

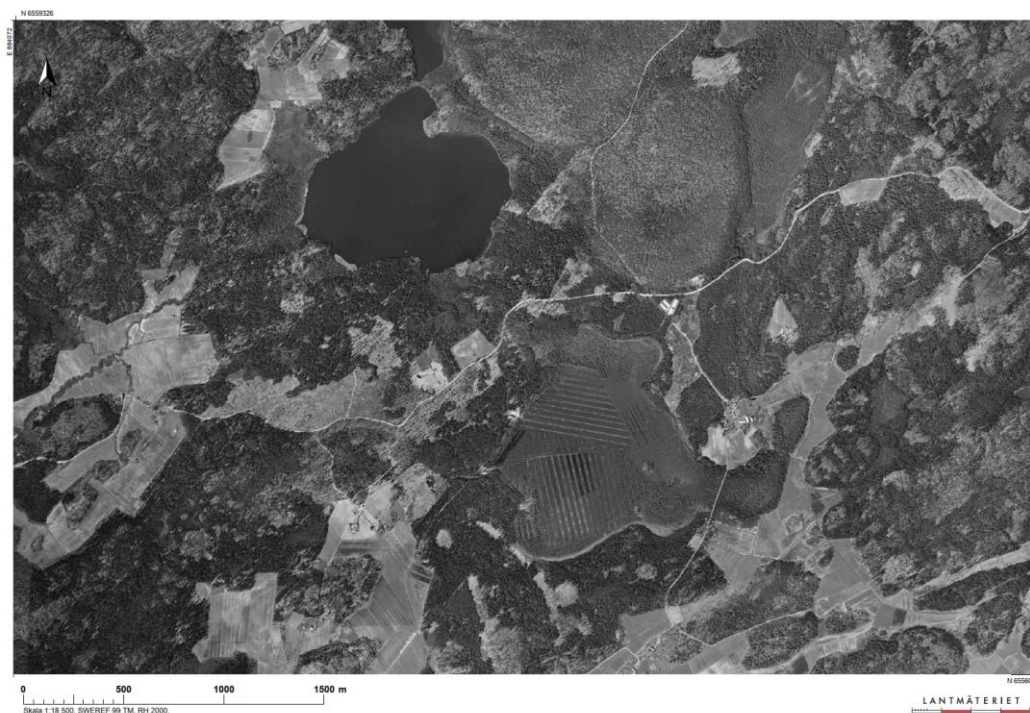
Rapport

Författare
Anders Jönsson
Tel
0105052303
Mobil
0720830965
E-mail
Anders.a.jonsson@afry.com

Datum
10/10/2023
Projekt ID
D0052982

Kund
Hans Andersson Entreprenad AB

Hydrologisk utredning Hans Andersson Entreprenads AB verksamhetsområde, Hanvedsmossen



Upprättad av: Anders Jönsson

Granskad av: Erik Meland

Innehållsförteckning

Sammanfattning	2
1 Inledning.....	3
1.1 Syfte.....	3
1.2 Geologiska och hydrologiska förhållanden	3
1.2.1 Vattnets kretslopp	3
1.2.2 Regional kvartärgeologi	4
1.2.3 Jordartsbildningar och terrängformer av särskilt intresse	6
1.2.4 Pålamalmsområdet (Persson, 2008)	9
1.2.5 HAEAB:s verksamhetsområde	10
2 Material och metod	12
3 Resultat	14
4 Diskussion och slutsatser	14
5 Referenser.....	15
Bilaga 3.....	16

Bilagor

Bilaga 1: Undersökning med markradar

Bilaga 2: Mätvärden från HAEAB:s kontrollprogram

Bilaga 3: Begrepp och definitioner

Bilaga 4: Hydrogeologisk karta serie K 92, SGU

Rapport

Sammanfattning

Syftet med föreliggande utredning är att bedöma sannolikheten för att avrinning från HAEAB:s verksamhetsområde ska sprida föroreningar med grundvatten till Lilla Skogssjön och närbelägna dricksvattentäkter såsom Pålamalm och Runstens gård.

Den metod som används är en kombination av vattenbalansekvationen, observationer av grundvattnets nivåer inom och i anslutning till verksamhetsområdet samt den markradarundersökning som AFRY genomförde 2022 för att bedöma bergytans lägen och nivå under mark.

Vattenbalansen för Hanvedsmossen, lägena för fasta vattendelare runt om Hanvedsmossen samt fasta vattendelare och grundvattenytans nivåer inom HAEABs verksamhetsområde medför att:

- Inget grundvatten i övre öppet magasin eller undre slutet/delvis slutet magasin strömmar från HAEAB:s verksamhetsområde norrut mot grannfastigheten där Hummeltorp bedriver verksamhet eller vidare mot Södra Pålamalms grundvattenmagasin.
- Inget grundvatten i övre öppet magasin eller undre slutet/delvis slutet magasin strömmar från HAEAB:s verksamhetsområde norrut mot Lilla Skogssjön.
- Inget grundvatten i övre öppet magasin eller undre slutet/delvis slutet magasin strömmar från HAEAB:s verksamhetsområde österut mot Runstens gård.

1 Inledning

Hanvedsmossen är belägen i Grödinge distrikt, tidigare socken, i Stockholms län vid gränsen mellan de tre kommunerna Botkyrka, Nynäshamn och Haninge. Hanvedsmossen ligger i en svacka drygt 60 meter över havet. Den är omgiven av berghällar och postglaciala jordarter (sand och lera) mot öster och söder och av isälvavlagringar (sand och grus) i väster och mot Pålmalms isälvavlagringar i norr. Hans Andersson Entreprenad AB (HAEAB) bedriver verksamhet i den sydvästra delen av mossen inom fastigheterna Lövtorp 1:2 samt Boda 1:7. Verksamheterna omfattade tidigare torv- och naturgrustäkt, numera återvinning av inerta schaktmassor och tillverkning av jord. Verksamheterna använder inte vatten direkt i sina verksamheter förutom mindre vattenanvändning i kontorsbyggnader, samt vid mindre vattenbegjutning för att vid behov minska damning. För att fortsätta sin verksamhet behöver HAEAB förlänga sitt miljötillstånd. Som en del av detta behöver HAEAB utreda och visa om verksamheten riskerar att sprida förorenat vatten till Lilla Skogssjön eller närbelägna dricksvattentäkter i Pålalm och Runstens gård. Det är sedan tidigare känt att grundvatten från Hanvedsmossen inte kan påverka Södra Pålmalms grundvattenmagasin och dricksvattentäkt (Knape, 1997, Persson, 2008). Förhållandena inom Hanvedsmossen har inte utretts sedan 1997, varför den sänkning av utloppet i södra Hanvedsmossen som skedde 2004/2005.

1.1 Syfte

Syftet med föreliggande utredning är att med stöd av AFRY:s markradarundersökning (Bilaga 1) och HAEAB:s mätningar av vattenföring, nederbörd och grundvattenytans nivåer (bilaga 2) utreda grundvattnets strömningsriktningar och bedöma sannolikheten för att avrinning från HAEAB:s verksamhetsområde ska sprida föroreningar med grundvatten till Lilla Skogssjön och närbelägna dricksvattentäkter såsom Pålalm och Runstens gård.

1.2 Geologiska och hydrologiska förhållanden

Viktiga begrepp i föreliggande rapport följer motsvarande definitioner (Grip och Rodhe, 1985; Ojala mfl, 2006; SS 63 70 08) och redovisas i bilaga 3.

1.2.1 Vattnets kretslopp

Av den nederbörd som faller avdunstar en del direkt till atmosfären. Grundvatten i öppna magasin, även kallad akvifer, i jord bildas främst genom att vatten sjunker ned genom marken, s.k. perkolat. När växternas rotzon har tillräckligt hög vattenhalt, vid regn eller snösmältning, kan inte de kapillära krafter som utvecklas i jordens porer hålla allt vatten mot tyngdkraftens inverkan och ytterligare infiltration i jorden medför att vatten perkolerar ned mot grundvattenzonen. Vattnets kretslopp illustreras i Figur 1 nedan (Persson, 2008).

