



Staffan Stafström  
staffan.stafstrom@varmdo.se  
08-570 474 29  
Enhetschef

Bygg-, miljö- och hälsoskyddsnämnden

## Tjänsteskrivelse

### Utvärdering av grundvattentillgång i Värmdö kommun, samt tillståndsplikt för att anlägga ny grundvattentäkt samt anmälningsplikt för befintlig grundvattentäkt

#### Beslutsnivå

Kommunfullmäktige för beslutspunkt 1

Bygg-, miljö- och hälsoskyddsnämnden beslutspunkterna 2-5.

#### Förslag till beslut

Bygg- och miljöavdelningen föreslår bygg-, miljö- och hälsoskyddsnämnden (nämnden) besluta att

1. tillståndsplikt för att anlägga ny grundvattentäkt samt att anmälningsplikt för befintliga grundvattentäkter införs i de delar av kommunen där grundvattensituationen är otillfredsställande (där ett uttag om upp till 500 liter per dygn är ett maximalt hållbart uttag "lila till och med gult", se karta nr 6 i bilaga 1) samt i kustnära områden/kustzonen (0 till 100 meter från strandlinjen).  
De sju områden som redan idag har sådan tillståndsplikt samt anmälningsplikt berörs inte av denna beslutspunkt (orangemarkerade områden i bilaga 2).
2. i de områden där grundvattensituationen är otillfredsställande (där ett uttag om upp till 500 liter per dygn är ett maximalt hållbart uttag, se karta nr 6 i bilaga 1) ska prövning av ärenden om grundvatten föregås av en fackmannamässigt utförd utredning (till exempel långtidsprov-pumpning i tre veckor).

3. karta 6 i bilaga 1 används som riktlinje för begränsning av uttag av grundvatten vid provning av ärenden om grundvattentäkter. Uttag högre än den rekommenderade nivån i karta 6 ska inte tillåtas om inte en fackmannamässigt utförd utredning påvisar annat.
4. Svensk ekologikonsults rekommendationer kring hur nya djupborrade brunnar bör anläggas antas som riktlinje vid tillståndsansökningar i områden där tillståndsplikt för ny grundvattentäkt föreligger.
5. hemställa beslutspunkt 1 till kommunfullmäktige samt att detta samordnas med ärendet "*Lokala föreskrifter för att skydda människors hälsa och miljön*" (diarienummer BMK.2015.1767). Antar kommunfullmäktige beslutspunkt 1 förs detta in i de lokala föreskrifterna för att skydda människors hälsa och miljön.

## Stöd för beslut

9 kap 10 § samt 2 kap 3§ miljöbalken.

## Ärendet

På uppdrag av bygg- och miljöavdelningen har Svensk Ekologikonsult AB genomfört en utredning av övergripande grundvattentillgång i kommunens olika delar (bilaga 1).

Utredningen syftar till att utvärdera grundvattentillgång i förhållande till vattenuttag från fastigheter, inom kommunens olika delområden. Dessutom identifieras områden där risk för överuttag föreligger och hållbara uttagsnivåer beräknas.

## Rekommendationer från rapporten:

- Undersökningen har identifierat ett antal områden där grundvattenbudgeten redan idag är ansträngd. Grundvattenuttag bör anpassas efter områdets grundvattenbudget för att säkerställa att överuttag inte sker. I områden där det hållbara uttaget är lågt är det därför lämpligt att göra kompletterande utredningar och provtagning för att utvärdera en mer exakt uttagsbegränsning.
- Saltvatteninträngning från havet uppstår generellt i kustnära områden (framförallt inom 100 m från havet), särskilt i områden där större sprickor mynnar i havet. K-konsult undersökning från 80-talet har visat att berggrunden i Värmdö kommun genomkorsas av ett betydande antal sprickor, varför särskild försiktighet bör tillämpas i kustzonen.
- I områden där det hållbara grundvattenuttaget är lågt (t.ex. < 500 l/dygn) eller där risken för saltvattenpåverkan är stor (inom 100 meter från havet) bör försiktighetsmått vidtas. Detta kan göras t.ex. genom tillämpning av tillståndsplikt för nyetablering av brunnar och anmälningsplikt för

befintliga brunnar.

