vatten vertikalt till de två. Där inget mellanliggande magasin finns varierar den vertikala tryckgradientens riktning beroende på grundvattenytans nivå i övre grundvattenmagasin, som i sin tur generellt följer topografin.

En konceptuell sammanfattande bild redovisas i kapitel 6.



Figur 6. Interpolerad grundvattenyta (plusnivå) i övre (ÖMAG), mellan (MMAG) respektive undre (UMAG) grundvattenmagasin den 2021-12-13. Planområdet (område med röd begränsningslinje), sandlagrets tolkade utbredning (område med blå begränsningslinje), våtmarksområde (område med ljusblå begränsningslinje), observationspunkter grundvatten och ytvatten (gröna och rosa cirklar).

5.2.9. Grundvattenkemi

Linnarhultsmagasinet har enligt VISS god kemisk status⁴.

5.2.10. Ändrade klimatförhållanden

Fram till år 2100 kommer nederbörden att öka främst under vinterhalvåret och vara i stort sett oförändrad under sommartid. Vattenföringen kommer att öka under vinterhalvåret och minska under

⁴ <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA36723145>

sommarhalvåret. Avdunstningen kommer att bli högre under sommarhalvåret⁵. Effekten på grundvattenbildningen är oviss i detta utredningsskede, varför dagens förhållanden preliminärt antas gälla här. Västsverige förväntas få en större variation mellan de lägsta och högsta grundvattennivåerna, och de lägsta och högsta grundvattennivåerna förväntas bli oförändrade i de snabbreagerande grundvatten-magasinen⁶.

Området ligger nära Lärjeån och Göta älv och grundvattennivåer i området kan således väntas påverkas av höga havsnivåer, både direkt och indirekt genom något ändrad styrning av flödet i Göta älv. Designlivslängd för anläggningen är 80 år. Nivån i Göta älv år 2100 med en återkomsttid på 100 år för hav är +2.8. Dimensionerande grundvattennivåer har tagits fram för år 2100 med hänsyn till klimatförändringar, baserat på dimensionerande havsnivåer. Dimensionerande grundvattennivåer redovisas i bilaga 3.

⁵ Länsstyrelserna i Västra Götalands och Värmlands län, Stigande vatten - En handbok i fysisk planering i översvämningshotade områden.

⁶ Grundvattennivåer i ett förändrat klimat, SGU 2015:19.

6. Konceptuell modell

6.1. Inledning

Här redovisas projektets aktuella uppfattning om de grundvattenförhållanden som är relevanta för projektet, visavi det som ska byggas.

6.2. Modell

Marklagren i området utgörs i huvudsak av lera med stor mäktighet, som varierar mellan ungefär 20 och 55 m.

I norra delen av planområdet finns tre grundvattenmagasin, ett övre, ett mellanliggande och ett undre grundvattenmagasin medan det i södra delen av området endast finns ett övre och ett undre grundvattenmagasin.

Det övre grundvattenmagasinet finns i ytliga jordlager av omväxlande silt, lera, sand och gyttja. I söder vid den före detta deponin förekommer även sand och grus ytligt. Magasinet underlagras av lera som begränsar den hydrauliska kontakten med underliggande magasin. Ytlig lera, ner till cirka 8–12 m djup, innehåller gyttja, sand, silt, skalrester och växtdelar. Ställvis klassas jordarten som lerig silt. Under 12 meters djup minskar inslagen av sand, gyttja och skalrester. I anslutning till våtmarksområdet (SW2036) saknas lera och istället förekommer silt direkt över mellanliggande magasin (inbäddat sandlager).

I norra delen av planområdet finns ett inbäddat sandlager i leran som utgör ett mellanliggande grundvattenmagasin. Det är något mäktigare i norr och sträcker sig cirka 600 meter från Lärjeån och söder ut. Det mellanliggande grundvattenmagasinet underlagras av lera av mer homogen karaktär. Även längre söderut finns undersökningar som visar på sandskikt, men att dessa hypotetiskt inte är sammanhängande med det stora sandlagret i norr.

På berg, under lera, finns ett undre grundvattenmagasin (Linnarhultmagasinet). Förekomsten av lera är betydelsefull för att avskärma Linnarhultsmagasinet (undre magasinet) från såväl det mellanliggande sandlagret som från planerade anläggningar.

6.2.1. Grundvattenströmning och grundvattenbildning

I det övre grundvattenmagasinet följer grundvattennivåerna topografin lokalt i området, och sker från högre belägna områden till lägre belägna områden. Grundvattenbildning sker i huvudsak via nederbörd över området.

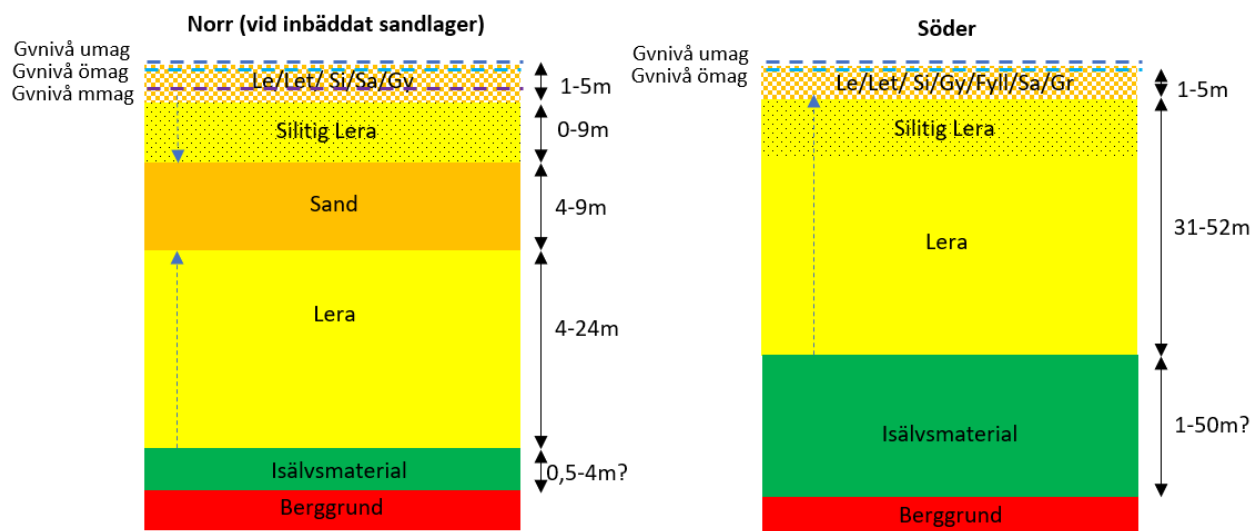
Grundvattennivån i mellanliggande grundvattenmagasin varierar med vattennivån i Lärjeån. I anslutning till eller strax norr om Lärjeån förekommer områden där lera ej överlagras sandlagret. Geologin och nivåobservationer visar således på potentiell hydraulisk kontakt mellan Lärjeån och det inbäddade sandlagret. Omfattningen av faktiskt vattenutbyte är inte klarlagd. Grundvattenströmningen är vid kontakt riktad till eller från Lärjeån beroende på vattenståndet i ån i förhållande till rådande vattentryck i sandlagret. Grundvattenbildning till mellanliggande grundvattenmagasin sker sannolikt vid eller i närheten av Lärjeån samt i mindre utsträckning som läckage från övre och undre grundvattenmagasin.

Grundvattenströmningen i undre grundvattenmagasin sker åt sydväst. Nybildning till undre grundvattenmagasin sker sannolikt huvudsakligen i randzonen till uppstickande bergshöjder längs med Göta älvs och Lärjeåns dalgång, och utströmning under Göta älv.

I norra delen av planområdet där inbäddat sandlager förekommer är den vertikala tryckgradienten riktad från både övre och undre grundvattenmagasin till mellanliggande grundvattenmagasin.

Där mellanliggande sandlager ej finns, är trycknivån generellt högre i undre än i övre grundvattenmagasin, vilket innebär att den vertikala tryckgradienten är uppåtriktad från Linnarhultsmagasinet. Detta betyder att Linnarhultsmagasinet inte kan påverkas av grundvatten i överliggande grundvattenmagasin under sådana gradientförhållanden, eftersom Linnarhultsmagasinet avger grundvatten (relativt övertryck). Vid lokala topografiska höjder, där grundvattenytan i övre grundvattenmagasin ligger på en högre nivå, kan motsatt tryckförhållande gälla. Förutom att drivande tryckförhållanden måste råda mellan magasinen för att ge grundvattentransport, måste mellanliggande jord också vara genomsläpplig i betydande grad. Grundvattenströmningen mellan magasinen är dock mycket begränsad till följd av den täta leran. Artesiska trycknivåer i undre grundvattenmagasin förekommer.