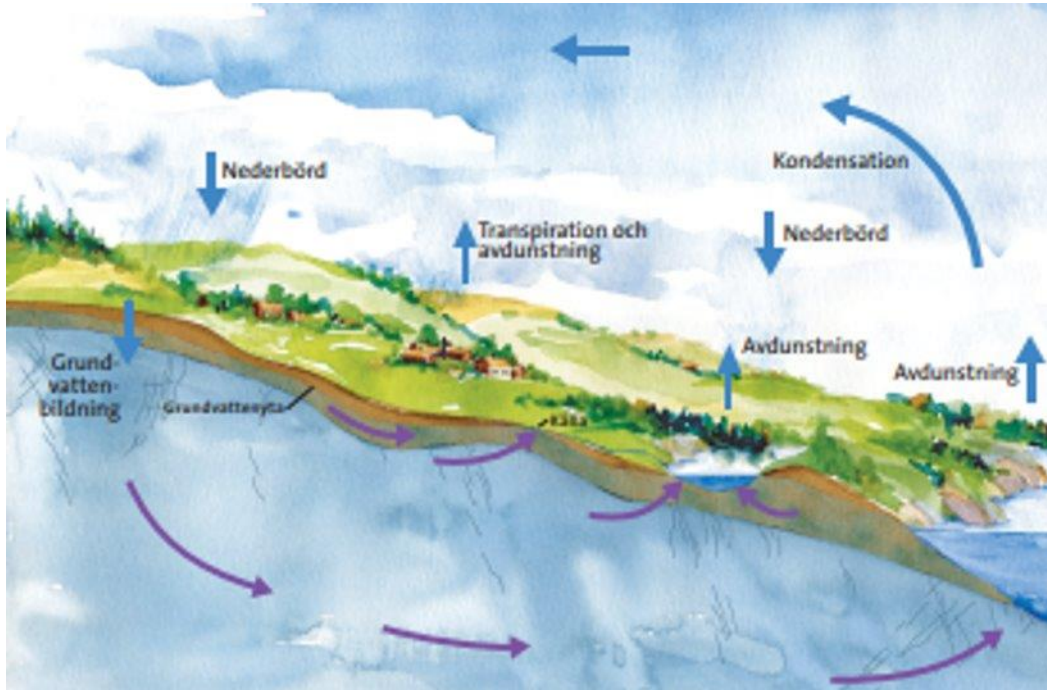
Grundvatten kan också tillföras magasinen från sidan, genom grundvattenflöde från anslutande magasin, vars grundvatten bildats av nederbörd på motsvarande sätt. I en öppen akvifer sammanfaller grundvattenytan i observationsröret med grundvattenzonens övre gräns.

En sluten akvifer förekommer om den överlagras av ett tätt skikt, t.ex lera. Nivån på grundvattnets yta i ett rör som perforerar det täta skiktet, exempelvis leran, och endast har filtret i den jorden (magasinet) under är en piezometrisk tryckhöjd.

Grundvattnet strömmar alltid från högre till lägre tryckhöjd.

Grundvattnets strömning beror på grundvattenytans lutning och marklagrens genomsläpplighet. Där grundvattnets trycknivå når upp till eller ligger högre än markytans nivå bildas ett utströmningsområde där jordlagren är genomsläppliga. Det uppstår källor och våtmarker. Grundvatten strömmar också ut i bottnen av sjöar och vattendrag. långsam

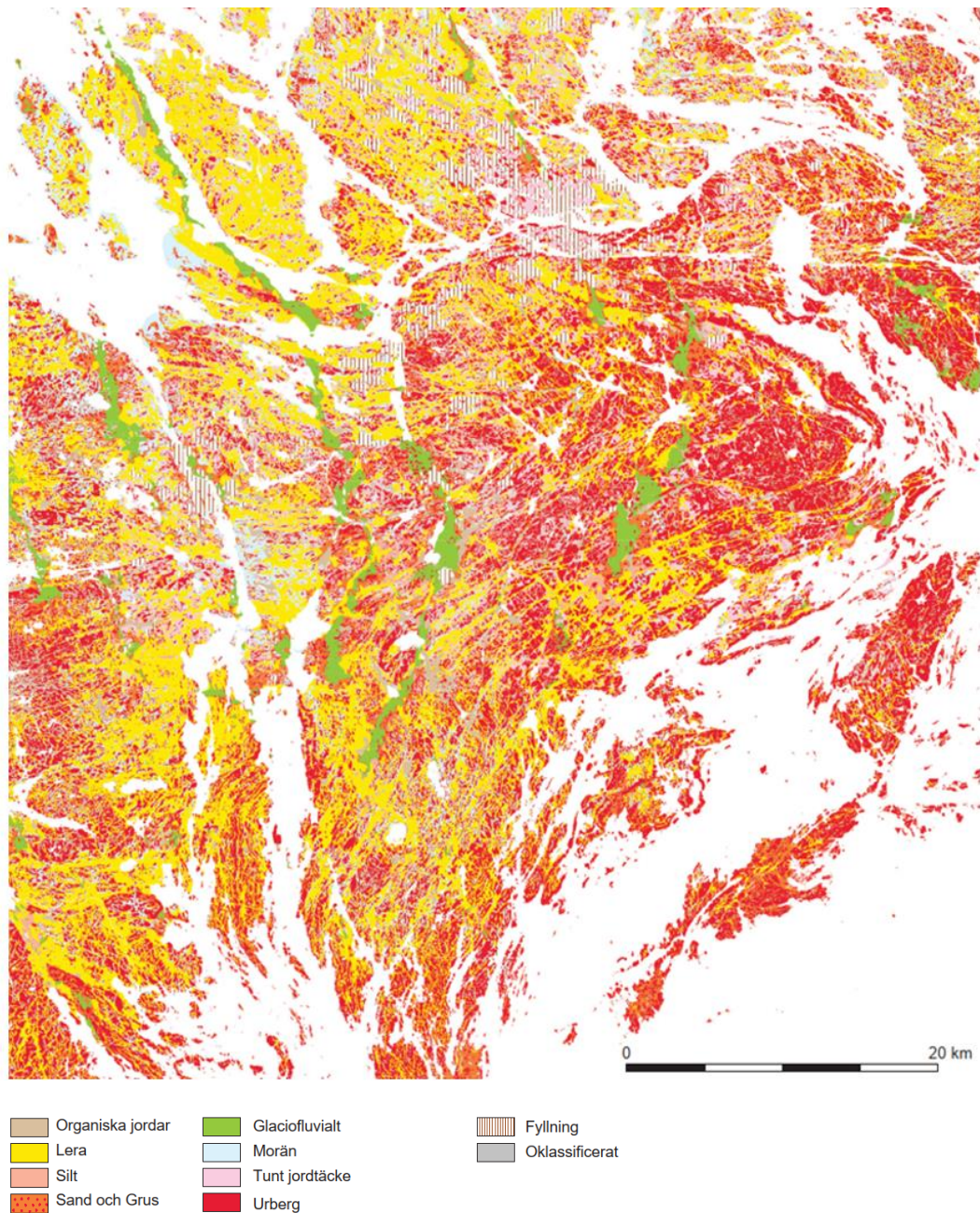
utströmning av grundvatten på bred front det som bestämmer vattentillgången i vattendrag och sjöar.