- Övervakningsprogram av vattenkvalitet och kvantitet i känsliga områden kan medföra möjlighet att upptäcka negativa trender och även användas för att följa upp effekter av genomförda åtgärder. Denna typ av program kan utformas för att dels följa grundvattnets nivåförändringar och dels vattnets kemi (inklusive kloridhalt). Detta kan knytas till tillstånden för brunnsborrning genom att provtagning genomförs enligt livsmedelsverkets rekommendationer (vattenkemi analyseras minst vart 3:e år) och löpande övervakning av grundvattennivån.
- Innan en ny brunn borrar bör närliggande brunnars djup och eventuell saltvattenpåverkan beaktas för att undvika att försämra vattenflöde i kringliggande brunnar, och även för att minimera risk för saltvatteninträning.
- Det faktum att brunnars djup påverkar risken för saltvattenpåverkan bör beaktas vid tillstånd för brunnsborrning. Hur risk för saltvatteninträning ökar med brunnsdjupet varierar stort mellan områden, varför det inte finns några fastslagna riktlinjer för rekommenderade maxdjup. Istället föreslås en initial djupbegränsning vid brunnsborrning till 40-50 meter. Om inte tillräckligt vattenflöde uppnås vid detta djup bör borrhålet först högtrycksspolas alt. trycksätts för att rensa sprickor och därigenom öka flödet. Om flödet fortfarande inte är tillräckligt kan härefter brunnsdjupet utökas efter samråd med kommunen. Under brunnsborrningen bör kloridhalter övervakas löpande genom provtagning ca var 5-10 meter.
- Vartefter kommunen exploateras och befolkningsmängden ökar bör grundvattentillgången beaktas för att undvika överuttag.
- Information till boende i områden med grundvattenproblematik är viktig för att skapa förståelse bland fastighetsägarna och tydliggöra problematiken. Detta i sin tur kan underlätta implementering av begränsningar och provtagningskrav.

## Bygg- och miljöavdelningens bedömning

Grundvatten är en av våra viktigaste naturtillgångar och vårt viktigaste livsmedel. Tillgången till rent vatten är angeläget för alla. I Värmdö kommun är grundvatten tillsammans med avlopp det högst prioriterade lokala miljömålet. Det finns utöver detta lokala miljömål ett nationellt miljömål som berör grundvatten: "*Grundvatten av god kvalitet*". Det nationella miljömålet definieras:

*Grundvattnet ska ge en säker och hållbar dricksvattenförsörjning samt bidra till en god livsmiljö för växter och djur i sjöar och vattendrag. Delmål 5: Grundvattennivåerna är sådana att negativa konsekvenser för vattenförsörjning, markstabilitet eller djur- och växtliv i angränsande ekosystem inte uppkommer.*

Avdelningen anser att kommunen behöver skydda grundvattnet i kommunen för att över tid kunna säkerställa att så många som möjligt ska kunna nyttja ett

grundvatten av god kvalitet och kvantitet. Utan tillståndsplikt och anmälningsplikt har inte kommunen någon möjlighet att vidta åtgärder om problem uppkommer med grundvattnet. Att införa tillståndsplikt och anmälningsplikt skulle dessutom öka kommunens möjlighet att uppfylla de lokala och nationella miljömålen.

