

Detaljplanprojektet Vången, Bengtsfors kommun - geologi, hydrogeologi och mark

Introduktion

Företaget Berglunds Transport Grus & Maskin AB i Mellerud har initierat ett ansökningsärende om detaljplanläggning för täktområdet Vången (Vången 1:82) norr om Bäckefors, Bengtsfors kommun, så att området kan planeras för industrimark. Täktverksamhet har bedrivits sedan flera decennier, gällande såväl grus som berg, vilket gör att området delvis utgör en täktbotten med plats för anläggningar. Den nordvästra delen av planområdet utgör råmark med skog. Nivån för detta senare område skall sänkas ner till motsvarande grustäktens botten. Föreliggande rapport beskriver områdets geologi, hydrogeologi och markförhållanden, och därmed motsvarande förutsättningar för planering till industrimark inom området.

Sammanfattning

Planområdets sydöstra del utgör täktbotten av en grustäkt, och dess nordvästra del utgör urberg med ställvis överlagrande grusmaterial. Täktverksamhet har skett också i urberget, som är en gabbro. Vid planutförning av området får de två delområdena helt olika förutsättningar vad gäller hydrogeologi och andra markförhållanden. Gränsen mellan dem blir en vattendelare. Grusmarken, med naturgrus till åtminstone flera meters djup, har god infiltrationskapacitet, så att nettonederbörd normalt helt och hållet infiltrerar och bildar grundvatten, vars nivå ligger några få meter under täktbotten, som sluttar svagt mot söder. Grundvattnet rör sig i marken mot söder genom och ut ur planområdet för att träffa Kallebäcken söder därom, vars bäckfåra representerar ett utströmningsområde. Det nordvästra delområdet består av urberg som kommer att sprängas på sådant sätt, att marknivån utgör sprängstensfyllnad, vilket underlättar infiltration av nederbördsvatten. Marken inom detta delområde planeras därför svagt sluttande mot nordväst så att nederbördsvatten samlas i svackdiken och leds mot en sedimentationsdamm i sydväst, från vilken det vidare infiltrerar ner i marken. Den beskrivna utformningen medför dämpning av effekter från skyfallsregn. Tänkbara situationer med extrema situationer vad gäller nederbörd och grundvatten beskrivs i rapporten. Effekten av dessa, liksom motsvarande förebyggande åtgärder, beskrivs i dagvattenutredningen 2020-05-04. Planområdet uppvisar ingen förorenad mark. Färdigställandet av marken medför ingen förhöjd risk för förorening av grundvattnet, eller störning av grundvattenströmningen söder ut.

Postadress:

Box 24123, 400 22 Göteborg

Besöksadress:

Flöjelbergsgatan 8B, 431 37 Mölndal

Tel:

031-18 65 00

Mobil:

070 587 58 20

E-post:stellan.ahlin@geolog.se

Register

Introduktion	1
Sammanfattning	1
Mark och vatten	2
Geologi	2
Hydrogeologi	4
SGU:s obs-brunn	7
Mätningar av grundvattnet	8
Grundvattnets nivåintervall	8
Materialvariationer	9
Extremväder	10
Ödskölts moar enligt VISS	10
Grundvatten i berggrunden	11
Vattenbalans	12
Grundvatten i regionen	12
Grundvattnets kemi	13
Undersökning om förorenad mark	14
Etablering av färskvattenbrunnar	16
Framtida markförhållanden	18
Markstabilitet	19
Radon	20

Det kan inte ske någon påverkan på de kommunala brunnarna som ligger ytterligare söderut. Det finns goda förutsättningar för uttag av färskvatten med god kvalitet från brunnar som grävs i planområdets grusavlagringar. Grusmarken, men däremot inte det nordvästra delområdet på urberg av gabbro, utgör radonriskmark, vilket har betydelse vid byggande men troligen underordnad påverkan på färskvatten från grusavlagringen. All mark inom planområdet kommer att vara stabil ur geoteknisk synpunkt.

Mark och vatten

Geologi

Detaljplanområdet består i geologiskt avseende av två delar som avgränsas med en linje som går ungefär i NO-SV, jämför Fig. 1. I den nordvästra delen är markmaterialet urberg, som för tillfället ställvis är täckt av några meter grusmaterial. I den sydöstra delen av området utgör markmaterialet grus med sten och sand.

Det nordvästra området uppvisar en bergtäkt och spridda bergknallar. Mellan dem är markmaterialet naturgrus, och provgrävningar visar att mäktigheten kan uppgå till några meter. I huvudsak är detta material en osorterad blandning av sten, grus och sand. Marken är i stor utsträckning bevuxen med skog. Det finns inga våtmarker inom området. Bergmaterialet är gabbro, en mörk, medelkornig bergart som består av fältspat och mörka mineral så som pyroxener och

hornblände. Bergarten gabbro innehåller lägre halt av de radioaktiva grundämnena kalium, torium och uran, än genomsnittligt för regionens bergarter. Radonavgång är därför ytterst ringa. Sprickor i en bergmassa av gabbro (liksom också närbesläktade bergarter som amfibolit) är typiskt tätade av sprickmineral, vilket medför att bergmassan får mycket låg genomsläpplighet, dvs hydraulisk konduktivitet, för strömmande grundvatten. Bergmassan är ur praktisk synpunkt tät i detta avseende. Gabbro är en bergart som i regionen förekommer i enstaka bergknallar och mindre områden i den omgivande berggrunden som består av granit och gnejs. Dimensionen av sådana förekomster av gabbro är typiskt upp till några hundra meter i utsträckning och djupgående. Avgränsningen på Fig. 1. mellan de två geologiskt olika delområdena är preliminär, och kan visa sig ligga något annorlunda.

Det sydöstra området består av grusavlagringar. Enligt provgrävningarna har avlagringarna i det sydöstra delområdet en mäktighet av minst fyra meter. (Mäktigheten är dock troligen betydligt större, se nedan.) Materialet är i huvudsak en osorterad blandning av (nästan enbart mindre) sten, grus och sand (se Fig. 2). Det förekommer enstaka linser med sorterat material i form av sand och/eller fingrus. Dessa tycks dock inte representera egentliga horisonter, dvs uthålliga skikt, i avlagringen inom planområdet. Lera eller torv har inte observerats över huvud taget.

Materialet i det sydöstra delområdet har avlagrats vid avsmältningen under den senaste istiden. Partiklarna av sand, grus och sten utgör fragment av urberg. Respektive bergart är till helt övervägande del någon ljus bergart, alltså granit eller gnejs. De flesta fragment kan inte klassificeras avseende härkomst, men en stor del tycks komma från regionalt bergmaterial, som i detta fall utgör granit och gnejs.

Avlagringen inom planområdet är en del av ett mycket större område med liknande avlagringar, som benämns Ödskölts moar (Fig. 3 och 4). Det är en israndbildning, i huvudsak avlagrad som en *sandur*, vilket innebär att material från smältvatten från isen norr om området avlagrades över fast mark, i motsats till avlagringar som avsattes i vatten - sådana avlagringar bildar då deltan. ("Sandur" är ett isländskt ord för denna typ av avlagring, som är vanligt förekommande på Island.) Deltan uppvisar sorterat material som ligger i skikt. Sättet för avlagring får konsekvenser för sorteringsgraden i det avlagrade materialet. I en sandur är materialet i viss mån osorterat. Här saknas dock i stort sett grov sten och block, och andelen material finare än sand är helt underordnat. De stenar som förekommer är rundade (Fig. 2). Storleksintervallet för förekommande partiklar är begränsat, det ligger mellan sand och mindre sten, men inom detta intervall föreligger ingen sortering. Detta får konsekvenser för materialets egenskaper, bl.a. vad gäller genomsläpplighet för vatten. Materialets porositet är genomsnittligt 15 % eller något högre.