En konceptuell modell av jordlagerföljd visas i Figur 7.



Figur 7. Principiell bild av jordlagerföljd och normala grundvattenförhållanden i norr, vid inbäddat sandlager, respektive i söder. Redovisade mäktigheter är ungefärliga. Blåa streckade pilar representerar tryckgradientens generella riktning vid normala nivåer i Lärjeån. Streckade linjer representerar grundvattentrycket i övre (ljusblå, ömag), mellan (lila, mma) och undre (mörkblå, umag) grundvattenmagasin.

6.2.2. Anläggningens delar – Byggskede (temporärt)

Avvattningsanläggningar och ledningsgravar

Planerade schakter för avvattningsanläggningar och ledningsgravar är i huvudsak grunda och ytligt jordmaterial är relativt tätt. Det innebär såväl små inläckage, små avsänkningar samt litet influensavstånd och under en begränsad tidsperiod (mindre än 1 vecka). Det kommer dock inom delar av området utföras schakt för större ledningar på djup upp till 4 m under markytan. Aktuella schakt kommer att stå öppna under begränsad tid under byggskedet, maximalt cirka 2 – 4 veckor.

Bro (infartsväg)

I anslutning till bro (infartsväg) ska schakt utföras och länshållas under ca 4 – 5 månader då planerade arbeten ska utföras i torrhet. Schaktdjup uppgår till ca 2 meter under markyta (schaktbotten på nivå ca -0,9).

Grundläggning uppställningsbangård

Schakt ska utföras för installation av bankpålplattor och fyllning/packning av lättklinker. Arbeten ska utföras i torrhet vilket innebär att grundvatten kommer att pumpas bort till cirka 0,3–0,5 meter under schaktbotten, under en period av upp till cirka 6 månader. Aktuell nivå för avsänkningen varierar således inom området, och ligger som djupast på nivå +0,0.

Grundläggning i form av stödpålad bankpålning samt kohesionspålar planeras i norra delen av uppställningsbangården samt vid bro (infartsväg). Pålar utgörs av betongpålar och slås delvis genom mellanliggande sandlager och ner i friktionsmaterial under lera (ovan berg). Betongpålar rekommenderas för att minimera risken för vertikalt vattenutbyte istället för alternativet tvärsnittsöppna stålpålar.

Vid pålning kan potentiellt läckage av grundvatten längs pålarnas mantelytor uppstå. Risken för sådant läckage bedöms vara liten vid brostöd där betongpålar drivs ner igenom mäktiga lerlager. I norra delen av uppställningsbangården (vid mellanliggande sandlager) är lermäktigheten mindre och leran mer heterogen med inslag av sand och silt. Risken för läckage bedöms dock vara begränsad även i det aktuella området. Ett eventuellt läckage bedöms kunna hanteras och stoppas i den mån läckaget inte självtätar.

Det bedöms att eventuell uppåtriktad grundvattenströmning längs pålarnas mantelytor från undre magasinet i byggskede både kan observeras och hanteras i den mån läckaget inte självtätar.

6.2.3. Anläggningens delar – Permanentskede

Avvattningsanläggningar och ledningsgravar samt grundläggning uppställningsbangård

I permanentskede kommer dränerande diken och ledningar i delar av området orsaka grundvattensänkning i övre magasin.

Utfyllnad med krossmaterial (i område med bankpålning) i norr respektive lättklinker i söder innebär urschaktning av naturliga relativt täta material och utfyllnad med material som är mer genomsläppliga än de naturliga jordlagren. Där utfyllnad sker under grundvattennivån kan det innebära ökad avströmning av grundvatten från delar av det utfyllda området, beroende på möjlighet till avrinning vidare från området via tex dräneringsledningarna.

I norra delen av uppställningsbangården (i område för uppställningsspår), ligger dräneringsledningarna och dränerande diken upp till cirka 0,7 m under grundvattennivån i övre grundvattenmagasin. Utfyllnad av genomsläppligt fyllnadsmaterial innebär att avsänkningen väntas bli som mest ca 0,8 m i norra delens övre magasin.

Ytliga jordlager utgörs av omväxlande lera, torrskorpelera, silt och sand med silt respektive siltig lera som dominerande jordarter i anslutning till dräneringsledningarna och dränerande diken. Flera dräneringsledningarna och diken ligger i bredd längs spårerna på cirka 10–15 m avstånd från varandra. Utfyllnad av området med genomsläppligt material innebär att grundvattennivåerna på sikt sänks i övre magasinet även för områdena mellan dränerande ledningar och diken, till något över nivåerna för vattengångarna.

Där dräneringen ligger som lägst ligger den på nivå +1,4 m, vilket motsvarar ungefärlig normal grundvattennivå vid aktuellt läge.

I mellersta delen av uppställningsbangården (från bro för infartsväg och söder om denna) planeras dräneringar och diken generellt över eller i nivå med befintlig grundvattenyta, och orsakar således begränsad påverkan på grundvattennivån i området (avsänkningen väntas bli ca 0–0,4 m).

I den sydligaste delen av uppställningsbangården finns en före detta deponi. Dike och drän planeras längs aktuell sträckning med lutning åt norr och ligger som djupast i sektion cirka 472+640 på cirka +1,4 och ytligare längre söderut (på cirka +2,1). Schakt och utfyllnad med lättfyllnad planeras till nivå ca +0,5. Denna utfyllnad kan väntas bidra till dränering av området till omgivande diken.

Deponin utgör en lokal höjd i södra delen av området, med deponiyta på cirka +2,5 till +4,0. Normal grundvattennivå i deponiområdet beräknas ligga på som högst ca +1,5-+2,1, baserat på nivå för befintliga diken längs deponi i väster (nivå ca +0,5/+1,0 mellan järnväg och deponi) och nivån av diken i öster (nivå ca +0,2-+1,4 längs deponins östra sida) samt baserat på att materialet i deponin är relativt konduktivt. Men uppmätt grundvattennivå i grundvattenrör strax norr om deponin (SW2064PEH) indikerar att nivån sannolikt är betydligt lägre än +1,5-+2,1, så även i deponiområdet.

Det innebär att diken och dränerande ledningar i sig inte innebär någon beaktansvärd avsänkning av grundvattennivå. Urschaktning och utfyllnad kan innebära ökad dränering av grundvatten till omkringliggande befintliga diken vilket skulle kunna orsaka lokal avsänkning av grundvattennivå inom området för schakt (och utfyllnad) till som lägst nivå +0,5 (botten på schakt/utfyllnad). Möjlig grundvattensänkning uppgår således till 1,0-1,6 m, men är sannolikt mindre än så.

En ny permanent infartsväg ska byggas med en bro över spårvägen, öster om uppställningsspåret. Längs infartsväg ligger diket i bankfot, vilket innebär att det ligger som djupast på ungefär 0,5 m under befintlig mark. Grundvattennivån ligger idag på cirka 0,6-0,8 m djup under befintlig markyta, dvs i nivå med eller strax under planerad drännivå. Påverkan på grundvattennivån är således mycket begränsad.

Även nya ledningsgravar för övriga ledningar i området kan fungera dränerande, om ledningsgravar fylls ut med material som är mer genomsläppligt än de naturliga jordlagren där schakten utförs. Då ledningar delvis ligger på stort djup (upp till cirka 4,0 meter under befintlig markyta) rekommenderas ställvisa strömningsavskärande (tätare) återfyllningar i ledningsgravar. Detta för att undvika grundvattenavströmning från området till nytillkomna ledningsgravar, så att dessa inte snabbare dränerar eller transporterar bort grundvatten än vad den jungfruliga jorden annars hade gjort.

Grundläggning i form av kohesionspålad bankpålning och stödpålning till fast botten med betongpålar planeras vid i norra delen av uppställningsbangården samt vid bro (infartsväg). Pålar utgörs av betongpålar och slås delvis genom mellanliggande sandlager och ner i friktionsmaterial under lera (ovan berg). Betongpålar har generellt lägre genomsläpplighet än lera, och bedöms således inte utgöra risk för ökat läckage genom leran. Det bedöms att eventuell uppåtriktad grundvattenströmning längs pålarnas mantelytor från undre magasinet i byggskede både kan observeras och hanteras i den mån läckaget inte självtätar.

Grundläggning med betongpålar respektive kalkcementpelare planeras för uppställningsbangård, serviceväg och bro (infartsväg). Aktuella konstruktioner har generellt lägre genomsläpplighet än lera, och bedöms således inte utgöra risk för ökat läckage genom leran. Eventuellt läckage längs pålar antas kunna hanteras och stoppas i byggskede.

Uppfyllnad vid väg- och järnvägsroppar antas vara mer genomsläppliga än omgivande relativt täta jordlager och bedöms således inte orsaka någon dämning av grundvatten.