9 kapitlet 10 § i miljöbalken ger kommunen rätt att föreskriva tillståndsplikt respektive anmälningsplikt:

*""Anläggning för grundvattentäkter skall inrättas och användas på ett sådant sätt att olägenheter för människors hälsa inte uppkommer. Om det inte krävs tillstånd enligt 11 kap., får en kommun föreskriva att det ändå skall krävas tillstånd av kommunen eller anmälan till denna för att inrätta och använda en ny anläggning för grundvattentäkt i områden där knapphet på sött grundvatten råder eller kan befaras uppkomma. Detta gäller om det behövs för att hindra att olägenheter för människors hälsa skall uppkomma. Kommunen får också föreskriva anmälningsplikt för sådana anläggningar som redan finns inom angivna områden."*

I dagsläget finns tillståndsplikt för att anlägga ny dricksvattentäkt och anmälningsplikt för befintliga vattentäkter i sju områden inom kommunen (se bilaga 2). Avdelningen anser att fler områden i kommunen bör få tillståndsplikt och anmälningsplikt så att kommunen får möjlighet till kontroll för att skydda grundvattenresursen. I dagsläget (utanför de sju områdena med tillståndsplikt idag) kan vem som helst borra en brunn var som helst och hur djupt som helst för sin enskilda dricksvattenförsörjning.

Utredningen Svensk Ekologikonsult utfört på uppdrag av avdelningen visar att många områden inom kommunen har en mycket problematisk grundvattensituation. Nyexploatering av fastigheter i dessa områden kan få stora negativa konsekvenser för de som redan nyttjar och bebor dessa områden. Det kan i områden innebära en kapprustning där fastighetsägare borrar djupare och djupare för att komma åt det värdefulla grundvattnet, detta på bekostnad av redan befintliga brunnars kvalitet och kvantitet.

För att få möjlighet att kunna skydda grundvattenresursen i områden med problem anser avdelningen att tillståndsplikt och anmälningsplikt måste införas i de områden som har den mest otillfredsställande situationen. De områden som har den mest otillfredsställande grundvattensituationen definieras som de områden där ett uttag om 0 upp till 500 liter per fastighet och dygn är bedömt som maximalt hållbart uttag (se karta 6 i bilaga 1). På grund av den alltid höga risken för brist och/eller saltvatteninträngning i kustzonen (definieras som 100 meter upp på land från strandlinjen) bör tillståndsplikt och anmälningsplikt införas i denna zon inom hela kommunen.

Avdelningen anser att Svensk Ekologikonsults rekommendation för hur en ny brunn ska borrar ska fungera som riktlinje vid tillståndsansökningar i områden där tillståndsplikt för ny grundvattentäkt föreligger. Svensk Ekologikonsults rekommendation lyder: *Istället föreslås en initial djupbegränsning vid brunnsborrning till 40-50 meter. Om inte tillräckligt vattenflöde uppnås vid detta djup bör borrhålet först högtrycksspolas alt. trycksättas för att rensa sprickor och därigenom öka flödet. Om flödet fortfarande inte är tillräckligt kan härefter*

*brunnsdjupet utökas efter samråd med kommunen. Under brunnsborrningen bör kloridhalter övervakas löpande genom provtagning ca var 5-10 meter".*

Avdelningen anser att nyexploatering och provning av ärenden om grundvatten alltid ska föregås av en fackmannamässigt utförd utredning. En fackmannamässigt utförd utredning innebär oftast långtidsprovpumpning i tre veckor där omgivande brunnar övervakas samt analyseras. Ser man under provpumpningsperioden att omkringliggande brunnar påverkas avbryts provpumpningen. Detta tillvägagångssätt är det absolut bästa för att kunna klargöra om en ny dricksvattenbrunn påverkar de redan befintliga grundvattentäkterna.

Avdelningen anser att uttagsnivåerna som visas i karta 6 i bilaga 1 ska användas som riktlinje för uttagsbegränsning. För att kunna medge större uttag måste en fackmannamässigt utförd utredning påvisa att så kan ske utan risk för omkringliggande grundvattentäkter.