Grusavlagringens jorddjup är inte känt. SGU redovisar en del bergborrade brunnar i trakterna, och uppgifterna om jorddjup ner till underliggande berg visar att detta tämligen ofta uppgår till flera tiotal meter. Bergytans relief är därför mycket mer kontrastrik än som framgår av terrängens morfologi i området. Jorddjupet i grusavlagringen inom detaljplanområdet kan därför mycket väl uppgå till fler än tio meter. Jordmaterialet ner till underliggande berggrund utgör med all sannolikhet enbart isälvsavlagringar.

Hydrogeologi

De aspekter av geologin som har betydelse för områdets hydrogeologi kan sammanfattas enligt följande beskrivning. Planområdet ligger inom den mycket stora isälvsavlagringen Ödskölts moar, jämför SGU:s jordartsgeologiska karta (Fig. 3). Materialet i avlagringen är dominerande sten/grus/sand, med ringa inslag av fraktioner mindre än 1,0 mm eller större än 10 cm.

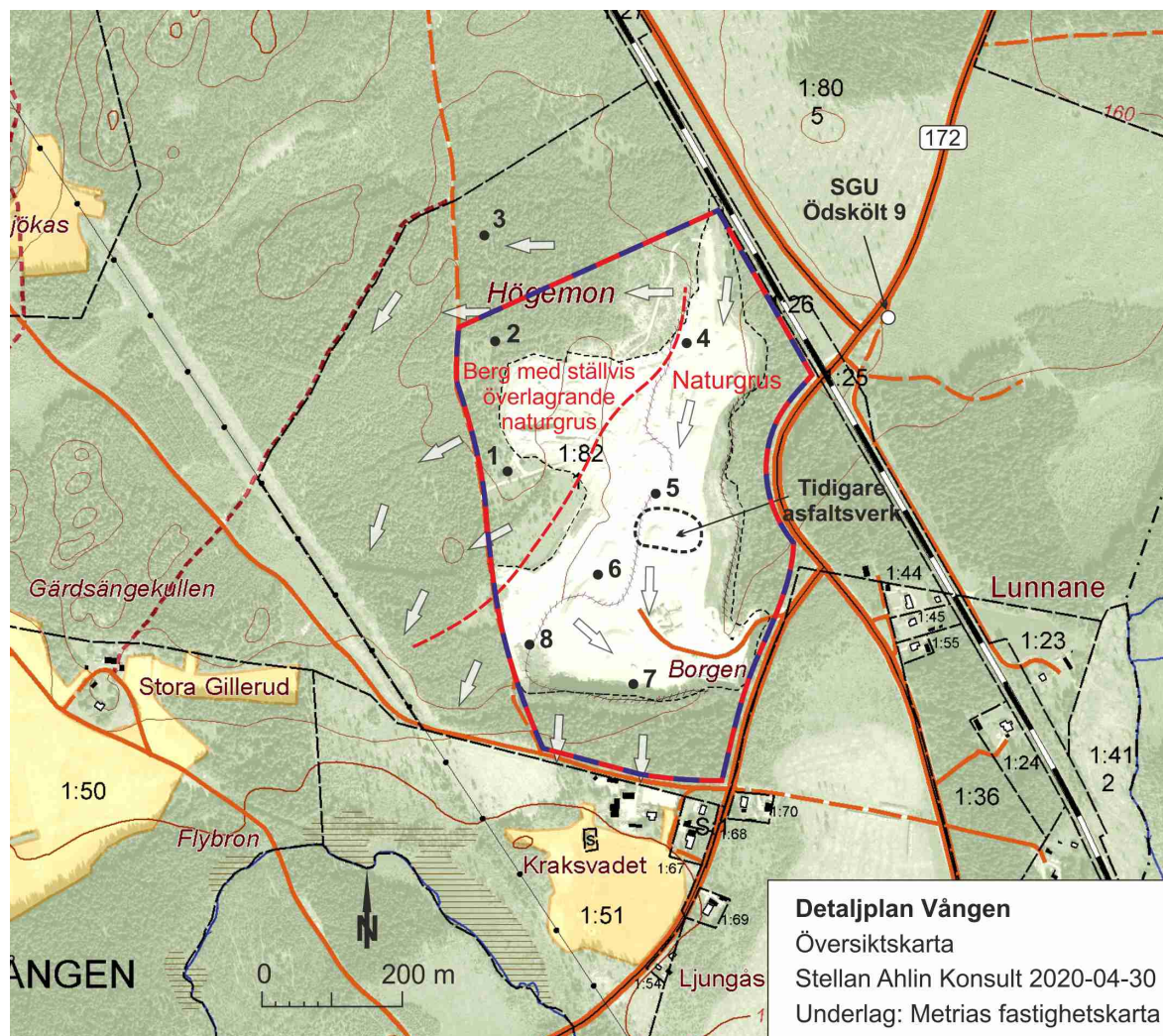


Fig. 1. Karta med provgropar, SGU:s observationsbrunn, grundvattenströmning, provtagningsplatser och den geologiska skiljelinjen mellan det sydöstra och den nordvästra området

Numreringen av provgroparna refererar till Tabell 1. Grundvattnets rörelse inom området är markerat med ofyllda pilar. Notera att avrinning *över* mark inte förekommer inom planområdet och inte heller inom angränsande områden där markmaterial utgör sorterade, porösa jordarter. Inom området där ett asfaltsverk har varit etablerat togs ett generalprov, jämför kemisk analys i Fig. 10.



Fig. 2. Mätning i provgrop 7 den 2019-05-21. Notera frånvaron av skiktning i markmaterialet samt att grovt material typiskt utgör mindre sten, med endast enstaka undantag i form av större sten. Block saknas. Den materialvariation som syns i den borte schaktväggen är tydligen sekundär, och har uppkommit genom att marken jämnats ut.

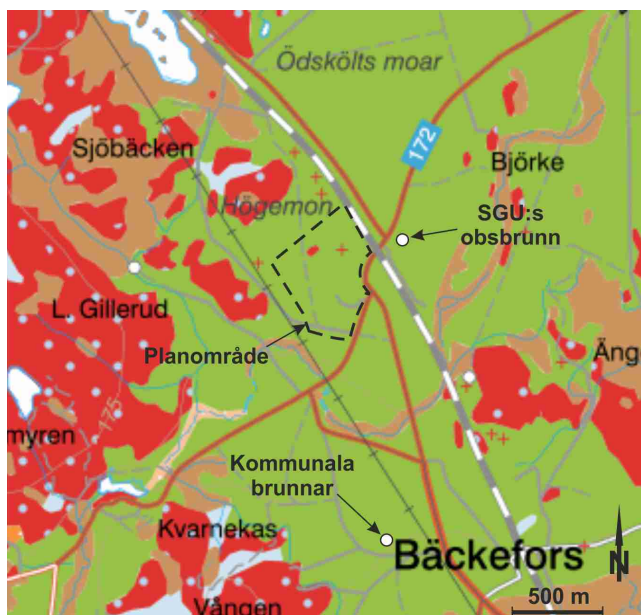


Fig. 3. SGU:s jordartskarta
Grönt visar sand/grus, rött visar berg,
brunt visar torv.

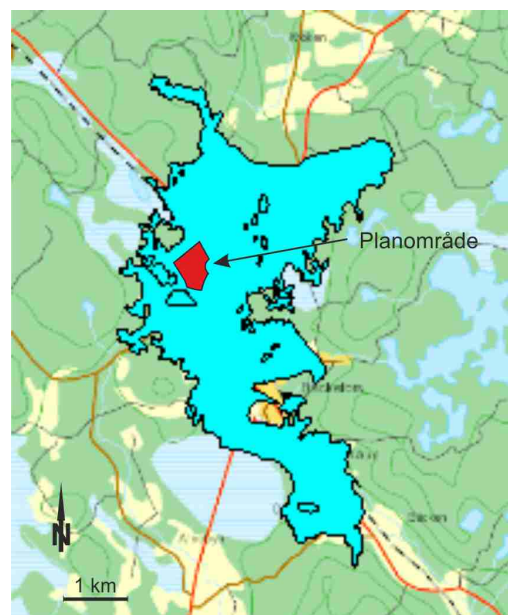


Fig 4. Vattenförekomsten Ödskölts
moar enligt VISS. I denna över-
siktsskarta har ingen uppdelning
skett i delområden.