Figur 1. Vattnets kretslopp (Persson 2008). Illustration av Anna Jonsson, ArtAnna

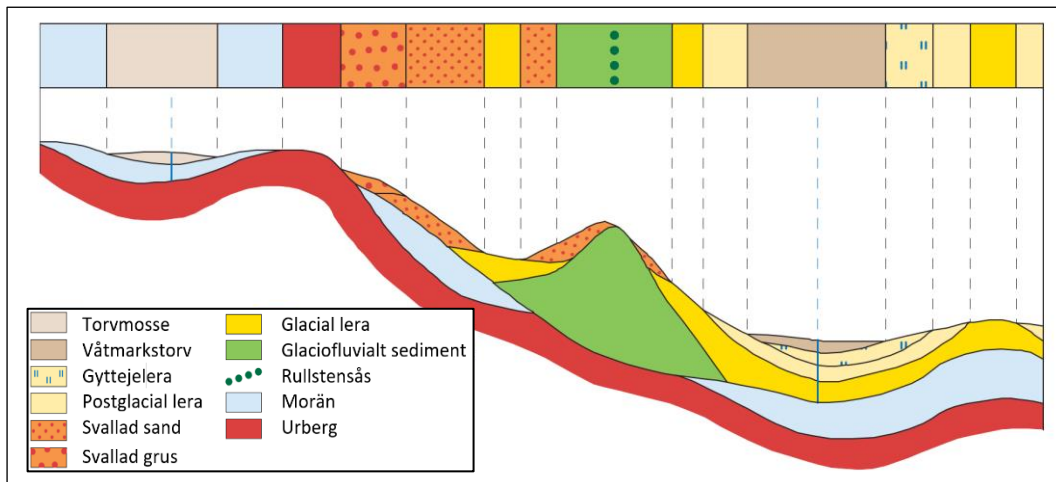
1.2.2 Regional kvartärgeologi

Jordarterna i Stockholmsområdet, liksom Sverige i övrigt, är resultatet av inlandsisars utbredning, deras avsmältning och den efterföljande landhöjningen. Området runt Stockholm har i sin helhet legat under högsta kustlinjen och därför är jordarterna starkt påverkade av de olika stadierna av Östersjöns utveckling och de tillhörande processerna i kustzonen vilka påverkar landskapets utveckling. En karta över de olika kvartära jordarterna i Stockholmsområdet redovisas i Figur 2. Som framgår av kartan domineras landskapet av berg i dagen, tunna jordtäcken och lera.



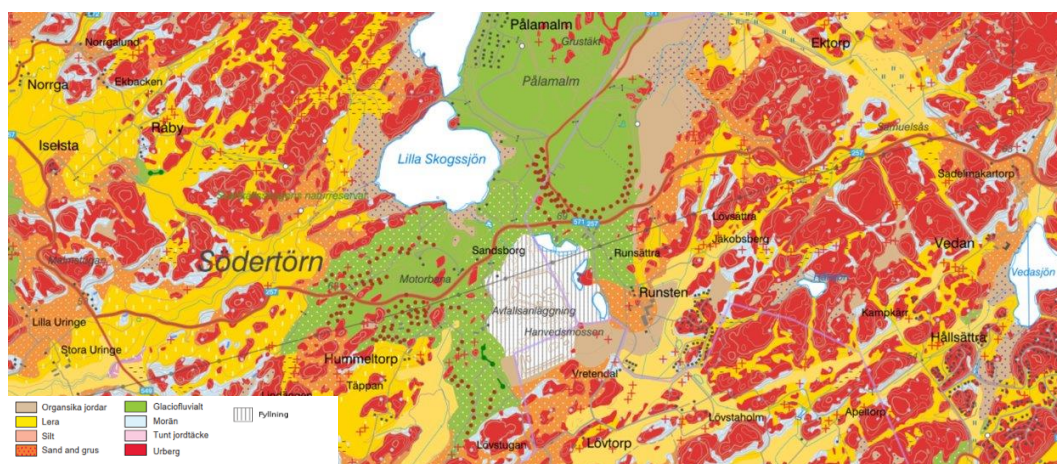
Figur 2. Översiktlig karta över de kvartära jordarterna i Stockholmsområdet. De dominerande jordarterna är lera (gult) och isälvsediment (grönt). Betydande områden saknar jordtäckte, d.v.s. berg i dagen eller tunt jordtäckte (rött).

En generell bild över de olika jordarternas fördelning i terrängen visas i Figur 3 nedan (Wahlgren mfl., 2019).



Figur 3. Generell bild över de olika jordarternas topografiska fördelning i Stockholmsområdet (Wahlgren mfl, 2019). Den typ av torv som bröts i Hanvedsmossen var av typen "torvmosse", dvs den andra jordarten från vänster, näst högst upp i topografin.

Jordarterna för Pålmalmsområdet redovisas i Figur 4 nedan.

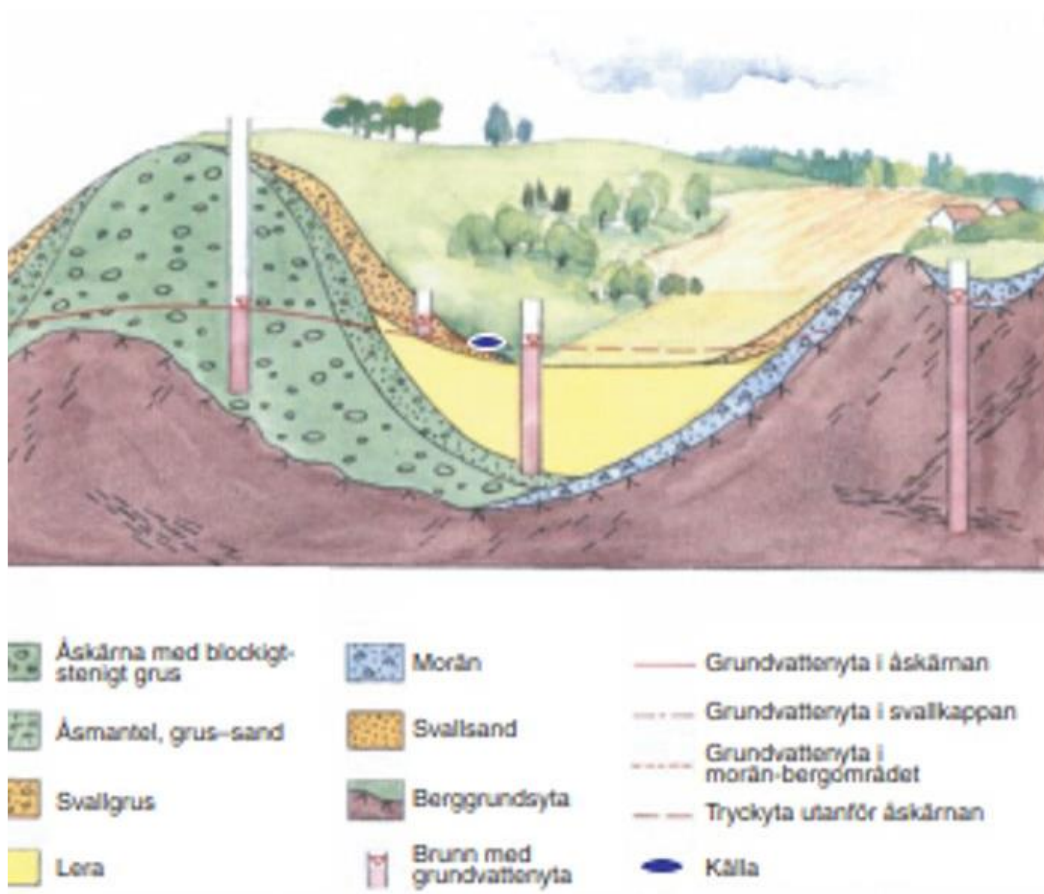


Figur 4. Jordartskarta för Pålmalmsområdet. De dominerande jordarterna är lera (gult) och isälvsavlagring (grönt). Utöver dessa förekommer organiska jordar, dvs torv (brunt) och sand och grus (orange). Betydande områden saknar jordtäckte, dvs tunt jordtäckte eller berg i dagen (rött).