## BYGG- OCH MILJÖAVDELNINGEN

Jelinka Hall  
Avdelningschef

Staffan Stafström  
Enhetschef

### Bilagor:

Bilaga 1 - Utvärdering av grundvattentillgång

Bilaga 2 - Karta över befintliga områden med tillståndsplikt samt anmälningsplikt

### Sändlista:

Kommunstyrelsen

# Utvärdering av grundvattentillgång i Värmdö kommun



VÄRMDÖ KOMMUN



**Svensk  
Ekologikonsult AB**

2015-03-05



# Rapport

## Utvärdering av grundvattentillgång i Värmdö kommun

2015-03-05

### Beställare

#### Värmdö kommun

Bygg- och miljöavdelningen  
Skogsbovägen 9-11  
134 81 Gustavsberg  
Telefon 08-570 470 00

### Utförare

#### Svensk Ekologikonsult AB

[www.svenskekologi.se](http://www.svenskekologi.se)

Org. nr. 556840-5889

Skallgångsbacken 4  
163 54 Spånga



**Svensk  
Ekologikonsult AB**

### Författare

Fil Dr. Erik Mörk

073-9820115

[erik@svenskeologi.se](mailto:erik@svenskeologi.se)

Fil Dr. Gustaf Lilliesköld Sjöo

070-4822953

[gustaf@svenskeologi.se](mailto:gustaf@svenskeologi.se)

Fil Dr. Göran Samuelsson

073-9630097

[goran@svenskeologi.se](mailto:goran@svenskeologi.se)





## Sammanfattning

Grundvatten är en viktig naturresurs och används ofta för hushållens vattenbehov, men är också en viktig resurs i naturen, där det ytliga grundvattnet har en stor betydelse för växter och djur. Grundvattnets kvalitet omfattas av EU:s Vattendirektiv och dess kemiska och kvantitativa status skall efterleva gällande miljökvalitetsnormer. "Grundvatten av god kvalitet" är ett av de 16 nationella miljökvalitetsmålen, vilket även återspeglas i kommunens miljömål att hushålla med grundvattnet samt behålla en levande kust och skärgård.

I vissa delar av Värmdö kommun är uttaget av grundvatten större än vad grundvattenförekomsterna klarar av, vilket inom vissa områden lett till sjunkande grundvattennivåer, vattenbrist och ökad risk för saltvatteninträngning. För att minska risken för ytterligare grundvattenbrist har Värmdö kommun infört en generell uttagsbegränsning på 500 l/dygn i områden där risken för saltvatteninträngning bedömts vara stor. Eftersom problem med saltvatteninträngning fortfarande kvarstår kan den föreslagna gränsen antas vara otillräcklig i vissa områden, medan andra områden med bättre förutsättningar kan medges ett större uttag.

Den aktuella utredningen syftar till att utvärdera grundvattentillgång i förhållande till vattenuttag från fastigheter, inom kommunens olika delområden. Dessutom identifieras områden där risk för överuttag föreligger samt hållbara uttagsnivåer föreslås för enskilda områden. Utvärderingen kan även tjäna som kunskapsbas för framtagande av framtida regler och policybeslut.

Värmdö är en skärgårdskommun varför många boende av naturliga skäl vill bo nära vattnet. De flesta permanentboende är lokaliserade längs kusterna på fastlandet, medan fastigheter i skärgården framförallt utgörs av fritidsbostäder. Grundvattentillgången och risken för saltvattenpåverkan i delar av kommunen har tidigare undersökts av K-konsult under 80-talet. Den tidigare undersökningen har beräknat en grundvattenbudget och tagit hänsyn till förekomst av sprickor för att göra en subjektiv bedömning av risk för saltvatteninträngning i de utredda områdena. Den föreliggande studien fokuserar istället på tillgång till nybildat grundvatten och förespråkar en generell försiktighet vid brunnsborrning i kustnära områden (framförallt inom 100 meter från kusten) för att undvika saltvattenpåverkan.

