



Hydrogeologisk utredning detaljplan Skrea, Falkenbergs kommun

Handläggare
Szafarz Joanna
Tel
010-5051928
Mobil
0720-15875
E-post
joanna.szafarz@afry.com

Datum
2025-04-28
Projekt ID
D0100763

Kund
Falkenbergs kommun, Marie-Louise Svensson

Författare: Olivia Svensson, Johan Rådman, Joanna Szafarz
Granskare: Mesgena Gebrezghi, Erik Meland, Hannes Welander

Innehållsförteckning

1	Bakgrund	7
1.1	Syfte	7
1.2	Underlag	7
2	Koordinat- och höjdsystem	7
3	Områdesbeskrivning	7
3.1	Topografi	8
3.2	Geologiska förhållanden	10
4	Planerad exploatering	16
5	Utförda undersökningar.....	17
5.1	Nya grundvattenrör 2023	17
5.2	Äldre grundvattenrör	19
5.3	Slugtester i befintliga grundvattenrör.....	19
6	Resultat	19
6.1	Jorrdjup och markyta	19
6.2	Jordarter	23
6.3	Grundvattennivå	23
6.4	Historiska data och grundvattennivåer i ett förändrat klimat	27
6.5	Hydraulisk konduktivitet.....	29
7	Områdets hydrogeologiska situation och påverkan på planerad bebyggelse	30
7.1	Generell grundvattensituation	30
7.2	Byggbarhet i områden med hög grundvattenyta.....	32
7.3	Lera under friktionsjord.....	32
7.4	Tillståndspliktig vattenverksamhet eller inte	32
8	Allmänna och enskilda intressen.....	33
9	Grundvattenpåverkande anläggningar.....	34
9.1	Byggskede	34
9.2	Driftskede	37
10	Grundvattenpåverkan	38
10.1	Beräkningsanvisningar.....	38
10.2	Beräkningsantaganden.....	41
10.3	Påverkansområde.....	42
11	Skyddsobjekt inom påverkansområde.....	46
12	Grundvattenbortledning	49
12.1	Byggskede	49
12.2	Driftskede	49

13	Rekommendationer och slutsatser	49
14	Referenser.....	50
14.1	Övriga referenser	50

Bilagor

Bilaga 1-3 – Borrprotokoll (dagbok, störd provtagning, jord/bergsondering)	24
Bilaga 4 – Grundvattennivåmätningar diagram	42

Figurförteckning

Figur 1. Utredningsområdet, beläget ca 5 km sydost om Falkenberg centrum.	8
Figur 2. Topografin inom utredningsområdet utifrån höjddata från Lantmäteriet (1x1 m).....	9
Figur 3. Jordartskarta 1:25 000-1:100 000 (SGU, 2024a).....	10
Figur 4. Jorddjup 10x10m raster, skattat jorddjup till berg (m) (SGU, 2024a).....	12
Figur 5. Berggrundskarta 1:50 000-1:250 000 (SGU, 2024a).....	13
Figur 6. Grundvattenmagasin och uttagsmöjlighet i översta jordlagret (SGU, 2024a).	14
Figur 7. Registrerade brunnar inom och i anslutning till planområdet enligt SGU (2024a) och fältinventering.....	15
Figur 8. Vy över planområdet (sett norrifrån, tittandes söderut). Havet till höger. Källa: Falkenbergs kommun, 2023.....	16
Figur 9. Plankarta. Strandvägen i söder. Källa: Falkenbergs kommun, 2023.....	17
Figur 10. Översikt över samtliga borrpunkter samt placering av grundvattenrör. Lila punkter är ej inmätta, deras läge är därför att betrakta som ungefärligt i kartbilden.	18
Figur 11. Jorddjup i undersökta punkter inom området.....	20
Figur 12. Inmätningar utförda av AFRY, 2022-12-09.....	21
Figur 13. Identifierade blötområden vid fältbesök 2022-12-09; märgelhåla i norr och utdikad sänka i nordväst (AFRY, 2022-12-09); samt dike i söder (tillkommande information från kommunen 2023-08-24).....	22
Figur 14. Foto av mark från fältbesöket 2022-12-09. Även om det inte stod vatten på markytan vid tillfället för fältbesöket så avslöjar växtligheten en relativt tydlig gräns för det fuktiga området. Bilden nedan är tagen mot norr från en position på sidan om det större av de angivna våta områdena.	23
Figur 15. Grundvattennivåmätningar utförda av AFRY, manuell mätning (fyllda cirklar) och automatisk diveravläsning (kontinuerlig linje). Nederbördsdata i form av ljusblå staplar. I bilaga 2 visas diagrammet i större version.	24
Figur 16. Grundvattennivåns genomsnittliga variationsmönster under året i olika delar av landet (1981-2010). Markerat med svart kvadrat är det aktuella variationsmönstret för utredningsområdet. (SGU, 2015).....	24
Figur 17. Interpolerade grundvattennivåer från mättillfället 2024-03-25.....	25
Figur 18. Djup till grundvattenyta mindre än 0,5 m. Figuren är skapad genom att en interpolerad grundvattenyta från manuella mätningar genomförda 2024-01-24 har dragits bort från Lantmäteriets höjddata 1x1m.....	26
Figur 19. Närmst aktuella referensrör från SGU. Halmstad 102 (Nissaström) och Halmstad 104 (Harplinge). Grundvattennivåer visas i m under markytan (SGU, 2023b).....	27

Figur 20. Mätserie 1998-2023 för referensröret Halmstad 102 (SGU, 2023b). Den gröna linjen visar hur mättillfället 2023-03-02 ligger till nivåmässigt jämfört med den långa tidsserien för Halmstad 102.....	28
Figur 21. Modellerade framtida grundvattennivåer i södra Sverige (snabbreagerande magasin) utifrån klimatscenario RCP 8.5 (SGU, 2023b).	29
Figur 22. Grundvattennivåer (m under markytan) tillsammans grovt i fält uppskattade våta områden inom utredningsområdet.	31
Figur 23. Identifierade byggnader potentiellt utsatta för skador till följd av grundvattenavsänkning.	34
Figur 24. VA profil längst huvudgata (Väg 1) – sträcka 0/200 – 0/390.	35
Figur 25. Grundvattenpåverkade anläggningar under byggskede: VA schakter, dammar och dike.	37
Figur 26. <i>Konceptuell modell för beräkning av påverkansområde. Bild från SGU, bedömning av influensområde avseende grundvatten (modell 3).</i>	39
Figur 27. <i>Konceptuell modell för beräkning av påverkansområde med Kresic's ekvation. Bild från SGU, bedömning av influensområde avseende grundvatten (modell 1).</i>	40
Figur 28. Påverkansområde under byggskede, sammanställd påverkan av vattenbortledning från VA- och dammarschakter och dike.	44
Figur 29. Påverkansområde driftskede. Sammanlagd påverkan vid förutsättning att grundvatten sänkts 1 m inom området.	46
Figur 30. Objekt i risk inom bedömt påverkansområde i driftskede.	48

Rapporthistorik

Ver.		Checked status	Sign	Approval	Sign
1	Rapport – Hydrogeologisk utredning av fastigheten 8:5, Falkenberg kommun – utkast 1	2023-05-26	OS	2023-05-31	JR
2	Rapport – Hydrogeologisk utredning av fastigheten 8:5, Falkenberg kommun – uppdaterad version	2023-08-24	OS	2023-08-24	JR
3	Rapport – Hydrogeologisk utredning av fastigheten 8:5, Falkenberg kommun – uppdaterad version januari 2024	2023-01-26	JR	2023-01-26	JR
3	Rapport – Hydrogeologisk utredning av fastigheten 8:5, Falkenberg kommun – uppdaterad version 2	2024-02-29	JS	2023-03-01	EM
4	Rapport – Hydrogeologisk utredning detaljplan Skrea, Falkenberg kommun – uppdaterad version 3	2025-02-03	JS	2025-02-04	EM
5	Rapport – Hydrogeologisk utredning detaljplan Skrea, Falkenberg kommun – uppdaterad version 4	2025-04-28	JS	2025-04-30	EM

1 Bakgrund

ÅF Infrastructure AB (AFRY) har på uppdrag av Falkenbergs kommun fått i uppdrag att utreda den hydrogeologiska situationen på fastigheterna i Skrea 8:5 m.fl. inför verkställandet av den berörda fastighetens detaljplan. Enligt uppgifter är området delvis vått i lågpunkterna, varpå hydrogeologin önskas utredas.

1.1 Syfte

Syftet med utredningen är att beskriva den hydrogeologiska situationen inom planområdet genom information från installation av grundvattenrör, uppmätta grundvattennivåer och tidigare genomförda utredningar/undersökningar.

Vidare även beskriva hur hydrogeologin i området påverkar möjligheten till byggnation samt anläggning inom de olika delarna av planområdet samt att ge översiktliga rekommendationer för hur förutsättningar för byggnation kan förbättras (m.a.p. grundvatten).

1.2 Underlag

Följande underlag i form av tidigare utredningar och undersökningar ligger bl.a. till grund för denna rapport:

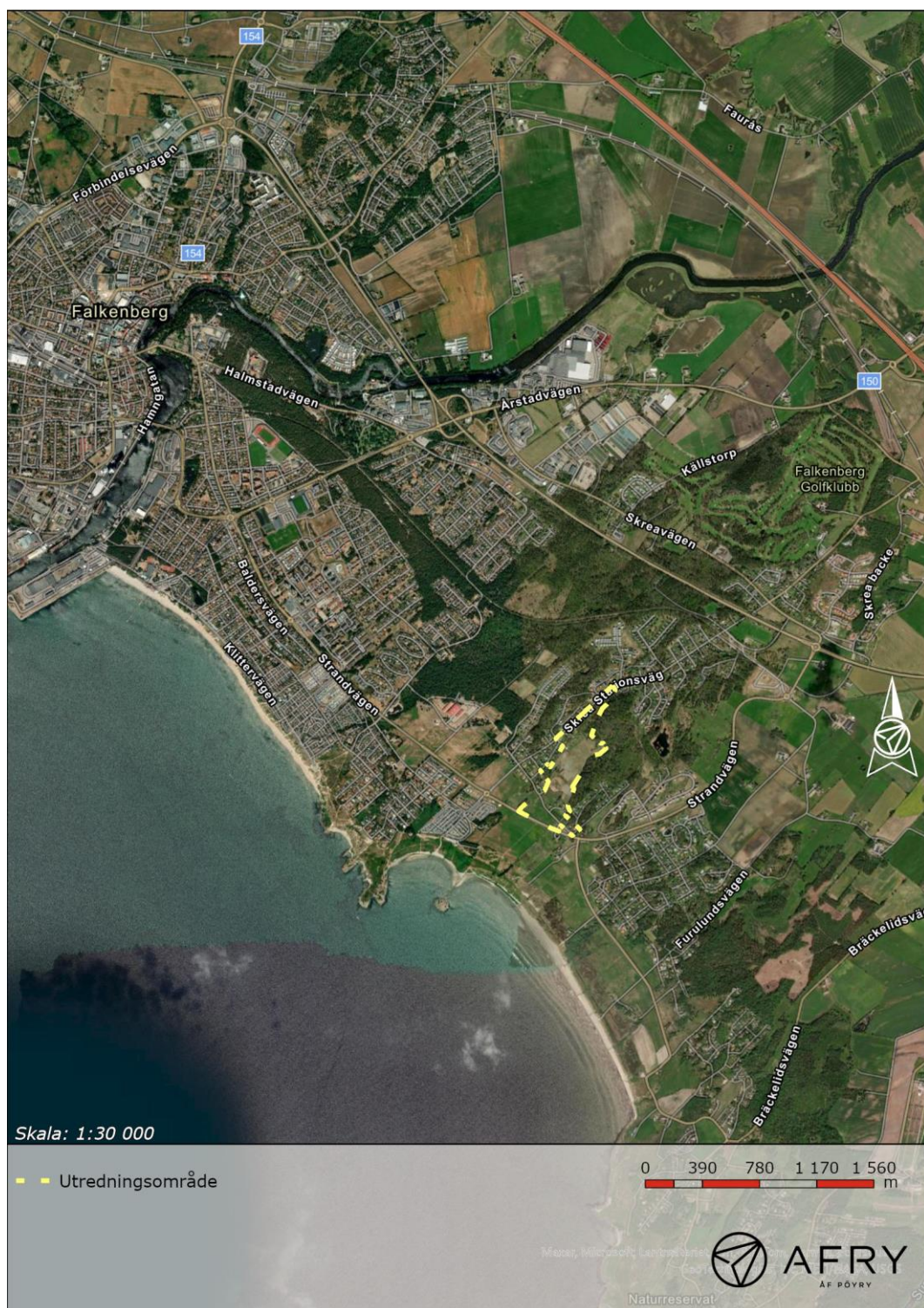
- *"Geoteknisk undersökning för delöversiktsplan vid Skrea stationsväg, Falkenberg", Öhman & Öhman, 1995*
- *"Översiktlig geoteknisk utredning: PM till underlag för detaljplan, Falkenberg, Skrea 5:4 och Skrea 8:5", Norconsult, 2012*
- *"Översiktlig dagvatten- och VA-utredning, Skrea 5:4 och Skrea 8:5", Markprojekteringsbyrån syd, 2016*
- *"Dagvattenstudie tillhörande detaljplan för del av Skrea 5:4 m.fl. Lyckan – Gestaltning och utformning av dagvattenlösningar", COWI, 2019*
- *"Komplettering av dagvattenstudie tillhörande detaljplan för del av Skrea 5:4 m.fl. Lyckan", COWI, 2020*
- *VA Förprojektering, m3D CONSULTING AB, Växjö, 2024*
- *PM Geoteknik, planeringsunderlag, Lyckan, Falkenberg Skrea 8:5, C3S Miljöteknik AB, Halmstad, 2025.*

2 Koordinat- och höjdsystem

I detta dokument används koordinatsystem SWEREF 99 12 00 och höjdsystem RH2000.