1.2.3 Jordartsbildningar och terrängformer av särskilt intresse

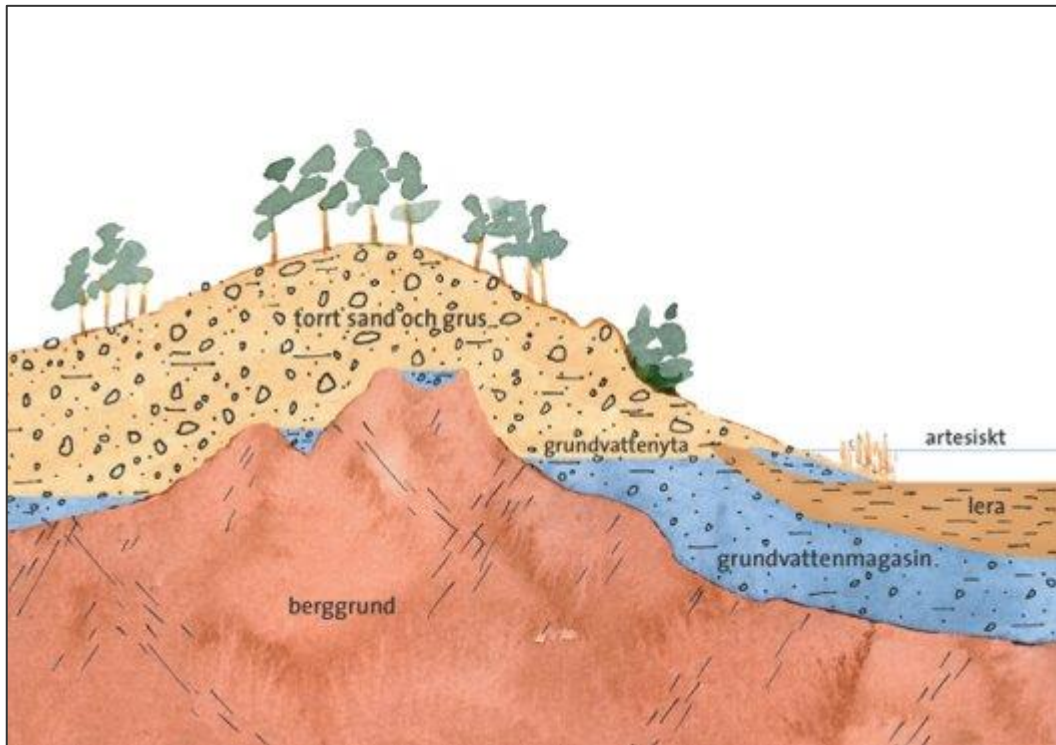
Av centralt intresse i föreliggande rapport är grundvattnets strömning i och intill isälvsavlagring (rullstensås). Detta illustreras i Figur 5 nedan (Persson, 2008). På bilden syns ett typiskt landskap för Stockholmsområdet med en dalgång med en isälvsavlagring – rullstensås – med sand, grus och block. I detta fall ligger grundvattnets tryckyta i åsen högre än i dalgången. Vid sådana förhållanden kan grundvatten strömma ut vid åsens släntfot till brunnar i leran och vara själv rinnande, artesiska. I andra delar av isälvsavlagringen och dess närmaste omgivning kan tryckytan ligga lägre, och då strömmar vatten in mot åsen, den dränerar sin omgivning. Vattentransporten sker sedan vidare i åsens längdriktning. I bilden syns även bergytan och ett lager av morän på motsatt sida av dalgången. I moränen finns ett litet öppet grundvattenmagasin vars grundvattennivå är oberoende av den grundvattnets nivåer och trycktor i åsen och dalgången med lera eftersom de är åtskilda av en fast vattendelare i form av ett högt bergsläge. Bildningen av grundvatten i Rullstensåsen sker dels genom direkt infiltration på själva åsen, dels indirekt genom avrinning från intilliggande mark. Om det sker indirekt infiltration ej beror som

tidigare förklarats på förhållandet mellan åsens grundvattenyta och den i intilliggande mark. Således kan det längs en rullstensås ske omväxlande inströmning och utströmning av grundvatten till intilliggande mark. Den indirekta infiltrationen kan utgöra en betydande del av den totala grundvattenbildningen för en rullstensås (De Geer, 1970). Den huvudsakliga strömningsriktningen för grundvatten i en rullstensås är längs åsen. Då åsar används som vattenresurs kan avsänkningen från pumpbrunnarna ge lokala avsänkningar i grundvattnets yta. På så sätt kan rörliga vattendelare uppstå.



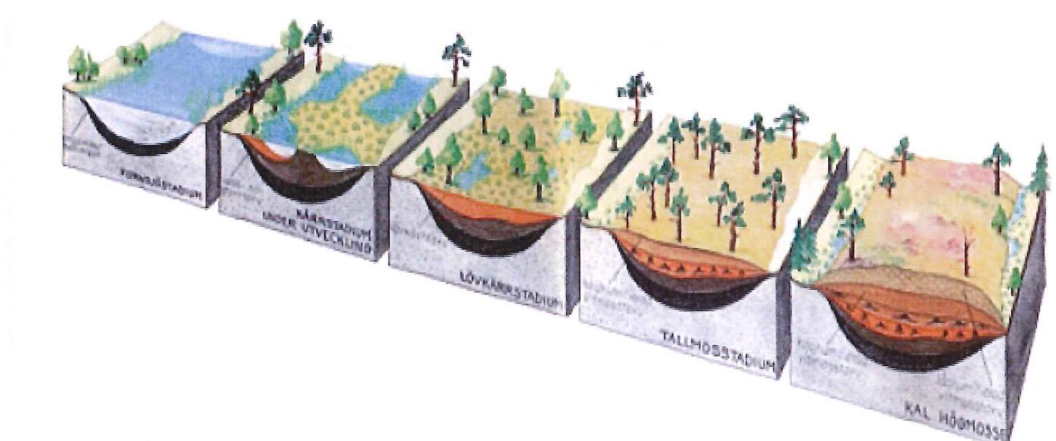
Figur 5. Grundvattnet i och intill en grusås/rullstensås (Persson, 2008). Illustration: Elisabet Carlson.

Ett annat centralt begrepp i föreliggande rapport är höga berglägen, vilket illustreras i Figur 6 nedan (Persson, 2008). Höga berglägen kan utgöra fasta vattendelare som skiljer olika grundvattenmagasin åt. Eftersom grundvattnets yta kan befinna sig flera meter under markytan kan man inte enbart med hjälp av markytans topografi bestämma lägen för fasta vattendelare.



Figur 6. Höga berglägen- stora och små grundvattenmagasin i en grusavlagring. Lägg märke till hållkaren, de små grundvattensamlingarna, där bergläget är som högst. Illustration: Anna Jonson, ArtAnna

Slutligen ges här en förklaring till hur en mosse likt Hanvedsmossen bildas, se figur 7 nedan (Wallentinus och Eriksson, 2004) samt (Knape, 1997) . Inledningsvis finns en sjö som växer igen och blir till ett kärr. När kärret förlorar tillrinning av grundvatten och endast erhåller vatten från nederbörd övergår kärret till en mosse. Denna process kan ske exempelvis som en följd av landhöjningen. Det ofullständigt förmultnade organiska materialet mot botten av den tidigare sjön är den torv som bryts. Under torven kan finnas så väl friktionsjord, exempelvis morän eller sand och grus, som lera.



Figur 7. Utvecklingen från sjö till mosse (Wallentinus och Eriksson, 2004).