Isälvsavlagringen täcker ett stort område, och ställvis uppgår mäktigheten till flera tiotals meter. Avlagringarna är dock inte överallt särskilt mäktiga, vilket medför att berggrunden inte överallt är täckt, och bergknallar förekommer inom avlagringens område.

Materialet i avlagringen är sten, grus och sand, i huvudsak utan några tydliga sedimentationsstrukturer eller sortering. Det kan dock förekomma enstaka tämligen begränsade linser av sorterad sand. Materialets porositet är genomsnittligt 15 % eller något högre.

Hydrogeologiskt utgör avlagringen en "por-akvifer", vilket innebär att mellanrummen mellan partiklarna i det porösa materialet kan fyllas med vatten, som kan röra sig tämligen fritt. Vattnet i avlagringen kan därför bilda en sammanhängande vattenförekomst, eftersom vattnet kan flöda inom en stor materialvolym, och på så sätt bilda en kontinuerlig vattenförekomst. Uppenbarligen är dock vattenförekomsten Ödskölts moar uppdelad i olika delområden, del-akviferer, som endast i begränsad utsträckning, eller inte alls, kommunicerar sinsemellan.

Planområdet består hydrogeologiskt av två delområden med helt olika grundvattenförhållanden. I den sydöstra delen av området (grusavlagringen) finns grundvattnet några meter under marknivån, och eftersom marken sluttar svagt i riktning mot söder, så rör sig grundvattnet i denna riktning. Observationer av grundvattennivån visar på fallande nivå i denna riktning, med den lägsta nivån längst i söder, cirka 1,9 meter under marknivån, eller + 150,6 meter vid mättillfället 2019-05-21. Det finns inget vattendrag som leder vatten ut ur täktområdet/detaljplanområdet,

utan vattnet bildar grundvatten som rör sig mot söder nere i marken, för att träffa Kallebäcken, som har nivån + 148 meter.

I den nordvästra delen av planområdet rör sig nettonederbörden som grundvatten genom markmaterialet i riktning västerut och sedan mot sydväst, i riktning mot Kallebäcken. Vattnet rör sig mellan bergknallarna, med i huvudsak i den beskrivna riktningen. Detaljerna är inte kända och saknar betydelse i sammanhanget.

SGU:S observationsbrunn

Sverige Geologiska Undersökning har ett nät av observationsbrunnar i landet. Brunnarna är representativa för större akviferer, grundvattenmagasin, och är därför vägledande för trenderna med nivåvariationer i grundvattenmagasin inom en större region. Brunnarna lodas regelbundet och data från lodningarna redovisas på SGU:s hemsida.

SGU:s observationsbrunn Ödskölt_9 ligger strax öster om planområdet, se Fig. 1. Data om brunnen framgår av Fig. 5. Observationerna (Fig. 6) är representativa också för planområdet.

De senaste tio årens grundvattenvariationer illustreras av diagrammet i Fig 6. Det framgår att grundvattnet når sin lägsta nivå (cirka 7 meter under marknivå på platsen) under hösten, dvs månaderna september-oktober-november, och därefter stiger nivån på ett sätt som dock varierar starkt mellan olika år. Nivån höjs under vintern och våren respektive år genomsnittligt knappt 1,0 meter, men kan höjas med upp till 1,8 meter (5,2 meter under marknivå). Året 2012 representerar en sådan icke-typisk situation, med högre grundvattennivå än normalt. Då steg grundvattennivån 1,8 meter över miniminivån - jämför Fig. 7 med nederbördsdata.

Resultat	
Aktiva mätstationer - Träff: 1	
Område- och stationsnummer	70_9
Stationens namn	Ödskölt(Dalsland)_9
Startdatum för mätning	1976-11-15Z
Slutdatum för mätning	
Referensnivå för röröverkant (m ö.h.)	158.77
Rörhöjd ovan mark (m)	1
Total rörlängd (m)	16.4
Akvifertyp	Jord, öppet magasin
Jordart	Sand
Topografiskt läge	Inströmningsområde
Kommunkod	1460
EUCD för grundvattenförekomst	WA28132821
N-koordinat SWEREF99TM	6524200
E-koordinat SWEREF99TM	334890


 Visa graf

Fig. 5. Data om SGU:s observationsbrunn Ödskölt_9. Från SGU:s hemsida.

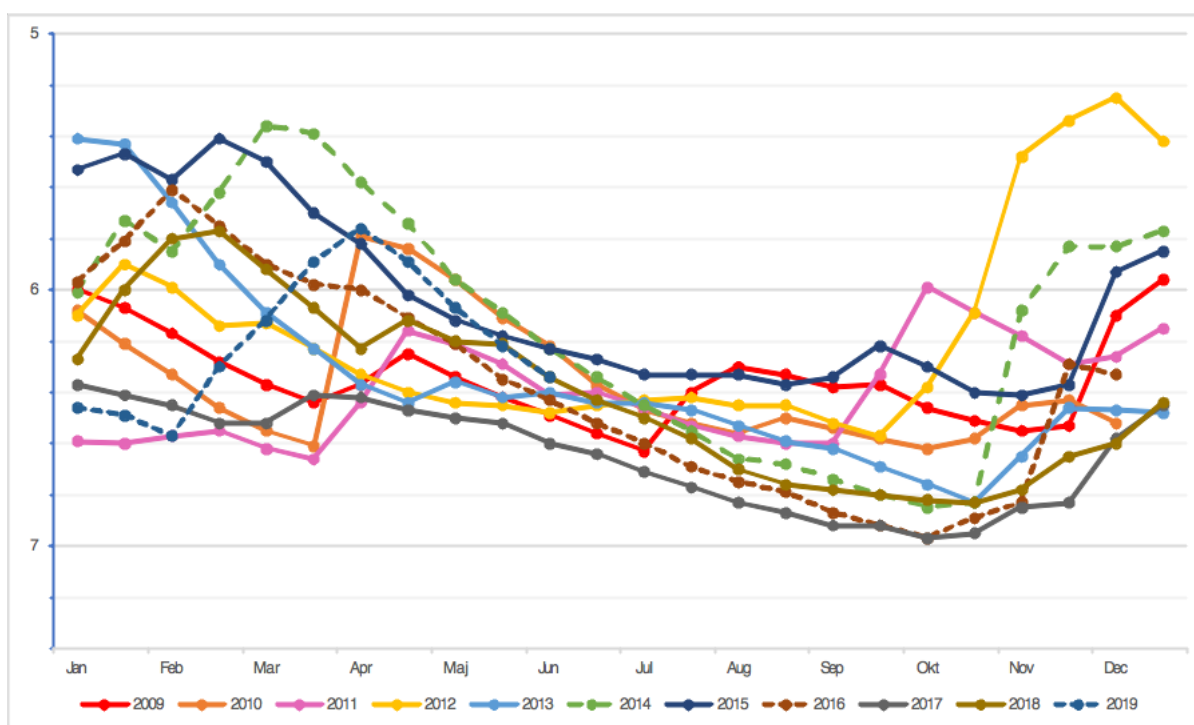


Fig. 6. Diagram som visar grundvattenytans variationer de senaste tio åren i SGU:s observationsbrunn Ödskölt_9. Stående axel visar nivån under markytan.