3 Områdesbeskrivning

Område omfattandes av detaljplan ligger ca 5 km sydost om Falkenberg och avgränsas av Strandvägen i söder, i nord och öst av skog i delvis brant sluttning och i nordväst av ett befintligt bostadsområde på andra sidan Skrea Stationsväg. Detaljplanområdet samt utredningsområdet visas i Figur 1.



Figur 1. Utredningsområdet, beläget ca 5 km sydost om Falkenberg centrum.

3.1 Topografi

Området är beläget i en dalgång där omgivande höjdryggar med berg i dagen reser sig till nivåer kring +35 m. Området för planerad bostadsbebyggelse utgörs av relativt flack ängsmark där marken varierar mellan ca +9 m till ca +29 m i norr, se figur 2.



Figur 2. Topografin inom utredningsområdet utifrån höjddata från Lantmäteriet (1x1 m).

Genom delar av området går ett grävt dike som leder vatten först mot väster och sedan svänger av mot söder. Platsen där diket börjar kan även vara mynningen för ett dräneringssystem om sådant finns inom den norra delen av området. Detta har inte kunnat bekräftas. Någon rörmynning har inte heller kunnat ses på platsen då några större stenar och block ligger där diket börjar. Läget för diket redovisas längre fram i rapporten, se figur 13.

3.2 Geologiska förhållanden

3.2.1 Jordlager och jorddjup

Enligt SGU:s kartvisare består det översta jordlagret inom hela planområdet av postglacial sand omgivet av berg i dagen, se figur 3. Vid södra gränsen för planområdet är det översta jordlagret i stället postglacial finsand och flygsand. Finsand förekommer också i den norra delen längst Skrea Stationsväg.



Figur 3. Jordartskarta 1:25 000-1:100 000 (SGU, 2024a).

Jorddjupet inom området uppskattas av SGU variera mellan 0-5 m, lokalt i norra delen upp till 7 m, se figur 4.

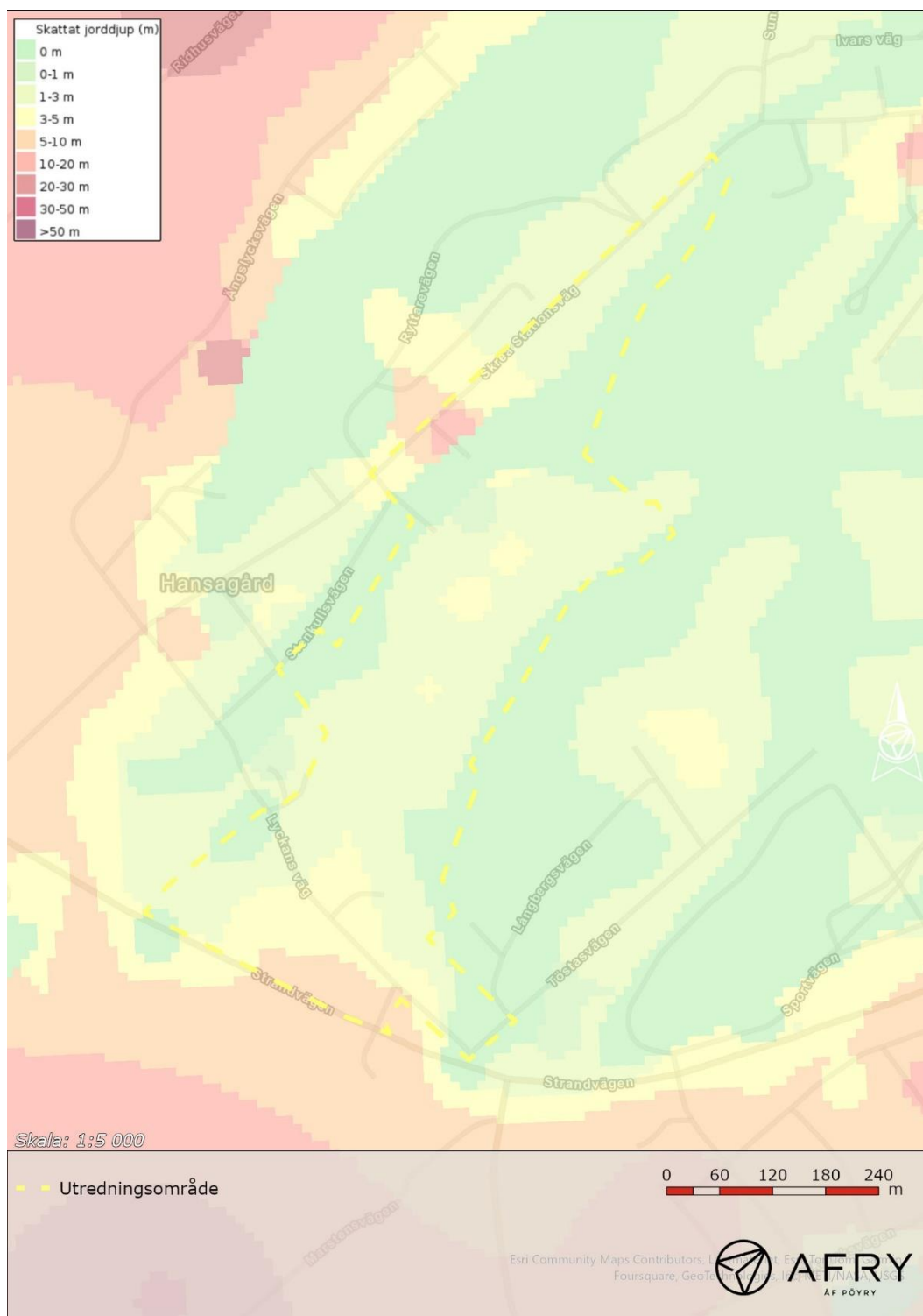
Det har sedan tidigare gjorts två geotekniska utredningar över området som fungerar som underlag till denna utredning, Öhman & Öhman (1995) och Norconsult (2012).

I den geotekniska utredningen av Norconsult (2012) beskrivs de naturliga jordlagren överst bestå av ett tunt lager organiskt material/mulljord/dy med en mäktighet om cirka 0,3-0,6 m. Under det organiska jordskiktet följer sand med en mäktighet om 1,5-3 m. Sanden underlagras av lera med en mäktighet om ca 0,5-7 m. Leran vilar på ett tunt friktionsjordlager på berg.

I Norconsults utredning borrades en punkt ner till 10 m innan berget påträffades, vilket tyder på att det kan finnas lokala sänkor i berggrunden.

I 2025 utfördes C3S Miljöteknik AB fullständiga geotekniska undersökningar som underlag till planering av VA ledningar och framtagande av detaljplan.

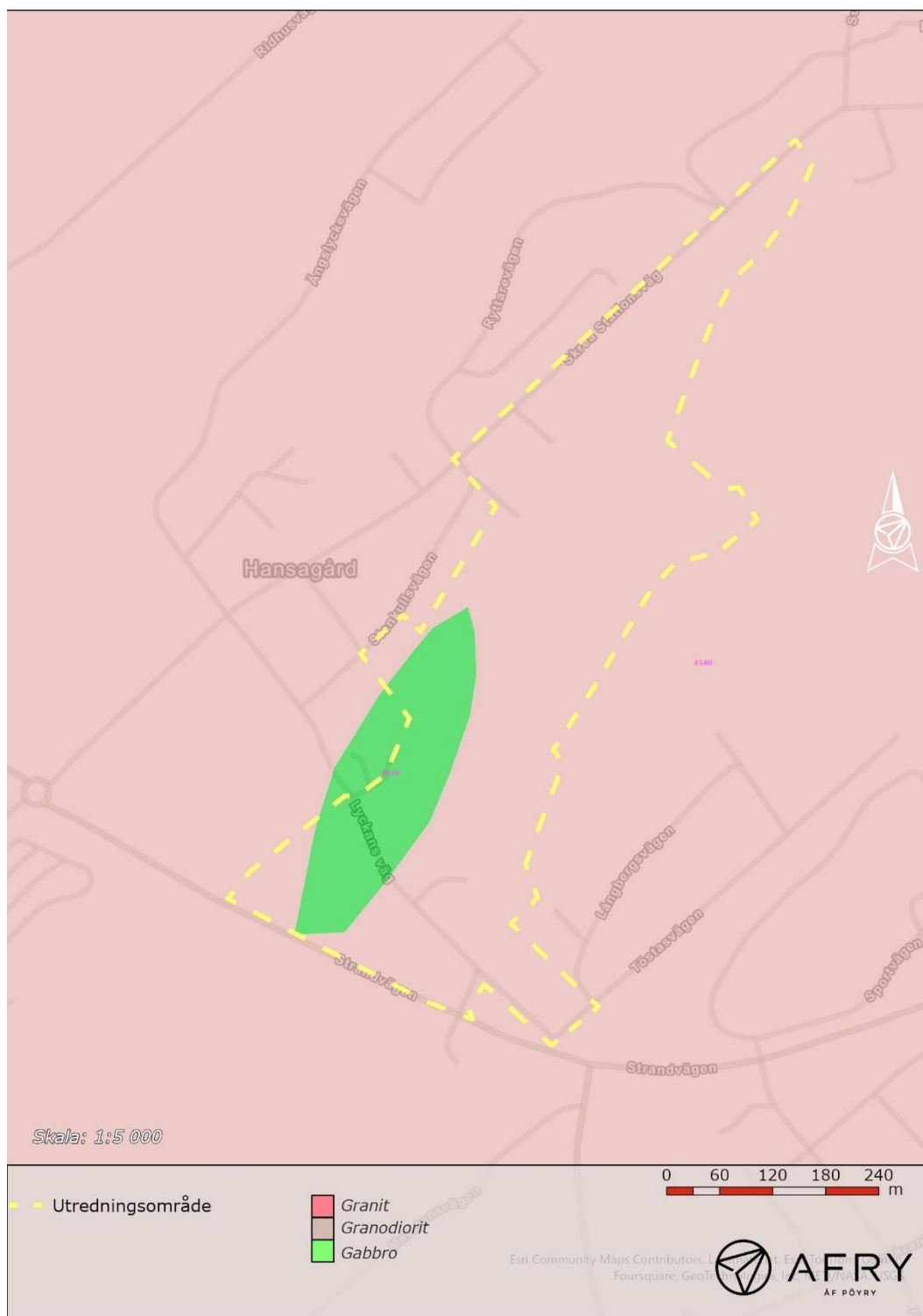
Undersökningarna visar inom Avrinningsområde 1 sand och grusig sand ner till mellan ca 2,7 – 7,2 m u my, ställvis inom området förekommer ett skikt av sandig mellantorv på ca 2,1-3,4 u my och lokalt påträffas lera med enstaka sandskikt på djupet mellan 4-5 u my. Berg har varierat i djup mellan ca 0 (berg i dagen och ca 10 m u my). Inom Avrinningsområde 2 den översta jordlagren utgörs av sandig mull upp till 0,9 m u my och sand och grusig sand ner till mellan ca 1,6 – 5,2 m u my. Under sandjorden påträffas siltig lera på ett djup mellan 2,0 – 3,7 m u my och varierar i mäktighet mellan 0,3-6,2 m. Under sanden eller leran ligger sandmorän på djupet större än 3,7 m. Fast botten (berg) varierar i djup mellan 1,0 – 10,6 m u my.



Figur 4. Jorddjup 10x10m raster, skattat jorddjup till berg (m) (SGU, 2024a).

3.2.2 Berggrund

Enligt SGU:s kartvisare består berggrunden inom planområdet till största delen av granodioritisk-granitisk gnejs. I sydväst finns en mindre kropp av gabbro/amfibolit, se figur 5.



Figur 5. Berggrundskarta 1:50 000-1:250 000 (SGU, 2024a).

3.2.3 Grundvattenmagasin och grundvattenförekomster

Inom planområdet återfinns inget registrerat grundvattenmagasin enligt SGU. I dess närhet återfinns dock ett stort grundvattenmagasin i översta jordlagret med uttagsmöjligheter om 1-5 l/s, se figur 6. Det finns inte heller några registrerade grundvattenförekomster inom planområdet enligt VISS. Grundvattnet i området berörs därmed inte av några miljökvalitetsnormer (MKN).