I det aktuella fallet är det ett 600 m brett bäcken i berggrunden som i botten är fylld med friktionsjord (sand) upp till 10 m mäktighet. Sanden avsattes i samband med att övriga isälvsavlagringar (Pålamalm) runt Hanvedsmossen bildades. Ovanpå sanden vilar ett upp till 3 m mäktigt lager av silt och lera vilket härrör från sjöstadiet (Knape, 1997). Efter sjöns

igenväxning följer först ett starr- och lövträdsstadium. Därefter följer ett vitmossestadium där inslag av tall förekommer inledningsvis över hela mossen och därefter endast längs kanterna. Dessa två vegetationstadier har bidraget till ett undre och ett övre lager av torv om en respektive tre till fyra meters mäktighet (Knape, 1997).

1.2.4 Pålamalmsområdet (Persson, 2008)

Denna beskrivning av Pålamalmsområdet är i sin helhet hämtad från Sveriges Geologiska Undersöknings beskrivning till kartbladet K92 "Grundvattenförekomster i Botkyrka kommun" (Persson, 2008). Pålamalmsområdet i sydöst indelas i tre stora grundvattenmagasin där det södra ligger högst. Grundvattennivån i det södra magasinet ligger ca 10 m över det mellersta magasinets, då undantaget lokalt ännu högre nivåer i anslutning till en infiltrationsbassäng där råvatten från det mellersta magasinet infiltreras. Ett mindre grundvattenfall via en bergtröskel i riktning mot norr och mot det mellersta magasinet kan inte uteslutas. Mot söder bildar en rörlig grundvattendelare hydraulisk gräns mot grundvattnet i anslutning till Hanvedsmossen. Det mellersta magasinet ansluter till Skogssjöarna. I Pålamalmsformationen förekommer stora partier med berglägen över grundvattennivån. En avsänkningstratt märks kring Haninge kommuns brunnsområde i magasinets sydöstra del. Utanför dess influensområde strömmar grundvattnet i nordlig riktning för att med en svag gradient länkas mot Stora Skogssjön. Ett grundvattenfall mot norr och det norra magasinet via en bergtröskel är sannolikt, i synnerhet eftersom återinfiltration av grundvatten vid tiden för grundvattenkarteringen förekom i nära anslutning till bergtröskeln i norr. Det norra magasinet ligger i anslutning till Bysjön och har en tryckyta som är ca 13 m lägre än det mellersta magasinets tryckyta. Bysjöns nivå ligger ca 2 m över grundvattnets tryckyta. Norr om sjön faller grundvattenytan i magasinet i riktning norrut.

Det södra grundvattenmagasinet är det högst belägna som är kopplat till Pålamalmsformationen. Det begränsas i norr och väster av ett högt bergläge öster om Lilla Skogssjön. I söder betraktas Hanvedsmossens norra parti som gräns då den hydrauliska kontakten söderut bedöms vara begränsad, se Bilaga 4. Grundvattenmagasinets yta ligger ca 55 m ö.h. och är endast i sina västra delar beläget i Botkyrka kommun. Dess östra del ligger i Haninge kommun. I det aktuella magasinet sker en bassänginfiltration vilket lokalt ger en högre och avvikande grundvattennivå som i öster avsänks i uttagsområdets närhet. Haninge kommuns vattenuttag bildar en avsänkningstratt med en rörlig grundvattendelare belägen ca 450 m söder om uttagsområdet. Den naturliga grundvattenbildningen bedöms uppgå till ca 10 l/s. Utifrån bedömningen att inget grundvattentillskott sker från Hanvedsmossen uppskattas uttagskapaciteten till 5–25 l/s. Denna kapacitetsnivå exkluderar bassänginfiltrationen i området.

Hanvedsmossen

Området runt Hanvedsmossen består av sand och grus, delvis täckt av torv. Inslag av mindre genomsläppliga och dämmande jordarter förekommer. I mossområdet är jordlagerprofilen genomgrävd varför vatten från torvjorden kan infiltrera ner till mer permeabel underliggande friktionsjord. Under Hanvedsmossens centrala delar finns vattenmättad friktionsjord med relativt liten mäktighet. En begränsad hydraulisk kontakt mellan grundvattnet beläget över respektive under finkorniga och dämmande sediment torde förekomma, främst beroende på att schaktning i området till delar penetrerat ett tidigare eventuellt sammanhängande finmaterialsikt i lagerföljden. Dubbla trycktytor med en något högre grundvattennivå på finmaterial kan förekomma. Söder om torvområdet begränsas undersökningsdata till georadarmätningar. Utifrån dessa bedöms jordlagren lokalt vara väl genomsläppliga. Jorddjupet bedöms dock i huvudsak vara relativt litet. I området råder en grundvattengradient i ungefär sydvästlig riktning. På grund av höga bergnivåer och mindre permeabla jordlager bedöms den hydrauliska kontakten mot Pålamalms södra magasin som högst begränsad. Sydväst om Hanvedsmossen förekommer

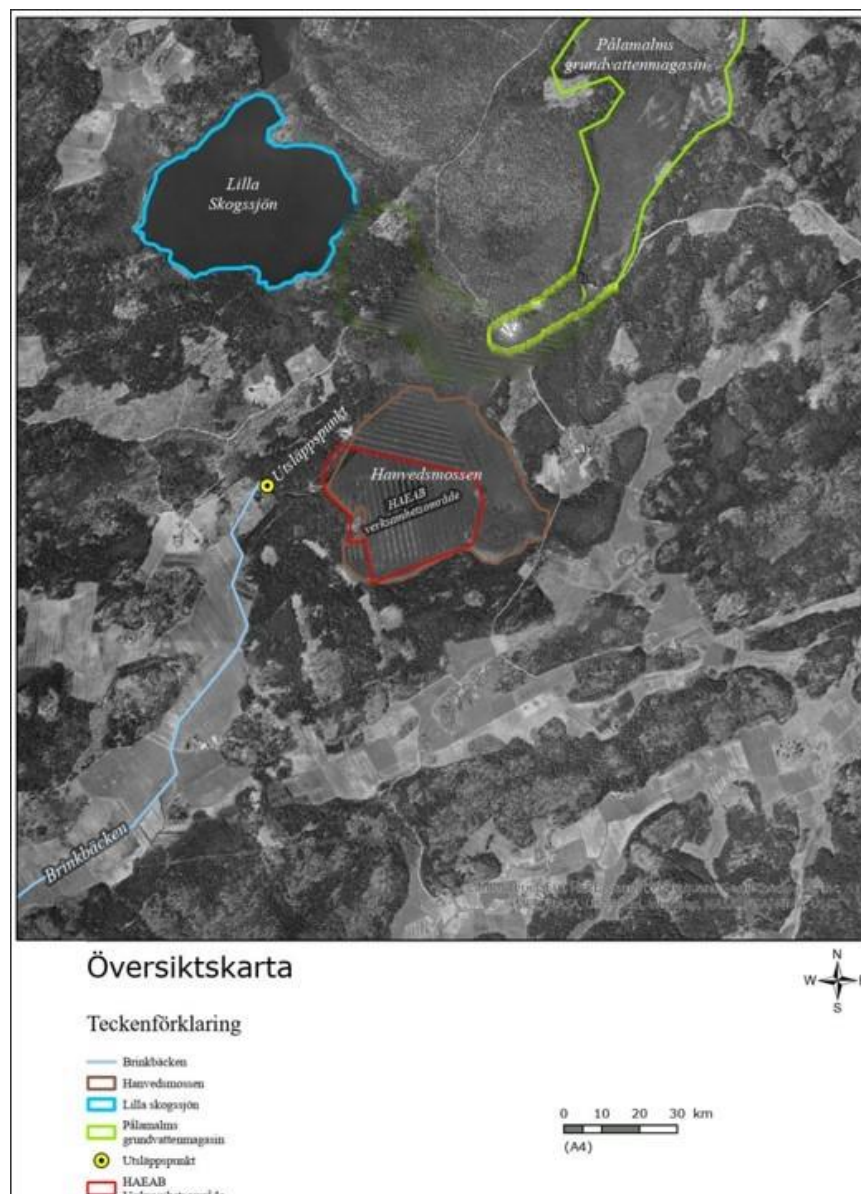
mer genomsläppliga jordarter än i mossområdet. Den naturliga grundvattenbildningen uppgår till ca 10 l/s.