Mätningar av grundvattennivån med provgropar

Mätningar av grundvattnets nivå utfördes 2019-05-21 i tre provgropar som grävdes fyra dagar tidigare, för att vattennivån skulle hinna nå jämvikt, samt i sedimentationsdammen. Respektive placering av groparna framgår av Fig. 1. Mätningarna redovisas i Tabell 1. Samtliga gropar var fyra meter djupa. Mätning av marknivån bestämdes utifrån en LiDAR-mätning med 0,5 meters ekvidistans. LiDAR-mätningen utfördes år 2012 och på aktuella platser har nivån inte förändrats sedan dess. LiDAR-mätningens exakthet gör att karaktäristiska småformer framträder, vilket gör att nivåer kan beräknas med större noggrannhet än 0,5 meter.

Grundvattnets nivåintervall

Lodningsdata från SGU:s observationsbrunn ger underlag för beräkning av grundvattenytans fluktuationer på årsbasis och också längre tidsintervall.

I senare delen av maj 2019, vilket var den tidpunkt då mätningar skedde i detaljplanområdet, var grundvattennivån i SGU:s observationsbrunn 6,3 meter under marknivå, motsvarande 0,7 meter över miniminivån, och 1,1 meter under den högsta nivå som uppmättes under decenniet ("tio-års-högsta"). En hypotetisk situationen med extremväder kan antas representeras av att

Tabell 1. Observationer 2019-05-21 av provgropar samt grundvattennivåer inom planområdet. Provgroparna var 4 meter djupa. Beträffande extremvädersituationer se avsnittet under denna rubrik. Osorterat markmaterial av sand/grus/sten betecknas "Osort".

Observationspunkt	Marknivå (enligt LiDAR el. SGU)	Markmaterial	Gvy, djup under mark (m)	Gvy, nivå	Bedömd extrem nivå
1	+165	Osort 2m Sand 2 m Berg	Lägre än +161	Okänd	Okänd
2	+165,5	Osort	Lägre än +161,5	Okänd	Okänd
3	+165	Osort	Lägre än +161	Okänd	Okänd
4	+157	Osort	3,0	+154,0	+155,6
5	+154	Osort	1,2	+152,8	+154,4
6	+162,5	Osort 2m Sand 2m	Lägre än +158,5	Okänd	Okänd
7	+152,5	Osort	1,9 m	+150,6	+152,2
8	+152,5	Osort	1,0 m	+151,5	+153,1
SGU Ö_9	+159	Sand	6,3 m	+152,7	+154,3

grundvattennivån stiger ytterligare 0,5 meter över tioårs-högsta (totalt 1,6 meter), vilket i observationsbrunnen motsvarar 4,7 meter under marknivå. De aktuella nivåerna kan därför uppskattas från de mätningar som gjordes i provgroparna den 2019-05-21, på följande sätt: Uppmätt nivå minskad med 0,7 meter ger miniminivå. Uppmätt nivå ökad med 1,1 meter ger nivån för "tio-års-regn". Uppmätt nivå ökad med 1,6 meter ger extremväderssituation, "hundra-års-regn" (se Tabell 1).

Grundvattennivåerna upplyser om materialvariationer

Det generella mönstret från grundvattenobservationerna är att grundvattnets nivå faller från något högre mark inom grusavlagringen i norr, och ner mot lägre mark i söder.

En avvikelse från detta mönster kan noteras i och med att SGU:s observationsbrunn uppvisar en något lägre nivå för grundvatten än provgrop 4, trots att avståndet mellan dessa brunnar är för sammanhanget kort. En mer enhetlig nivå kunde därför förväntas. Förhållandet kan förklaras med att markmaterialen är olika, med sand i marken vid SGU:s observationsbrunn (Fig. 5), som därför representerar relativt större genomsläpplighet för vatten (hydraulisk konduktivitet) - i motsats till markmaterialet i provgrop 4, som var osorterad sand/grus/sten.

Provgrop 5 uppvisade relativt hög grundvattennivå. Detta beror troligen på lokala materialvariationer, med lägre hydraulisk konduktivitet än i andra områden. Detta kan återspegla materialvariationer med relativt mindre sådan effekt som uppkommer från horisonter av sand i det i övrigt osorterade materialet. Det kan också vara så att det lokalt här ingår relativt mer finkorniga fraktioner i det osorterade materialet.

Provgrop 7 uppvisade lägre grundvattennivå än den närliggande sedimentationsdammen, observationsgrop 8. Skälet är rimligen liknande materialvariationer, som beskrivits ovan, med sandlager i marken som underlättar genomströmningen av vatten. Några sådana dokumenterades inte i den aktuella provgropen, men förekomst av sandhorisonter framgick i andra provgropar, och är därmed belagt att finnas i avlagringen.

Extremväder

Den extremvädersituation som innebär extremt riklig nederbörd under kort tid (kraftigt skyfall, eller här kallat "hundra-års-regn") har störst aktualitet i sammanhanget. Vad händer om nederbörden överstiger 200 mm per vecka under en eller flera veckor i sträck?

Så som t.ex. framgått av beskrivningen av grundvattenytans fluktuationer, så finns en betydande kapacitet i markmaterialet för infiltration av nederbörd även i volymer långt över det genomsnittliga. Resonemangen bygger dock på förutsättningen att jämvikt hinner ställa in sig. I extrema situationer hinner inte infiltration ske i ett tempo som motsvarar tillförsel genom riklig nederbörd. Området kring provgrop 5 kan tillfälligt bli ett utströmningsområde. Det kan tillfälligt bli översvämning i planområdets lägsta parti, dit vattnet kommer att rinna över och genom mark. Underliggande mark har i och för sig kapacitet för den infiltration som uppkommer i en sådan situation, och som innebär att ingen fri vattenyta kan förekomma utanför sedimentationsdammen någon längre tid. Grundvattennivå vid "hundra-års-regn" i provgrop 7 ligger lägre än nuvarande marknivå där, och därför bör även ett "hundra-års-regn" inte behöva ge upphov till någon längre tids översvämning ens i detta lägsta parti av planområdet. Markmaterialet har kapacitet för att absorbera överskottsvattnet, men processen kan ta några dagar. Det finns ingen risk för att situationen med översvämning blir annat än helt tillfällig.

Beskrivning i VISS av grundvattenförekomsten Ödskölts moar

Planområdet ingår i en delakvifer inom Ödskölts moar (beteckning enligt VISS EU_CD: SE652754-128901), se Fig. 4. Förekomsten beskrivs med koordinaterna i SWEREF 99 TM: 6523296 335566.

En stor del av grundvattenförekomsten ligger norr och nordost om planområdet. Söder om detta rinner Kallebäcken som ställvis omges av torvmark. Inom denna nordliga del av grundvattenförekomsten rör sig grundvattnet genom markmaterialet ner mot lägre nivåer. Infiltrationsområdet "uppströms" omfattar flera km², varmed avses infiltrationsområdet norr och nordost om planområdet (se Fig. 3 och 4). Det finns inga småvattendrag i form av bäckar över marken mellan planområdet och Kallebäcken. Avsaknaden av sådana bäckar, eller motsvarande bäckfåror, visar att avrinning inte sker över marken.

Grundvattenförekomsten beskrivs enligt VISS som "en porakvifer i sand- och grusförekomst som bildats under den geologiska perioden Kvartertiden".

Miljö kvalitetsnormen är "God kemisk grundvattenstatus" och "God kvantitativ status".

Beträffande påverkanskällor beskrivs risk för påverkan från vägsaltning och olyckor på väg. Detta kan tolkas att främst syfta på vägarna 166 och 172, vilka går flera kilometer över förekomsten, och med frekvens trafik. Sådan förekommer också i Bäckefors samhälle, som delvis ligger inom området för grundvattenförekomsten Ödskölts moar.

En annan påverkanskälla beskrivs som "risk för betydande påverkan från gammal industrimark vid pappers- och massaindustri". Denna påverkan gäller förorening av tungmetallerna kadmium och bly. Detta syftet rimligen på det gamla industriområdet vid samhället Bäckefors, som ligger på ett avstånd av flera km från detaljplanområdet.