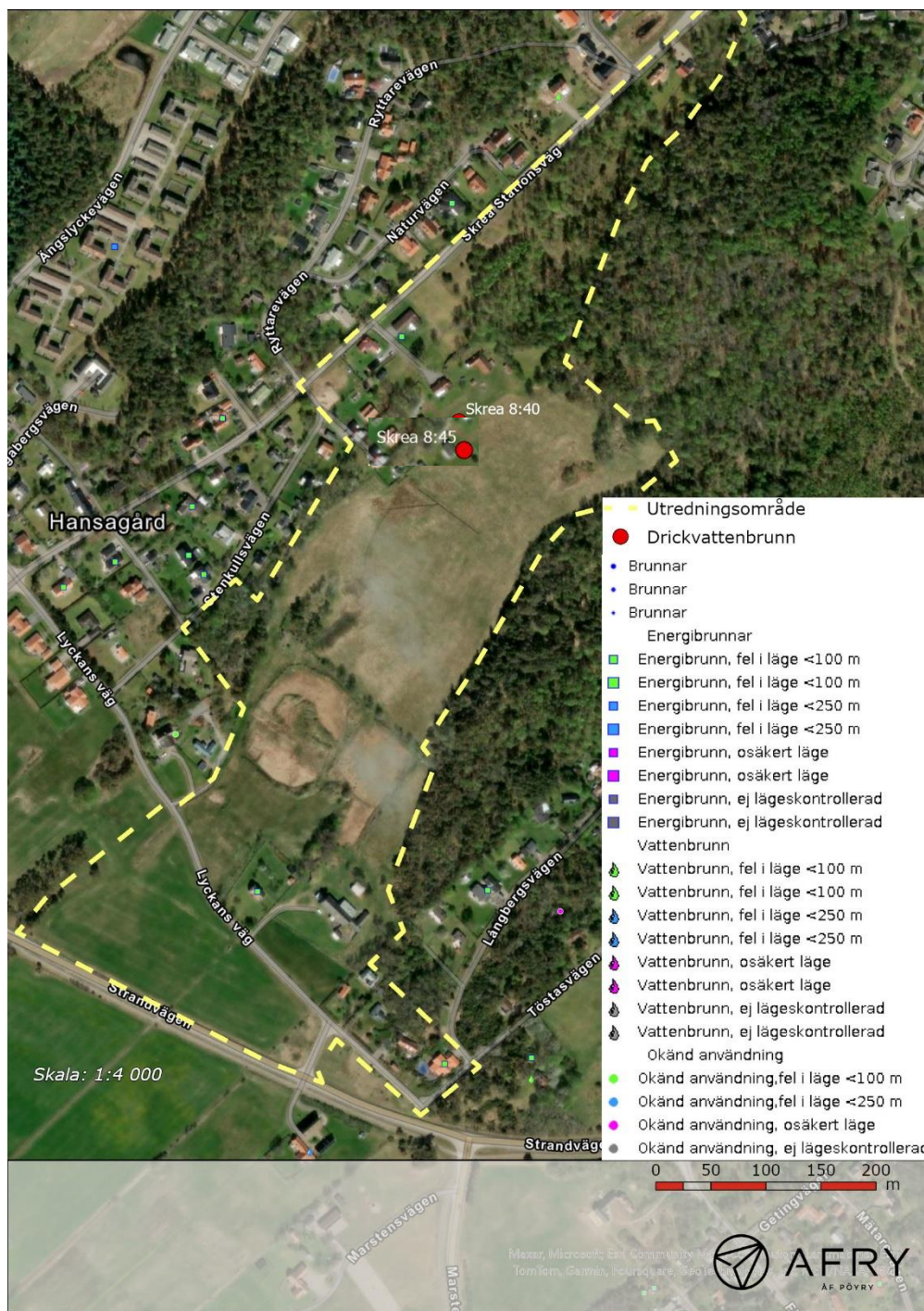
Figur 6. Grundvattenmagasin och uttagsmöjlighet i översta jordlagret (SGU, 2024a).

3.2.4 Brunnar

Inom planområdet återfinns tre energibrunnar i berg med djupet mellan 150 – 200 m, se figur 7.

3.2.5 Privata brunnar

Under projektets gång har två privata brunnar kommit till känna. Dessa är markerade med röda punkter i Figur 10. De båda brunnarna inventerades med fastighetsägarnas godkännande i november 2023. Brunnen på fastigheten Skrea 8:45 har därefter tagits bort då ett nytt hus håller på att byggas där den tidigare låg. Brunnen på fastigheten Skrea 8:40 bör i fortsättningen mätas med samma intervall som grundvattenrören.



Figur 7. Registrerade brunnar inom och i anslutning till planområdet enligt SGU (2024a) och fältinventering.

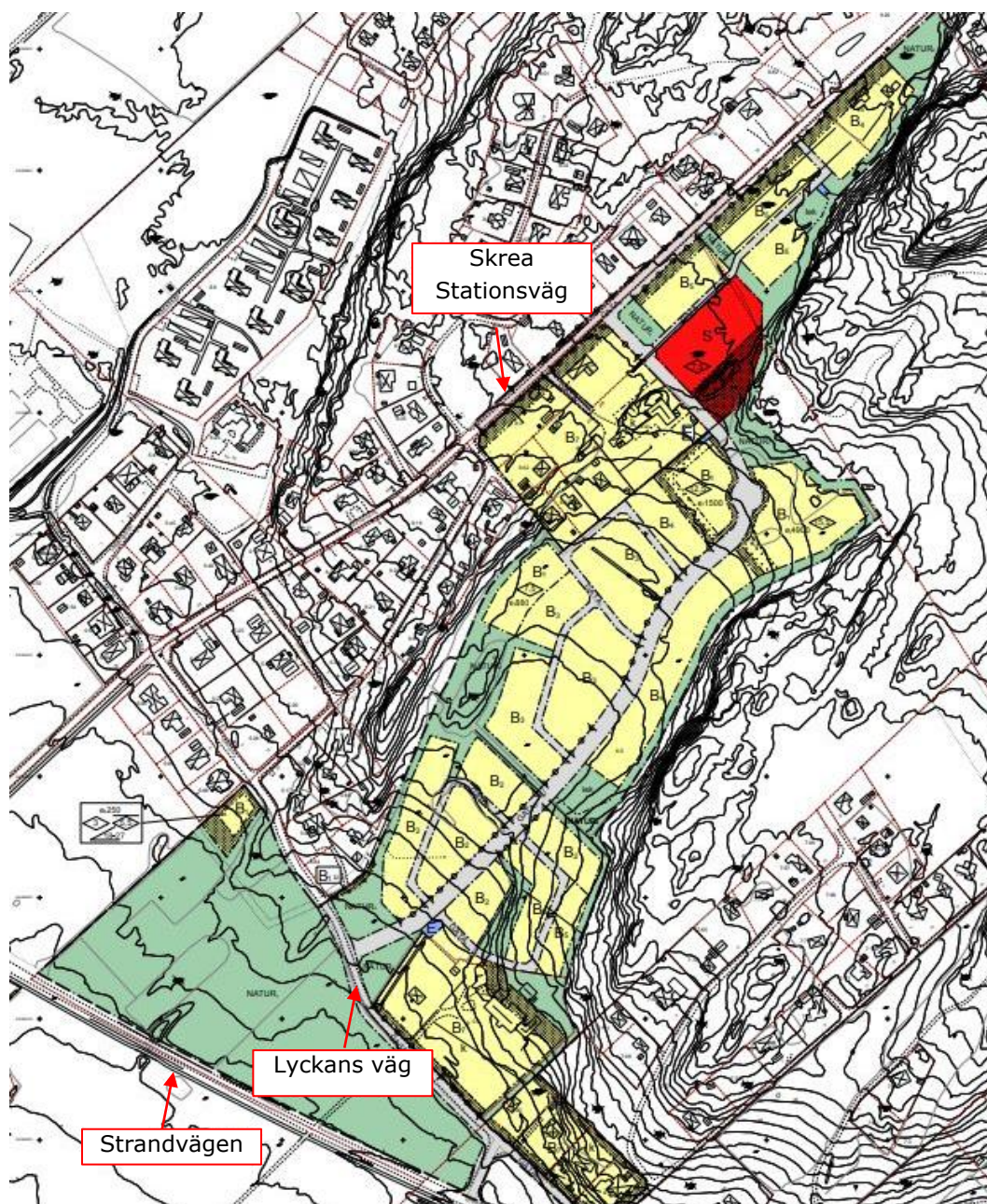
4 Planerad exploatering

Ett flygfoto över planområdet finns i figur 8. Planförslaget omfattar ca 200 nya bostäder och en ny förskola. I dagsläget ingår 13 befintliga bostäder inom området för detaljplanen. Inom planområdet kommer det även att finnas en lekplats och öppen dagvattenhantering i form av diken, översvämningssytor, samt två dagvattendammar. Plankartan kan ses i figur 9.

Den nya bebyggelsen och dess höjdsättning ska anpassas till landskapet för att få en bebyggelse som stegvis klättrar ner i dalgången.



Figur 8. Vy över planområdet (sett norrifrån, tittandes söderut). Havet till höger. Källa: Falkenbergs kommun, 2023.



Figur 9. Plankarta. Strandvägen i söder. Källa: Falkenbergs kommun, 2017.

5 Utförda undersökningar

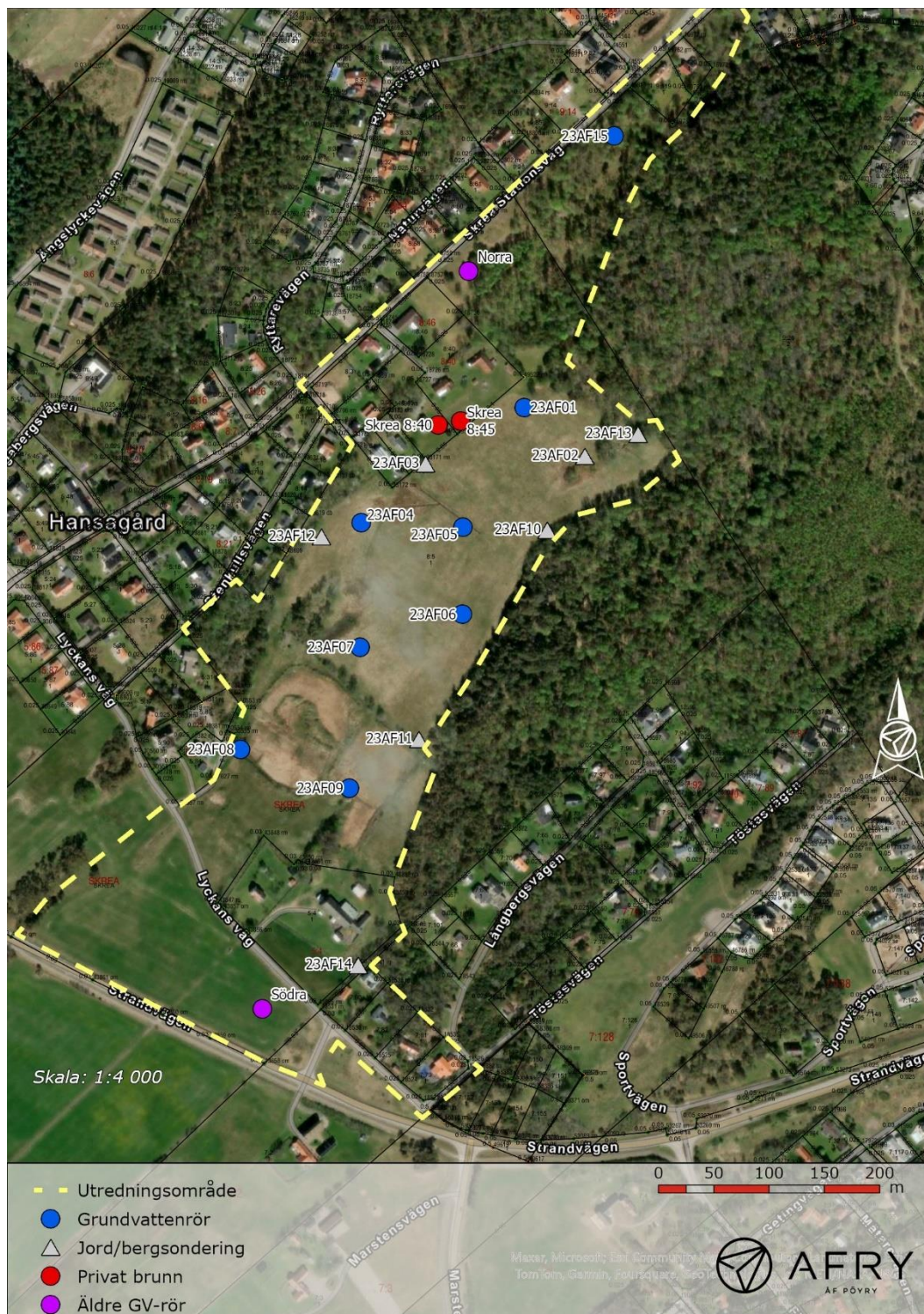
5.1 Nya grundvattenrör 2023

Inom ramen för uppdraget har AFRY installerat ett antal grundvattenrör och genomfört grundvattennivåmätningar varannan månad i dessa sedan mars 2023. Vid denna rapports framtagning har tio mätningar genomförts. I två av grundvattenrören installerades automatiska nivåloggar (s.k. divers) som mätte grundvattennivån kontinuerligt mellan den 2 mars 2023 och 26 januari 2024.

I februari 2023 (2023-02-20) utfördes skruvborring i 9 st punkter (23AF01-23AF09) där 50 mm PEH-grundvattenrör installerades i 7 st av dessa, se figur 10. I två av punkterna (23AF02 och 23AF03) kunde inte grundvattenrör installeras på grund av att

berg påträffades på grunt djup (<1 m). I fem punkter (23AF10-23AF14) utfördes jordbergsondering (JB-sondering) för att undersöka djup till berg.

Fullständigt borrh- och JB-protokoll kan ses i bilaga 1.



Figur 10. Översikt över samtliga borrh- och JB-protokoll samt placering av grundvattenrör. Lila punkter är ej inmätta, deras läge är därför att betrakta som ungefärligt i kartbilden.

5.2 Äldre grundvattenrör

Under en mätrunda (2023-03-02) upptäcktes ett befintligt grundvattenrör strax norr om planområdet. Senare har AFRY också fått information från kommunen om att ytterligare ett grundvattenrör existerar strax söder om planområdet (se figur 10). Båda är plaströr, förmodligen 50 mm PE med röd huva.

Sedan kännedom om dessa rör tillkommit, mäts de inom detta projekt (det norra sedan 2023-03-02 och det södra sedan 2023-05-02). De har ej mätts in med GPS men deras placering ovan markytan har uppskattats genom höjddata (Lantmäteriet, 1x1 m). Läget i plan är ungefärligt angivet på kartan i figur 10.