7. Skyddsobjekt

Med skyddsobjekt menas här befintliga allmänna och enskilda intressen samt företeelser som skulle kunna skadas av byggnationen, om förhållandena medger detta. En fullständig beskrivning av påverkan, effekt, konsekvenser och skyddsobjekt ges i Miljökonsekvensbeskrivning 166006-01-040-101

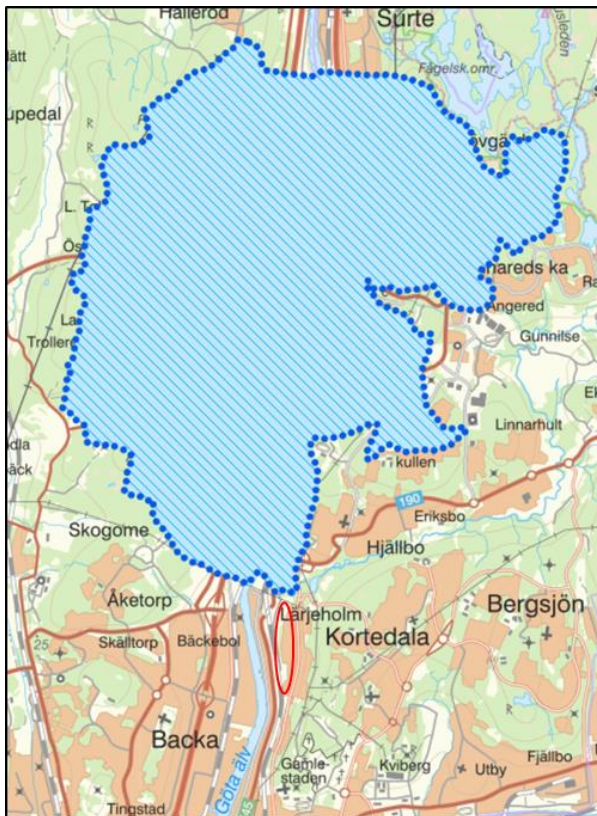
7.1. Grundvattenkällor

SGU noterar inga källor inom planområdet⁷.

7.2. Allmänna vattentäkter och vattenskyddsområden

7.2.1. Allmänna ytvattentäkter

En ytvattentäkt finns i den blivande uppställningsbangårdens närhet. Täkten finns i Göta älv och vattenskyddsområdet (ytvattentäktens intresseområde) sträcker sig ifrån Surte till strax norr om Lärjeån. Vattenskyddsområdet och ytan för uppställningsbangård överlappar således inte varandra, Figur 8.



Figur 8. Vattenskyddsområde Göta älv (Ytvatten). Länsstyrelsen, Vattenkartan⁸. Röd markering, ungefärligt läge för intresseområdet.

⁷ Sveriges Geologiska Undersökning, SGU. <https://apps.sgu.se/kartvisare/> [Åtkomst 2020-08-12]

⁸ VISS, Vatteninformationssystem Sverige. Vattenkartan. Länsstyrelsen. <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=1589fd5a099a4e309035beb900d12399> [Åtkomst 2020-06-01]

Lärjeån, strax norr om planområdet, är nödvattentäkt för Göteborg stad. Uppgifter om var intaget är beläget är inte offentliga och det går därför inte att visa exakt läge, dock kan det anges att intaget är beläget uppströms aktuellt planområde. För utförligare beskrivning av Lärjeån som nödvattentäkt hänvisas till Miljökonsekvensbeskrivning 166006-01-040-101.

7.3. Allmänna grundvattentäkter

Inga dricksvattentäkter i grundvattenmagasin förekommer inom eller i närheten av planområdet⁹.

7.4. Enskilda brunnar

I den blivande uppställningsbangårdens närområde finns inga dricksvattenbrunnar för enskilt bruk noterade. Ett antal energibrunnar finns norr och öster om de blivande spåren. Samtliga är bergbrunnar¹⁰, se bilaga 4.

Trafikverket har kontaktat fastighetsägare till fastighet Gamlestaden 73:1, 73:2, 73:3 och 73:4 som ligger delvis inom eller i anslutning till maximalt influensområde för temporär grundvattensänkning med 5 % risk för överskridande. Samtliga fastighetsägare har meddelat att det inte finns några vattenbrunnar inom aktuella fastigheter som samtliga är anslutna till kommunalt vatten.

I övrigt har ingen brunnsinventering utförts, eftersom identifierad grundvattenpåverkan är så pass begränsad och lokal.

7.5. Naturvärden och skyddade områden

Inom möjligt influensområde finns grundvattenberoende naturvärden som kan riskera att påverkas negativt om grundvattensänkningen tillåts bli tillräckligt stor och omfattande. För utförlig beskrivning av naturvärdesobjekt och risk för skada på dessa hänvisas till Miljökonsekvensbeskrivning 166006-01-040-101.

Ett våtmarksområde finns centralt i området som bedömts till naturvärdesklass 4 (visst naturvärde). Projektet kommer att ta våtmarksområdet i anspråk och området planeras utgöras av järnvägsspår i stället för av våtmark. Därför elimineras värdet, och grundvattenpåverkan blir irrelevant.

Inom området för maximal permanent grundvattenavsänkning med 5% risk för överskridande finns utöver våtmarksområdet följande grundvattenberoende naturvärdesobjekt (redovisad grundvattensänkning motsvarar maximal grundvattensänkning med 5% risk för överskridande):

- En trädallé i norr.
På avstånd som minst ca 30 m, prognosticerad grundvattensänkning ca 0,2 m.
- En trädridå i öster.
På avstånd som minst ca 0 m, prognosticerad grundvattensänkning är 0,4 m.
- Skyddsvärda diken med groddjur i öster (på båda sidor spårvägen)
På avstånd som minst ca 0 m, prognosticerad grundvattensänkning som mest 1,6 m vid den före detta deponi i söder (baserat på konservativt antagande om grundvattennivå i deponin).
För större delen av diket är dock grundvattensänkningen vid diket begränsad till 0–0,1 m.

⁹ VISS, Vatteninformationssystem Sverige. Vattenkartan. Länsstyrelsen. <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=1589fd5a099a4e309035beb900d12399> [Åtkomst 2020-06-01]

¹⁰ Sveriges Geologiska Undersökning, SGU. <https://apps.sgu.se/kartvisare/> [Åtkomst 2020-06-01]

Prognosticerad permanent grundvattensänkning, med 5 % risk för överskridande, bedöms inte utgöra risk för skada på naturvärdesobjekt (se Miljökonsekvensbeskrivning 166006-01-040-101).

Inom området för maximal temporär grundvattenavsänkning med 5% risk för överskridande finns utöver våtmarksområdet (redovisad grundvattensänkning motsvarar maximal grundvattensänkning med 5% risk för överskridande):

- En trädallé i norr.
På avstånd som minst ca 30 m, prognosticerad grundvattensänkning ca 0,2 m.
- En träridå i öster
På avstånd som minst ca 0 m, prognosticerad grundvattensänkning är ca 1,9 m.
Grundvattensänkningen beräknas vara som störst i anslutning till schakt för grundläggning av bro. Temporär grundvattensänkning vid schakt för grundläggning av planerad bro sker under en begränsad period under byggskedet.
- Skyddsvärda diken med groddjur i öster (på båda sidor spårvägen).
På avstånd som minst ca 0 m, prognosticerad grundvattensänkning ca 2,1 m.
Grundvattensänkningen beräknas vara som störst i anslutning till schakt för grundläggning av bro samt i anslutning till grundläggning av lättklinker i söder. Temporär grundvattensänkning vid schakt för grundläggning av planerad bro sker under en begränsad period under byggskedet.

Inom området med temporär grundvattensänkning kring ledningsschakt finns grundvattenberoende naturvärden i form av en träridå i öster samt skyddsvärda diken med groddjur i öster. Prognosticerad temporär grundvattensänkning på upp till 3,5 m (invid ledningsschakt) bedöms ej utgöra risk för skada på aktuella naturvärdesobjekt till följd av den begränsade tidsperiod som grundvattensänkningen sker (2–4 veckor).

Prognosticerad temporär grundvattensänkning, med 5 % risk för överskridande, bedöms inte utgöra risk för skada på naturvärdesobjekt (se Miljökonsekvensbeskrivning 166006-01-040-101).

Norr om planområdet ligger Lärjeåns dalgång som ingår i ett större område som utgör riksintresse för naturvård och friluftsliv. Lärjeån och den omgivande ädellövskogen är även utpekade som Natura 2000-område. För utförlig beskrivning av riksintressena och Natura 2000-området hänvisas till Miljökonsekvensbeskrivning 166006-01-040-101. Aktuella områden ligger utanför prognosticerat maximalt influensområde (där avsänkning = 0m) med 5 % risk för överskridande.

