

# Vattentillgång kring Värmdö-Enkärret 1:254, Värmdö kommun

- analys av vattenresurserna



Del av fastigheten åt sydost

**Bo Olofsson**  
**2022-08-11**

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

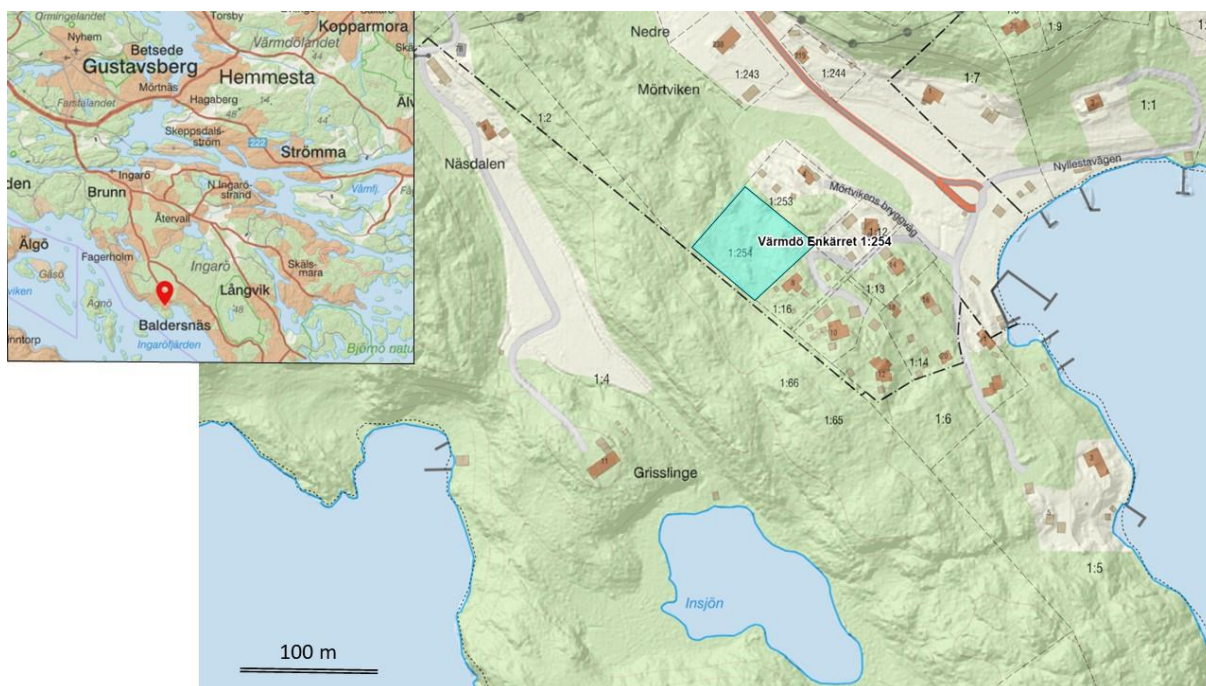
UPPDRAGETS SYFTE OCH UPPLÄGGNING.....	3
<i>Bakgrund, syfte</i> .....	3
<i>Generella problem med vattenförsörjning i Stockholms skärgård</i> .....	3
METODIK.....	4
<i>GWBal</i> .....	4
<i>SaltRisk</i> .....	5
<i>Geologiska och tektoniska studier</i> .....	5
GENERELL PLATSBESKRIVNING .....	6
<i>Topografi, markanvändning</i> .....	6
<i>Geologi</i> .....	6
<i>Brunnar i området</i> .....	10
BERÄKNING AV VATTENTILLGÅNG GENOM VATTENBALANSBERÄKNING.....	12
VATTENKEMISKA FÖRHÅLLANDEN.....	16
<i>Vattenkemiska risker</i> .....	16
<i>RV-beräkning</i> .....	16
DISKUSSION OCH SLUTSATSER .....	18
REFERENSER .....	19

## Uppdragets syfte och uppläggning

### Bakgrund, syfte

Uppdraget omfattar en översiktlig beräkning av förutsättningarna för vattenförsörjning för fastigheten Värmdö Enkärrret 1:254. (N 6572021, E 696477 enligt Sweref 99 TM). Uppdraget är således begränsat till sin karaktär, såväl geografiskt som i omfång och är i första hand ett krav för beviljande av bygglov. Den idag redan existerande fastigheten är för nuvarande obebyggd. Vattenförsörjningen planeras genom en bergborrad brunn. Fastigheten ligger inom ett område som enligt en översiktlig studie i Värmdö kommun baserad på digital information, har små grundvattenmagasin. Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) har också lagt området som ett område med väldigt begränsade vattentillgångar. Värmdö kommun har därför i samband med förhandsbesked för bygglov ställt kravet att vattentillgångarna i området ska beräknas för att tillse att grundvattenresurserna är tillräckliga för såväl den nuvarande bebyggelsen som för den nya fastigheten utan att vattentillgången äventyras för befintlig bebyggelse. En bedömning av risken för salt grundvatten ska också göras. Föreliggande rapport syftar till att belysa dessa frågeställningar.

Undersökningsområdet som är beläget på Ingarö, sydvästra Värmdö visas i **figur 1**.



Figur 1 Fastighet Enkärrret 1:254 (källa ©Lantmäteriverket)

### Generella problem med vattenförsörjning i Stockholms skärgård

Förutsättningarna för vattenförsörjning i Stockholms skärgård är nästan uteslutande beroende av tillgång och kvalitet på grundvatten. Avsättning av Östersjövatten förekommer men av olika anledningar bedöms en sådan lösning inte alltid vara tillfyllest, speciellt inte för enskilda fastigheter. Avsättning av salt grundvatten är aldrig något alternativ eftersom fortsatta grundvattenuttag kan leda till att grundvattnet skadas permanent och omkringliggande grundvattentäkter kan påverkas. Avsättning av havsvatten är inget alternativ i detta fall då fastigheten inte har havskontakt och ledningsdragningar skulle vara mycket komplicerade.

Nybildning av grundvatten kan ske då nederbörden är större än avdunstningen. Nederbördens totala mängd är nästan aldrig den begränsande faktorn eftersom den under stora delar av året är större än avdunstningen. Beräknat på ett år kan grundvattenbildningen teoretiskt vara 10-30% av nederbörden om rimliga värden på markens infiltrationsförmåga används. I verkligheten sker dock grundvattenbildning endast under höst och vår samt ibland under vintern om marken inte är frusen och snötäcke saknas. Under sommaren är grundvattenbildningen mycket liten (om den ens förekommer) eftersom vegetationen tar upp markvattnet innan det hinner bilda grundvatten. Det spelar således ingen större roll att det regnar på sommaren, naturligt sjunkande grundvattennivåer visar ofta att det inte finns något nybildat grundvatten för vattenförsörjning. Avgörande är således grundvattenmagasinets storlek, dvs det måste vara tillräckligt stort för att klara såväl ett naturligt grundvattenutflöde som upptag i vegetation och grundvattenuttag. Utvinningsbart vatten i svensk kristallin berggrund förekommer endast i sprickor som upptar en mycket liten volym av berget, ofta mindre än 0.05% av bergvolymen). För en adekvat beräkning av vattentillgången måste därför grundvattenmagasinet beräknas, såväl det grundvatten som finns i jordlagren som i berggrunden.

## **Metodik**

Uppdraget har bestått av följande moment:

- Genomgång av underlag för prövning av förhandsbesked
- Sammanställning av existerande digitalt kartmaterial över fastigheten och närliggande områden
- Fältbesök och fältmätningar i området med studier av geologiska och tektoniska förhållanden, bland annat sprickmätning och geofysiska mätningar (VLF).
- Genomgång av grundvattendata i närområdet.
- Genomgång av vattenförhållanden för närliggande befintliga fastigheter
- Uppställande och beräkning av grundvattenbalans med programmet GWBal, utvecklat av undertecknad
- Översiktlig analys av sannolikheten för salt grundvatten, baserat på den empiriskt utvecklade RV-metoden
- Sammanställning av befintliga vattenkemiska data i regionen

Bedömningen görs utifrån såväl kvantitets- som kvalitetsaspekter med hjälp av kartstudier, befintliga databaser, nederbörds- och avrinningsförhållanden, bedömning av grundvattenbildning och grundvattenlagring samt förbrukning. Några av metoderna beskrivs översiktligt nedan:

### **GWBal**

Balansberäkningen baseras generellt på uppgifter om nederbördsfördelning (data från SMHI), uppgifter om förväntad vattenförbrukning samt hydrogeologiska kriterier i form av möjliga grundvattenmagasin. En modellering görs i programmet GWBal för att se huruvida grundvattentillgången i området kan försörja såväl nuvarande som tillkommande bebyggelse. Det går alltså inte att klarlägga exakt vattentillgång i en enskild punkt, vilken är helt beroende av den lokala uppspräckningen av berget och kräver borring och eventuell provpumpning. Metoden anger enbart huruvida förutsättningarna för försörjning med grundvatten är uppfyllda, dvs om tillräcklig mängd grundvatten kan bildas och lagras i området. Modelleringen görs månadsvis och ger en indikation om möjligheterna till lokal enskild vattenförsörjning i området, liksom möjlighet till gemensam vattenförsörjning. Metodiken är utvecklad av undertecknad och har tidigare applicerats på ett stort antal områden i Sverige och

då särskilt på många områden i Stockholms och Uppsala län. Vid en jämförande studie mellan existerande vattenbalansmetoder på närbelägna Vindö, Värmdö kommun, befanns GWBal ge den mest realistiska beräkningen (Sazvar, 2010).