5.3 Slugtester i befintliga grundvattenrör

Under projektets gång utfördes slugtester i grundvattenrören 23AF04, 05, 07, 08, 09, Norra och Södra. Slugtesterna genomfördes för att bedöma markens hydrauliska konduktivitet (genomsläpplighet) genom att vattenytan i grundvattenrören momentant höjdes genom snabb påfyllnad av vatten i rören. Återhämtningsförloppet i grundvattenrören mättes med automatisk nivålogger (diver).

6 Resultat

Resultat från installationen av grundvattenrör och grundvattennivåmätningar redovisas i följande kapitel.

6.1 Jorddjup och markyta

Djup ner till berg/jorddjupet i undersökta punkter inom planområdet varierar mellan cirka 0,7-5,0 m under markytan och kan ses i figur 11 nedan. De uppmätta jorddjupen ligger i samma härad (0-5 m) som SGU:s jorddjupskarta med skattat djup ner till berg (figur 4).



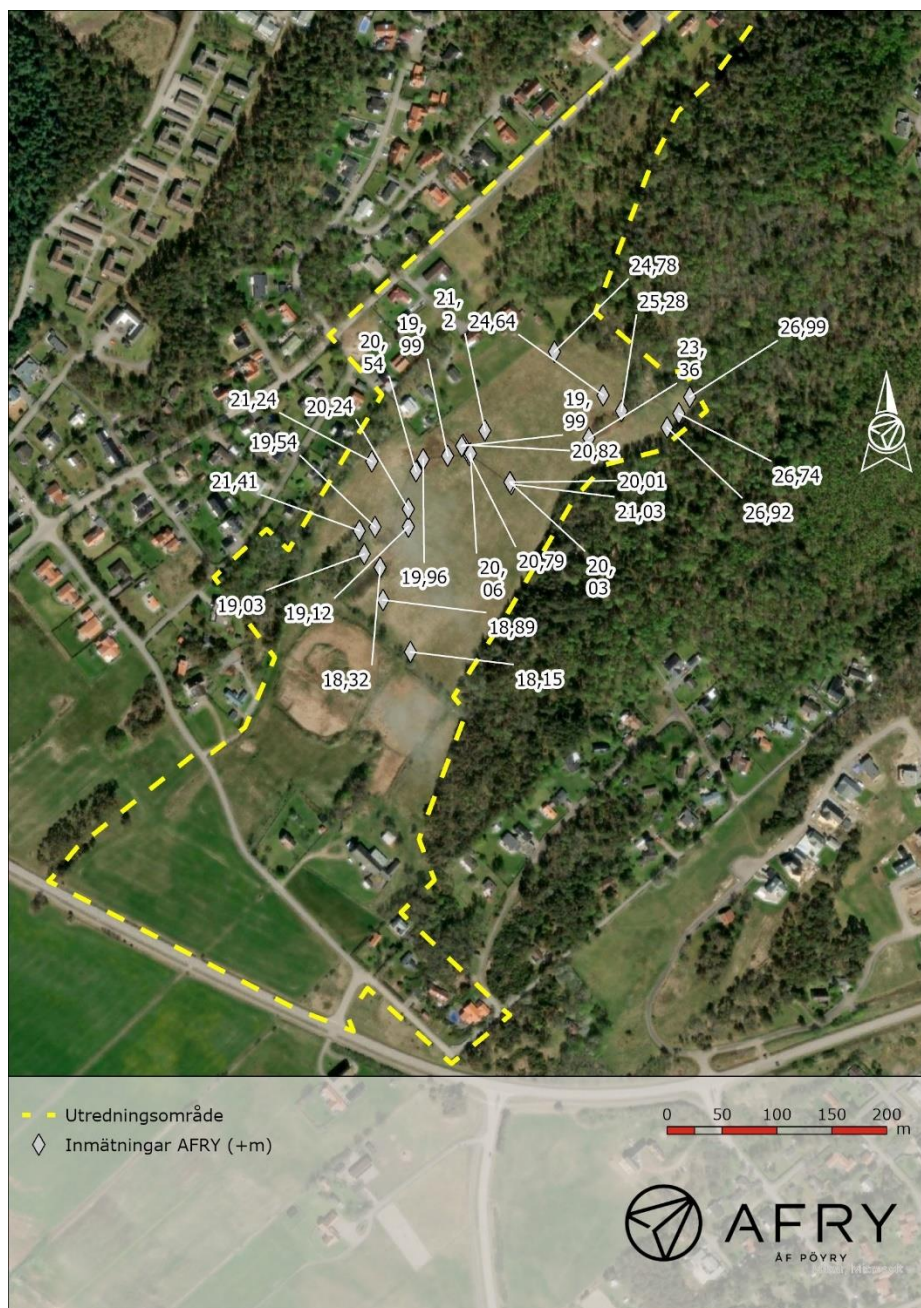
Figur 11. Jorddjup i undersökta punkter inom området.

Vid platsbesök 2022-12-09 mättes markytan in med GPS i ett antal punkter inom planområdet, resultatet kan ses i figur 12. Syftet med platsbesöket var att undersöka en förmodad källa i norra delen av området som kommunen fått kännedom om. Denna återfanns inte i fält. Muntlig information från närboende vid platsbesöket berättar istället att området är en gammal märgelgrop. Numera är den bevuxen med träd och buskar.

Under fältbesöket mättes områdets uppenbara lågpunkter. Sänkan uppfattades vid platsbesöket samt efterföljande mätrundor som ett våtområde, se figur 13 och figur 14. Det bekräftades också av muntliga uppgifter från närboende under fältbesöket.

I den mellersta delen av området finns ett äldre dike som eventuellt mynnar i ett åkerdräneringssystem men det är inte bekräftat. Ett mindre avskärande dike utfördes 2015 för att avleda vatten från det äldre diket för att hindra översvämning på angränsande bostadsfastigheter. Vattnet avledes då till ett lägre liggande område inom det blå området.

Åkerdräneringssystemet har troligen blivit skadat i samband med genomförda arkeologiska utgrävningar.



Figur 12. Inmätningar utförda av AFRY, 2022-12-09.



Figur 13. Identifierade blötområden vid fältbesök 2022-12-09; mägerhåla i norr och utdikad sänka i nordväst (AFRY, 2022-12-09); samt dike i söder (tillkommande information från kommunen 2023-08-24).

Den fuktälskande växtligheten som finns markerar tydligt det våta området även då vatten inte står i markytan. Vid fältbesöket fanns inget stående synligt vatten på markytan.



Figur 14. Foto av mark från fältbesöket 2022-12-09. Även om det inte stod vatten på markytan vid tillfället för fältbesöket så avslöjar växtligheten en relativt tydlig gräns för det fuktiga området. Bilden nedan är tagen mot norr från en position på sidan om det större av de angivna våta områdena.

6.2 Jordarter

Enligt SGU:s jordartskarta består det översta jordlagret inom utredningsområdet av postglacial sand som övergår till postglacial finsand vid södra utredningsområdesgränsen (figur 3).

Resultatet från de skruvborrningar som utfördes av AFRY visar att ett 0,1-0,3 lager mullhaltig jord återfinns i samtliga borrhull. Den mullhaltiga jorden överlagrar sand som består av två sandskikt-kombinationer över hela området; stenig-grusig-sand i mitten och norrut samt grusig-sand som förekommer utspritt. Sandlagret varierar i mäktigheter mellan cirka 0,5-2,7 m.

Från mätpunkterna 23AF04-05 och söder ut överlagrar sandlagret ett lerlager med mäktighet på 0,4-2,0 m. Lera påträffades i borrhullena 23AF04-23AF09.

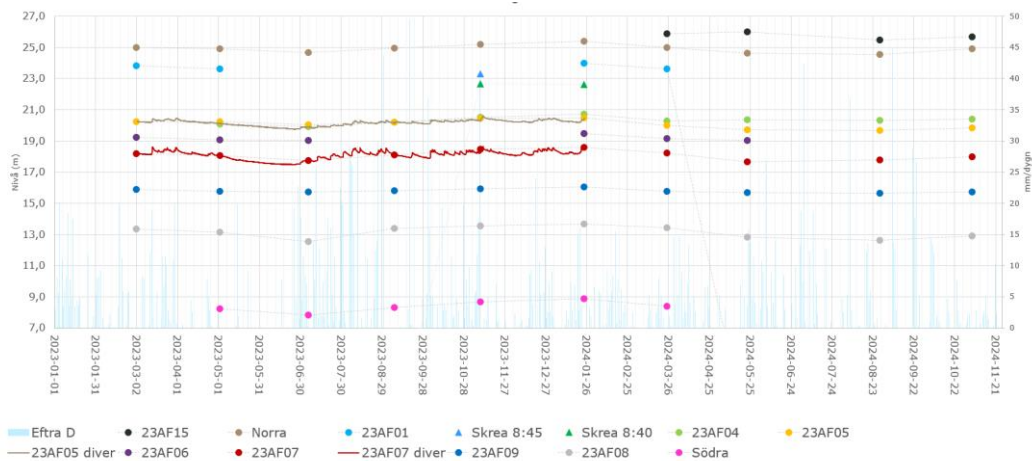
6.3 Grundvattennivå

I figur 15 visas resultatet från de grundvattennivåmätningar som skett inom ramen för detta projekt. I bilaga 2 visas diagrammet i större version.

I två av grundvattenrören (23AF05 och 23AF07) installerades automatiska grundvattennivå-givare (s.k. divers) som läste av grundvattennivån varannan timme, dessa kan ses i figuren nedan som de två kontinuerliga linjerna (mellan 2023-03-02 – 2024-01-26). Manuella mätningar har skett vid 10 tillfällen (2023-03-02 och 2024-10-04), resultatet kan ses i diagrammet som trianglar med +m som enhet på vänster axel.

Nederbördsdata från stationen Eftra D har hämtats från SMHI och lagts in i diagrammet för jämförelse mellan nederbörd och grundvattennivå. Nederbördsdata

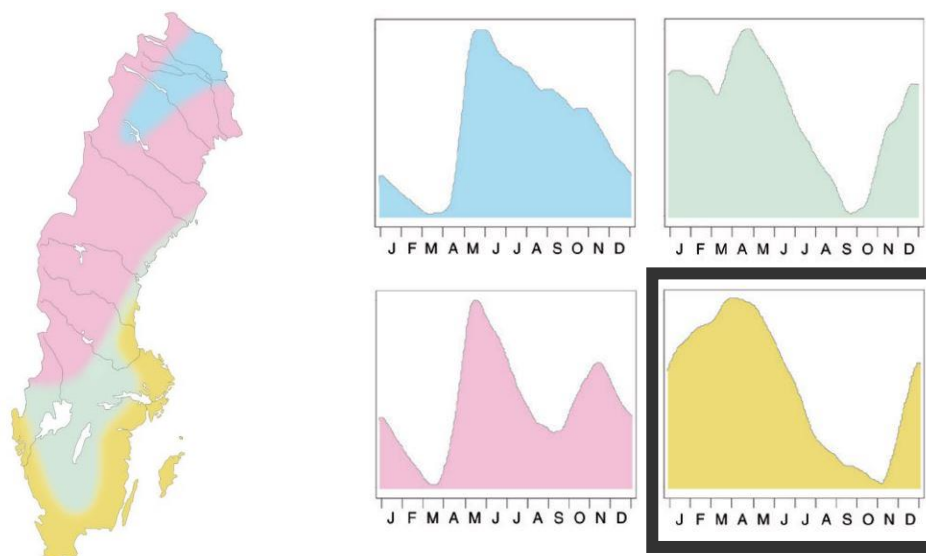
avläses i millimeter (mm) på höger axel. Nivåerna i 23AF07 ser ut att i högre grad än 23AF05 påverkas av nederbörd. De högsta grundvattennivåerna har uppmätts i anslutning till nederbörd, enligt divermätningarna.



Figur 15. Grundvattennivåmätningar utförda av AFRY, manuell mätning (fyllda cirklar) och automatisk diveravläsning (kontinuerlig linje). Nederbördsdata i form av ljusblå staplar. I bilaga 2 visas diagrammet i större version.

Grundvattennivåer är specifika för det magasin som grundvattenrören är installerade i och varierar över året. Det genomsnittliga variationsmönstret ser olika ut beroende på var i landet som magasinet är beläget eftersom klimatet varierar (tidig/sen snösmältning osv).

I figur 16 visas hur de genomsnittliga nivåvariationerna ser ut över året för planområdet (gult område), dvs. är grundvattennivåerna som högst under vårförsommarna eftersom nederbörd faller som regn även under vintern och fyller på magasinen ända fram till våren-försommaren.



Figur 16. Grundvattennivåns genomsnittliga variationsmönster under året i olika delar av landet (1981-2010). Markerat med svart kvadrat är det aktuella variationsmönstret för utredningsområdet. (SGU, 2015).

För att illustrera grundvattennivåerna inom området har grundvattennivåerna tagits från den 25 mars 2024. Högre nivåer (05-1,1 m) har uppmätts under vinter.

Interpolerade grundvattennivåer (+m) kan ses nedan i figur 17. I figur 18 visas potentiella område med grundvattennivåer mindre än 0,5 m under markyta. För att interpolera djupet till grundvattennivå har den mätrundan med de högsta uppmätta grundvattennivåerna valts (2024-01-24).



Figur 17. Interpolerade grundvattennivåer från mätfallet 2024-03-25.