Grundvattennivån i berggrunden

Begreppet "grundvattennivån i berggrunden" är användbart för beskrivningen av den hydrogeologiska situationen, men är i det här fallet ett begrepp utan direkt motsvarighet i verkligheten. Eftersom bergmaterialet är så tätt, så finns ingen enhetlig nivå med vatten i bergmassans sprickor. Det finns troligen endast enstaka ytnära sprickor, vilka är slutna nedåt, och därför samlar små mängder grundvatten, men dessa mycket små grundvattenförekomster utgör inte några grundvattenmagasin, och de har sannolikt ingen kommunikation sins mellan. Volymen vatten i en sådan spricka kan uppgå till några tiotals liter.

Med "grundvattentytan i berggrunden" avses den nivå som vattnet når i fall en borrhning träffar en sprickzon med relativt större vattenföring, minst några 100 L / timme. I det aktuella fallet skulle detta ske i fall en borrhning drevs djupare än bergvolymen av gabbro. Denna kan förväntas ha ungefär samma djupgående som den är bred, alltså några hundra meter. Gabbro underlagras av den i övrigt omgivande berggrunden av granit och gnejs. I sådan berggrund finns sprickor med vattenföring.

SGU:s brunnsarkiv (se SGU:s hemsida) redovisar en del bergborrade brunnar i omgivningarna. Kapaciteterna ligger i huvudsak inom ett normalt intervall, omkring 500 L / timme och högre, vilket visar att borrhålen träffat vattenförande berggrund, av granit eller gnejs. Uppmätt grundvattennivå är för bergborrade brunnar ovanligt ytnära. Nivåer ligger vanligen mer ytnära än 8 meter, och i vissa fall endast 2-3 meter under marknivå. Observationerna kan med viss försik

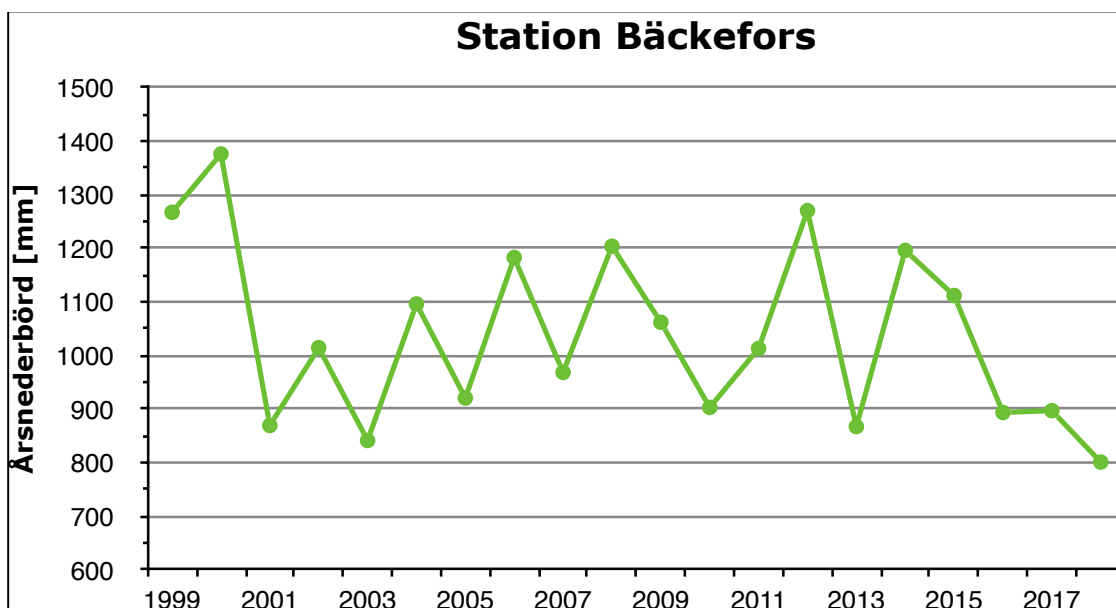


Fig. 7. Data från SMHI om nederbörd i mätstationen Bäckefors.

tighet användas för att tolka (den teoretiska, se ovan) grundvattennivån i berggrunden inom planområdet. I enlighet med de redovisade förhållandena kan grundvattennivån i berggrunden förväntas ligga några få meter lägre än grundvattenytan i grusförekomsten, dvs i intervallet + 150 meter till + 145 meter.

Vattenbalans

Årlig nederbörden i Bäckefors registreras i SHMI:s aktiva mätstation 82490. Medelvärdet för årsnederbörd de senaste tjugo åren (1998-2018) är 1040 mm. Högsta värde var 1380 (år 2000) och lägsta värde var 800 mm (år 2018). Variationen är uppenbarligen stor, och nedanstående värden för brutto- och nettonederbörd får betraktas som jämförvärden. Osäkerheten är < 10 %.

Avdunstningen anges av SMHI till knappt 500 mm per år på kartan "Avdunstning medelvärde 1961-1990". Eftersom markmaterialet domineras av poröst sand/grusmaterial som snabbt infiltrerar markvatten, kan infiltrationen antas vara något högre än genomsnittligt, och därmed är avdunstningen något lägre än som anges på denna karta. Kartan anvisar att avdunstningen är cirka 480 mm per år. Detta värde kan antas gälla den nordvästra delen av planområdet, medan det sydöstra området, med god kapacitet för infiltration, troligen har ett något lägre värde, cirka 460 mm per år. Situationen förändras något av markarbetena med planprojektet, så att avdunstningen enhetligt bli omkring 460 mm per år innan området bebyggs och markbeläggning appliceras, etc.

Skillnaden mellan nederbörd och avdunstning utgör nettonederbörden. Eftersom det inte sker avrinning utan endast infiltration av vattnet inom planområdet, så kan nettonederbörden likställas med grundvattenbildningen. Hela nettonederbörden ger upphov till grundvatten. Grund-

vattenbildningen är med dessa förutsättningar genomsnittligt drygt 500 mm/år. I framtiden kan nederbörden öka på grund av den pågående klimatförändringen. Beräkning med en "klimat-faktor" av 1,25 innebär att ett nu-läge med drygt 500 mm per år skulle motsvara drygt 625 mm/år.

Grundvattenströmningen i regionen

Det område som på SGU:s geologiska karta (Fig. 3) är markerat som isälvsmaterial, utgör huvudsakligen infiltrationsområden, vilket motsvaras av området med grundvattenförekomsten på kartan från VISS (Fig. 4). Grundvattenströmning i stort går från något högre terräng i norr och nordost till något lägre terräng i sydväst. (Söder om planområdet är dock detta mönster mer komplicerat.) Grundvatten i avlagringen ligger högre än nivå i Kallebäcken, och därför sker utströmning i sänkan med bäckfåran, som är långsträckt och grund. Sådant utläckage sker inte med synliga källflöden, utan diffust i sänkan.