### SaltRisk

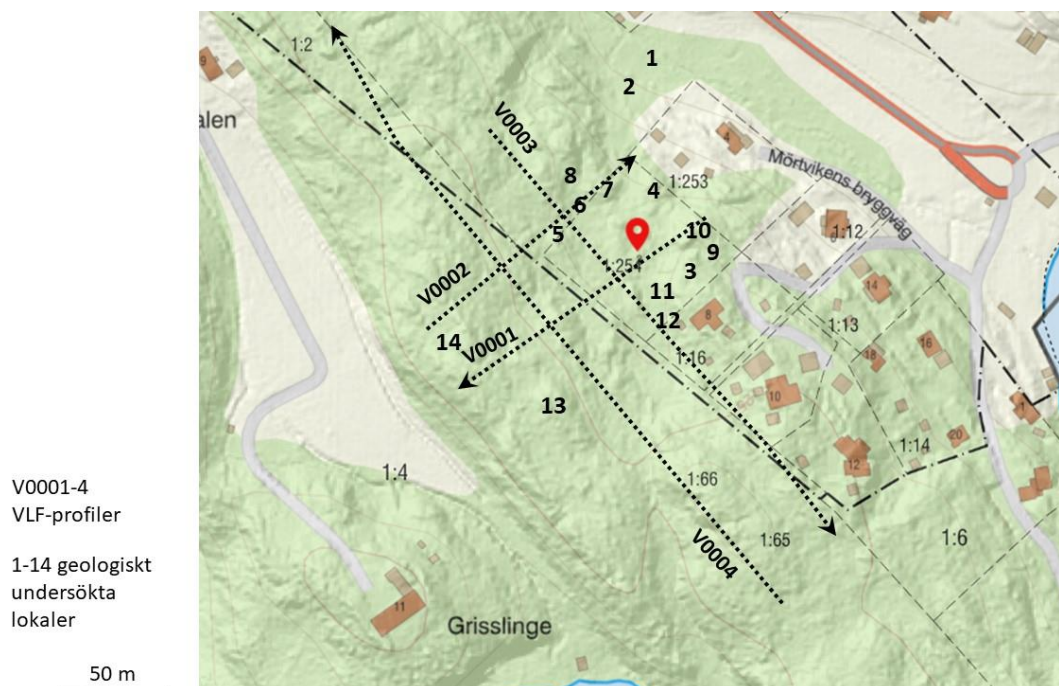
En översiktlig bedömning av risken för salt grundvatten görs genom programmet SaltRisk. Metodiken bygger på RV-metoden, dvs det görs en värdering av ca 15 faktorer (naturgivna, tekniska och avståndsfaktorer). Faktorerna är valda utifrån statistisk bearbetning av ett mycket stort antal brunnar, främst i Stockholms län. Faktorerna klassas, viktas och en sammanlagd bedömning görs dels av risken för salt grundvatten, dels av säkerheten i bestämningen, vilken till stor del är beroende av tillgång till information från området. Metodiken används ofta tillsammans med GWBal och har tillämpats på ett stort antal områden i Stockholms län, såväl lokalt som i GIS (t ex över stora delar av Norrtälje kommun).

### Geologiska och tektoniska studier

En översiktlig analys av förekomst av sprickzoner i området har utförts utifrån analys av flygbilder samt geologiska och topografiska kartor. Berggrund i dagen (dvs synliga hållar) inom området har översiktligt studerats utifrån okulär bergartsbestämning, sprickfrekvens och dominerande sprickriktningar. Syftet har varit att erhålla ett mått på bergets vattenlagrande och vattentransporterande egenskaper som är nödvändigt för korrekta vattenbalansberäkningar samt att bedöma sannolika flödesriktningar i berget. Bearbetningen har utförts med datorprogrammet JointWin utvecklat av undertecknad.

VLF-mätningar har också utförts med instrument WADI i syfte att kartlägga brantstående vattenförande strukturer i och omkring den undersökta fastigheten. Datorbearbetning och filtrering har sedan utförts med programmet VLFCOn utvecklat av undertecknad samt presenterats i programmen Surfer och Voxler.

En karta över provtagnings- och undersökningsplatser i området (uppmätta med GPS) visas i **figur 2**.



Figur 2 Mätpunkter på och kring Enkärret 1:254

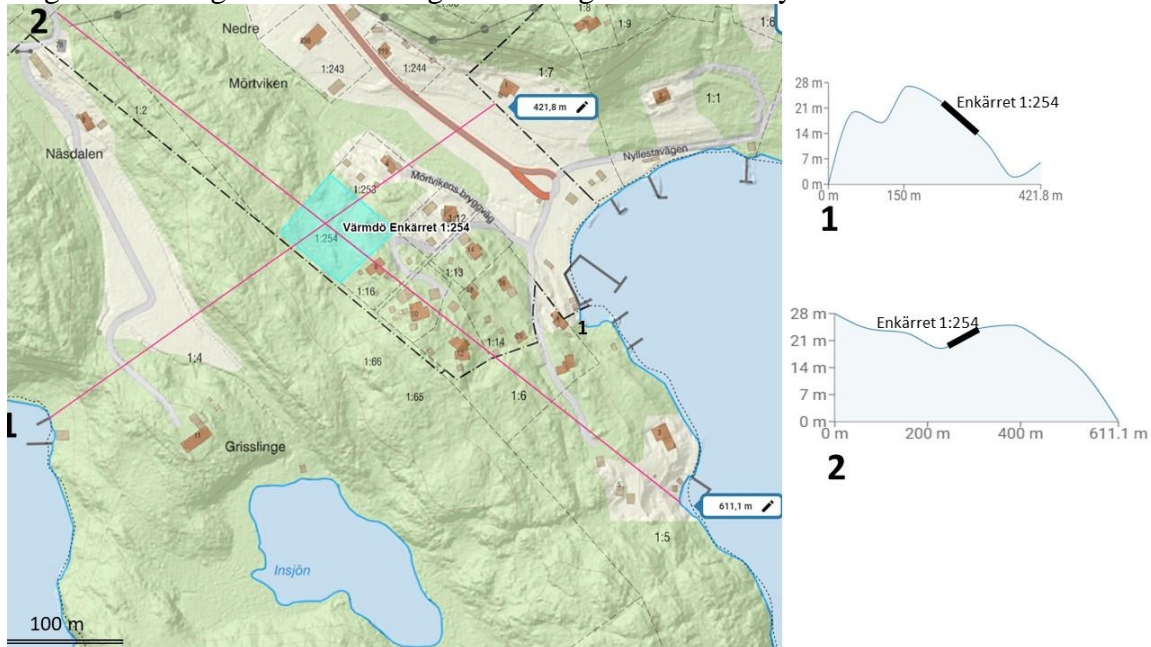
## Generell platsbeskrivning

### Topografi, markanvändning

Fastigheten är belägen på Mörtviksudden som utgör en halvö med ett fåtal bebyggda fastigheter. Den bebyggelse som idag finns ligger på nordost-sidan av udden med utsikt över Mörtviken. Vid Grisslinge, centralt beläget på halvön finns en gård. Dessutom finns mitt på udden en mindre sjö, Insjön, med en vattennivå, ca 9 m över havet.