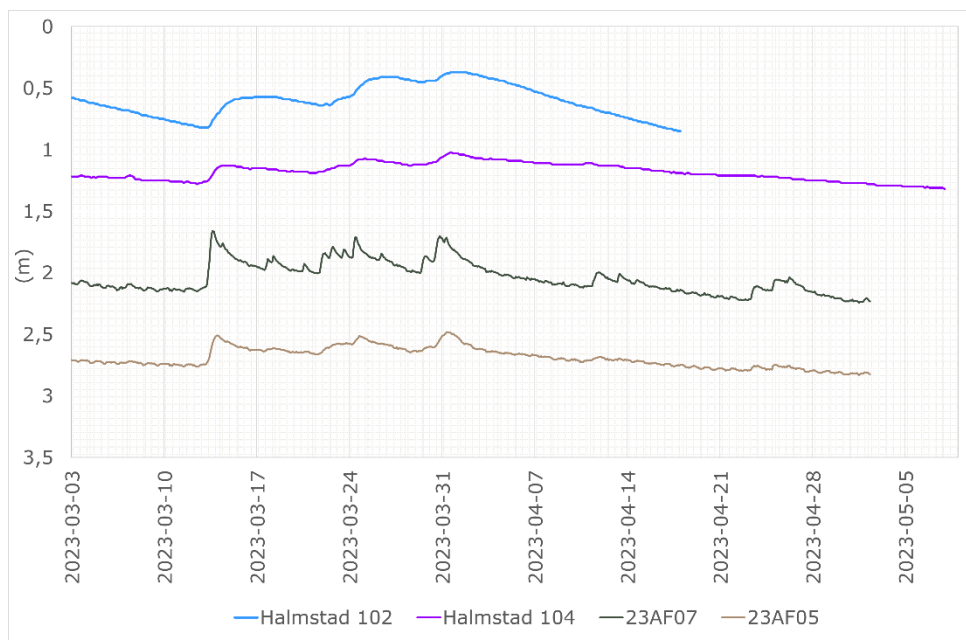
Figur 18. Djup till grundvattnenytta mindre än 0,5 m. Figuren är skapad genom att en interpolerad grundvattnenytta från manuella mätningar genomförda 2024-01-24 har dragits bort från Lantmäteriets höjddata 1x1m.

6.4 Historiska data och grundvattennivåer i ett förändrat klimat

SGU förfogar över ett antal grundvattenrör runt om i landet som ofta kan ha långa mätserier, vilket är värdefullt när egna kortare mätserier ska sättas i ett historiskt perspektiv.

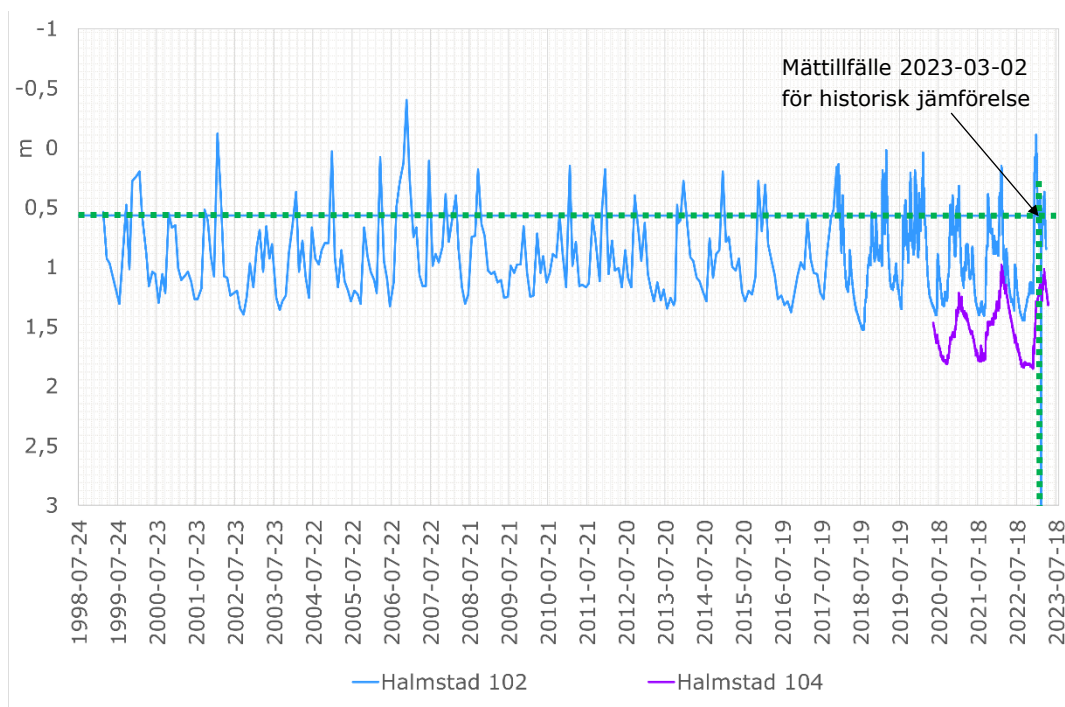
I detta projekt återfinns närmsta s.k. referensrör med ett öppet grundvattenmagasin (dvs. liknande som i Skrea) kring Halmstad. Röret "Halmstad 102" är beläget i Nissaström, cirka tre mil (syd)öst om utredningsområdet och "Halmstad 104" i Harplinge, cirka två mil söder om Skrea. Uppmätta grundvattennivåer i m under markytan visas i figur 19.

Figur 19 visar att grundvattenrören inom utredningsområdet (23AF05 & 23AF07) korrelerar mot referensrören Halmstad 102 och Halmstad 104 genom att grundvattennivåhöjningar orsakade av nederbörd får utslag i alla rören (men med olika amplitud). Detta innebär att referensrören kan användas för en historisk jämförelse, även om matchningen inte är perfekt.



Figur 19. Närmst aktuella referensrör från SGU. Halmstad 102 (Nissaström) och Halmstad 104 (Harplinge). Grundvattennivåer visas i m under markytan (SGU, 2023b).

Figur 20 visar en längre historisk tidsserie för referensrören Halmstad 102 och 104. Den horisontella gröna streckade linjen visar att den uppmätta nivån i referensröret är relativt hög sett historiskt, ändå uppmäts högre nivåer i referensröret nästan varje år. Detta mönster antas gälla även för utredningsområdet. D.v.s. mätningen som genomfördes 2023-03-02 representerar inte en högsta grundvattennivå.

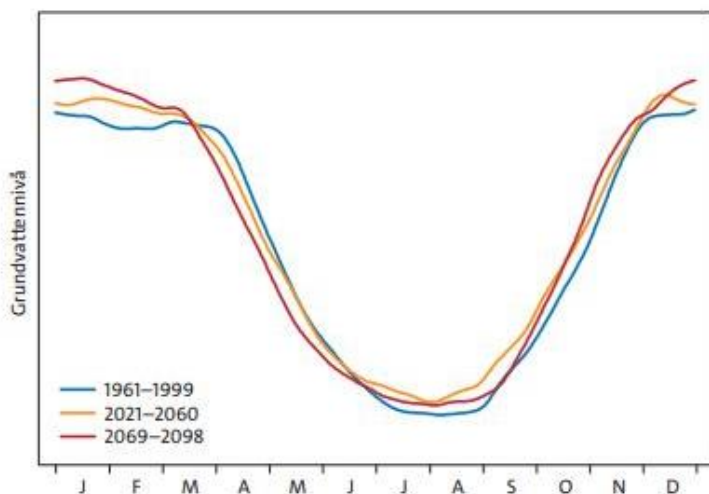


Figur 20. Mätserie 1998-2023 för referensröret Halmstad 102 (SGU, 2023b). Den gröna linjen visar hur mättillfället 2023-03-02 ligger till nivåmässigt jämfört med den långa tidsserien för Halmstad 102.

Skärningspunkten mellan de utmarkerade gröna linjerna i figur 20 visar grundvattennivån i referensröret Halmstad 102 vid mättillfället 2023-03-02, vilket historiskt sett är en relativt hög nivå, men inte på något sätt en högstanivå. Högre nivåer uppmäts nästan varje år. Figur 20 visar också att nivåerna i början på 2023 var väldigt höga historiskt sett.

De uppmätta grundvattennivåerna inom utredningsområdet antas följa samma mönster som referensröret Halmstad 102, vilket innebär att om grundvattennivåerna inom utredningsområdet (2023-03-02) i figur 17 och figur 18 används vid dimensionering av dagvattenlösningar, är dessa grundvattennivåer relativt höga sett historiskt, även om högre nivåer inom utredningsområdet är att vänta nästan varje år.

SGU-rapporten "Grundvattennivåer i ett förändrat klimat" (SGU, 2023b) analyserar hur grundvattensituationen i olika delar av landet förutspås bli i framtiden med tanke på klimatförändringarna. Figur 21 visar både historiska data och modellerade framtida grundvattennivåer i snabbreagerande magasin i södra Sverige enligt klimatscenario RCP 8.5. Framtiden förutspås enligt detta scenario ge högre grundvattennivåer på vinterhalvåret än tidigare. Det är viktigt att ta i beaktande för dimensionering av dränerings- och dagvattenlösningar inom området.



Figur 21. Modellerade framtida grundvattennivåer i södra Sverige (snabbreagerande magasin) utifrån klimatscenario RCP 8.5 (SGU, 2023b).

6.5 Hydraulisk konduktivitet

Genomförda slugtester visar på följande hydraulisk konduktivitet i marken. Utvärderingsmetoderna som beskrivits av Bouwer-Rice och Hvorslev användes för att markens hydrauliska konduktivitet på de platser där grundvattenrören står. I tabell 1 redovisas resultaten.

Tabell 1: Resultat från slugtester. I rören 23AF04 & 08 har två tester utförts. I övriga har ett test utförts. Varje genomfört test har utvärderats med två olika metoder.

Rör-ID	k-värde (m/s)		
	Bouwer-Rice	Hvorslev	Medelvärde
23AF04	$3 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-5}$
	$3 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-5}$	
23AF05	$5 \cdot 10^{-7}$	$6 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{-7}$
23AF07	$3 \cdot 10^{-6}$	$4 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-6}$
23AF08	$4 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5}$
	$5 \cdot 10^{-5}$	$6 \cdot 10^{-5}$	
23AF09	$2 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-6}$
Norra	$8 \cdot 10^{-7}$	$9 \cdot 10^{-7}$	$9 \cdot 10^{-7}$
Södra	$8 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$9 \cdot 10^{-6}$

Resultaten visar på att markens genomsläpplighet varierar, vilket är naturligt. Eftersom testen ger ett värde på hydraulisk konduktivitet precis där det testade röret står bör värdena tolkas med viss försiktighet. Används värdena för beräkningar i framtiden bör den högst uppmätta hydrauliska konduktiviteten (dvs. $5 \cdot 10^{-5}$) övervägas som gällande för hela området.

7 Områdets hydrogeologiska situation och påverkan på planerad bebyggelse

7.1 Generell grundvattensituation

Grundvattennivån inom utredningsområdet befinner sig generellt i ett öppet magasin bestående av sandlager ovan berggrunden. Utredningsområdet ligger mellan två höjdryggar där berg går i dagen. Sammantaget bidrar detta sannolikt till att grundvattennivåerna inom området reagerar relativt snabbt på nederbörd. Magasinet blir invallat av bergsryggarna och nederbörd som faller både inom området och på höjdområden intill utredningsområdet kan infiltrera och bilda grundvatten inom området. Automatiska mätningarna under perioden mars 2023 – januari 2024 visar på en snabb respons hos grundvattennivån från nederbörd.

Grundvattennivåerna ligger generellt sett nära markytan. Perioden då höga grundvattennivåer förekommer inom utredningsområdet är ungefär oktober - april, men kan variera från år till år. Vid mättillfället 2024-01-24 låg grundvattennivån inom stora delar av utredningsområdet ungefär 0,05-0,5 meter under markytan, lokalt 1 meter under markytan (figur 17). De lägsta nivåerna har uppmäts under juni – augusti både 2023 och 2024. Den förväntade lägsta grundvattennivå ligger på ca mellan 0,8 och 1,4 meter under markytan i den södra sidan av området. I södra sidan kan det förekomma de största årliga nivåändringarna på upp till 1,5 m.

Detta betyder att den omättade zonens mäktighet kan vara mycket liten eller obefintlig under årstiden med höga grundvattennivåer. Området har då svårt att ta emot nederbörd som faller som regn med stående vattensamlingar på markytan som följd. I de våta områdena står grundvattenytan sannolikt i markytan under sådana tider, vilket också bekräftats av muntliga uppgifter från närboende.

I figur 22 visas en kombination av figur 18 och figur 13 (våta områden). Området med ett högt stående grundvatten (mörkast blå) sammanfaller generellt väl med de våta

områdena (rutigt vitt område). Det är med stor sannolikhet i dessa områden störst risk föreligger för grundvattenproblematik vid byggnation.



Figur 22. Grundvattennivåer (m under markytan) tillsammans grovt i fält uppskattade våta områden inom utredningsområdet.

Det går dock inte att utesluta att det kan förekomma en väldigt marknära grundvattenyta utanför de markerade områdena. Enligt Figur 22 finns det även stora områden inom planområdets sydvästra del som hade en marknära grundvattennivå vid mättilfället 2024-01-24.

7.2 Byggbarhet i områden med hög grundvattenyta

I stora delar av området ligger grundvattenytan nära eller i markytan under delar av året. Våta områden inom utredningsområdet som t.ex. kring det befintliga diket, vid mägerhålan i norr och andra våta områden i figur 22 behöver särskilt beaktas vid byggnation. De största grundvattennivåändringarna sker i den nord – östra delen där grundvattenmagasinet blev torrt under en viss tid i året.

Generellt inom området behöver marginal skapas till grundvattenytan samt att byggnaderna byggs vattentäta under markytan, för att byggnaderna inte skall ta skada i framtiden. Marginal kan skapas genom att grundvattenytan sänks av med dränerande ledningar eller genom att marken höjs genom tillförsel av massor. Inom området planeras att sänka grundvattnet och hålla grundvattennivåerna som högst 1 m under markytan.