7.6. Andra relevanta markanläggningar

Kretslopp och Vatten planerar en anläggning strax öster om planområdets nordöstra gräns, söder om Lärjeån. I nuläget är omfattning och exakt placering av denna anläggning oklar.

7.7. Anläggningar med risk för skada till följd av sättningar

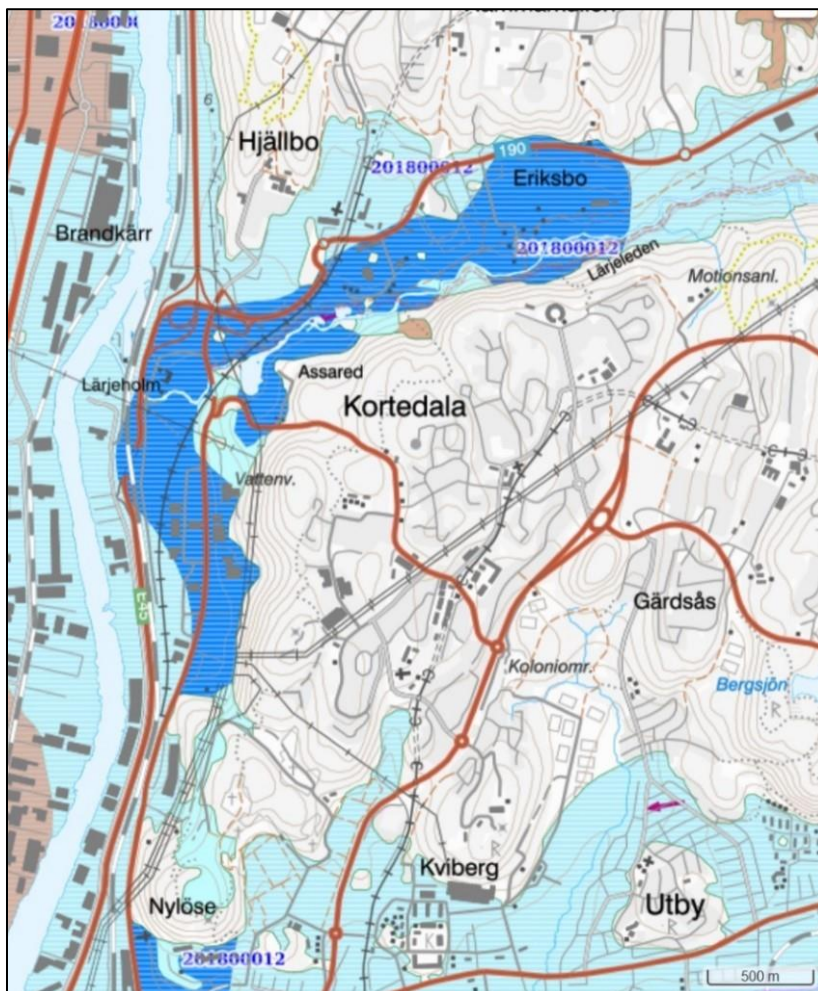
Inom möjligt influensområde finns potentiellt grundvattenberoende anläggningar som riskerar att påverkas negativt av en grundvattensänkning. Identifierade grundvattenberoende anläggningar inom möjligt influensområde utgörs av befintliga ledningar, vägar, spårväg, järnväg och byggnader.

Risk för sättningar till följd av redovisad grundvattensänkning i övre grundvattenmagasin redogörs för i Projekterings PM Geoteknik, 166006-12-025-004. Det bedöms inte föreligga risk för skada på befintliga anläggningar till följd av prognosticerad grundvattensänkning.

Även den aktuella anläggningen inklusive nya ledningar utgör skyddsobjekt med avseende på sättningar. Denna är dock förstärkt och bedöms således inte riskera skada till följd av grundvattensänkningen, se Projekterings PM Geoteknik, 166006-12-025-004.

7.7.1. Linnarhultsmagasinet

I området finns ett grundvattenmagasin under leran vid namn Linnarhultsmagasinet. Det sträcker sig från Eriksbo till strax norr om Nylöse i Gamlestaden, se Figur 9. Linnarhultsmagasinet är vattenförekomst enligt vattenförvaltningsförordningen och omfattas av miljökvalitetsnormer för vatten. Enligt VISS har magasinet god kemisk status¹¹. Magasinet används inte som vattentäkt och saknar vattenskyddsområde med verksamhetsreglerande vattenföreskrifter. Kapaciteten är enligt SGU bedömd som mycket god eller har utmärkta uttagsmöjligheter. Magasinet begränsas troligen i sidorna av tätare jordar och överlagras inom planområdet av lera. Tillrinningen till magasinet sker troligen från bergshöjderna och randzonerna längs med Lärjeåns dalgång samt igenom överlagrande jord.



Figur 9. Linnarhultsmagasinet (mörkblått) längs Lärjeåns dalgång (Kartmaterial från www.sgu.se).

¹¹ <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA36723145>

8. Effekter på grundvattenförhållanden och bedömningar av konsekvenser

En mer fullständig beskrivning av konsekvenser till följd av redovisad påverkan på grundvatten ges av Miljökonsekvensbeskrivning 166006-01-040-101.

8.1. Grundvattenpåverkan, effekt och konsekvens

Länshållning eller dränering av inläckage till otät anläggning under grundvattennivån innebär grundvattensänkning ut till det hydrauliska influensavstånd där inläckaget balanseras av grundvattenbildningen. I anläggningssammanhang innebär stort inläckage, respektive liten grundvattenbildning, ett stort hydrauliskt influensavstånd (typiskt <1 000 m). Litet inläckage, respektive stor grundvattenbildning, innebär istället ett litet hydrauliskt influensavstånd (typiskt <50 m). Detta gäller oavsett vilket otätt hydrogeologiskt medium som passerar: berg, torvmark eller mineraljord.

Allmänt bedöms att schakter, konstruktioner och stabiliserande åtgärder skulle kunna påverka grundvattnet både temporärt och permanent. Grundvattenpåverkan (inläckage, infiltration) ger grundvatteneffekter som grundvattennivåförändring och vattenkemiförändring. Detta, tillsammans med skyddsobjektens känslighet och värden, avgör konsekvensernas storlek hos skyddsobjekten. Värden och känsligheten av/hos skyddsobjekten, tillsammans med effekternas omfattning, ger sedan påverkans betydelse (konsekvens) och därmed behovet av skyddsåtgärdernas omfattning.

8.1.1. Definition av hydrauliskt influensområde

Det område som bortledning av grundvatten hydrauliskt påverkar genom att ge avsänkning av grundvattennivå benämns här hydrauliskt influensområde. På dess gräns är avsänkningen noll. Detta område påverkas i huvudsak av grundvattenbildningen och uttagets storlek. Uttaget påverkas framförallt av avsänkningens storlek och medverkande genomsläppligheter.

8.1.2. Influensområdesberäkningar

Influensområdesberäkning har utförts för dräneringsledningarna och dränerande diken då de i delar av området planeras ligga under nuvarande grundvattennivå i övre grundvattenmagasin. Nivån för dränerande diken och ledningar varierar inom området mellan cirka 0–1 m under normala grundvattennivån i övre magasin under orörda förhållanden.

I delar av området utförs schakt av jordmassor som ersätts av mer konduktiva material i form av stenkross eller lättklinker. Det kan innebära ökad dränering till omgivande befintliga diken, som delvis ligger djupare än nya dränledningarna och diken, vilket innebär att utfyllnaden orsakar avsänkning av grundvattennivån. Aktuell avsänkning är i vissa fall större än den avsänkning som orsakas av de nya dränledningarna och diken.

Influensområdesberäkning har också utförts för temporära schakt under byggskede.

Influensavståndet (eller influensradien) beräknas med hänsyn att vattenbalans råder mellan inflöde och grundvattenbildning, dvs avsänkning är =0 m vid influensavståndet. Påverkansavståndet (eller påverkansradien) beräknas för en viss ansatt avsänkning (sp), som här satts till $sp=0,3$ m, vilket är ett vanligt antagande.

8.1.3. Bedömda påverkansfall – Byggskede (temporärt)

Avvattningsanläggningar och ledningsgravar

I byggskede kan schakter för avvattningsanläggningar och ledningsgravar under grundvattennivån ge upphov till temporär grundvattensänkning. Avsänkningar och influensavstånd bedöms generellt vara små och schakter stå öppna under en begränsad tidsperiod (max 1 vecka). Det förekommer dock också schakter för ledningsgravar på djup upp mot 4 m under markytan. Schakten utförs successivt, och läggs igen i takt med att ledning läggs ner. Schakt som står öppet antas vara av storlek ca 10–20 m lång och ca 2 m bred. Även schakter för ledningsgravar planeras stå öppna under en begränsad tidsperiod (max 2–4 veckor).