Topografin är mycket undulerande med stora topografiska variationer. De högsta nivåerna återfinns sydväst om den aktuella fastigheten och når en bit över 30 m.ö.h. Fastigheten Enkärrret 1:254 har en höjd mellan 13 och 21 m där den lägsta nivån återfinns i norr och den högsta i väster. De topografiska höjdskillnaderna är vanligtvis mycket skarpa med höga hållkanter. Två topografiska profiler över fastigheten visar dess topografiska lokalisering och topografiska variationer (**figur 3**)

Vegetationen utgörs av blandskog och fältvegetation med mycket blåbärsris.



Figur 3 Topografiska profiler genom fastigheten Enkärrret 1:254 (© Lantmäteriet).

### Geologi

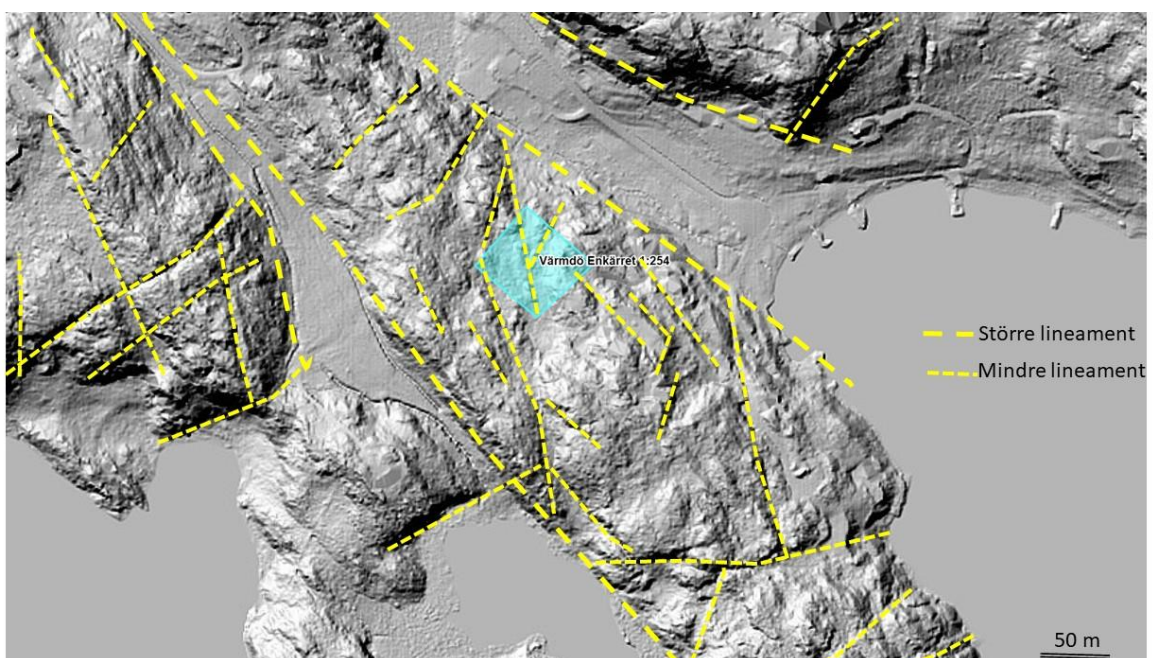
#### Berggrund

Berggrunden utgörs av gnejsig granit, vanligtvis medelkornig och ibland med inslag av kvartssliror och pegmatit, **figur 4**. De västligaste delarna av området är också tydligt tektoniskt påverkat.

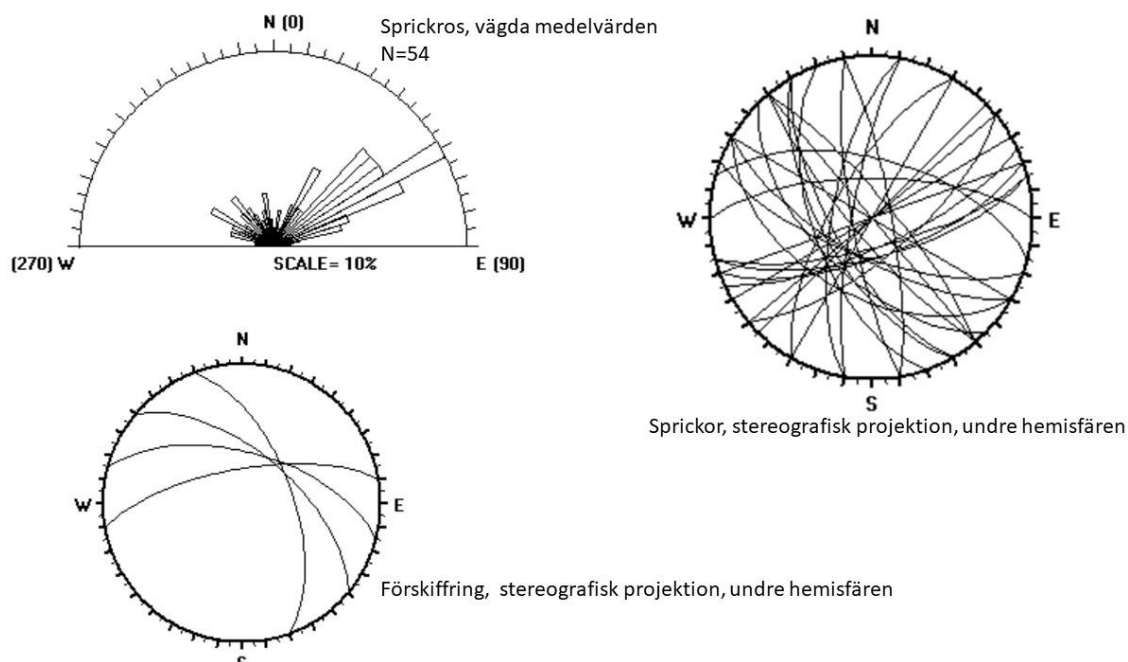


Figur 4 SGUs översiktliga berggrundskarta över Mörtviksudden (brun=gnejsig granit (s.k. urgranit)). (© SGU)

En översiktlig studie av lineament (linjära bergstrukturer) baserad på kart- och fältstudier presenteras i **figur 5**. Lineamenten utgör huvudsakligen bergets förskiffringsriktning (dvs bergets mineralorientering) som ofta är uppsprucken längs denna orientering. De större lineamentzonerna kan antas utgöra flödesvägar för grundvattnet. Sprickmätningar har även genomförts i 8 punkter på berghällar inom området. Detta ger inte en fullständig sammanställning av sprickförhållandena men visar de dominerande orienteringarna, förutom de mer flacka strukturerna som är svårare att undersöka från markytan och därför blir underrepresenterade. En sammanställning av resultatet visas i **figur 6**.



Figur 5 Översiktligt karterade lineamentstrukturer från kartstudier och fältobservationer på Mörtviksudden (baserat på Lantmäteriets höjddata)