7.3 Lera under friktionsjord

Med anledning av att det i det geotekniska PM:et (Norconsult) från 2012 beskrivs att lera inom området är *”lös till halvfast, vilket innebär att lera inom området kan vara sättningsbenägen”* nämns här att lera har påträffats i borrhningarna även för den hydrogeologiska utredningen.

Under AFRY:s fätgeotekniska undersökning påträffades lera under friktionsjorden i rör 23AF04-05 och samtliga rör söder om dem. Lera förekommer generellt som ytligast på cirka två meters djup under markytan. I en punkt förekommer dock lera på cirka en meters djup (23AF09).

Enligt utförd bedömning i den geotekniska utredningen (C3S Miljöteknik AB, 2025) kan de översta sandiga lagen bli sättningskänslig beroende på laster, grundläggningstyp och grundläggningsnivå. Lera inom området varierar mellan lös och fast. Lera bedöms ej sättningskänslig för tänkta bostäder i en plan och anläggningar. Lerans förkonsolideringstryck har stor inverkan på sättningars storlek och har uppskattats till 150 kPa. Sättningarna i de översta sandiga lagerna kan ske omedelbart till följd av grundvattenavsänkning.

7.4 Tillståndspliktig vattenverksamhet eller inte

För att få bedriva vattenverksamhet kan verksamhetsutövaren behöva ansöka om tillstånd hos Mark- och miljödomstolen.

Exempel på vattenverksamheter som kan bli aktuella inom detaljplanen är:

- Uppföra, ändra, laga eller riva ut en anläggning i ett vattenområde, t.ex. anlägga en damm, dra kabel- och ledning, lägga rör eller bygga kulvert.
- Bortledning av grundvatten – leda bort grundvatten tillfälligt under byggnation eller varaktigt från garage, källare eller andra typer av byggnader under markytan. Detta är alltid tillståndspliktigt, om inte undantagsregeln kan tillämpas (se nedan).

- Markavvattning – dika ut, valla in eller sänka av ett vattenområde för att varaktigt skydda mot vatten. Markavvattning är dels en tillståndspliktig vattenverksamhet men även (inom större delen av södra och mellersta Sverige) en förbjuden åtgärd. Syftet med förbudet är att sätta stopp för utarmningen av våtmarker. Dispens från förbud mot markavvattning behöver erhållas innan en markavvattning kan bli föremål för tillståndsprövning.

Ingen bedömning om huruvida det krävs tillstånd för vattenverksamhet har gjorts inom ramen för denna utredning. För att bedöma huruvida det är en tillståndspliktig vattenverksamhet att anlägga dränerande ledningar för att genomföra byggnationer inom detaljplaneområdet behöver mer precisa byggplaner (läge/djup), samt omfattning av grundvattenbortledande installationer tas fram. Därefter kan påverkansområden från de bortledande konstruktionerna beräknas och en inventering av motstående intressen genomförs inom påverkansområdena.

Miljöbalken 11 kap 12§ säger att om det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen skadas genom vattenverksamhetens inverkan så kan undantag från tillståndsplikt hävdas. Det är alltid verksamhetsutövaren som ansvarar för att avgöra om undantagsregeln kan användas.

8 Allmänna och enskilda intressen

Enligt Vatteninformationssystem i Sverige (VISS) och Sveriges geologiska undersökning (SGU) förekommer inga vattenskyddsområden, grundvattenförekomster, grundvattenmagasin. Det har identifierats tre energibrunnar inom området och en dricksvattenvattenbrunn i berg väster om utredningsområdet (se. kap. 3.2.4).

Enligt Naturvårdsverket förekommer inga kända grundvattenberoende naturobjekt i anslutning till området.

I anslutning till området finns inga misstänkta eller kända föroreningar enligt Länsstyrelsens EBH-stöd, "Kartan över förorenade områden, (EBH-kartan)".

Leran inom och i anslutning till området bedöms kan vara sättningskänslig vid grundvattennivåförändringar (se kap. 7.3). I närheten till och inom planområdet har identifierat några byggnader vilka kan vara i risk för skador vid eventuella sättningar till följd av grundvattenavsänkning (Figur 23).



Figur 23. Identifierade byggnader potentiellt utsatta för skador till följd av grundvattenavsänkning.

9 Grundvattenpåverkande anläggningar

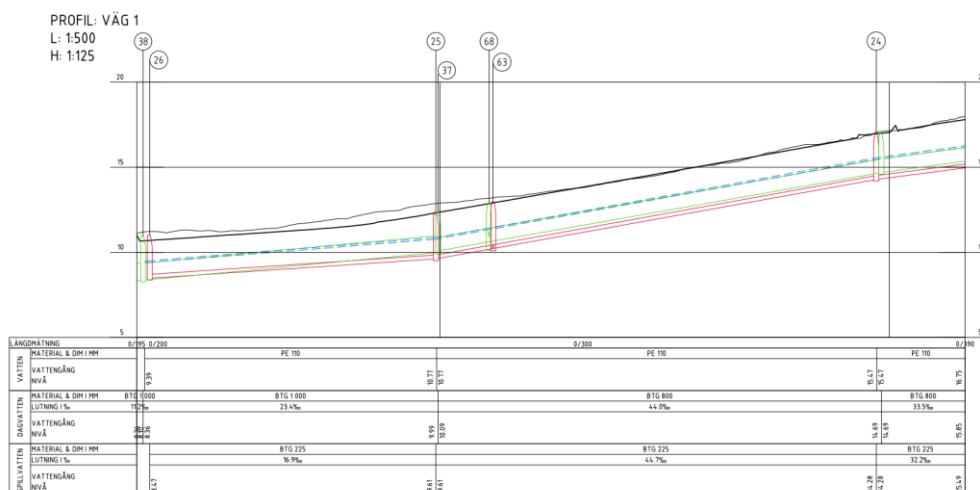
9.1 Byggskede

För att kunna genomföra planförslag (bostäder och skola) i den första etappen planeras etablering av infrastruktur: VA system (vatten, spillvatten, dagvattenledningar samt

dagvattendammar), vägar och dikessystem. Den andra etappen omfattar byggandet: villor, skolan o.s.v. med tillhörande schakter samt länshållning.

9.1.1 Schakter för VA ledningar

VA system ska täcka hela planområde. Schaktarbete vid VA anläggningar kan skapa tillfällig grundvattenavsänkning i jordlager (övre magasin) samt i berg. Figur 25 visar läge för VA schakter. Schakter ska utföras främst i friktionslager (sand, siltig sand) och delvis i berg i den norra delen av området vid gränsen mellan Avrinningsområde 1 och 2 och norra delen av Avrinningsområdet 2. De djupaste schakter ska utformas längst huvudgata (från norr till söder – Väg 1) med djupet till ca 3,3 m under my och bredden på ca 3 -4 m. Lokalt i den norra delen max 3,5 m under marken. I norra delen kommer schakt utföras i berg eller delvis i berg. I praktiken kommer dränering av grundvatten att ske i de översta sandlagren ovan leran med maximal mäktighet på 2,7 - 3,0 m. Figur 24 visar exempel på VA profil längst huvudgata (Väg 1).



Figur 24. VA profil längst huvudgata (Väg 1) – sträcka 0/200 – 0/390.

VA schakter längst med alla gator förutom huvudgata (Väg 1) planeras med djup på 1,7 - 2,5 m under my. Schakter planeras utformas som öppna (ej täta sponter) och byggtiden planeras till 1 år.

9.1.2 Dammar

Utformning av dagvattendammar kan skapa grundvattenavsänkning till följd av länshållning från schakter. Den norra dammen ska byggas som en torr damm med det största schaktdjupet på ca 2,2 m (inklusive schakt för utsläppsledning) under markytan med bottenparametrar: 2 m bredd och 25 m lång, släntlutning 1:5. Den södra dammen planeras som vattenfylld i driftskede. Den ska bestå av två dammar: fördammen 1B och huvuddammen. Schaktparameter totalt: 190 m lång och 40 - 120 m bred., samt schaktdjupet till max ca 2,0 m både för för- och huvuddammen. Schakt för den södra dammen ska länshållas under byggtiden.

9.1.3 Övriga anläggningar och byggnader

Gatorna kommer i stort sett att följa topografin. Gatukroppens schakter blir betydligt grundare än VA-schakterna. Lokalt, främst vid servicevägar och avskärande dike, kan vägslänterna som krossar markytan skapa obetydliga grundvattenavsänkningar (mindre än 0,5 m).

De planerade husen och byggnader antas grundläggas genom platta på mark. Under byggskede krävs då schaktets länshållning/dränering av grundvatten till ca 1 m under markyta. När det gäller de två områdena som planläggs för flerbostadshus kommer det att ges möjlighet till byggnation av källare och/eller underjordiskt garage samt suterränghus. De två områdena ligger i den norra delen av Avrinningsområde 2 (området markerade med B₁ på **Fel! Hittar inte referensälla.**) I den delen där flerbostadshus planeras fast botten (berg) ligger mellan 0,5 upp till 2,5 m u my. Då den bedömda grundvattensänkningen i det övre grundvattenmagasinet i jord under bygg- och driftskede inte kommer överstiga 2 m räknat från den högsta uppmätta grundvattennivån bedöms ingen risk för sättningar vid länshållning under byggskede. Detta eftersom området redan i stort är konsoliderat av naturliga grundvattenårsvariationer



Figur 25. Grundvattenpåverkade anläggningar under byggskede: VA schakter, dammar och dike.

9.2 Driftskede

Huvudmål inom detaljplansområde är att hålla grundvattennivå som högst ca 1 m under markytan genom dränering- och dagvattensystem.

Markavvattning kommer medföra permanent grundvattenpåverkan genom bortledning av yt- och grundvatten.

9.2.1 Dikessystem

Ytvattens bortledning minskar betydlig vattenmängden som kan infiltrera till jordlager samt tillförsel till grundvattenmagasin.

Bortledning av ytvatten från planområdet och grannliggande skogsområde kommer ske delvis via öppet dagvattensystem (dikessystem och dagvattendammar).

Dikessystem består av:

- Öppet vägdikey/huvuddike längs huvudgatan (matargata, Väg 1).
- Avskärande dike (sammanbyggda med servicevägar) eller andra vägdikey, kan lokalt ha en dränerande funktion på grundvattnet.

Huvudmål med dikessystem (Figur 25) är att leda ut ytvatten från planområdet och från närliggande skogs/bergsområde. Dikessystem ska utformas som vägdikey (huvuddike längs Väg 1 och dikey vid Serviceväg 2) och diken sammanbyggda med servicevägar (avskärande dikey). Huvuddiket planeras längs huvudgatan samt planområdet från norr till söder med avslutning i den södra dammen med utsläpp till havet. Det planerade djupet kommer inte överstiga 0,5 m. Diket förväntas inte att dränera grundvattnet. Dikey vid serviceväg 2 kan ha något dränerande funktion p.g.a höga grundvattennivåer i närheten. Avskärande diken med max djupet 1,0 m ska avleda ytvatten från området och samla ytvatten från närliggande bergsområde. Avskärande diken planeras med utsläpp till dagvattenledningar under gator. Avskärande dikey kommer lokalt ha något dränerande funktion vid perioder med höga grundvattennivåer samt infiltrerande funktion under torra perioder.

9.2.2 Dräneringssystem och dränerande anläggningar

Dräneringssystem som leder bort grundvatten under driftskede består av:

- Dränering av byggnader och dränering inom fastigheterna. Dränering ska placeras ca 0,7-0,9 m under markytan med utsläpp till stängt dagvattensystem längs gator.
- Dränerande funktion av fyllning i VA schakter. Fyllning omkring VA ledningar bedöms ha högre konduktivitet än närliggande sandiga och siltiga jordlager. Fyllning kommer fungera som dränering för grundvatten.
- Norra torrdamm – norra dammen ska utföras som en torrdamm med bottenparameter: 25 m x 2 m, djupet 2,0 m, släntlutning 1:5. Under driftskede kommer den dränera de närliggande jordlagren. Yt- och grundvatten ska ledas bort permanent mot Avrinningsområde 1 via dagvattenledning.
- Södra dammen (huvudammen 1) – planeras med stående vatten med någon dränerande funktion. Det bedöms att dammen skapar 1 m grundvattenavsänkning på främst den östra sidan. Dammens västra sidan kommer ha en infiltrerande funktion.

10 Grundvattenpåverkan

10.1 Beräkningsanvisningar

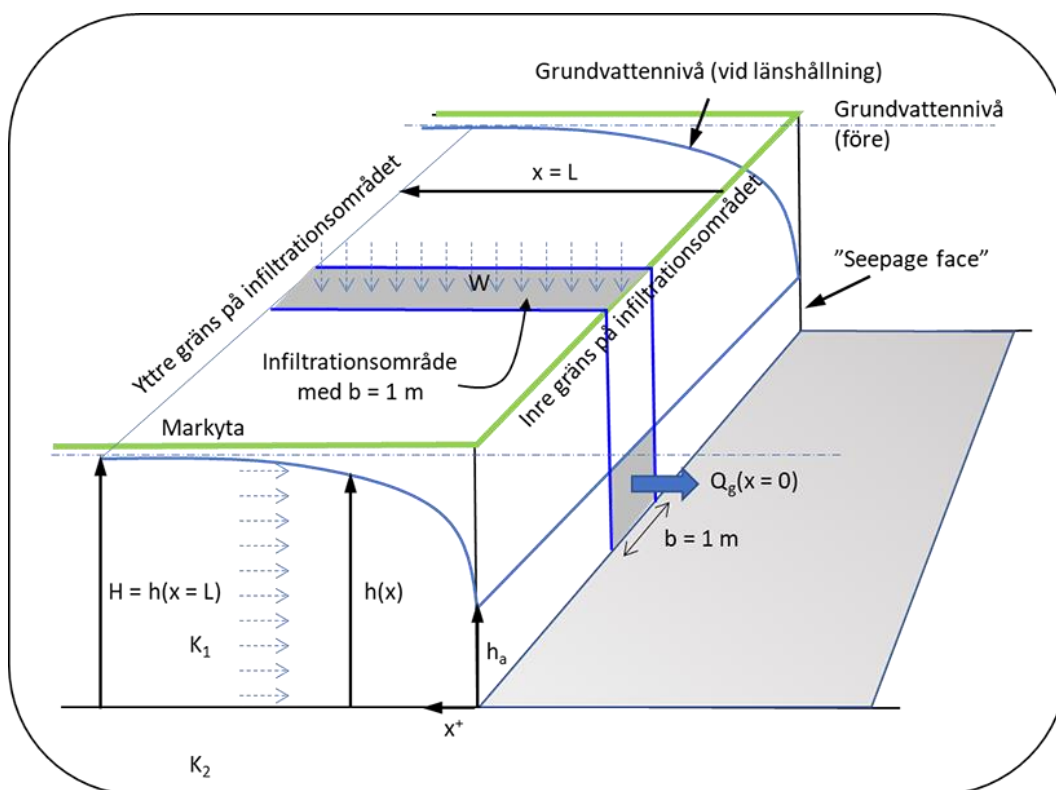
För att bedöma omgivningspåverkan vid eventuell grundvattensänkning har beräkningar avseende utbredning av påverkansområde utförts.