Grundvattenavsänkningen blir som störst i anslutning till schakt där avsänkningen antas motsvara avståndet mellan ostörd grundvattenyta till schaktbotten, och uppgå till ca 3,5 m. Påverkan på grundvattennivåer till följd av aktuella schakt är begränsade till övre grundvattenmagasin samt begränsade i tid till max cirka 4 veckor.

Påverkans- och influensavstånd har för aktuella ledningsschakt beräknats för en grundvattensänkning på 3,5 m i silt eller relativt tät sand med antagen hydraulisk konduktivitet på mellan $1E-5$ och $1E-7$ m/s och antagen grundvattenbildning till övre magasin på mellan 375–450 mm/år.

Den begränsade tidsperioden i kombination med relativt täta jordlager gör att det troliga influensavståndet (där avsänkningen beräknas vara 0 m) för övre grundvattenmagasin efter ca 4 veckor, beräknas till som mest 50 m från schakt men begränsas sannolikt till ca 15 m från schakt. Influensområdet redovisas inte i figur pga sekretess.

Inläckage av grundvatten till aktuella schakt har beräknats till totalt cirka 1–15 l/min, med kan initialt vara något högre. Nederbörd ökar på inflödet. Storleken av inläckage till schakt liksom influensavståndet kring schakt beror på utförandet, och begränsas om tex spont används runt schakt.

Bro (infartsväg)

I byggskede planeras schakt i anslutning till bro. Schakten kommer att behöva länshållas under ca 4–5 månader. De djupaste schakterna planeras med schaktbotten på nivå ca -0,9, och övriga två schakter med schaktbotten på -0,2 respektive -0,4. Schaktbotten ligger på nivå ca 1,9 m under ostörd grundvattenyta. Påverkans- och influensavstånd har beräknats för en grundvattensänkning på 1,9 m i silt eller relativt tät sand med antagen hydraulisk konduktivitet på mellan $1E-5$ och $1E-7$ m/s och antagen grundvattenbildning till övre magasin på mellan 375-450mm/år.

Den begränsade avsänkningen i kombination med relativt täta jordlager gör att det troliga influensavståndet (där avsänkningen beräknas vara 0 m) för övre grundvattenmagasin, beräknas till 20 m från schakt. Influensavståndet är med 95% konfidens mindre än 60 m (se Figur 10 samt bilaga 5). Påverkan på grundvattennivåer till följd av aktuella schakt är begränsade till övre grundvattenmagasin, samt begränsade i tid till max cirka 5 månader.

Inläckage av grundvatten till aktuella schakt har beräknats till totalt cirka 1–10 l/min som kommer fördelas mellan schakten, med kan initialt vara något högre. Storleken av inläckage till schakt liksom influensavståndet kring schakt beror på utförandet, och kan begränsas om tex spont används kring schakt.

I anslutning till aktuell temporär schakt för bro (infartsväg) finns naturvärdesobjekt i form av skyddsvärda diken enligt kap 7.5. Dikesbotten (för västra diket) ligger på ca +0,4-(+0,5), och schaktbotten för temporär schakt på -0,9. Grundvattennivån ligger vid schakterna på ca +0,4-(+1,0) vilket innebär att diket är lägre än grundvattenytan och redan idag potentiellt och stadigvarande dränerande (mottagande av grundvatten). Länshållning av schakt på nivå -0,9 innebär att grundvattennivån sänks av till nivå under dikesbotten vilket innebär att grundvatten inte längre rinner

till diket och eventuellt också att lite eller allt ytvatten rinner till schakten. Grundvattnet och del av ytvattnet går istället mot schakten. Den hydrauliska kontakten mellan grundvattenmagasin och diket är i dagsläget inte känd, varför resonemanget ovan utgår från antagande om att dessa står i hydraulisk kontakt. Nivå för dikesbotten för östra diket är inte känt.

Grundläggning uppställningsbangård

Vid anläggande av bankpålplattor och fyllning/packning av lättklinker kommer grundvattennivån temporärt behöva sänkas till ca 0,3–0,5 m under schaktbotten. Det motsvarar avsänkning upp till ca 1,8 i norr och upp till ca 1,5 - 2,1 m i söder.

Det troliga temporära influensavståndet (där avsänkningen beräknas vara 0 m) för övre grundvattenmagasin, beräknas till 20 m från schakt. Influensavståndet är med 95% konfidens mindre än 60 m (se Figur 10 och bilaga 5). Storleken av beräknat temporärt influensområde motsvarar storleken av det permanenta influensavstånd som redovisas i Figur 10 (i aktuell figur redovisas området således endast som permanent influensområde). Påverkan på grundvattennivåer till följd av aktuella schakt är begränsade till övre grundvattenmagasin, samt begränsade i tid till cirka 6 månader.

I delar av området där det mellanliggande grundvattenmagasinet finns, kan risk för bottenuppträckning föreligga vid schakt.

8.1.4. Bedömda påverkansfall – Permanentskede

Det bedöms inte sannolikt att anläggningen orsakar betydande kvalitativ påverkan på grundvatten genom ändrade strömningsförhållanden eller genom förorening av grundvattnet.

Avvattningsanläggningar och ledningsgravar samt Grundläggning uppställningsbangård

I permanentskede kommer dränerande diken och ledningar i delar av området orsaka grundvattensänkning i övre magasin. Därtill kommer utfyllnad med material som är mer genomsläppliga än de naturliga relativt täta jordlagren innebära ökad avströmning av grundvatten från delar av det utfyllda området, beroende på möjlighet till avrinning vidare från området via tex dräneringsledningarna och diken.

Påverkans- och influensavstånd har för den norra delen av området beräknats för en grundvattensänkning på ca 0,8 m i silt eller relativt tät sand med antagen hydraulisk konduktivitet på mellan $1E-5$ och $1E-7$ m/s och antagen grundvattenbildning till övre magasin på mellan 375–450 mm/år.

Flera dräneringsledningarna och diken ligger vid bangården i bredd längs spåren på cirka 10–15 m avstånd från varandra. Grundvattennivån bedöms bli avsänkt över hela områdets bredd, med maximal avsänkning i anslutning till dräneringsledningarna/diken. Från den ytterst liggande ledningen/diket är troligt influensavstånd (där avsänkningen beräknas vara 0 m) för övre grundvattenmagasin 15 m, och med 95% konfidens mindre än 50 m (se Figur 10 och bilaga 5).

I den södra delen av området, vid den före detta deponin, dräneras deponin sannolikt redan idag till befintligt dike mellan deponi och spårväg (+0,2 och +1,4). Det planerade diket och dränledningen (+1,4-+2,1) kommer att ligga i nivå med eller något högre än befintligt dike och kan därför sannolikt inte innebära dränering av något större grundvattenflöde. Urschaktning av jordmassor från deponin ner till nivå +0,5 och utfyllnad med potentiellt mer genomsläppligt material än befintliga jordlager kan innebära ökad dränering av grundvatten till omkringliggande befintliga diken (på nivå +0,2 och +1,4). Det innebär att grundvattennivån i deponiområdet kan väntas sänkas av till följd av anläggandet.

Påverkans- och influensavstånd har för den södra delen av området beräknats för en grundvattensänkning på 1,0–1,6 m i silt eller sand med antagen hydraulisk konduktivitet på mellan $1E-5$ och $1E-7$ m/s och antagen grundvattenbildning till övre magasin på mellan 375–450 mm/år. Det

troliga influensavståndet för övre grundvattenmagasin, där avsänkningen beräknas vara 0 m, beräknas till 20 m från dränering/dike. Influensområdet är med 95% konfidens mindre än 60 m (se Figur 10 och bilaga 5).

Inläckage av grundvatten till dränledningar och diken i permanentskedet uppgår längs de sträckor där dräneringen ligger under grundvattennivån i medel till totalt cirka 1–10 l/(100 m *min) och kommer i huvudsak att ske till de ytterst liggande dräneringarna. Vid höga grundvattennivåer kan inläckaget temporärt vara högre.

För påverkan på föroreningsituationen vid deponin samt risk för förorenings spridning till följd av anläggandet hänvisas till Miljökonsekvensbeskrivning 166006-01-040-101.

Ledningsgravar för övriga tillkommande ledningar i området kan fungera dränerande. Ledningar ska läggas på upp till cirka 4 meter djup under befintlig markyta, vilket motsvarar en nivå cirka 3,5 m under ostörd grundvattennivå. För att undvika grundvattenavströmning från området till nytillkomna ledningsgravar, rekommenderas ställvisa strömningsavskärande återfyllningar i ledningsgravar, med krön-nivåer motsvarande normala lokala grundvattennivåer.

De avsänkta grundvattenförhållandena i övre grundvattenmagasin vid dränering ska beaktas vid dimensionering av förstärkningsåtgärder för aktuell anläggning.