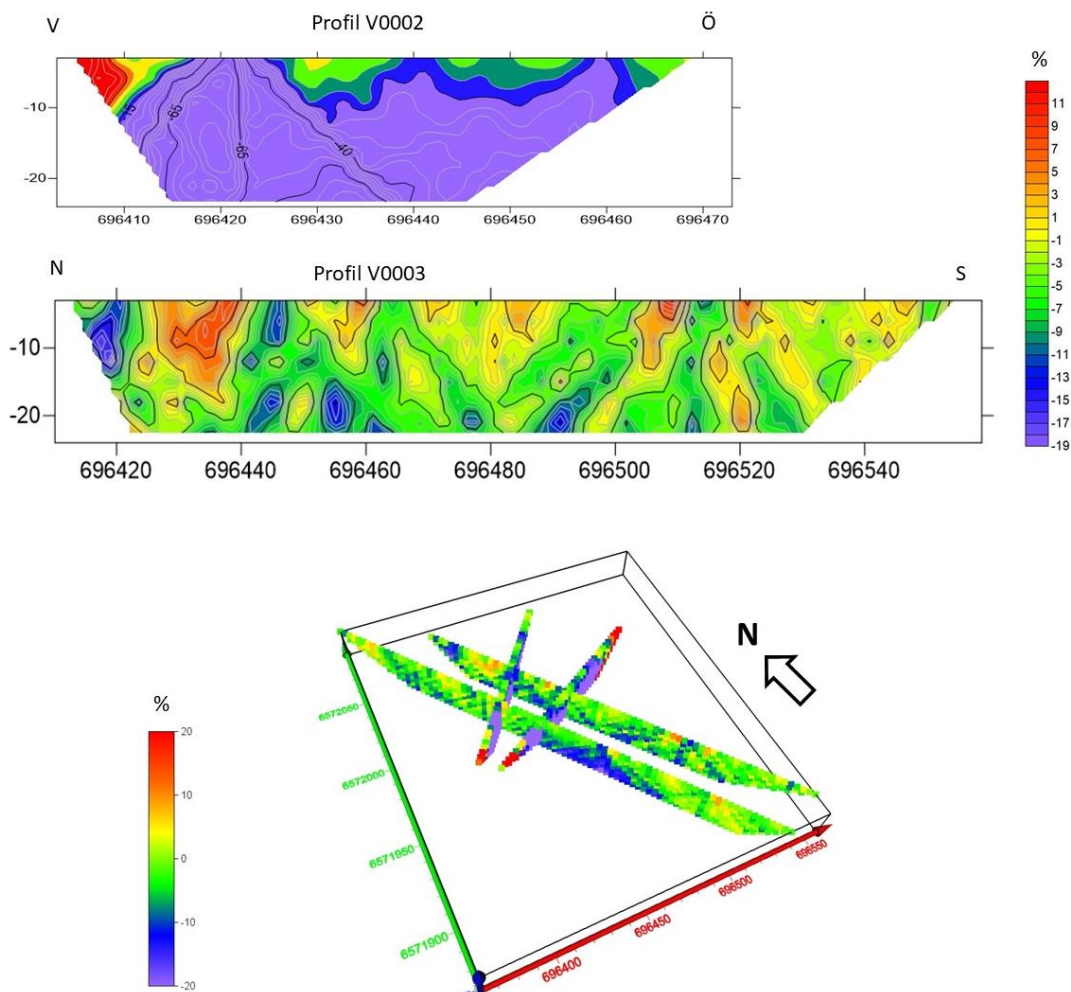


*Figur 6 Sprickros samt stereografisk projektion (undre hemisfären) av sprickdata från området kring fastighet Enkäret 1:254, baserat på fältmätningar i 8 punkter (N=54). Även några mätningar av bergets förskiffring (mineralorientering) presenteras.*

Mätningarna visar att de större linementen ofta följer förskiffringsriktningen men att denna är starkt varierande. Lokalt finns många sprickor som går tvärs de dominerande lineamentstrukturerna, främst i orientering nordost-sydväst. Mätningarna visar också på ett spritt mönster av sprickriktningar, vilket kan vara positivt för vattenflödena i berget och bergets lagringsegenskaper. Beräkningar av sprickfrekvens samt studier av block i området tyder på omkring 1 spricka/meter, vilket ger en normal uppspräckningsgrad. En översiktlig beräkning utifrån sprickorienteringar och sprickfrekvens ger ett värde på bergets kinematiska porositet kring 0.04%. Mätningarna ger dock en underskattning av de flacka strukturerna. Förskiffringen är dock tämligen flack och stupar åt nordost. Ett begränsat djup på befintliga brunnar i området tyder dock på att flacka vattenförande strukturer kan påträffas tämligen ytligt.

Ett antal geofysiska mätprofiler har genomförts i närområdet i form av VLF-mätningar (Very Low Frequency) med syfte att studera brantstående vattenförande sprickor och mindre sprickzoner. Mätningarna har endast utförts tvärs och längs med den topografiska bergryggen, således inte tvärs någon av de större förmodade sprickzonerna. Resultatet av VLF-mätningarna visas i **figur 7**. De visar att det inte finns några sprickzoner av betydelse uppe på bergryggen men ett antal mindre och ganska ytliga indikationer på vattenförande sprickor.





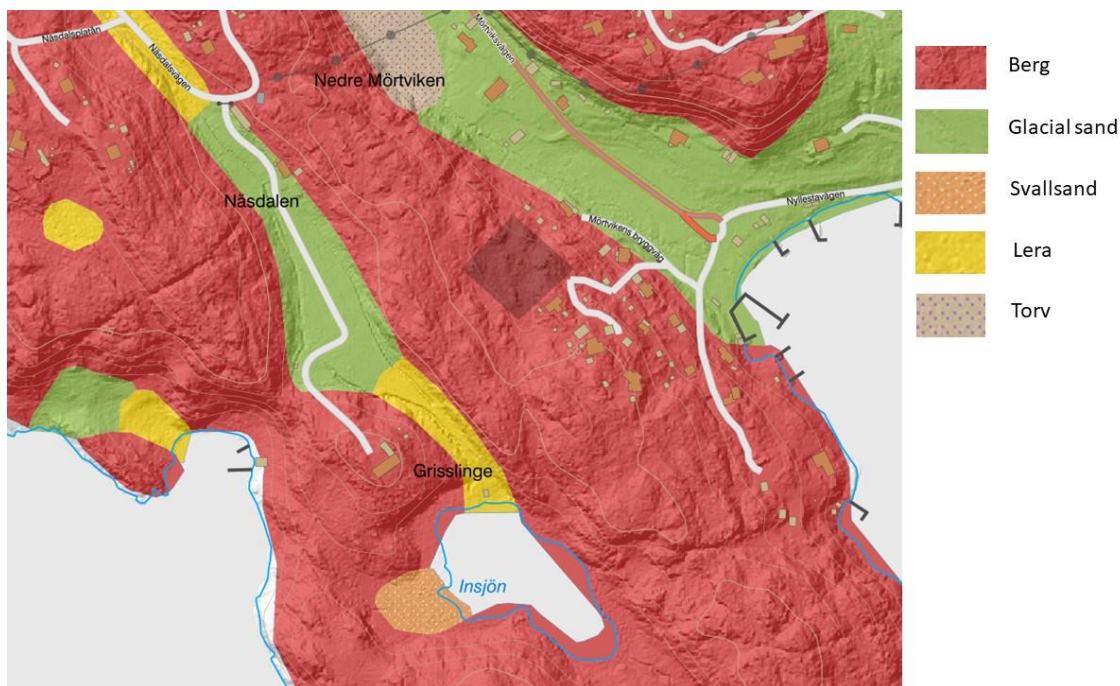
Figur 7 Analyser av två av VLF-profilerna (överst) samt en 3-dim bild av samtliga VLF-profiler (underst). Områden med orange eller röd färg kan antyda vattenförande sprickor. Profilernas orientering framgår av figur 2.

### Jordlager

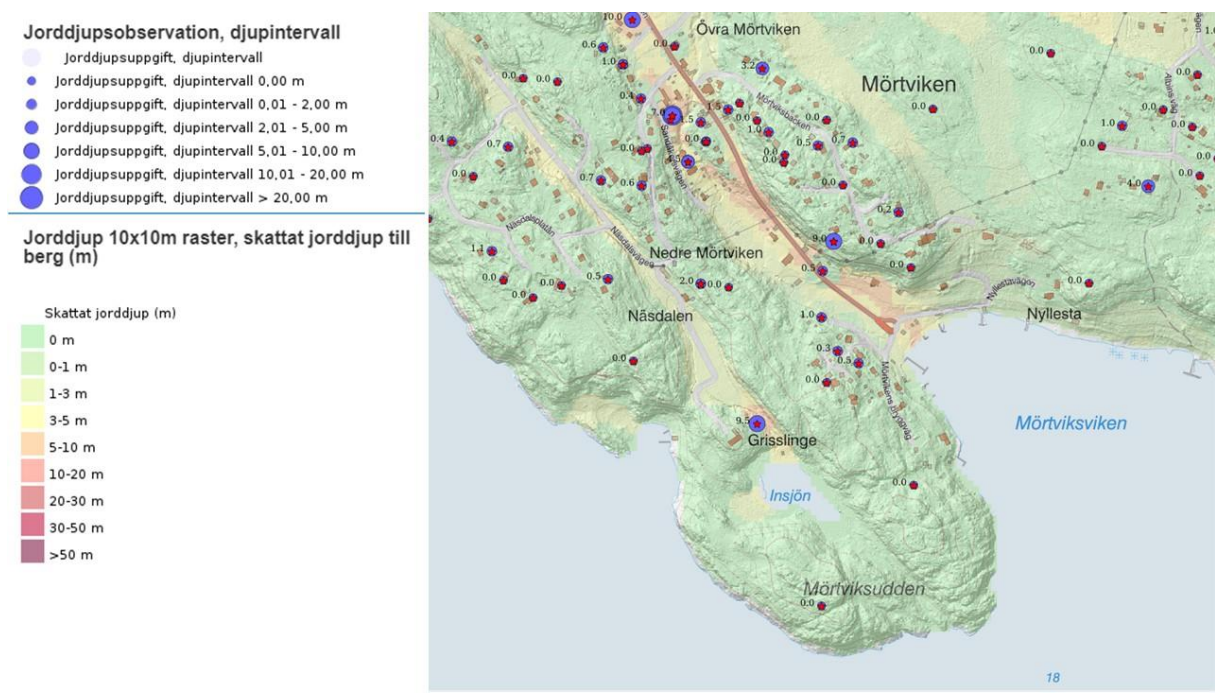
SGUs geologiska karta över Mörtviksudden visar att området består huvudsakligen av blottat berg. I dalgångarna, dels öster om den topografiskt höga udden samt längs ett kraftigt lineament mitt på udden påträffas glacial sand, delvis täckt av lera ner mot Insjön.