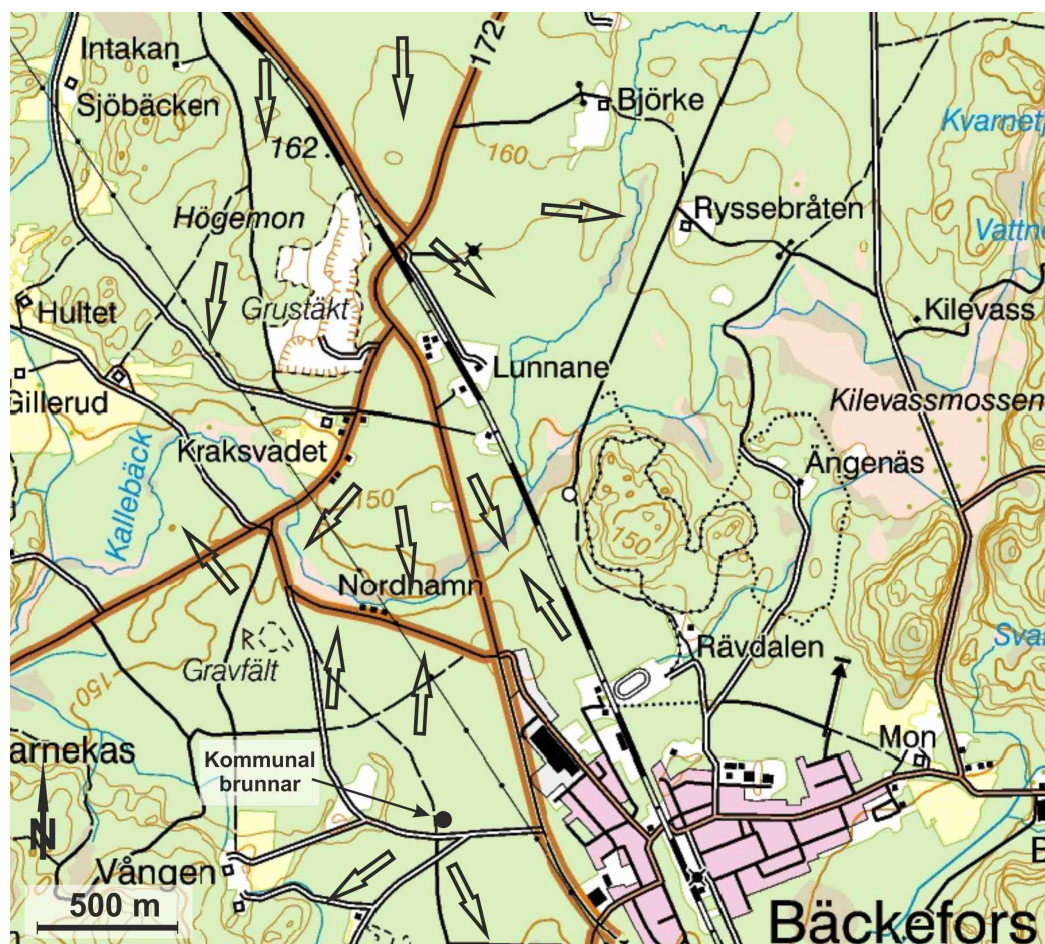


Fig. 8. Grundvattenströmning i regionen. Inom det område som är aktuellt för planprojektet sker infiltration och vattnets rörelse genom grundvattenströmning, ej som avrinning över marken. Detta markeras med att pilarna är ofyllda.

Söder om sänkan ligger en annan del av infiltrationsområdet och grundvattenförekomsten. I detta område sker infiltration i den sandiga marken som utgör ett flackt fält, som ligger någon enstaka meter högre än sänkan med Kallebäcken. I den norra delen av fältet strömmar grundvattnet mot norr, i riktning mot Kallebäcken. Detta innebär att två delområden av den stora grundvattenförekomsten Ödskölts moar skiljs åt av Kallebäcken.

I det södra fältet sker infiltration mycket effektivt, eftersom marken är porös (sandmaterial) och i stort sett plan. Nettonederbörden infiltrerar rakt ner, och det finns inga småvattendrag som leder undan något eventuellt överskott av nettonederbörden, eftersom något sådant inte uppkommer. I detta område finns de två kommunala uttagsbrunnarna för Bäckefors tätbebyggelse, se Fig. 8.

Det regionala mönstret för grundvattenbildning och grundvattnets rörelse i marken visar att planområdet ingår i ett nordligt infiltrationsområde som är separerat från ett sydligt infiltrationsområde med de kommunala brunnarna.

Kemisk sammansättning hos grundvattnet inom planområdet

Ett prov av vatten från sedimentationsdammen visar på gynnsamma värden av samtliga parametrar, inklusive mycket låga halter av ett flertal tungmetaller som analyserats. Vattnet uppfyller i kemiskt avseende kraven enligt Dricksvattenförordningen (LIVSFS 2017:2).

Vattnet i sedimentationsdammen utgör grundvatten och bedöms i kemiskt avseende representativt för grundvattnet i akviferen.

Någon analys av bakterier har inte utförts, eftersom förekomst av mikroorganismer beror på lokala förhållanden. I en vattensamling som är exponerad med en fri vattenyta förekommer alltid bakterier, medan markbundet grundvatten däremot kan vara mer eller mindre fritt från mikroorganismer. I den aktuella förekomsten, i vilken grundvattnet filtreras genom ett poröst material, får markbundet grundvatten generellt mycket låga halter av mikroorganismer.

Undersökning efter förorenad mark

Täktområdet uppvisar ingen känd förorenad mark. Åren 2004 t.o.m. 2009 fanns ett asfaltsverk etablerat inom ett visst område i tälten, jämför Fig. 1. Från denna yta provtogs och analyserades markmaterial, jämför Fig. 10. Finkornigt material samlades in från partier av täktbotten. Vid provtagningen undveks partiklar större än 2 mm, för att därmed andelen finmaterial skulle maximeras, eftersom det är i finmaterialet som föroreningar kan finnas kvar. (Att provmaterialet var finkornigt framgår indirekt av redovisningen av halten torrs substans, som var jämförelsevis låg.) Av analysen framgår att materialet inte innehåller några nämnvärda halter av PAH, polyaromatiska kolväten, vilket är den typ av organisk förening som kan ingå i asfaltmassa och kan vara cancerframkallande. Även andra organiska föreningar som kan ingå i asfalt eller petroleumprodukter håller låga halter, vanligen under detektionsgränsen. Av analysen framgår därför att det inte finns nämnvärda spår av asfaltmaterial eller petroleumprodukter, och markmaterialet är inte förorenat i detta avseende.

Stellan Ahlin Konsult
Stellan Ahlin
Box 24123
40022 GÖTEBORG

AR-19-SL-116700-01

EUSELI2-00640998

Kundnummer: SL7651668

Uppdragsmärkn.
Vången

Analysrapport

Provnummer:	177-2019-05230415	Ankomsttemp °C Kem	15,7
Provbeskrivning:		Provtagningsdatum	2019-05-21 11:00
Matris:	Grundvatten	Provtagare	Stellan Ahlin
Provet ankom:	2019-05-22		
Utskriftsdatum:	2019-06-06		
Provmärkning:	Vången		
Provtagningsplats:	Vången 1:82, Bengtsfors		

Analys	Resultat	Enhet	Måto.	Metod/ref	
Turbiditet	0.74	FNU	30%	SS-EN ISO 7027-1:2016	a)
Färg (410 nm)	< 5.0	mg Pt/l	20%	SS-EN ISO 7887:2012 del C	a)
pH	7.1		0.2	SS-EN ISO 10523:2012	a)
Temperatur vid pH-mätning	24.1	°C		SS-EN ISO 10523:2012	a)
Alkalinitet	7.1	mg HCO3/l	10%	SS EN ISO 9963-2:1996	a)
Konduktivitet	4.5	mS/m	10%	SS-EN 27888:1994	a)
Klorid	4.8	mg/l	10%	SS-EN ISO 10304-1:2009	a)
Sulfat	3.3	mg/l	15%	StMeth 4500-SO4,E,1998 / Kone	a)
Fluorid	< 0.20	mg/l	25%	St Meth 4500-F,E 1998 mod / Kone	a)
COD-Mn	1.2	mg O2/l	20%	fd SS 028118:1981 / mod	a)
Ammonium	0.023	mg/l	15%	SS-EN 11732:2005	a)
Ammoniumkväve (NH4-N)	0.018	mg/l	15%	SS-EN 11732:2005	a)
Fosfat (PO4)	< 0.020	mg/l	30%	SS-EN ISO 6878:2005	a)
Fosfatfosfor (PO4-P)	< 0.0050	mg/l	30%	SS-EN ISO 6878:2005	a)
Nitrat (NO3)	2.7	mg/l	20%	SS 028133:1991 mod	a)
Nitratkväve (NO3-N)	0.60	mg/l	20%	SS 028133:1991 mod	a)
Nitrit (NO2)	0.0099	mg/l	15%	SS EN 26777:1993 mod	a)
Nitrit-nitrogen (NO2-N)	0.0030	mg/l	15%	SS EN 26777:1993 mod	a)
NO3/50+NO2/0,5	<1.0	mg/l		SS 028133:1991 mod	a)
Totalhårdhet (°dH)	0.60	°dH		Beräkning (Ca+Mg)	a)
Natrium Na (end surgjort)	3.3	mg/l	15%	SS-EN ISO 17294-2 utg 1 mod	b)
Kalium K (end surgjort)	0.52	mg/l	15%	SS-EN ISO 17294-2 utg 1 mod	b)
Kalcium Ca (end surgjort)	3.1	mg/l	15%	SS-EN ISO 17294-2 utg 1 mod	b)
Järn Fe (end surgjort)	0.038	mg/l	20%	EN ISO 17294-2:2016	b)