Lilla Skogssjön

Via ett smalt parti utmed Lilla Skogssjöns östra strand ansluter ett sandområde troligen till Pålamalms mellersta magasin. Berggrunden varierar kraftigt i nivå varför grundvattenmagasinet i verkligheten är av en mer flikig natur än vad som framgår av kartbilden. Den del av grundvattnet som bildas i omgivande terräng med höga berglägen dräneras ut mot Lilla Skogssjön där en källa indikerar en hydraulisk tröskel nära sjöns strand.

1.2.5 HAEAB:s verksamhetsområde

HAEAB:s verksamhetsområde är belägen inom Hanvedsmossens södra del, se Figur 8.



Figur 8. Flygbild över Hanvedsmossen och Runstens gård år 1960. I kartan har Hanvedsmossen, södra och mellersta Pålamalm, sjön Lilla Skogssjön samt HAEAB:s verksamhetsområde och utsläppspunkt från verksamhetsområdet ungefärligt markerats. I bild ses även att torvbrytning pågå. Foto: Lantmäteriet historiska ortofoto.

Det finns grundvatten dels ovan ett lerlager, dels under detta lerlager i friktionsjord av silt, sand och grus i enlighet med beskrivningen av Persson (2008) ovan samt Knape (1997). Som framgår av bilaga 2 så är observationsrören 1 till 3 placerade med filtret under den täta leran medan det vid observationsrör 4 så utgörs detta lager av torrskorpelera, vilken kan vara mindre tät. Akviferen är således sluten eller delvis sluten beroende på förekomsten av torrskorpelera och hur tät den är. Av de mätningar som HAEAB har genomfört under ett års tid kan man utläsa två viktiga resultat. För det första har grundvattennivåerna varierat litet, någon decimeter. Detta innebär att det inte kan ha skett ändringar av uttag av grundvatten för då hade nivåerna (h) ändrats drastiskt. I en sluten akvifer är magasinskoefficienten, M, mycket liten, typiskt några promille.

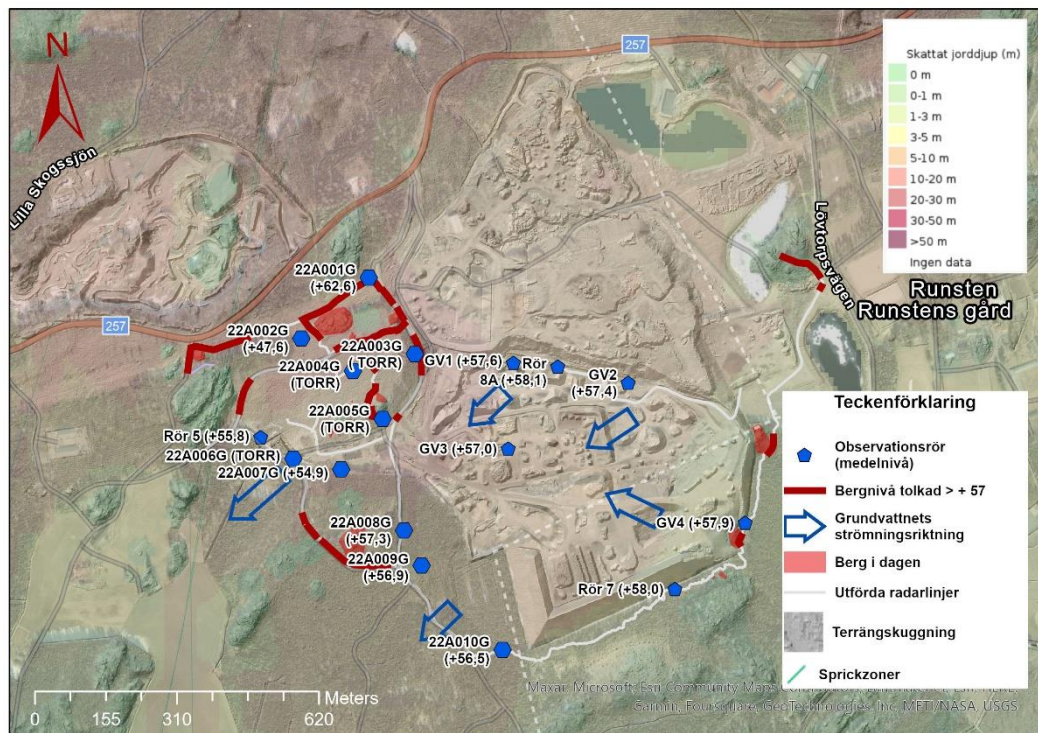
$$M = \frac{\Delta s}{\Delta h} \quad (4)$$

För det andra visar mätvärdena för de piezometriska tryckhöjderna i observationsrören 1 -4 att grundvattnet strömmar från grundvattenrören 1, 2 och 4 mot de centrala delarna av HAEAB:s verksamhetsområde där grundvattenröret 3 är beläget, och vidare mot sydväst, se Figur 9. Avvägningar av grundvattnets yta i observationsrören redovisas i Tabell 1 nedan. Som framgår av Tabell 1 så har observationsrör GV3 vid samtliga mätningar haft den lägsta nivån på grundvattnets yta, vilket medför att vid samtliga mättillfällen har grundvattnet strömmat från de övriga observationsrörens lägen mot observationsrör GV3.

Tabell 1. Grundvattnets nivå (m ö h) i olika observationsrör.

Grundvattenrör					
Datum	GV1	GV2	GV3	GV4	Rör 7
2021-04-21	57,72	57,48	57,16	57,96	58,14
2021-04-26	57,67	57,46	57,14	57,91	58,06
2021-10-14	57,64	57,42	57,01	57,75	57,83
2021-10-27	57,61	57,38	56,99	57,76	57,86
2022-02-11	57,62	57,46	56,96	57,88	57,78
2022-02-25	57,66	57,5	57,06	57,96	58,08
2022-03-11	57,67	57,47	57,04	57,93	58,1
2022-03-25	57,39	57,18	56,76	57,66	57,8
2022-04-08	57,66	57,46	57,12	57,95	58,09
2022-04-22	57,66	57,46	57,04	57,94	58,12
2022-05-06	57,58	57,44	57	57,87	58,02
2022-05-23	57,53	57,42	56,98	57,79	57,96
2022-06-03	57,53	57,42	56,99	57,81	57,96

Inom själva verksamhetsområdet finns ett ledningsnät för avvattning vilket leder vattnet till utsläppspunkten och vidare till Brinkbäcken.



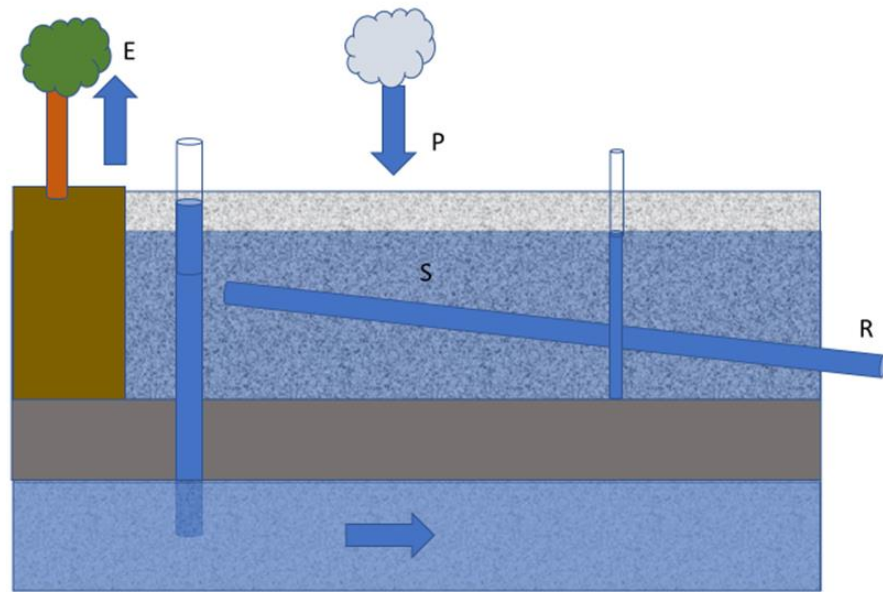
Figur 9. Grundvattenytans nivåer och fast vattendelare i form av höga berglägen (>+57m) inom HAEAB:s verksamhetsområde i södra delen av Hanvedsmossen.