I närområdet runt fastighet Enkärret 1:254 finns dock nästan uteslutande blottat berg som på delar av fastigheten är täckt av ett tunt lager av morän, alltför tunt för att visas på den geologiska kartan (**figur 8**). Bebyggelsen i närområdet ligger uteslutande direkt på berg. Vid vattenbalansberäkningen har omkringliggande områden med sandiga sediment inte beaktats för att inte överskatta vattentillgångarna. Det är dock högst sannolikt att grundvattentillgångarna i närliggande sandområden kan tillföra vatten till bergmagasinet. Det gäller även den mindre sjö, Insjön, som finns mitt på Mörtviksudden.

SGUs jorddjupskarta anger att jorddjupet i närområdet är mindre än 1 m. (**figur 9**) men att jorddjupet i omgivande dalgångar kan lokalt vara mer än 10 m.



Figur 8 SGUs jordartskarta (© SGU)



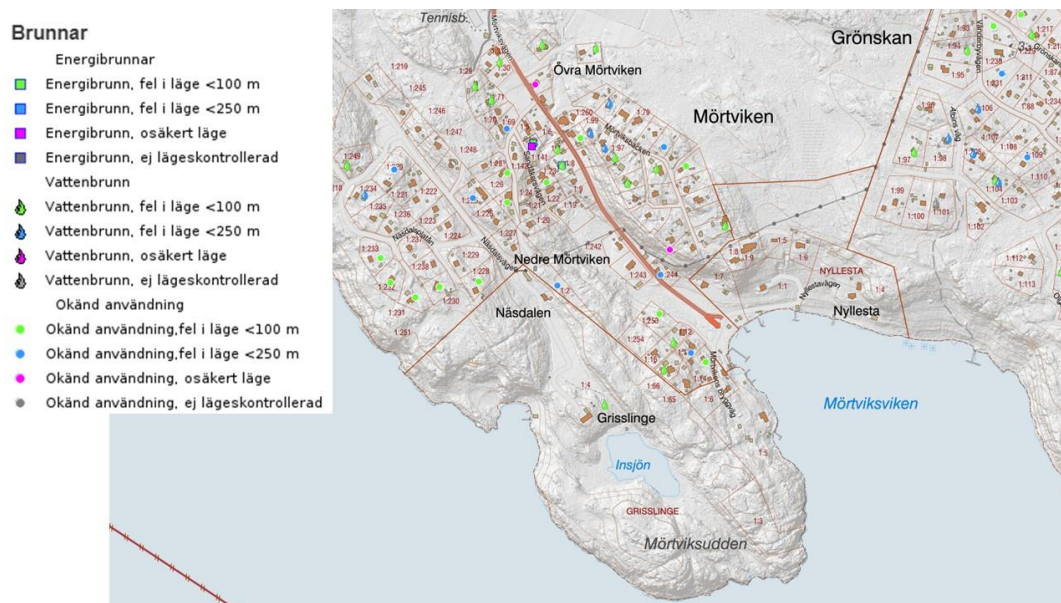
Figur 9 SGUs karta över bedömda jorddjup med angivna jorddjupsobservationer (© SGU)

### Brunnar i området

Det finns idag 9 bebyggda fastigheter i närområdet på Mörtviksudden som antas tillhöra samma lokala grundvattenmagasin. Den höga bergsrygg som utgör området där Enkäret 1:254 är belägen kan dock antas vara grundvattenbildningsområde för ett antal fastigheter i omgivande dalgångar. Tillflödet antas dock vara måttligt i jämförelse med det betydligt större grundvattenmagasin som sannolikt finns i närliggande sandavlagringar.

Det finns idag fem borrade brunnar i direkta närområdet till fastigheten Enkärret 1:254. Samtliga av dessa finns inregistrerade i SGUs brunnregister. Tre av de närliggande fastigheterna delar på en av brunnarna. Dessutom har en av de närliggande men lågt liggande fastigheterna en grävd brunn. Brunnarnas lägen visas i **figur 10**.

En statistisk sammanställning av dessa brunnar samt ett antal ytterligare brunnar som ligger strax norr om detta bebyggelseområde presenteras i **tabell 1**. Som jämförelse presenteras också brunnstatistik från ett större område kring Mörtviken.



Figur 10 Brunnar registrerade i SGUs brunnregister (© SGU)

Tabell 1 Statistisk bearbetning med data från brunnarkivet, A: Ett större antal (63) brunnar kring Mörtviken, B: Brunnar i närområdet till Enkärret 1:254 (10)

A	Variable	Valid N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Lower Quartile	Upper Quartile
	KAP (l/min)	61	661.3	300.0	0.0	5400.0	150.0	600.0
	GRV NIV (m under my)	34	8.0	7.0	0.0	29.0	4.0	11.0
	DJUP (m)	63	79.3	81.0	31.0	118.0	52.0	102.0
	JORD (m)	61	1.4	0.5	0.0	11.5	0.0	1.1
	SPEC KAP (l/min/m)	61	12.3	4.0	0.0	154.8	1.8	9.9

B	Variable	Valid N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Lower Quartile	Upper Quartile
	KAP (l/min)	10	244.0	260.0	70.0	480.0	150.0	300.0
	GRV NIV (m under my)	6	9.1	5.7	0.6	29.0	4.8	9.0
	DJUP (m)	10	72.6	74.0	32.5	115.0	44.0	103.0
	JORD (m)	9	2.8	0.5	0.0	9.5	0.3	4.0
	SPEC KAP (l/min/m)	10	3.8	3.2	1.3	7.4	2.1	5.8

Sammanställningen visar på ett medianborrdjup på 74 m i närområdet till Enkärret 1:254 samt 81 m i regionen. Mediankapaciteten i närområdet är något sämre än för det större området kring Mörtviken (regionen). Medelkapaciteten är dock nästan 3 ggr högre i regionen jämfört med närområdet eftersom några brunnar har en mycket hög kapacitet med upp till 5400 L/tim. Av samma orsak är den specifika kapaciteten högre i det större området som också omfattar närliggande sandfyllda dalgångar.

Forskning vid KTH (Earon & Olofsson 2018) visar att det inte går att dra några generella slutsatser om vattenuttagsmöjligheterna utifrån kapacitetsvärden baserat på enstaka brunnar i heterogent kristallint berg. Kapacitetsuppgifterna kan heller inte användas för att bestämma de faktiska vattentillgångarna eftersom dessa främst påverkas av bergets och jordlagrens vattenlagringsegenskaper. För att klargöra de faktiska tillgångarna på grundvatten under normal- och torrår krävs därför en dynamisk vattenbalansberäkning eller vid fördjupade undersökningar magasinbestämning genom provpumpningar.

## ***Beräkning av vattentillgång genom vattenbalansberäkning***

En vattenbalans har upprättats med hjälp av programmet GWBal. Beräkningen är gjord utifrån ett konservativt betraktelsesätt (dvs med tämligen stor säkerhet) eftersom det inte går att kartlägga strömningsvägar i detalj.

De generella geologiska förutsättningarna för beräkningen baseras på att:

- Berget har en normal kinematisk porositet (0.04%), vilket beräknats utifrån sprickmätningarna. Den analys av sprickfrekvens och sprickorienteringar som utförts antyder att bergets uppsprickning inte är högre än generellt i regionen. Vissa mindre och relativt ytliga sprickzoner förekommer i närområdet. De större lineament som utgör närliggande dalgångar har inte tagits med i beräkningarna.
- Ett sannolikt tillrinningsområde har uppskattats utifrån topografi och geologi. Grundvattendelare antas sammanfalla med ytvattendelare utan grundvattenuttag. Detta är naturligtvis en förenkling och kommer att förändras i samband med vattenuttag då tillrinningen kan öka, vilket inte beaktats. Tillrinningsområdet har bedömts konservativt, dvs medvetet begränsats i storlek. Närliggande grundvattenmagasin i sandområdena samt i sjön Insjön har inte heller tagit med i beräkningarna.
- Fastighetens närområde domineras helt av berg i dagen, ställvis täckt av ett tunt eller mycket tunt moränlager. I moränen finns dock inget uttagbart grundvatten. Grundvattennivån i berget antas ligga 6 m under marken, baserat på brunndata.
- Sandiga jordlager i närliggande dalgångar antas vara i genomsnitt 3 m mäktiga med en grundvattennivå ca 2.5 m under markytan.
- Berget är heterogent, dvs sprickorna står inte helt i förbindelse med varandra.
- Maximalt kan 45 m av bergvolymen antas användas, dvs maximalt motsvarande den dubbla topografiska höjden i området eftersom det består av en höjdrygg. Vid ökade avsänkingsdjup ökar risken för salt grundvatten. I jordtäckta område såsom i dalgångar och lågpunkter i terrängen kan endast en mindre del av underliggande bergvolym användas.
- Modelleringen beräknas utifrån månadsmätningar men stannar om grundvattenmagasinet börjar tömmas, vanligtvis när endast 20% av magasinet återstår, varvid problem med grundvattentillgång och grundvattenkvalitet kan tänkas uppkomma.