Påverkansområde visar det område inom vilket avsänkningen av grundvattennivå är urskiljbar från de naturliga. För aktuell undersökning är påverkansområdet beräknat

som det område där teoretisk avsänkning i grundvattennivå är mer än 0,3 m vilket ses som branschstandard.

1. För beräkning av påverkansområde i schakter i berg har Todd och Mays (2005) modell för endimensionellt grundvattenflöde till en långsträckt anläggning i ett magasin med öppna magasinförhållanden och en tät botten används.

Ett grundläggande antagande i beräkningen är att det öppna magasinet är homogent, isotropt och har en konstant mäktighet samt att dess hydrauliska konduktivitet mellan markytan och anläggningens botten antas vara mycket större än den hydrauliska konduktiviteten under anläggningens botten. Inläckaget av grundvatten till anläggningen Q antas vara i jämvikt med grundvattenbildningen W .



Figur 26. Konceptuell modell för beräkning av påverkansområde. Bild från SGU, bedömning av influensområde avseende grundvatten (modell 3).

Påverkansområdet har beräknats enligt ekvation 1, 2 och 3.

$$L = \sqrt{\frac{K_1}{W} (H^2 - h_a^2)} \quad \text{Ekvation 1}$$

$$Q_g = W L b \quad \text{Ekvation 2}$$

$$h^2(x) = \frac{W}{K_1} (2Lx - x^2) + h_a^2 \quad \text{Ekvation 3}$$

H = Naturlig grundvattennivå (m)

h_a = Grundvattennivå precis vid schaktkant (m)

$h(x)$ = Avsänkt grundvattennivå vid avstånd x från schaktet (m)

K_1 = Horisontell hydraulisk konduktivitet (m/s)

W = Grundvattenbildning (mm/år)

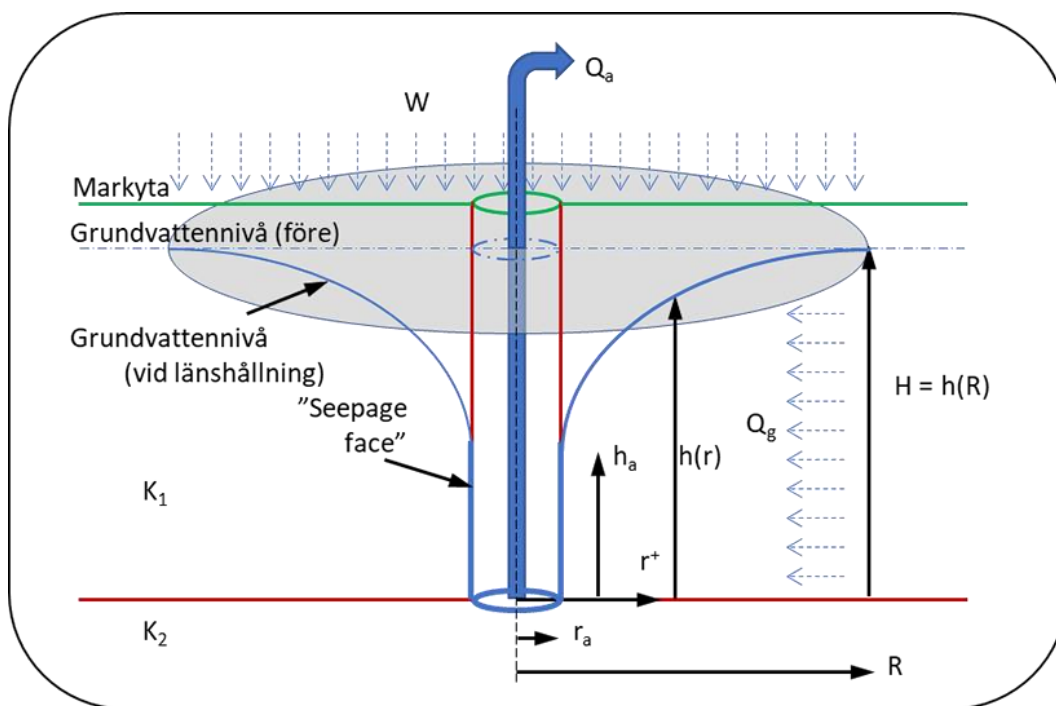
$Q_g =$ Inläckaget av grundvatten till anläggningen (m^3/s)

2. För beräkning av påverkansområde i jordlager under bygg- och driftskede har Kresic (2007) modell för radiellt grundvattenflöde till en cirkulär anläggning i ett magasin med öppna magasinförhållanden och en tät botten används. Denna ekvation kallas även "Modell 1" (SGU, 2019).

Ett grundläggande antagande i beräkningen är att det öppna magasinet är homogent, isotropt och har en konstant mäktighet samt att dess hydrauliska konduktivitet mellan markytan och anläggningens botten antas vara mycket större än den hydrauliska konduktiviteten under anläggningens botten. Inläckaget av grundvatten till anläggningen (Q) antas vara i jämvikt med grundvattenbildningen (W). Påverkansområdet har beräknats enligt ekvation 5, 6 och 7. En ytterligare förutsättning för analytisk beräkning av påverkansområdet är att ta fram en ekvivalent brunnsradie genom att omvandla schaktets area till arean av en cirkel. Ekvivalent brunnsradie (fiktiv schaktradie, r_a) har beräknats enligt ekvation 4.

$$r_a = \sqrt{A/\pi} \quad \text{Ekvation 4}$$

$A =$ arean för schaktet (m^2)



Figur 27. Konceptuell modell för beräkning av påverkansområde med Kresic's ekvation. Bild från SGU, bedömning av influensområde avseende grundvatten (modell 1).

$$H^2 - h_a^2 = \frac{Q_a}{\pi K_1} * \ln \left(\frac{\sqrt{Q_a/\pi W e}}{r_a} \right) \quad \text{Ekvation 5}$$

$$R = \sqrt{\frac{Q_a}{\pi W}} \quad \text{Ekvation 6}$$

$$h(r) = \sqrt{h_a^2 + \frac{Q_g}{\pi K_1} \ln\left(\frac{r}{r_a}\right) - \frac{W}{2K_1}(r^2 - r_a^2)}$$

Ekvation 7

Där:

H = Naturlig grundvattennivå (m)

h_a = Grundvattennivå precis vid schaktkant (m)

h(r) = Avsänkt grundvattennivå vid avstånd *r* från schaktet (m)

r_a = Brunns radie

K₁ = Horisontell hydraulisk konduktivitet (m/s)

W = Grundvattenbildning (mm/år)

R = Avstånd från schaktmitt vid *H*, dvs avstånd från schaktmitt till opåverkad grundvattennivå (m)

Q_g = Inläckaget av grundvatten till anläggningen (m³/s)

10.2 Beräkningsantaganden

Grundvattenbildning till jord enligt *Grundvattenbildning i svenska typjordar* (Rodhe, 2006) i området omkring Falkenberg ligger på mellan 450 och 525 mm/år. I beräkningar har 450 mm/år satts som konservativt värde under byggskede. Grundvattenbildning har satts till 300 mm under driftskede för att grundvattensinfiltreringsytan bedöms vara mindre p.g.a nya asfaltytor med avvattning, samt dike som hanterar ytvatten. Grundvattenbildningen till friktionsjordslaget sker både inom och utanför detaljplaneområdet. Grundvattenbildning till berg antas vara 10% av grundvattenbildning till jordlager – 45 mm/år.

Utvärderad hydraulisk konduktivitet från pulstester är för sandiga lager ca 5*10⁻⁵ m/s och för leriga och siltiga sandlager ca 5*10⁻⁷ m/s. I beräkningar används det högsta värdet 5*10⁻⁵ m/s för att vara konservativ. Konduktivitet i berg bedöms ligga på 2,3*10⁻⁷ m/s enligt SGU:s karta: Hydraulisk konduktivitet i berg.

Grundvattennivån i jordlagren inom området varierar mellan 4,5 m under markytan till samma som markytan. För beräkning av påverkansområde ansätts, för att vara konservativ, den högsta uppmätta grundvattennivån.

Grundvattenmagasinet antas vara homogent och isotropt. Öppet magasinförhållande antas i beräkningar. Grundvattenbortledning kommer att ske i det övre magasinet.

10.2.1 Byggtiden

I Tabell 2 sammanställs antagande värden för beräkningar av påverkansområdet i byggskede enligt kapitel 9.2 och 10.2.

Tabell 2. Allmänt beräkningsantagande för grundvattensänkning inom detaljplanområde under byggskede.

Beräkningsantaganden		
Hydraulisk konduktivitet jord	5*10 ⁻⁵	m/s
Hydraulisk konduktivitet berg	2,3*10 ⁻⁷	m/s
Grundvattenbildning	450	mm/år
Potentiell grundvattensänkning i VA schakt längs huvudgatan	2,5-3,0	m
Potentiell grundvattensänkning i övriga VA schakter	1,0-2,0	m
Potentiell grundvattensänkning i norra dammen	2,2	m
Potentiell grundvattensänkning i södra dammen	1,8	m

Potentiell grundvattensänkning av dike (Serviceväg 2)	0,5	m
Potentiell grundvattensänkning husbyggnation	1,0	m
Potentiell grundvattensänkning flervånings husbyggnation	2,0	m
Ekvivalent brunnradie VA schakt längs huvudgatan	8	m
Ekvivalent brunnradie VA schakt – övriga schakter (vid 50 m sträckan)	6	m
Ekvivalent brunnradie norra damm en	8	m
Ekvivalent brunnradie södra dammen	30	m

10.2.2 Driftskede

I Tabell 3 sammanställs antagande värden för beräkningar av påverkansområdet i driftskede enligt kapitel 9.2 och 10.2. Som ekvivalent för brunnradie till beräkningar togs samma som under byggskede.

Tabell 3. Allmänt beräkningsantagande för grundvattensänkning inom detaljplanområde driftskede.

Beräkningsantaganden		
Hydraulisk konduktivitet jord	5E-05	m/s
Hydraulisk konduktivitet berg	2,3E-07	m/s
Grundvattenbildning	300	mm/år
Potentiell dräneringsnivå i infyllda schakt längst huvudgatan	1,5	m
Potentiell dräneringsnivå i ifyllda övriga schakter	1,3	m
Maximal potentiell grundvattensänkning i avskärande dike	0,5	m
Dräneringsdjupet omkring hus under m.y.	0,9	m
Potentiell grundvattensänkning i norra dammen	2,0	m
Potentiell grundvattensänkning i södra dammen	1,0	m

10.3 Påverkansområde

Påverkansområde definieras som det område inom vilken grundvattensänkningen bedöms få en faktisk och mätbar påverkan, som gräns har 0,3 meters avsänkning ansatts.

10.3.1 Byggskede

Utbredningen av påverkansområdet under byggskede är främst beroende av det dränerande djupet för VA schakter och schakter för dammen. I Tabell 4 sammanställs den bedömda utbredningen från olika typer av schakter (avstånd från schaktkanter).

Tabell 4. Beräknade påverkansområdet utbredning vid olika dräneringsobjekt.

Påverkansområde	Maximal grundvattensavsänkning	Påverkansområdet (0,3 m) utbredning från schaktkanten
Schakt längs huvudgatan, avsänkning i jordlager	2,7 m	39 m
schakt längs huvudgatan avsänkning i berg	3,5 m	7 m
Övriga VA schakter	1,7 m	19 m

Norra dammen	2,0 m	28 m
Södra dammen	2,0 m	30 m
Potentiell grundvattensänkning husschakt platta- byggskede	1,0 m	8 m
Potentiell grundvattensänkning husschakt för källan – byggskede	2,0	25 m

Längs östra gränsen och delvis västra gränsen av detaljplaneområdet avgränsas påverkansområdet av berg i dagen då den planerade grundvattenbortledning främst sker i jordlager. I den norra delen vid den norra dammen är påverkansområdet begränsad till befintlig VA ledning längst Skrea Stationsväg, vilken redan har en dränerande funktion.

En sträcka för de planerade ledningarna ska schaktas i berg. Påverkansområdets utbredning i berg är mindre än i jordlager p.g.a lägre hydraulisk konduktivitet i berg än i jordlager.

Förutsatt ovan beräkningsantaganden, samlad påverkan från VA schakter, dike och dammar medför detta påverkansområden en maximal utbredning på 15 m utanför detaljplansområdet.