2 Material och metod

Den metod som används för att utreda och bedöma sannolikheten för att vatten från både det övre och det undre grundvattenmagasinen inom HAEAB:s verksamhetsområde ska strömma ut i någon annan riktning än sydväst är en kombination av vattenbalansekvationen, observationer av grundvattnets nivåer inom och i anslutning till verksamhetsområdet samt den markradarundersökning som AFRY genomförde 2022 för att bedöma bergytans lägen och nivå under mark. Vattenbalansekvationen kan beskrivas som en budget för vatten inom ett avrinningsområde. Vattnet tillförs i form av nederbörd (P) och förs bort i form av evapotranspiration (E) och avrinning (R). Därutöver kan minskningar och öknings av olika former av yt- och grundvattenmagasin (S) ske. Evapotranspiration är summan av avdunstning av vatten från marken, vattenytor och växter och avgången av vattenånga från växternas klyvöppningar. Vattenbalansekvationen anges nedan.

$$P = E + R + \Delta S \quad (1)$$

En schematisk bild över de hydrologiska processerna, jord- och grundvattenförhållanden samt avvattnings inom södra delen av Hanvedsmossen där HAEAB har sin verksamhet visas i Figur 10.



Figur 10. Dräneringssystemet är beläget ovan lagret av lera i fyllningsjorden. Det finns brunnar kopplade till ledningsnätet och det finns grundvattenrör med filter under leran.

I det aktuella området kan nederbörden (P) och evapotranspirationen (E) sättas till 0,7 m respektive 0,4 m per år (SMHI, 2022). Den nederbördsräknare som använts under den aktuella perioden visade en ackumulerad nederbörd om 0,6 m. Eftersom mätning av nederbörd med denna typ av instrument vanligtvis underskattar nederbörden med 15 – 25% (Grip och Rodhe, 1985) så anses 0,7m vara en god approximation. Under antagandet att lagringen ej ändras, d.v.s. $\Delta S=0$, så erhålls avrinningens värde ur ekvationen (1), vilket ger $R = 0,3m$. Storleken på avrinningen stämmer överens med de värden som har härletts utifrån jordtyp där grov jord motsvarande jordarterna grovmo, sand och grus ger en avrinning i denna del av Sverige om 225 mm (Rodhe m.fl. 2006). I den modell som Rodhe m.fl. (2006) utvecklade behandlades områden med jordarten torv som sjö. All nederbörd går direkt till avrinning och avdunstningen antas ständigt vara potentiell. Med tanke på att en betydande del av marken inom södra delen av Hanvedsmossen är torvmark kan avrinningen skattas något högre, närmare 0,3 m. Det faktum att det förekommer humus i vatten vid utsläppspunkten bekräftar att del av avrinningsområdet omfattar skogsområdet med torv i östra delen av Hanvedsmossen.

Med hjälp av de mätningar av vattenföringen som genomförts av HAEAB kan en skattning av medelvärde och variansen för vattenföringen vid utsläppspunkten för året maj 2021 till maj 2022 göras. Med hänsyn till hur mätningen av vattenföringen har utförts, som regelbundna mätningar måndag till fredag väljs en metod där skattningen görs genom att dela in mätdata i fem systematiska stickprov (måndag – fredag) med en provtagningsintervall om sju dagar (Gilbert, 1987). Stickproven har ej samma storlek (antal observationer). Medelvärde för vattenföringen beräknas med hjälp av formeln

$$\bar{x} = \frac{\sum_{j=1}^J n_j \bar{x}_j}{\sum_{j=1}^J n_j} \quad (2)$$

Där j är antalet stickprov ($j=5$) och n_j och $\bar{x}_j$ är antalet observationer respektive medelvärde för stickprov j . Variansen skattas med hjälp av formeln

$$s^2 = \frac{(1-J/k)}{J(J-1)} \sum_{j=1}^J (n_j (\bar{x}_j - \bar{x})^2) \quad (3)$$

Där k är provtagningsintervallet (sju dagar).

Variansen är ett mått på spridningen av data. Om man tar kvadratroten ur variansen erhåller man stickprovets standardavvikelse, vilket är ett vanligt förekommande mått på spridningen i data.

3 Resultat

En sådan skattning ger ett medelvärde och varians om $8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ (8 l/s) respektive $5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$. Standardavvikelsen blir $7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ (0,7 l/s). Genom att multiplicera medelvärdet för vattenföringen vid utsläppspunkten med antalet sekunder under ett år tillsammans med värdena för nederbörd (P), evapotranspiration E och avrinning (R) så kan ytan för avrinningsområdet erhållas enligt tabell 1. Avrinningsområdets yta (A) beräknas med hjälp av vattenföringen i utsläppspunkten (Q), tiden (T) samt avrinningen (R) enligt formeln

$$A = \frac{Q \cdot T}{R} \quad (4)$$

Tabell 1. Avrinningsområdet yta som funktion av avrinningen (R).

P (m)	E (m)	R (m)	A(km ²)
0,7	0,4	0,3	0,9

4 Diskussion och slutsatser

Undersökningarna med markradar och mätningarna av grundvattnets nivåer i observationsrören inom HAEAB:s verksamhetsområde bekräftar den övergripande beskrivningen av Hanvedsmossens hydrologi som ges av Persson (2008) och Knappe (1997), exempelvis att Södra Pålamalms grundvattenmagasin ej kan påverkas av grundvatten från Hanvedsmossen. En väsentlig skillnad i dag jämfört med förhållandena 1997 då Knapes utredning utfördes är att utloppsnivån i sydväst är sänkt från 56,87 m ö h till 54,48 m ö h. Denna sänkning genomfördes 2004/2005 och det är därefter inte möjligt för grundvatten i det undre magasinet att strömma från HAEAB:s verksamhetsområde mot norr i Hanvedsmossen.

Det finns ett tätt lager av lera som överlagrar friktionsjord av sand och grus, vilket ej är genomgrävt inom HAEAB:s verksamhetsområde men lerlagret utgörs i vissa punkter av torrskorpelera, vilken är mindre tät. Ytterligare detaljerad information om fasta vattendelare i form av höga berglägen har kunnat identifierats inom HAEAB:s verksamhetsområde i södra delen av Hanvedsmossen. Att Hanvedsmossen avvattnas i det undre grundvattenmagasinet mot sydväst har kunnat bekräftas med hjälp av grundvattnets nivåer i observationsrör och lägen för fasta vattendelare.

När det gäller det undre, slutna eller delvis slutna, grundvattenmagasinet under lagret av lera inom HAEAB:s verksamhetsområde så kan man konstatera att det sker inga eller små förändringar av grundvattenytans trycknivåer och att strömningen sker från norr och ost mot sydväst. Eftersom trycknivåerna upprätthålls under pågående strömning ut från HAEAB:s verksamhetsområde så måste det strömma in grundvatten till det undre magasinet. Vidare måste in- och utströmningen vara ungefär lika stora.

Den härledda avrinningen om 8 l/s för det övre grundvattenmagasinet är nära den av Persson (2008) bedömda grundvattenbildningen om 10 l/s för Hanvedsmossen.