De generella uttagskriterierna baseras på nuvarande och framtida uttag

- Fastigheten antas i genomsnitt ha 4 permanentboende.
- Ca 70% av bebyggelsen antas idag vara för permanentboende. I en närliggande framtid antas all bebyggelse omvandlas till permanentboende.
- Specifik förbrukning antas vara 140 l/p, dygn för permanentboende och 100 l/p, dygn för fritidsboende, vilket är den normala dygnsförbrukning som Svenskt Vatten anger

(2022). Vattenförbrukningen är dock sjunkande och går mot 130 l/p, dygn. Om vattensnål teknik genomgående används i tillkommande bebyggelse kan dygnsförbrukningen per person antas bli betydligt lägre. Jag rekommenderar generellt vattenbesparande åtgärder men ingen hänsyn till denna utveckling har tagits vid beräkningarna.

För de generella grundvattenbildnings- och nederbördsförhållandena gäller:

- Grundvatten kan endast bildas vid överskott av nederbörd (främst under höst, vinter och vår)
- Klimatdata är hämtade från SMHI för Stockholmsregionen
- Beräkningen är gjord dels för normalår, dels för torrår (med minst 20 års återkomsttid), vilket också kan antas representera ett på sikt ändrat klimat med förlängd växtsäsong.
- Beräkningen görs för 10 på varandra följande normalår respektive torrår.

Beräkningarna är gjorda för dels ett mycket snålt tilltaget tillrinningsområde där endast grundvatten i bergmagasinet (i bergribban i anslutning till den tillkommande fastigheten och dess närliggande bebyggelse) medtagits, dels en beräkning där även grundvatten från närliggande jordmagasin på Mörtviksudden antas mobiliseras. De antagna tillrinningsområdena samt deras storlek visas i **figur 11** och **tabell 2**.

Tabell 2  *Två olika typfall, av dessa är typfall II mest sannolik.*

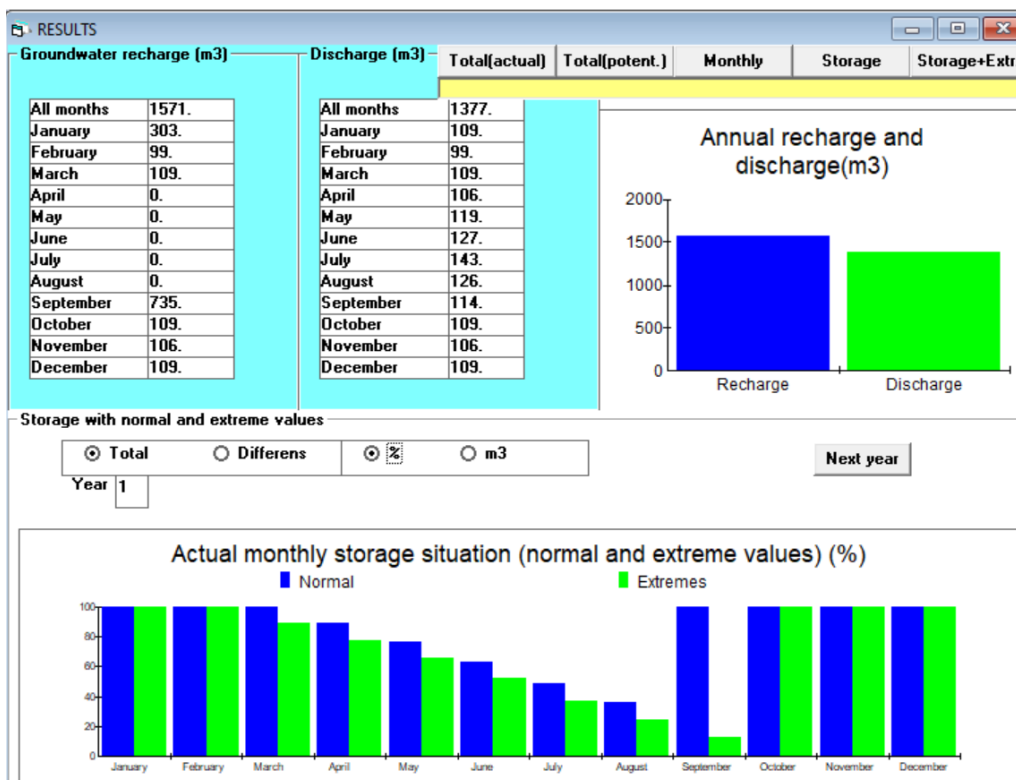
	Area (m2)	Antal hus (inkl nybyggande)	Berg	Sand	Lera
Typfall 1	62 000	9	100%	0%	0%
Typfall 2	108 000	11	82%	13%	5%



Figur 11  *Konservativt antagna tillrinningsområden (karta:© Lantmäteriet)*

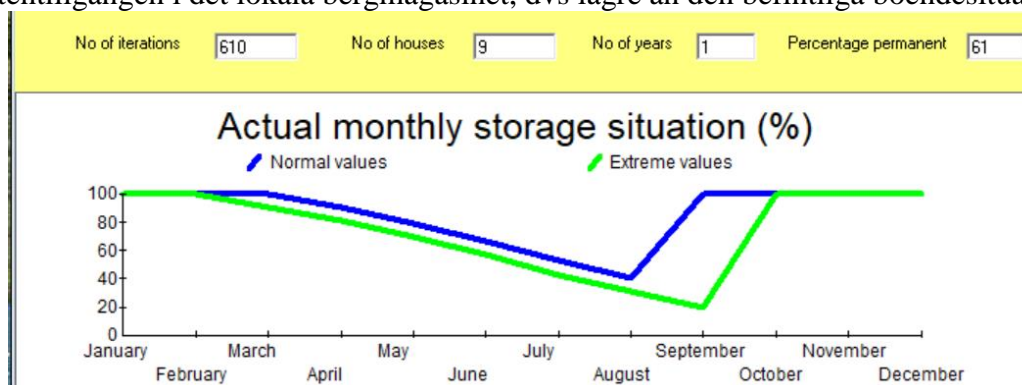
På grund av berggrundens heterogenitet ger i regel närområdet till brunnen oftast det största grundvattentillskottet. I detta fall sker tillrinning sannolikt huvudsakligen från högre liggande bergområden väster om fastighet Enkärret 1:254. Tillrinningsområdet för typfall 1 har medvetet definierats mycket konservativt, dvs minimerats i storlek för att uppskatta vad det lokala bergmagasinet kan klara och därigenom inte överskatta vattentillgångarna.

Resultatet av vattenbalansberäkningen för typfall I framgår av **figurerna 12** och **13**.