Förklaringar

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

AR-003v48

Sida 1 av 2

Magnesium Mg (end surgjort)	0.75	mg/l	15%	SS-EN ISO 17294-2 utg 1 mod	b)
Mangan Mn (end surgjort)	0.0043	mg/l	20%	EN ISO 17294-2:2016	b)
Arsenik As (filtrerat)	< 0.000020	mg/l	20%	EN ISO 17294-2:2016	b)
Barium Ba (filtrerat)	0.0033	mg/l	25%	EN ISO 17294-2:2016	b)
Bly Pb (filtrerat)	< 0.000010	mg/l	20%	EN ISO 17294-2:2016	b)
Kadmium Cd (filtrerat)	< 0.0000040	mg/l	20%	EN ISO 17294-2:2016	b)
Kobolt Co (filtrerat)	< 0.000010	mg/l	20%	EN ISO 17294-2:2016	b)
Koppar Cu (end surgjort)	0.00084	mg/l	25%	EN ISO 17294-2:2016	b)
Koppar Cu (filtrerat)	0.00041	mg/l	25%	EN ISO 17294-2:2016	b)
Krom Cr (filtrerat)	0.000094	mg/l	20%	EN ISO 17294-2:2016	b)
Kvicksilver Hg (filtrerat)	< 0.00010	mg/l	20%	SS-EN ISO 17852:2008 mod	b)
Nickel Ni (filtrerat)	0.000063	mg/l	20%	EN ISO 17294-2:2016	b)
Vanadin V (filtrerat)	0.00020	mg/l	20%	EN ISO 17294-2:2016	b)
Zink Zn (filtrerat)	0.00086	mg/l	25%	EN ISO 17294-2:2016	b)

Utförande laboratorium/underleverantör:

- a) Eurofins Water Testing Sweden, SWEDEN
- b) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN

Paola Nilson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Fig 9. Kemisk sammansättning av grundvatten från sedimentationsdammen i den sydvästra delen av planområdet. Utöver de parametrar som standardmässigt analyseras för dricksvatten har även ett flertal tungmetaller analyserats. Samtliga dessa uppvisar mycket låga halter, i flera fall lägre än detektionsgränsen.

Möjligheter att etablera färskvattenbrunnar inom planområdet

Det finns mycket goda förutsättningar för uttag i grusavlagringen av sådant grundvatten som är väl tjänligt som dricksvatten (se dock avsnittet om radon). Lämplig placering av en sådan grävd brunn är i den nordliga delen av planområdet. Till detta område tillförs grundvatten från ett stort infiltrationsområde norr därom. Inom detta område är föroreningskällor troligen försumbara. I den nordöstra delen av planområdet är jorrdjupet ner till underliggande urberg inte känt, men det kan uppgå till mer än tio meter. Det finns därför troligen goda förutsättningar för etablering av grävda brunnar med relativt stor dimension och djup, vilket innebär stor och för situationen tillräcklig reservkapacitet.

Stellan Ahlin Konsult
Stellan Ahlin
Box 24123
40022 GÖTEBORG

AR-19-SL-118252-01

EUSELI2-00641025

Kundnummer: SL7651668

Uppdragsmärkn.
Stellan Ahlin/ Vången

Analysrapport

Provnummer:	177-2019-05230599	Provtagningsdatum	2019-05-21
Provbeskrivning:		Provtagare	Stellan Ahlin
Matris:	Jord		
Provet ankom:	2019-05-23		
Utskriftsdatum:	2019-06-10		
Provmärkning:	Vången		
Provtagningsplats:	Vången 1:82, Bengtsfors		

Analys	Resultat	Enhet	Måto.	Metod/ref	
Torrsubstans	70.2	%	5%	SS-EN 12880:2000	a)
Alifater >C8-C10	< 5.0	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)*
Alifater >C10-C12	< 5.0	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C12-C16	< 5.0	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C16-C35	17	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Aromater >C8-C10	< 10	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)*
Aromater >C10-C16	< 0.90	mg/kg Ts	20%	SPI 2011	a)
Metylkrysen/benzo(a)antracener	< 0.50	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Metylpyren/fluorantener	< 0.50	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Aromater >C16-C35	< 0.50	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Oljetyyp < C10	Utgår				a)*
Oljetyyp > C10	Motorolja				a)*
Bens(a)antracen	< 0.030	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Krysen	< 0.030	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Benso(b,k)fluoranten	< 0.030	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Benzo(a)pyren	< 0.030	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0.030	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Dibens(a,h)antracen	< 0.030	mg/kg Ts	30%	ISO 18287:2008 mod	a)
Naftalen	< 0.030	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Acenaftylen	< 0.030	mg/kg Ts	40%	ISO 18287:2008 mod	a)
Acenaften	< 0.030	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Fluoren	< 0.030	mg/kg Ts	30%	ISO 18287:2008 mod	a)
Fenantren	< 0.030	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Antracen	< 0.030	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Fluoranten	< 0.030	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Pyren	< 0.030	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Benzo(g,h,i)perylen	< 0.030	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)

Förklaringar

AR-003v48

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterar till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.

Sida 1 av 2

Summa PAH med låg molekylvikt	< 0.045	mg/kg Ts	a)
Summa PAH med medelhög molekylvikt	< 0.075	mg/kg Ts	a)
Summa PAH med hög molekylvikt	< 0.11	mg/kg Ts	a)
Summa cancerogena PAH	< 0.090	mg/kg Ts	a)
Summa övriga PAH	< 0.14	mg/kg Ts	a)
Summa totala PAH16	< 0.23	mg/kg Ts	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN

Frida Svensson, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Fig. 10. Kemisk analys av jordmaterial från det delområde inom planområdet där en asfaltsstation var etablerad 2004-2009, se Fig. 1.

Framtida markförhållanden

Markförhållanden och avrinning för färdigställt område illustreras översiktligt i Fig. 11. Planområdet har ur hydrogeologiskt avseende två delar med helt olika förhållanden. Gränslinjen är den geologiska gränsen mellan ett område med grusmaterial i sydost, och ett område i nordväst där marken består av bergmaterial. Gränslinjen får formen av en vattendelare, vilket kan förstärkas genom att markens nivå planeras så att nettonederbörd väster om vattendelaren leds mot väster och samlas i svämdiken med material av sprängsten. Diket leder ner mot området med sedimentationsdammen, och vattnet lämnar diket i en distinkt punkt för utgående vatten. En fördel med denna planering är att utgående vatten samlas och bortleds på ett kontrollerat sätt. Planeringen underlättar också miljökontroll av utgående vatten. Det sker inte heller utströmning av vatten i andra områden.

Området med mark av bergmaterial bör inte utformas som en bottensula, utan med fyllning av stycken av berg. Detta ernås enklast genom att borrhning vid losstagningen ner till planerad marknivå sker med "underborrning", alltså med borrhning flera meter djupare än planerad marknivå, och motsvarande sprängning. Förfarandet medför att berget spräcks upp och sprickorna vidgas så att en sprängstensfyllnad uppkommer. Bergmassans bulkvolym ökar, och materialet får minst 15 % mellanrum av sprickor. Eftersom underliggande berggrund i praktiken är tät, kan därför utgående vatten styras att rinna ner mot den punkt där det leds fram ner mot sedimentationsdammen. Infiltrationen ner i berget under sprängstensmassan, blir helt försumbar. Den beskrivna planeringen med underborrning innebär vidare att ett fördröjningsmagasin för grundvatten etableras i den nordvästra delen av området. Det innebär en markant minskning av exponeringen för extrema nederbördssituationer.