Figur 28 visar samlad påverkan från anläggningar under byggskede. Arbete med VA anläggningar och dammar ska pågå etappvis. Påverkan från husschakter har inte tagits med i ritning. Byggnader ska inte byggas samtidig samt påverkan från schaktet ska inte utbreda sig mer än 8 m från schaktkanten.



Figur 28. Påverkansområde under byggskede, sammanställd påverkan av vattenbortledning från VA- och dammarschakter och dike.

10.3.2 Driftskede

Utbredningen av påverkansområdet under driftskede (markavvattning) är främst beroende av det dränerande djupet för dammar (permanent grundvattenbortledning från den norra dammen ska ske via dagvattenledning), dränerande funktion för ifyllda

VA schakter längst gator, lokala dränerande funktion vid avskärande dike och vägdike vid Serviceväg 2 samt dräneringar omkring hus.

Längs östra gränsen och delvis västra gränsen av detaljplaneområdet avgränsas påverkansområdet av berg i dagen då den planerade grundvattenbortledning bara sker i jordlager.

Förutsatt ovan beräkningsantaganden, samlad påverkan från dräneringar, dike, norra dammen, medför detta påverkansområden med maximal utbredning ca 20 m utanför detaljplanområde.



Figur 29. Påverkansområde driftskede. Sammanlagd påverkan vid förutsättning att grundvatten sänkts 1 m inom området.

11 Skyddsobjekt inom påverkansområde.

Hårdgjorda ytor bedöms inte skadas på grund av eventuella sättningar inom området. Detta eftersom ytorna kommer sätta sig elastisk till följd av marknivåförändring. VA ledningar längs Skrea Stationsväg bedöms inte vara sättning känsliga. De ligger i

stor del vid påverkansområdets gräns, där beräknade sättningar inte skapar någon risk för ledningarna.

Det bedöms inte förekomma en risk att mobilisera föroreningar eftersom det inte finns några kända föroreningskällor inom området.

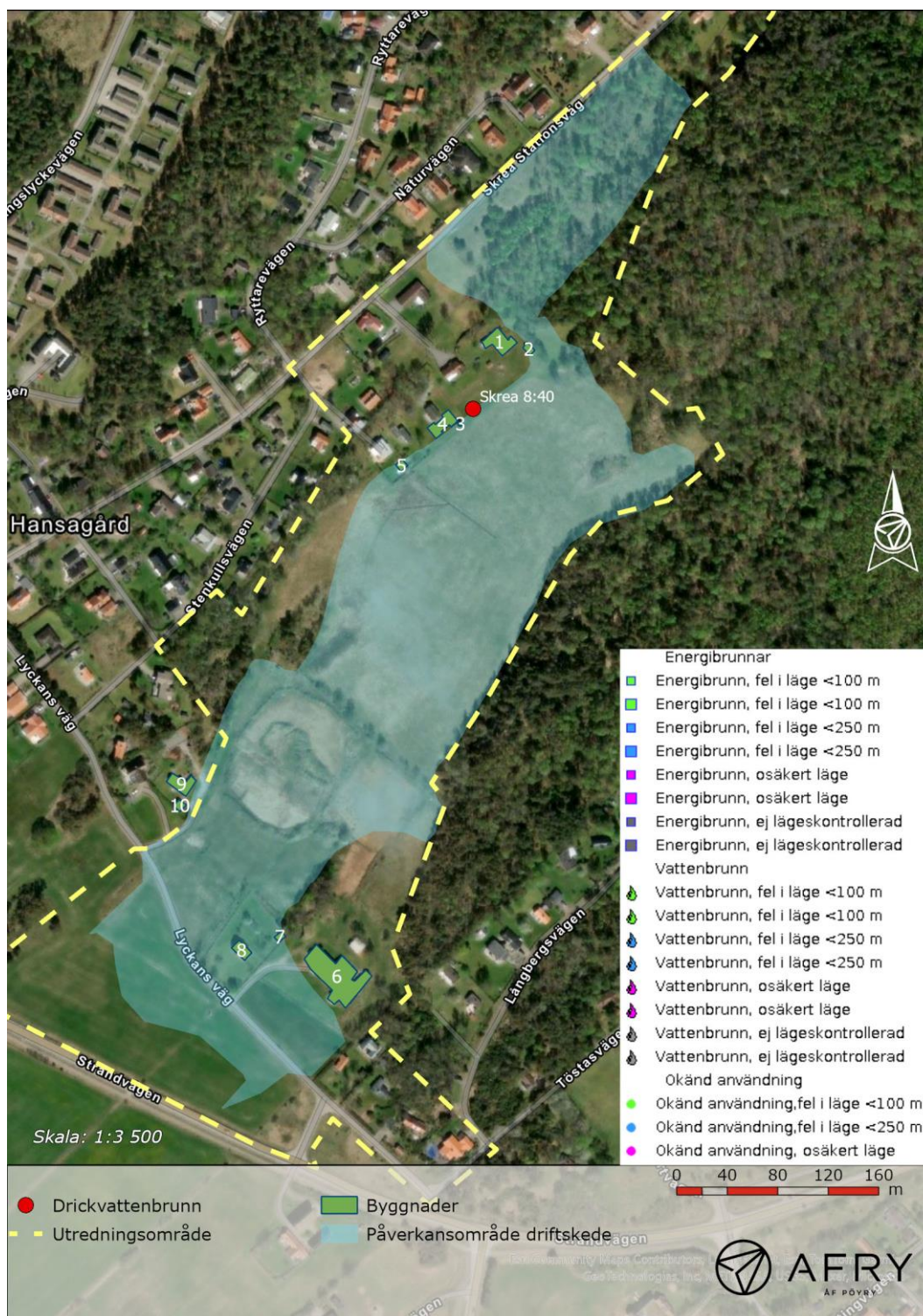
Inom påverkansområdet under både byggskede och driftskede har det identifierats en grundvattenbrunn (Skrea 8:40). Brunnen är bergborrad och grundvattenavsänkningen ska ske i jordlager och då bedöms ingen betydande påverkan på grundvattennivå i brunnen ske. Det finns risk i samband med schaktsprängning (byggskede) att brunnen skadas eller att vattenkvalitet i närheten till VA schaktet påverkas. Det rekommenderas att vattenkvaliteten i brunnen provtas före byggskede. Det bedöms inte ske påverkan på bergborrade energibrunnar identifierade inom området.

I Tabell 5 har alla byggnader inom påverkansområdet, med gräns 0,3 m avsänkning, klassats med avseende potentiell känslighet för grundvattenavsänkning i övre magasin. Det bedöms preliminärt att risk för sättningar i sandiga lager uppstår lokalt om det övre magasinet sänks av mer än 1,5 m.

En sammantagen bedömning har gjorts i samråd med geotekniker och konstruktörer kring hur sättningkänslig en byggnad kan vara och riskbedömning med hänsyn till potentiell risk för sättningar till följd till grundvattenavsänkning. Parametrar som bl.a. beaktats i bedömning är: grundläggningstyp, byggnadstyp, jordart, djupet till berg, tidigare jordkonsolidering (under årets grundvattennivåändringar) och om byggnaden är sammanbyggd. Vidare genomfördes en översiktlig slutlig riskbedömning på byggnader inom påverkansområdet under byggskede och driftskede med tillsyn på förväntade sättningar till följd av grundvattenavsänkning. Figur 30 visar byggnader inom påverkansområdet under driftskede numrerade enligt Tabell 5.

Tabell 5. Sammanställt risk för byggnader .

ID	Byggnadstyp	Grundläggningstyp	Jordlager vid grundläggning	Sättningsrisk	Riskbedömning byggskede	Riskbedömning driftskede
1	Ladugård	ytlig	Berg, sand	Ingen risk, byggnad är grundlagd på berg eller ej sättningkänsliga jordlager	Ej i risk	Ej i risk
2	Förråd	ytlig	Berg, sand	Ingen risk, byggnad grundlagd på berg och ej sättningkänsliga jordlager	Ej i risk	Ej i risk
3	Lekstuga	ytlig	Sand	Ingen risk, lätt, ej sättningkänslig konstruktion	Ej i risk	Ej i risk
4	Hus	ytlig	Sand	Ingen risk, sandiga jordlager är tidigare konsoliderade	Ej i risk	Ej i risk
5	Stuga	Ytlig	Sand, siltig sand	Ingen risk, lätt, ej sättningkänslig konstruktion	Ej i risk	Ej i risk
6	Ladugård	ytlig	Berg, sand	Ingen risk, byggnad är grundlagd på berg eller ej känsliga jordlager	Ej i risk	Ej i risk
7	Stuga	ytlig	Sand	Ingen risk, lätt, ej sättningkänslig konstruktion	Ej i risk	Ej i risk
8	Hus	ytlig	Sand, lera	Ingen risk, jordlager är redan konsoliderade	Ej i risk	Ej i risk
9	Hus	Ytlig	Sand lera	Ingen risk, jordlager är redan konsoliderade	Ej i risk	Ej i risk
10	Stuga	Ytlig	Sand, lera	Inga, lätt, ej sättningkänslig konstruktion	Ej i risk	Ej i risk



Figur 30. Objekt i risk inom bedömt påverkansområde i driftskede.

12 Grundvattenbortledning

12.1 Byggskede

I byggskedet kommer länshållningsvatten från schakten att behöva hanteras. Länshållningsvatten från schakt kommer utgöras av en blandning av inläckande grundvatten och direkt nederbörd. Vattnet bedöms inte vara förorenat då inga kända föreningskällor identifierats. Vattnet kan dock förväntas vara grumligt.

Generellt förväntas ett större grundvatteninläckage till VA-schakter och dammars schakter. Bedömt flöde i första fasen ligger på ca 0,2 - 0,35 m³/dag/1 m schakt (motsvarande 0,003 - 0,004 l/s). Flödet kommer sedan minska till ca 0,1 m³/dag/1 m schakt när grundvattenförhållandena stabiliserat sig. Grundvattenflödet till schakt är främst beroende av årstiden och mängd nederbördsvatten som bildar grundvatten. Det totala flödet till schakt längst Väg 1 räknas till max 300 m³/dag och summa av flöde till övriga schakt ca 250 m³/dag.

Flöde till schakten för den norra dammen bedöms ligga på 4,0 m³/dag (0,05 l/s).

Flöde till schakten för den södra dammen bedöms ligga på 10 m³/dag (0,12 l/s).

12.2 Driftskede

Grundvattennivå inom området är varierande: på vissa platser ligger den i marknivå samtidigt som den på andra platser återfinns djupare än 1 m under marken. Målet med markavvattningen är att hålla grundvattennivå lägre än 1 m under marken året runt. Vad i praktiken betyder grundvattenavsänkning mellan 1,0 upp till 1,7 inom detaljplansområdet.

Grundvattenbortledning sker främst inom det sandiga lager som överlagrar leran.

Enligt beräkningar baserade på grundvattenbildningen förväntas ett medelflöde på 1,5 l/s från hela detaljplaneområdet, sett till hela året.

13 Rekommendationer och slutsatser

AFRY ger med anledning av genomförd utredning följande rekommendationer.

- Fortsatt mätning av grundvattennivåer fram till byggstart, under byggnation, samt en tid efteråt för att säkra data för att visa på eventuell påverkan.
- Utredda lokala grundvattenförhållanden inom området inom ramen för geotekniska undersökningar som utförs av byggherren.
- I påverkansområdets gräns, finns en bergborrad brunn på fastigheten Skrea 8:40 med osäkert läge. Det bedöms dock inte föreligga någon risk för att brunnens kvantitet skall påverkas. Det rekommenderas att undersöka vattenkvaliteten före byggskede.
- Sannolikheten för att skador uppkommer på befintliga byggnader inom påverkansområde är liten med hänsyn taget till den ringa avsänkningen. Rekommenderas att kontrollera sättningar under byggskede vid de närliggande byggnader.

14 Referenser

Hänvisningar till rapporter som utgjort underlag till denna utredning beskrivs i kapitel 1.2.

14.1 Övriga referenser

Falkenbergs kommun. (2023). *del av Skrea 5:4 m fl, Lyckan – bostäder och förskola*. Hämtat från:

<https://vaxer.falkenberg.se/falkenbergvaxer/detaljochoversiktsplaner/pagaendedetaljplaner/samradsskede/delavskrea54mfllyckanbostaderochforskola.4.56c01845162d219cb414cadf.html>

Naturvårdsverket. (2009). *Markavvattning och rensning – Handbok för tillämpningen av bestämmelserna i 11 kapitlet Miljöbalken, 2009:5*. Hämtat från:

<https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/branscher-och-verksamheter/markavvattning/#E-1184633859>

SGU. (2015). Grundvattennivåer i ett förändrat klimat – nya klimatscenarier, SGU-rapport 2015:19, s.7, 22. Vikberg et. al. Hämtat från:

<https://resource.sgu.se/produkter/sgurapp/s1519-rapport.pdf>

SGU. (2023a). *Kartvisaren* (jordarter 1:25 000-1:100 000, berggrund 1:1 miljon, jorddjup, grundvattenmagasin, brunnar). Hämtat från:

<https://apps.sgu.se/kartvisare/>

SGU. (2023b). *Kartvisare och diagram för mätstationer*. Stationer Halmstad 102 och Halmstad 104. Hämtat från:

<https://www.sgu.se/grundvatten/grundvattennivaer/matstationer/>

SMHI. (2023). *Ladda ner meteorologiska observationer*. Nederbörd, dygnsvärde, station: Efra D. Hämtat från:

<https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer/#param=precipitation24HourSum,stations=core>

Neven, Kresic (2007), Hydrogeology and groundwater modeling, Modell 1 SGU

Todd D., Mays L., Groundwater Hydrology, Modell 3 SGU.