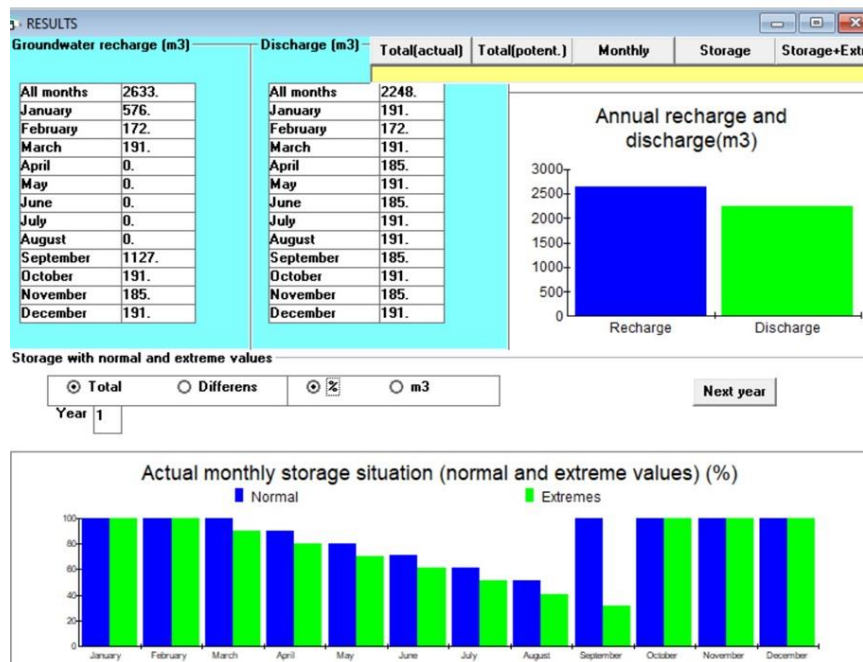
Figur 12 Grundvattenlagrets utveckling under ett normalår (blått) samt torrår (grönt) beräknat på ett konservativt tillrinningsområde, enbart baserat på grundvatten i närliggande bergområde enligt figur 10 (typfall 1). 70% permanentboende, inkl. tillkommande fastighet..

Beräkningen i **figur 12** visar att de lokala grundvattenmagasinen i närliggande berg är knappt tillräckliga för nuvarande bebyggelseförhållanden inklusive den planerade tillkommande fastigheten vid torrår (som i detta fall även kan motsvara ett ändrat klimat). I allmänhet bör dock minst 20-30% av vattenmagasinet kvarstå under den största torrperioden för att tillräcklig säkerhet mot kvalitetsförsämringar ska erhållas. En modellering (**figur 13**) visar att vid torrår klarar området egentligen endast permanentboende omfattande 61% baserat enbart på vattentillgången i det lokala bergmagasinet, dvs lägre än den befintliga boendesituationen.



Figur 13 Modellering av grundvattentillgången över året för typfall I. Figuren visar grundvattenmagasinets utveckling i området (% av maximal uppfyllnad) under ett år med normal nederbörd (blå linje) samt under ett torrår (grön linje) men har stannat vid 61% permanentboende då 20% av grundvattenmagasinet återstår. Beräkningarna är gjorda månadsvis för 10 på varandra följande år och med en allt större andel permanentboende.

Beräkningarna visar att bebyggelsen kommer att behöva grundvattentillskott från jordlagren i närliggande dalgångar. Eftersom dalgången, Näsdaalen, mitt på Mörtviksudden ligger på en marknivå endast 3-4 m under det aktuella bebyggelseområdet möjliggör detta en påfyllnad av bergmagasinet när grundvattennivån i bergmagasinet sjunker. En beräkning utifrån typfall II är därför betydligt mer rimlig. Den visar att grundvattentillgångarna då är betydligt större än behoven. Även vid konservativa antaganden, såsom att glacialsanden i dalgången endast är vattenmättad i ett 0.5 m mäktigt bottenlager och att leran underlagras av ett 0.3 m tjockt vattenmättat moränlager kommer grundvattenmagasinet att tydligt överstiga behoven vid 100% permanentboende, torrår och ändrat klimat, **figur 14**. Vid torrår och ändrat klimat återstår som minst 32% av grundvattenmagasinet.



Figur 14 Grundvattenmagasinens utveckling vid 100% permanentboende under normalår (blått) och torrår inkl ändrat klimat (grönt) enligt typfall II.

Beräkningarna har varit konservativa men dock inte tagit hänsyn till extra stora uttag i form av bevattning, djurhållning mm. Å andra sidan har beräkningarna inte medtagit en ökad vattenförekomst i berget i de betydande lineament som dalgångarna utgör och som sannolikt lokalt ökar vattenförekomsten i berget. Vattenströmning från dalgången mot bebyggelseområdet gynnas i detta fall av den dominans av sprickor i orientering sydväst-nordost som uppmätts i området (se **figur 6**).

En ytterligare faktor som kan ha stor betydelse för Mörtviksuddens grundvattentillgång är den lilla sjö, Insjön, som är belägen i dalgången strax söder om bebyggelseområdet. Dess vattennivå 9 m.ö.h. antyder att den kan vara en lokal vattenresurs som också under tider av låga grundvattennivåer skulle kunna fylla på bergmagasinen. Av konservativa skäl (säkerhet i bedömningarna) har denna sjö inte medtagit i beräkningarna.

För att noggrannare klarlägga de hydrogeologiska förutsättningarna för ytterligare bebyggelse på Mörtviksudden (förutom för den nu aktuella fastigheten) krävs en mer detaljerad hydrogeologisk studie där jordlagerföljd i Näsdaalen samt djup och jordlagerföljd vid Insjön kartläggs, samt eventuellt med propumpning i Näsdaalen.

## **Vattenkemiska förhållanden**

### **Vattenkemiska risker**

Vattenkemiska förhållanden kan påverkas av antropogena (mänskliga) förhållanden eller naturliga variationer i marken. De antropogena förhållanden som främst skulle kunna påverka vattenkemin är:

- befintliga och tillkommande avloppsanläggningar
- djurhållning och jordbruk
- föroreningar från vägar och övriga verksamheter

De naturliga förhållanden som kan medföra en försämrad grundvattenkvalitet är bland annat:

- hög uran- eller radonhalt
- relik salt grundvatten eller inträngande havsvatten
- hög halt av fluorid
- hög hårdhet

Att göra en prognos för vattnets kemiska egenskaper är betydligt svårare än att bedöma tillgången på grundvatten. Många vattenkvalitetsproblem kan dock åtgärdas genom bland annat konventionell filterteknik och luftning, dock inte en förhöjd salthalt, vilket kräver membranfiltrering som är högst olämpligt vid grundvattenuttag.

Avloppet till den föreslagna bebyggelsen planeras som ett minireningsverk. Dessutom ställs krav på separata ledningar för BDT och WC-avlopp. Eftersom jordlagen är obefintliga eller mycket tunna på fastighet Enkärret 1:254 bör, vid planering av avloppsutsläppet, stor hänsyn tas till befintliga och planerade brunnslägen och inte minst dominerande sprickorienteringar för att minska risken för oönskad påverkan på vattenkvaliteten.

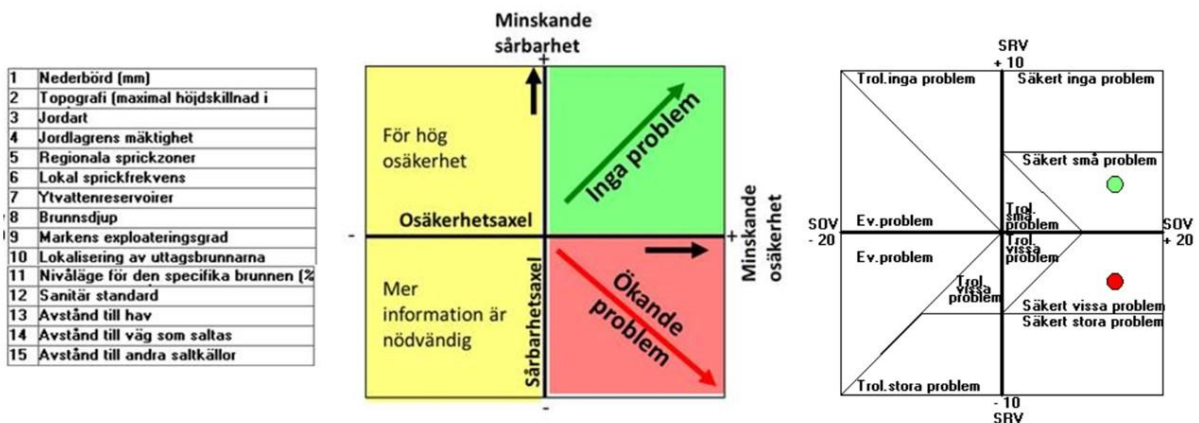
### **RV-beräkning**

En beräkning av sannolikheten för salt grundvatten har genomförts utifrån RV-metoden där 15 naturgivna och tekniska faktorer värderats utifrån statistisk erfarenhet inom Stockholms län. Generellt gäller att hela Stockholms län och särskilt kustkommunerna, bland annat Värmdö kommun, är ett riskområde för salt grundvatten eftersom hela länet periodvis efter senaste istiden täckts av salta eller bräckta hav. Sådant fossilt (relikt) saltvatten kan återfinnas såväl i marina leror som bergssprickor där detta havsvatten inte kunnat sköljas bort. Det innebär att var femte (ca 20%) av de bergbörade brunnarna i Värmdö kommun uppvisar förhöjda kloridhalter. Sannolikheten för salt grundvatten ökar kraftigt med brunnsdjup och markens exploateringsgrad, liksom naturligtvis närhet till Östersjön eftersom direkt havsvatteninträngning även kan förekomma i strandnära miljöer. Det är dock inte helt ovanligt med strandnära brunnar som ändå uppvisar god tillgång på sött grundvatten, särskilt nedanför bergsområden där det finns en tydlig grundvattenströmning från högre belägna områden.