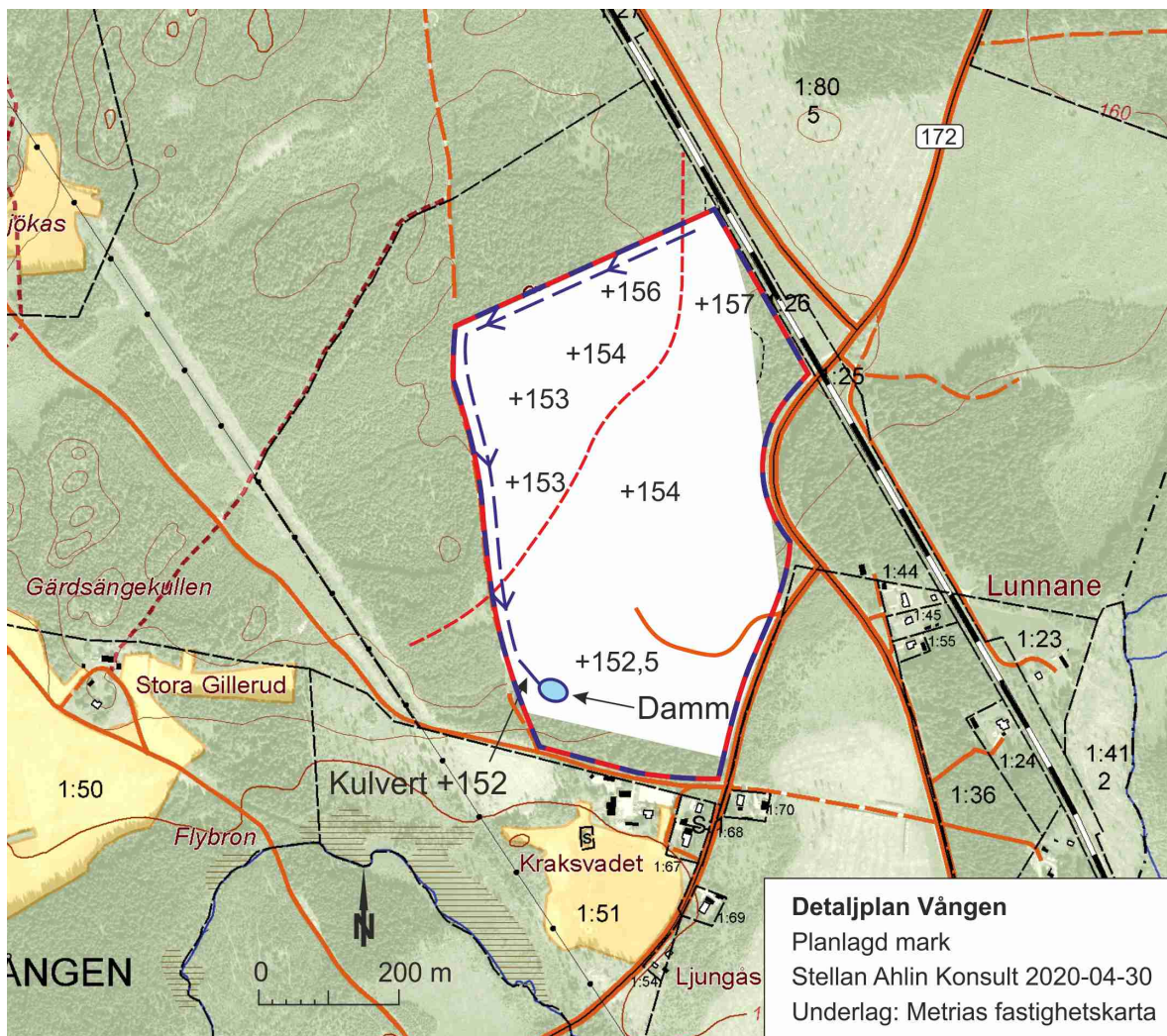


Fig. 11. Nivåer och vattenbortledning i det färdigställda detaljplanområdet

Markstabilitet

Det sydöstra delområdet Med de förutsättningar beträffande materialsammansättning som gäller inom grusavlagringen i det sydöstra delområdet, utgör markmaterialet minerogent sand/grus/sten-material utan några horisonter av annat material, så som lera eller torv. Detta innebär att markmaterialet har mycket god stabilitet.

Det nordvästra delområdet Inom det nordvästra delområdet anläggs en sprängstensbädd på underlaget av fast berg. Det fasta berget är helt stabilt och sprängstenmaterialet är i konsoliderat skick också helt stabilt.

Gränszonen mellan de två områdena De två delområdena med olika typ av mark, nämligen grusbädd respektive underlag av berg, gränsar mot varandra uppskattningsvis enligt markering-
en på kartan i Fig. 11. Bägge slagen av markmaterial är var för sig stabila, men konstruktioner
skall etableras antingen på ena eller andra sidan om denna gräns. En konstruktion (byggnad,
etc) som anläggs över gränsen kan utsättas för påfrestningar vid sådana små markrörelser som
t.ex. uppkommer vid djup tjäle, som kommer att få något olika effekt i de två slagen av mark-
material.

Radon

Radon är en radioaktiv gas som kan uppkomma i markmaterial (granit, skiffer, etc) eller teknis-
ka material med sådant ursprung. Gasen ingår inte kemiska föreningar med andra ämnen (den är
en "ädelgas"), och är därför lätt rörlig i mark. Radon bildas i små mängder från t.ex. granitiskt
bergmaterial. Gasen har kort halveringstid, dvs tid från det att den bildats, tills dess att radioak-
tivt sönderfall sker. Efter sönderfallet övergår gasen till sådana andra ämnen som ligger mer fast
i omgivande material. Detta innebär att när gasen uppkommer i ett block av granit, så kvarstan-
nar den i stor utsträckning den korta tiden tills den har övergått till andra ämnen, som inte avges
från bergmaterialet. Granitblocket avger därför endast små mängder radon. När däremot berg-
material är sönderdelat i små stycken, som i en isälvsavlagring, så kan gasen hinna tränga ut ur
respektive stenfragment, och stiga upp genom luften/vattnet i mellanrummet mellan partiklarna
i materialet. Det är på grund av denna mekanism som avlagringar av sand/grus/sten ofta är
radonavgivande, även om partiklarna i avlagringarna inte nödvändigtvis uppvisar särskilt stark
radioaktivitet. Radongasen stiger upp till grundvattnets nivå och koncentreras i luften i mark-
materialets "porer", mellanrum mellan materialets partiklar.

Området med isälvsavlagringar vid Ödskölts Moar är markerat som radonriskmark i kommu-
nens ÖP. Radonrisken beror på förekomsten av markmaterial som är poröst, enligt beskrivning-
en ovan. Radonrisken gäller främst luften i inomhusmiljön i byggnader som byggs på sådan
mark. Beträffande färskvattentäkter inom planområdet gäller att sådana bäst etableras som
grävda brunnar i isälvsavlagringarna. I en sådan grävd brunn kan en del radon ventileras bort.
Risken för radon i vattnet bör dock uppmärksammas och får bedömas från mätningar. I vart fall
är det möjligt att avlägsna radon från färskvattnet med "radonfilter". Även för risken med radon
i inomhusluft finns tekniska lösningar som förhindrar detta.

Den nordvästra delen av planområdet kommer inte att utgöra radonriskmark eftersom underla-
get består av berggrundsmaterial av gabbro som ur praktisk synpunkt inte kan betecknas som
radonavgivande.

SA 2019-06-28, reviderad 2020-05-04