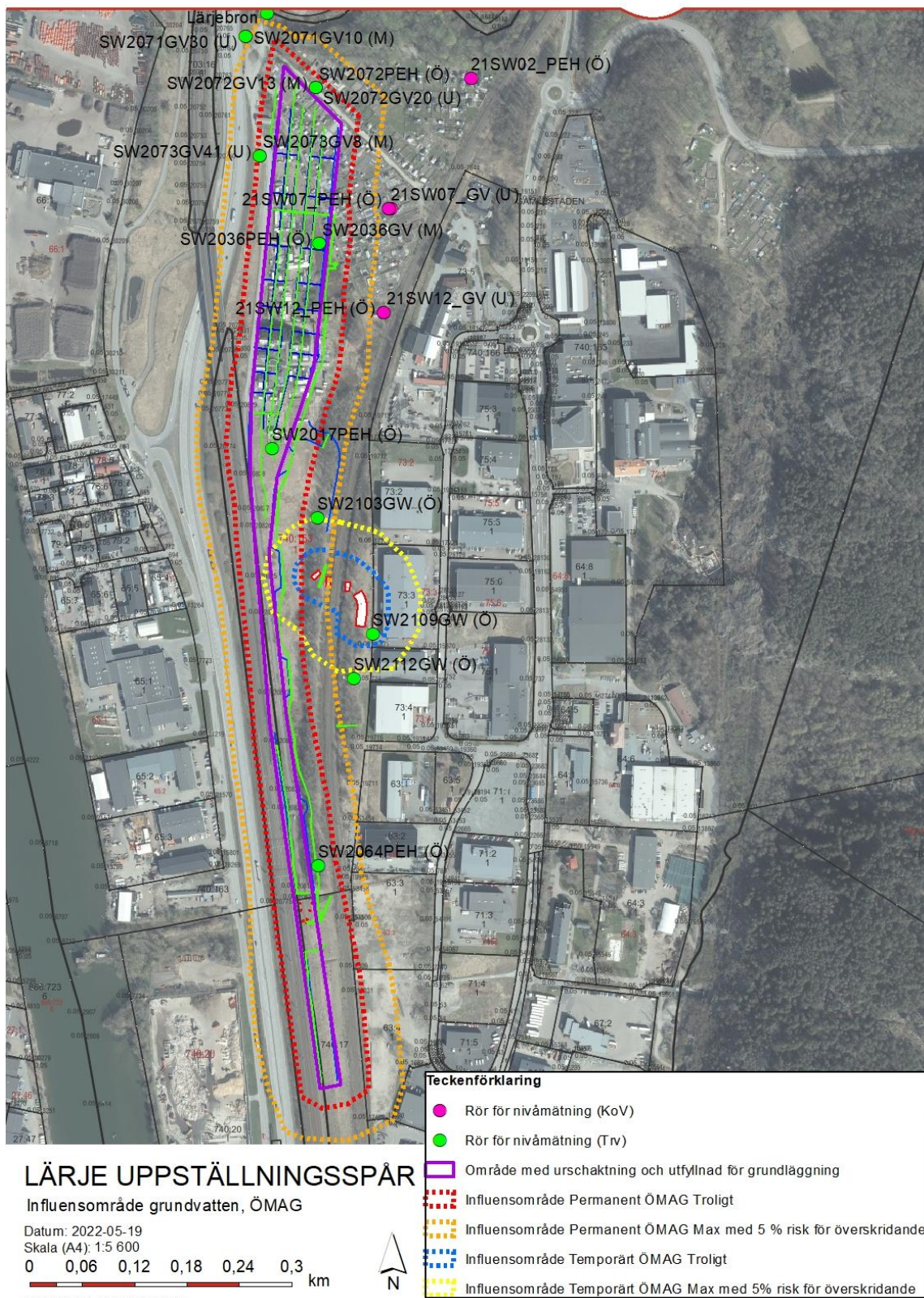
Dränering/avvattning bedöms inte orsaka betydande kvalitativ påverkan på grundvattnet.

8.1.5. Beräknade influensområden och effekt vid skyddsobjekt inom respektive influensområde

Troligt influensområde respektive maximalt influensområde med 5% risk för överskridande i permanentskede respektive byggskede (temporärt influensområde) redovisas i Figur 10. Redovisade influensområden gäller grundvattenpåverkan i övre grundvattenmagasin (ÖMAG). Inom det område som i figuren redovisas som permanent influensområde sker även temporär grundvattensänkning vid utförande av grundläggning av uppställningsbangård.

En sammanställning av grundvattenpåverkan i olika skeden samt vid olika anläggningsdelar redovisas i Tabell 1. Redovisade grundvattensänkningar i tabellen motsvarar beräknad maximalt influensområde med 5% risk för överskridande. I aktuell tabell redovisas också identifierade skyddsobjekt inom respektive maximala influensområde med 5% risk för överskridande.

Identifierade skyddsobjekt enligt kapitel 7 som ligger utanför maximalt influensområde med 5% risk för överskridande, eller i annat grundvattenmagasin som ej berörs av beräknad grundvattensänkning, redogörs inte för i tabell. Detta gäller ytvattentäkt, enskilda brunnar samt Linnarhultsmagasinet. Vad gäller andra relevanta markanläggningar så har sådana ej inkluderats då det i dagsläget inte är känt vad som ska byggas och när och det bedöms således inte möjligt att bedöma huruvida dessa kan skadas.



Figur 10. Troligt influensområde respektive maximalt influensområde med 5% risk för överskridande i övre grundvattenmagasin (ÖMAG) i permanentskede respektive byggskede (temporärt influensområde). Gröna och blå linjer representerar planerade dränledningar och diken.

Tabell 1. Sammanställning över påverkan på grundvattennivåer vid källa respektive vid identifierade skyddsobjekt inom respektive beräknade maximala influensområde (med 5% risk för överskridande). Med anläggningar avses i tabell grundvattenberoende anläggningar i form av befintliga ledningar, vägar, spårväg, järnväg och byggnader.

Påverkan			Effekt		Skyddsobjekt			
Typ	Källa	Tidsperiod	Effekt vid källan (m)	Max influensavstånd med 5% risk för överskridande (m)	Skyddsobjekt inom max influensavstånd	Effekt vid källa (i anslutning till skyddsobj., m)	Avstånd Källa - Skyddsobjekt (min, m)	Max effekt vid skyddsobjekt med 5% risk för överskridande (m)
Temporär (Byggskede)	Grundvatten-sänkning för Grundläggning uppställnings-bangård	6 mån	0,5–2,1	30–60	Trädallé i norr	1,2	30	0,2
					Trädridå i öster	0,5–1,8	0	0,9
					Skyddsvärt dike	2,1	0	2,1
					Anläggningar (spårväg, järnväg, väg, ledningar)	2,1	0	2,1
	Grundvatten-sänkning för grundläggning av Bro (infartsväg)	5 mån	1,9	60	Trädridå i öster	1,9	0	1,9
					Skyddsvärt dike	1,9	0	1,9
					Anläggningar (spårväg, ledningar)	1,9	0	1,9
					Anläggningar (byggnader)	1,9	20	0,6
	Grundvatten-sänkning för anläggande av djupt liggande ledningar	1 mån	3,5	50	Trädridå i öster	3,5	0	3,5
					Skyddsvärt dike	3,5	0	3,5
					Anläggningar (spårväg, järnväg, väg, ledningar)	3,5	0	3,5
Permanent (Driftskede)	Dränerande diken o ledningar samt utfyllnad	Perma-nent	0–1,6	0–60	Trädallé i norr	0,7	30	0,2
					Trädridå i öster	0,4	0	0,4
					Skyddsvärt dike (norr om f.d. deponin i söder)	0,4	20	0–0,1
					Skyddsvärt dike (vid f.d. deponin i söder)	1,6*	0	1,6*
					Anläggningar (spårväg, järnväg, väg, ledningar)	1,6*	0	1,6*

*Baseras på konservativt antagande om grundvattennivå i före detta deponin i söder, vilket innebär att grundvattensänkningen sannolikt är mindre än beräknat.

8.2. Grundvattenverksamhet och risk för skada

Bortledande av grundvatten eller utförande av en anläggning för detta innebär tillståndspliktig grundvattenverksamhet enligt MB 11 kap, §9. Enligt MB 11 kap, §12 gäller dock att tillståndsplikt inte gäller om det är uppenbart att skada på allmänna eller enskilda intressen inte kan ske.

Anläggningen bedöms påverka grundvattennivåer i övre grundvattenmagasin temporärt under byggskede samt permanent som en konsekvens av den avsänkning som dränerande ledningar och

diken samt urschaktning av relativt täta jordlager och utfyllnad med mer genomsläppliga lager ger upphov till. Temporär grundvattensänkning uppgår till som mest 3,5 m för ledningsgravar (pågår under max 4 veckor). Permanent grundvattenavsänkning uppgår till som mest 1,6 m och sträcker sig upp till cirka 60 m från dränerande ledning/dike respektive utfyllnad (med 5% risk för överskridande).