Den härledda ytan på avrinningsområdet är samma som själva Hanvedsmossen, 0,88 km² (Knappe, 1997), och mer än dubbelt så stor som HAEAB:s verksamhetsområde, 0,4 km². Av detta kan man dra slutsatsen att inget vatten i det övre, öppna, eller undre slutna

grundvattenmagasinen kan strömma från HAEAB:s verksamhetsområde mott norr, ost eller väst. Med hänsyn till vattenbalansen måste det ske ett tillskott från Hummeltorp 1:4 och ost.

Till HAEAB:s utsläppspunkt vid Brinkbäcken strömmar vatten från norr och väst grund av fasta vattendelare och grundvattenytans nivåer. (Figur 9 och Bilaga 4)

Slutligen är det värt att notera att det finns ett observationsör utanför HAEAB:s nuvarande verksamhetsområde, 22A022G (Fig. 7), vilket har en väsentligt lägre grundvattennivå än övriga i området. Med hänsyn till de höga berglägen som omgärdar detta grundvattenrör är den mest troliga förklaringen är att det är beläget i ena änden av ett smalt tråg som sammanbinder friktionsjorden söder om vattendelaren med friktionsjorden söder om Lilla Skogssjön. Grundvattnet skulle så fall strömma från 22A022G till Lilla Skogssjön.

Sammanfattningsvis kan följande slutsatser dras:

Vattenbalansen för Hanvedsmossen, lägena för fasta vattendelare runt om Hanvedsmossen samt fasta vattendelare och grundvattenytans nivåer inom HAEAB:s verksamhetsområde medför att:

- Inget grundvatten i övre öppet magasin eller undre slutet eller delvis slutet magasin strömmar från HAEAB:s verksamhetsområde norrut mot grannfastigheten där Hummeltorp bedriver verksamhet eller vidare mot Södra Pålamalms grundvattenmagasin.
- Inget grundvatten i övre öppet magasin eller undre slutet eller delvis slutet magasin strömmar från HAEAB:s verksamhetsområde norrut mot Lilla Skogssjön.
- Inget grundvatten i övre öppet magasin eller undre slutet eller delvis slutet magasin strömmar från HAEAB:s verksamhetsområde österut mot Runstens gård.

5 Referenser

De Geer, J. 1979. *Några hydrogeologiska synpunkter på jordtäckets akviferer främst åsarnas i Grundvatten*. Eriksson, E., Gustafsson, Y. och Nilsson, K. P A Norstedt och söners förlag, Stockholm.

Gilbert, R.O. 1987. *Statistical methods for environmental pollution monitoring*. John Wiley and sons, New York.

Grip, H. och A. Rodhe. 1994. *Vattnets väg från regn till bäck*. Tredje reviderade upplagan. Hallgren och Fallgren, Uppsala.

Knape, P. 1997. *Täktplan för södra Hanvedsmossen Skanska Anläggning AB Farstaverken Botkyrka och Nynäshamns kommuner*. Rapport 1997-05-31. Trias Geologi AB, Stockholm.

Ojala, L., Åsman, M., Sandström, S., Jutman, T. och K. Ehlert. 2006. *Rapport 2006:9 - Anpassning av vattendelare med hänsyn till grundvattnets strömning*. SGU. Sveriges Geologisk Undersökning, Uppsala.

Persson, T. 2008. *K 92 - Beskrivning till kartan Grundvattenförekomster i Botkyrka kommun*. Sveriges Geologiska Undersökning, Uppsala.

Rodhe, A., Lindström, G., Rosberg, J. och C. Pers. 2006. *Report series A No 66 - Grundvattenbildning i svenska typjordar - översiktlig beräkning med en vattenbalansmodell*. Institutionen för Geovetenskaper Uppsala universitet, Uppsala.

SMHI, 2022. <https://www.smhi.se/data/meteorologi/kartor/medel/arsnederbord-medel>

Svensk standard SS 63 70 08, "Geografisk information – Ytvattensystem – Begrepps- och applikationsschema"

Wahlgren, C.-H., Schoning, K., Tenne, M. och L. M. Hansen. 2019. Rapport 2019:18 -The geological evolution of bedrock, Quaternary deposits and experience from infrastructure projects. SGU. Sveriges Geologiska Undersökning, Uppsala.

Wallentinus, H.-G. och Eriksson, S. 2004. Torven och den biologiska mångfalden. Projektrapport 50. Stiftelsen svensk torvforskning, Storvreta.

Bilaga 3

Akvifer –Geologisk formation med tillräcklig genomsläpplighet (hydraulisk konduktivitet) och effektiv porositet för att medge ett betydande flöde eller uttag av betydande mängder grundvatten.

Avrinningsområde –Område som avgränsas av ytvattendelare och som ger vatten till endast ett ytvattensystem.

Grundvatten –Det vatten som finns i den mättade zonen, dvs. den del av marken där alla por- och sprickutrymmen är fyllda med vatten och vars portyck är lika med eller större än atmosfärstrycket.

Grundvattenavrinning –Det naturliga grundvattenflödet i en akvifer eller ett grundvattenmagasin.

Grundvattenbildning –Tillförsel av vatten till den mättade zonen.

Grundvattendelare –Gränslinje eller gränszon från vilken grundvattnet strömmar i skilda riktningar. Läget av en rörlig grundvattendelare är beroende av fyllnadsgraden i grundvattenmagasinets olika delar. Läget av en fast grundvattendelare påverkas ej av förändrade grundvattennivåer i grundvattenmagasinets.

Grundvattenmagasin – En (eller del av) grundvattenförande geologisk formation med en sammanhängande grundvattenförekomst och som kan betraktas som en hydraulisk enhet

Grundvattenyta – Gränsyta mellan den mättade och den omättade zonen och där grundvattnets trycknivå är lika med atmosfärstrycket.

Inströmningsområde – Den del av ett avrinningsområde där det sker en påfyllnad av grundvatten (grundvattenbildning). I ett inströmningsområde strömmar vatten från markvattenzonen till grundvattenzonen, dvs. det ytliga grundvattenflödet har en nedåtriktad komponent.

Mättad zon – Den del av ett grundvattenmagasin där porutrymmet helt är fyllt med vatten och där portrycket är lika med eller större än atmosfärstrycket.

Omättad zon – Den del av en geologisk formation där porutrymmet helt eller delvis är fyllt med luft, jämför markvatten.

Slutet grundvattenmagasin – Ett grundvattenmagasin som överlagras av ett geologiskt lager med väsentligt lägre hydraulisk konduktivitet än magasinets och där trycknivån i grundvattenförekomsten ligger över magasinets övre begränsningsnivå. Om trycknivån ligger högre än markytan sägs grundvattnet vara artesisikt

Tillrinningsområde – Tillrinningsområdet till ett grundvattenmagasin är det område inom vilket nettonederbörden helt eller delvis kan tillföras magasinet. Tillrinningsområdet avgränsas av grundvattendelaren till utströmningsplatsen.

Tillrinningsområde – Område som avgränsas av ytvattendelare och av en ytvattenförekomsts strandlinje, och som avger vatten till ytvattenförekomsten.

Utströmningsområde –Område i terrängen där grundvatten strömmar ut ur grundvattenzonen, dvs. grundvattnet har en uppåtriktad flödeskomponent.

Ytvattendelare –Höjdrygg eller annan geologisk bildning som skiljer ett hydrologiskt område från ett annat.

Ytvattenförekomst –Avgränsad ansamling av stillastående eller strömmande ytvatten som avgränsas av strandlinje eller vattenplatser.

Öppet grundvattenmagasin –Ett grundvattenmagasin där trycknivån i grundvattenförekomsten endera inte når upp till den undre begränsningsnivån på en täckande lågkonduktiv geologisk formation eller där sådan formation saknas. Ett öppet grundvattenmagasin avgränsas uppåt av en grundvattenyta vid vilken det hydrostatiska trycket är lika med atmosfärstrycket.