RV-metoden ger dock bara en grov indikation på sannolikheten för salt grundvatten men bedöms ge en realistisk bild för ett bebyggelseområde då den är baserad på statistisk analys av tusentals brunnar i Stockholms län. För en enskild fastighet kan verkligheten således avvika från beräkningen som endast visar huruvida sannolikheten för salt grundvatten är högre eller lägre än vad som är vanligt i Stockholms län.

Resultatet av RV-analysen presenteras i **figur 15**.

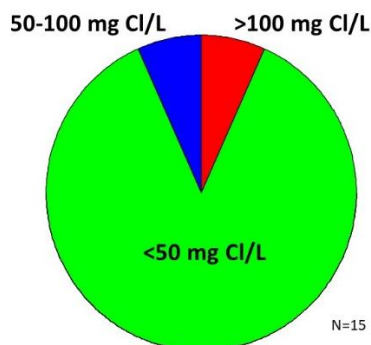




Figur 15 T.v de 15 studerade faktorerna, i mitten en tolkningsmall med ökande sannolikhet för problem neråt i det röda fältet. Faller punkten inom det gula fältet är osäkerheten för stor för bedömning. Resultatet t.h. visar med röd punkt sannolikheten för salt grundvatten vid borrning på fastighet Enkärret 1:254 enligt Typfall I samt med grön punkt enligt Typfall II där grundvatten även flödar från sandområdet i väster.

Beräkningen visar att sannolikheten för salt grundvatten på fastigheten är måttlig och beror på hur flödesvägarna i berget går. För den enskilda brunnen går det inte att med säkerhet avgöra varifrån grundvattnet kommer att tas och därför finns alltid en risk för salt grundvatten.

En sammanställning av salthalterna i 15 st brunnar i regionen där kloridhalt analyserats (figur 16) visar att medianvärdet för klorid är 11 mg Cl/L vilket är lägre än genomsnittet i Stockholms län (17 mg Cl/L) (Engqvist och Fogdestam 1984) och betydligt lägre än medianvärdet av 497 kloridanalyser som finns i Värmdö kommun (25 mg Cl/L).



Figur 16 Sammanställning av 15 kloridanalyser i regionen

Orsaken till att denna del av Värmdö kommun har en tämligen låg andel saltvattenproblem kan vara förekomsten av sandavlagringar med grundvatten som kan fylla på bergmagasinet samt de stora topografiska variationerna som gynnar ett grundvattenflöde av sött grundvatten som trycker ner saltvattnet och motverkar havsvatteninträngning.

## **Diskussion och slutsatser**

Beräkningarna visar att grundvattentillgångarna på östra och centrala delen av Mörtviksudden kommer att vara tillräckliga för den nuvarande bebyggelsen och den planerade tillkommande fastigheten Enkärret 1:254 även under torrår och ändrat klimat. De lokala grundvattentillgångarna i berget i direkt anslutning till bebyggelseområdet, som ligger på en ostsidan av en bergribba, är dock inte tillräckliga för bebyggelsens försörjning under torrperioder, vilket kräver ett tillskott från närliggande dalgång väster om bebyggelsen. Det är sannolikt att ett sådant tillskott förekommer eftersom höjdskillnaden mellan dalgången och bebyggelsen endast är några meter. De geologiska förutsättningarna för detta tillskott är gynnsamma, dels för att jordlagen i dalgången består av glacial sand, dels för förekomsten av bergsprickor i orientering åt nordost.

Stora delar av Mörtviksudden är idag obebyggd och består huvudsakligen av en fastighet Värmdö Grisslinge 1:4. Det finns dock ännu en idag obebyggd fastigheter på sydligaste delen av Mörtviksudden, Värmdö Grisslinge 1:3. Framtida grundvattenuttag på denna fastighet kommer sannolikt inte att påverka vattentillgångarna på det mer nordligt liggande bebyggelseområdet vid Enkärret 1:254. Om ytterligare bebyggelse planeras på norra delen av Mörtviksudden bör en fördjupad hydrogeologisk utredning göras med analys av jordlagerföljder i dalgången (Näsdalen) mitt på udden samt eventuell provpumpning eftersom det aktuella bebyggelseområdet vid Enkärret 1:254 sannolikt är beroende av ett vattentillskott från dalgången under torrperioder och framtida klimatförändringar.

Kvantitativa beräkningar av vattentillgång i berg är behäftade med stora osäkerheter och det är mycket svårt att göra en tillförlitlig avgränsning av ett tillrinningsområde i kristallint, heterogent och sprucket berg. Avgränsningen har i detta fall gjorts medvetet konservativt, dvs med säkerhetsmarginaler för att undvika överskattning av tillgångarna. Beräkningen med programmet GWBal har också utförts utifrån antagande om normal vattenförbrukning enligt Svenskt Vatten, dvs utan vattenbesparande åtgärder. Beräkningen är gjord för permanentboende med 4 personer, för år med normala nederbördsförhållanden samt för tio på varandra följande torrår.

Snålspolande teknik medför att vattenförbrukningen kan begränsas högst betydligt utan märkbar effekt på sanitära förhållanden. Vid bygglovsprövningar bör sådan teknik uppmuntras och om möjligt kravställas. Denna uppmuntran gäller naturligtvis även vid omvandling av befintlig bebyggelse till permanentboende.

Föreliggande hydrogeologiska och översiktliga utredning har beräknat den generella vattentillgången i området för att klargöra om vattentillgångarna i området räcker till för ytterligare en fastighet och syftet har inte varit att ange någon specifik lokalisering av en enskild borrhållning. Vattentillgången i den enskilda brunnen kan variera högst betydligt och går inte att prediktera i detalj. Brunnarna i området har en låg till måttlig specifik kapacitet (angiven i detta fall som brunnskapacitet i relation till brunnsdjup). Det finns dock några mindre lineament (dalgångar och svackor) på fastigheten Enkärret 1:254 (främst i södra och västra delarna) som sannolikt utgör brantstående mindre sprickzoner. Vatten erhålls dock vid brunnsborrning främst från flackt liggande eller lutande sprickor, vilka är svåra att identifiera från markytan.

De vattenkemiska analyser som sammanställts med data från SGU och Värmdö kommun visar att området har en måttlig risk för salt grundvatten och att sannolikheten för salt grundvatten i detta område är lägre än generellt i Stockholms län och Värmdö kommun.

Den sammanlagda bedömningen är att vattenuttag på fastigheten Enkärrret 1:254 inte äventyrar befintlig vattentillgång i området. Om framtida bebyggelse planeras på centrala delen av Mörtviksudden bör en fördjupad hydrogeologisk undersökning genomföras med analys av jordlagerföljder och eventuell provpumpning eftersom nuvarande bebyggelse i anslutning till Enkärrret 1:254 sannolikt är beroende av vattentillskott från sandiga jordlager väster om bebyggelsen.

## **Referenser**

- Earon, R., Olofsson, B., 2018: Earon, R., Olofsson, B.(2018) Hydraulic heterogeneity and its impact on kinematic porosity in Swedish coastal terrains. *Engineering Geology* 245, p 61-71. DOI/10.1016/j.enggeo.2018.08.008.
- Engqvist, P., Fogdestam, B., 1984: Beskrivning och bilagor till hydrogeologiska kartan över Stockholms län. SGU ser Ah nr 6.
- Lantmäteriet 2022: <https://minkarta.lantmateriet.se/>
- Sazvar, P. 2010: Metodik för beräkning och utvärdering av vattentillgång i kustnära områden TRITA LWR Masters Thesis LWR-EX-10-10
- SGU, 2022: <http://www.sgu.se>.
- Svenskt Vatten 2022: <https://www.svensktvatten.se/fakta-om-vatten/dricksvattenfakta/140-liter-per-person-och-dygn/>
- Värmdö kommun 2022: Översiktsplan 2022-2035, antagen 2022-06-22. <https://kartor.varmdo.se/portal/apps/MapSeries/index.html?appid=9d5d63dfa9d648a88a09174a59a8004d>