Skyddsobjekt inom grundvattensänkningens influensområde utgörs av grundvattenberoende naturvärdesobjekt samt av anläggningar som kan påverkas av grundvattensänkningar genom sättningar. Utifrån tillgängligt underlag om påverkan, effekter och skyddsobjektens placeringar visavi grundvattenstörningarna, och skyddsobjektens tåligheter bedöms det inte föreligga risk för skada på allmänna eller enskilda intressen till följd av anläggandet varken i byggskede eller driftskede.

Grundvattenrör kommer att installeras i deponiområdet i söder för att bekräfta och följa grundvattennivåns läge. Risk för skada föreligger inte här. Om uppmätt grundvattennivå i området för deponin mot all kunskap ändå är sådan att planerad schakt och utfyllnad skulle innebära en osannolik grundvattensänkning, kommer åtgärder vidtas för att hålla uppe grundvattennivå. Att så skulle vara fallet bedöms dock som mycket osannolikt. Förslag på åtgärd är i sådant fall strömningsavskiljande tätskärmar i utfyllnaden som läggs tvärs spåren för att begränsa dränering av grundvatten från deponiområdet till omkringliggande befintliga diken. Beskrivna åtgärder innebär att grundvattennivån hålls uppe i området och att risk för skada således ej föreligger.

Ändras förutsättningarna gällande grundläggning eller konstruktioner eller om nytt underlag angående mark- och grundvattenförhållanden skiljer sig från nuvarande tillgängligt underlag bör en ny bedömning av påverkan på grundvattennivåer och risk för skada göras.

9. Hantering av skadlig påverkan

I delar av området där det mellanliggande grundvattenmagasinet finns, kan risk för bottenuppträckning föreligga vid djupare schakt om detta inte hanteras. Entreprenören ska utreda och säkerställa stabiliteten i schakten med hänsyn till dimensionerande grundvattentryck i mellersta magasinet.

Dränerande diken och ledningar samt utfyllnad längs spår kommer att orsaka avsänkta grundvattenförhållanden permanent i övre grundvattenmagasin. Grundvattennivån vid avsänkta förhållanden ska beaktas vid dimensionering av förstärkningsåtgärder för aktuell anläggning.

För övriga ledningsgravar inom området ska ställvisa strömningsavskärande återfyllningar i ledningsgravar användas för att försvåra grundvattenavströmning från området och för att återskapa naturliga grundvattennivåer.

Vid behov ska strömningsavskiljande tätskärmar i utfyllnaden läggas tvärs spår vid deponin i söder för att begränsa dränering av grundvatten från deponiområdet till omkringliggande befintliga diken. Att detta skulle bli aktuellt bedöms dock som mycket osannolikt.

Vid pålning ska eventuellt läckage av grundvatten längs pålarnas mantelytor hanteras och stoppas i den mån läckaget inte självtätas.

Projekteringsanvisningarna är sammanfattningsvis att undvika eller minimera negativ påverkan på grundvattenmagasinen.

Om ändrade förutsättningar skulle orsaka att anläggningen ger upphov till en mer betydande grundvattenavsänkning än bedömt, eller om anläggningen skulle orsaka påverkan på mellanliggande eller undre grundvattenmagasin ska en omvärdering av grundvattenpåverkan göras och nödvändiga åtgärder vidtas.

Projekteringsanvisningen beträffande vattenkvaliteten är att minimera möjligheterna till vattenkemisk påverkan.

10. Risker ur ett hydrogeologiskt perspektiv

10.1. Inledning

Detaljerad hantering av risker kommer att ske i PM Riskanalys. Här diskuteras endast översiktligt risker kopplade till hydrogeologi som identifierats i den konceptuella modellen.

10.2. Projektspecifika risker

10.2.1. Allmänt

En sänkt eller förhöjd grundvattentrycknivå kan orsaka problem med tillgång och kvalitet i närliggande brunnar, likaså kan detta orsaka skador på sättningkänslig bebyggelse och naturområden som är beroende av viss grundvattennivå och kvalitet. Förändringar i trycknivå kan bli aktuellt om schakt, konstruktion eller grundläggning utförs under grundvattentrycknivån eller om vatten infiltreras. En utförlig beskrivning av bedömda påverkansfall ges i avsnitt 8.1.3. Kontrollmätningar av grundvattennivå ska utföras kontinuerligt enligt kontrollprogram för att säkerställa att grundvattenpåverkan inte blir större än vad som kan tolereras. Påverkan bedöms dock som liten och tolerabel.

10.2.2. Magasinet i Linnarhult

Linnarhultsmagasinet nämns särskilt i UB vad gäller riskanalys. Kapaciteten är enligt SGU bedömd som mycket god eller som att den har utmärkta uttagmöjligheter. Värdet för samhället uppfattas idag vara litet, exempelvis har inget vattenskyddsområde tagits fram. De risker som kan bli aktuella är förorening av magasinet eller bortledning av grundvatten. Det förra kan ske vid kontakt mellan ytliga förorenande lager, förorenad Lärjeå eller förorenande aktivitet vid ytan och grundvattenmagasinet. Kontaminering kan också ske om anläggningsdelar eller delar av grundläggning når magasinet och på så sätt för med sig eller transporterar förorening.

Trycknivåer i Linnarhultsmagasinet ligger generellt högt relativt de två övriga magasinerna, och gradienten genom leran är således uppåtriktad. Leran, som har stor mäktighet i anslutning till bro (infartsväg) och mindre mäktighet i område med mellanliggande sandlager, är en tät jordart som begränsar risken för föroreningstransport till det undre magasinet. I området med mindre mäktig lera är föroreningshalten låg i övre grundvattenmagasin, vilket tillsammans med en uppåtriktad gradient innebär att risken för transport av ytligt liggande föroreningar till undre grundvattenmagasin är låg.

Påverkan i form av bortledning av grundvatten skulle potentiellt kunna ske vid punktering av magasinet till följd av artesiska tryckförhållanden.

För att inte riskera att påverka kvalitet eller kvantitet i Linnarhultsmagasinet bör öppna stålplåtar undvikas vid grundläggning. Planerad pålning som når magasinet utgörs av betongpålar. Påslagningen ska observeras för läckage längs pålarna och omedelbart tätas i så fall. Detta är av speciell vikt i området med mellanliggande sandlager, där leran är mer heterogen samt av mindre mäktighet.

10.2.3. Risk för bottenuppträckning

I byggskede, vid schakt i området där ett inbäddat sandlager finns, kan risk för bottenuppträckning förekomma. Risk för bottenuppträckning har kontrollerats och utifrån dimensionerande grundvattennivåer samt aktuella schaktdjup beräknas risk ej föreligga, se Projekterings PM Geoteknik,

166006-12-025-004. Entreprenören ska dock vid utförande av schakt utreda och säkerställa stabiliteten i schakten med hänsyn till dimensionerande samt aktuella grundvattentryck i mellersta magasinet.

10.2.4. Risk för sättningar

Risk för sättningar till följd av redovisad grundvattensänkning i övre grundvattenmagasin redogörs för i Projekterings PM Geoteknik, 166006-12-025-004. Utifrån tillgängligt underlag bedöms det inte föreligga risk för skada på allmänna eller enskilda intressen till följd av anläggandet varken i byggskede eller driftskede. Bedömningen baseras dock på bedömd trolig grundvattenyta för området i söder, vid deponin, då faktiska mätningar av grundvattennivån här saknas. Grundvattennivåer i söder, vid deponin, ska följas upp för att bekräfta grundvattenavsänkningens storlek och således också bedömningen av sättningsrisk.

10.2.5. Risk för negativ påverkan på naturvärdesobjekt

Risken för skada på grundvattenberoende naturvärdesobjekt till följd av redovisad grundvattensänkning i övre grundvattenmagasin redogörs för i Miljökonsekvensbeskrivning 166006-01-040-101. Utifrån tillgängligt underlag bedöms det inte föreligga risk för skada på allmänna eller enskilda intressen till följd av anläggandet varken i byggskede eller driftskede.

10.3. Hantering av risker

Grunden för hantering av risker är ett proaktivt grundvattenkontrollprogram. Om anläggandet innebär vattenverksamhet med grundvattenbortledning eller infiltration för att öka vattenmängden och det finns skyddsvärda grundvattenberoende objekt som inte kan uteslutas att skadas, då behövs tillstånd enligt miljöbalken, kap 11. Om skaderisk kan uteslutas, måste detta utredas, argumenteras för och visas i ett dokument för att inte riskera miljöbrott.

Den grundvattenpåverkan som identifierats till följd av aktuell anläggning redovisas i kapitel 8. Grundvattensänkningen ska tas hänsyn till vid dimensionering av grundläggning av aktuell anläggning.

För ledningsgravar som riskerar att fungera dränerande för området, genom grundvattenavströmning via ledningsgravar, ska ställvisa strömningsavskärande återfyllningar i ledningsgravar användas. Detta för att försvåra grundvattenavströmning från området.

Eventuella risker för förorening av Linnarhultsmagasinet kan minskas genom adekvat förfarande vid ytan. Ett sådant förfarande förutsätter en korrekt hantering av maskiner och kemikalier. Likaså en korrekt grundläggning så att det inte sker någon punktering eller skapas kontakt mellan potentiell förorening och magasin. Därav bör öppna stålplåtar undvikas. Rutiner för eventuell olycka bör också utarbetas.

Vid pålning ska eventuellt läckage av grundvatten längs pålarnas mantelytor hanteras och stoppas i den mån läckaget inte självstätas.

Vid schakt i området där ett inbäddat sandlager finns kan risk för bottenuppträckning förekomma. Entreprenören ska utreda och säkerställa stabiliteten i schakten med hänsyn till dimensionerande grundvattentryck i mellersta magasinet.

Ett kontrollprogram för uppföljning av grundvattennivåer och styrning ska upprättas och följas, se kapitel 10.4 Kontrollprogram.

10.4. Kontrollprogram

Anläggningen bedöms påverka grundvattennivåer i övre grundvattenmagasin temporärt under byggskede samt permanent som en konsekvens av den avsänkning som dränerande ledningar och diken samt utfyllnad ger upphov till.

Det saknas i dagsläget grundvattenrör i deponin i söder. Det rekommenderas att 2–3 grundvattenrör installeras vid deponin för att möjliggöra uppföljning av grundvattennivån.

Ett omfattande kontrollprogram upprättas tidigt för att i förskedet, byggskedet och en tid efteråt mäta, hantera och styra grundvattenrelaterade aspekter.

Grundvattenrör för nivåmätning bör placeras intill eventuella skyddsobjekt där risk för skada föreligger, även om ingen uppenbar risk för skada föreligger. Kontroll i form av nivåmätningar ska utföras kontinuerligt i övre, mellan och undre grundvattenmagasin samt i Lärjeån för att säkerställa att påverkan inte blir större än vad som kan tolereras.

För uppföljning av grundvattennivåer vid stödpålning rekommenderas installation av grundvattenrör i undre respektive mellanliggande grundvattenmagasin i norra delen av området (vid mellanliggande sandlager) samt i mellersta delen av området (vid planerad bro). Utöver uppföljning av grundvattennivåer ska påslagning som når undre grundvattenmagasin observeras för läckage längs pålarna och omedelbart tätas i så fall.

Mätning av grundvattennivåer i mellanliggande grundvattenmagasin ska utföras kontinuerligt inför och i samband med schakt, och lämpliga åtgärder ska vidtas för att säkerställa schakternas stabilitet med avseende på risk för bottenuppträckning.

Mätningar av grundvattennivå ska påbörjas minst 3 månader innan byggstart, och utföras minst 1 ggn/mån innan, under och en tid efter anläggandet. Om byggstart ligger inom ca 3 år bör pågående mätprogram fortgå och låta övergå och justeras efter kontrollprogrammets krav. Mätningar av grundvattennivå ska utföras med tätare frekvens, minst 1 ggn/vecka, i samband med arbeten eller anläggande av konstruktioner som innebär bortledning av grundvatten.

Om avsänkningen överskrider gällande gränsvärden ska orsaker till grundvattensänkningen och risker till följd av denna utredas samt ska nödvändiga åtgärder vidtas.

Gränsvärden fastställs i förfrågningsunderlag.

11. Slutsatser

Anläggningen bedöms påverka grundvattennivåer i övre grundvattenmagasin temporärt under byggskede samt permanent som en konsekvens av den avsänkning som dränerande ledningar och diken samt utfyllnad med mer genomsläppligt material ger upphov till.

Temporär grundvattensänkning uppgår till som mest 3,5 m, och sker under en begränsad period. Influensområdet för temporär grundvattensänkning, dvs det område inom vilket temporär grundvattensänkning i övre grundvattenmagasin bedöms ske, sträcker sig upp till cirka 60 m från schakt, men är sannolikt mer begränsad än så. Avsänkningens storlek minskar med avståndet från schakt.

Permanent grundvattensänkning uppgår till som mest 1,6 m men är för större delen av området begränsad till mellan 0 m och 1 m. Det troliga influensavståndet för övre grundvattenmagasinet, där avsänkningen beräknas vara 0 m, beräknas till cirka 10–20 m från ytterst liggande dränering/dike respektive utfyllnad. Influensavståndet är med 95% konfidens mindre än 60 m. Avsänkningens storlek minskar med avståndet från dränerande ledningar och diken respektive utfyllnad.

Inläckage av grundvatten till dränledningar och diken i permanentskedet uppgår längs de sträckor där dräneringen ligger under grundvattennivån i medel till totalt cirka 1–10 l/(100 m *min) och kommer i huvudsak att ske till de ytterst liggande dräneringarna (gäller endast grundvatten, ej ytvatten).

För ledningsgravar som riskerar att fungera dränerande för området, genom grundvattenavströmning genom ledningsgravar, ska ställvisa strömningsavskärande återfyllningar i ledningsgravar användas.

Vid schakt i området där ett inbäddat sandlager finns kan risk för bottenuppträckning förekomma. Entreprenören ska utreda och säkerställa stabiliteten i schakten med hänsyn till dimensionerande grundvattentryck i mellersta magasinet.

Grundvattennivån vid avsänkta förhållanden ska tas höjd för vid dimensionering av förstärkningsåtgärder för aktuell anläggning.

Grundvattenkvantitet i undre grundvattenmagasin (Linnarhultsmagasinet) bedöms inte påverkas av anläggningen. Betongpålar kommer i anslutning till planerad bro slås ner till magasinet. Pålarna utgör dock täta konstruktioner och bedöms således inte påverka kontakten mellan undre magasin och ytligare jordlager. Pålar som läcker fram grundvatten utefter mantelytorna från Linnarhultsmagasinet kan behöva tätas, om de inte självtätar. Öppna stålpålar bör undvikas vid anläggningen för att undvika att kontakt skapas.

Risken för betydande påverkan på grundvattenkvaliteten till följd av anläggandet bedöms vara mycket liten. För att ytterligare begränsa risken för påverkan på grundvattenkvalitet rekommenderas ett adekvat förfarande vid ytan. Ett sådant förfarande förutsätter en korrekt hantering av maskiner och kemikalier. Likaså en korrekt grundläggning så att det inte sker någon punktering eller skapas kontakt mellan potentiell förorening och magasin. Rutiner för eventuell olycka bör också utarbetas.

Bortledning av grundvatten eller utförande av en anläggning för detta innebär grundvattenverksamhet. Enligt MB 11 kap, §12 är vattenverksamhet tillståndspliktigt om det inte är uppenbart att skada på allmänna eller enskilda intressen inte kan ske.

Identifierade skyddsobjekt inom grundvattensänkningens influensområde utgörs av grundvattenberoende naturvärdesobjekt samt av anläggningar med risk för skada till följd av sättningar. Prognosticerad maximal grundvattensänkning, med 5% risk för överskridande, bedöms inte innebära risk för skada på skyddsobjekt.

Grundvattenrör kommer att installeras i deponiområdet i söder för att bekräfta och följa grundvattennivåns läge. Om uppmätt grundvattennivå i området för deponin mot all kunskap ändå är sådan att planerad schakt och utfyllnad skulle innebära en osannolik grundvattensänkning, kommer åtgärder vidtas för att hålla uppe grundvattennivån. Att så skulle vara fallet bedöms dock som mycket osannolikt. Förslag på åtgärd är i sådant fall strömningsavskiljande tätskärmar i utfyllnaden som läggs tvärs spåren för att begränsa dränering av grundvatten från deponiområdet till omkringliggande befintliga diken. Beskrivna åtgärder innebär att grundvattennivån hålls uppe i området och att risk för skada således ej föreligger.

Kontroll i form av nivåmätningar ska utföras kontinuerligt innan, under och en viss tid efter anläggandet i övre, mellan och undre grundvattenmagasin samt i Lärjeån för att dokumentera och säkerställa att grundvattenpåverkan inte blir större än vad som kan tolereras.

Om ändrade förutsättningar skulle orsaka att anläggningen ger upphov till en mer betydande grundvattenavsänkning än bedömt, eller om anläggningen skulle orsaka påverkan på mellanliggande eller undre grundvattenmagasin ska en ny bedömning av grundvattenpåverkan göras och nödvändiga åtgärder vidtas.

Version	Datum	Ändring	Godkänt av
A	2022-06-10	Enligt Systemhandling REV-PM 001	Monica Clemert