Resultaten visar att fördelningen av fastigheter medför att vattenförbrukningen är störst längs fastlandets kustremsor, vilket i sin tur medfört att det är i dessa områden grundvattenbudgeten är hårdast nyttjad. Eftersom nybildning av grundvatten och vattenuttag inte är jämt fördelade över året riskerar akviferen (grundvattenmagasinet) att tömmas helt under sommaren. Detta innebär att ett månadsmedelvärde baserat på årsbudgeten för grundvattenbildning inte kan tillämpas för att definiera ett hållbart uttag. Istället har en nyttjandegrad av grundvattenbudgeten om maximalt 60 % föreslagits, vilket medför både marginal för överskattning av grundvattenbildningen och lämnar ett visst utrymme för den grundvattensänkning som sker under sommaren. Det finns idag ett större antal områden i kommunen där mer än 60 % av den beräknade grundvattenbudgeten nyttjas, och i en del områden till och med mer än 100 %. Ett så stort nyttjande riskerar att medföra minskad grundvattentillgång och ökad risk för saltvattenpåverkan, särskilt i kustområdena.

Särskild risk för saltvatteninträngning i grundvattnet föreligger i kustnära områden där sprickor i berggrunden kan medföra att det normala utflödet av grundvatten ändras till ett inflöde av



havsvatten vid stora uttag. Inträngning av recent saltvatten sker oftast inom 100 m från strandlinjen, men i vissa fall upp till 300-500 m inåt land. Sprickkarteringar utförda i samband med K-konsults utredningar under 80-talet visar att kommunens berggrund genomkorsas av ett stort antal sprickor, där många har förbindelse med havet. Detta innebär en ökad risk för saltvatteninträngning i kommunens kustområden, även i områden där den teoretiska nybildningen av grundvatten är stor.

Risken för att recent eller relik saltvatten ska påverka brunnsvatten ökar med brunnens djup, varför det kan vara problematiskt att fastighetsägare tenderar att borra djupare brunnar när grundvattentillgången är dålig. Det finns ett stort antal brunnar i kommunen som är djupa (närmare 100 meter och över) och även ett stort antal brunnar med mycket låg vattenföring. Dessa brunnar är spridda över kommunen och förekommer såväl i skärgården som på fastlandet.

Ett hållbart vattenuttag har beräknats för kommunens olika avrinningsområden, baserat på att inte mer än 60 % av det nybildade grundvattnet nyttjas. Det hållbara uttaget varierar inom kommunen och visar att den idag gällande begränsningen på 500 l/dygn kan vara otillräcklig i vissa områden, medan begränsningen kan vara onödigt hård i andra. Beräkningarna i modellen är till stor del baserade på teoretiska värden varför komplettering med fältmätningar skulle öka noggrannheten i resultaten.



# Innehåll

Sammanfattning.....	4
Uppdraget.....	7
Bakgrund och Teori .....	7
Grundvattenbildning .....	8
Grundvattnets Avrinningsområden.....	10
Områden med ökad risk för saltvatteninträngning.....	10
Koppling mellan brunnar .....	11
Material och metoder .....	13
Definition av relevanta områden .....	13
Grundvattenbildning .....	14
Vattenuttag i förhållande till boendeform .....	14
Grundvattenbudget.....	16
Hållbart grundvattenuttag.....	17
Saltvattenpåverkan .....	17
Brunnars djup och vattenföring .....	18
Resultat och Diskussion.....	19
Grundvattenbudget.....	19
Hållbart vattenuttag.....	20
Saltvattenpåverkan .....	22
Brunnars djup och vattenföring .....	23
Begränsningar i modellen.....	25
Sammantagen bedömning och slutsatser .....	26
Rekommendationer.....	27
Referenser .....	29

Bilagor 1-8: Kartor 1-8 i A4 format.



# Uppdraget

På uppdrag av Värmdö kommun har Svensk Ekologikonsult AB genomfört en utredning av övergripande grundvattentillgång i kommunens olika delar.

Den aktuella utredningen syftar till att utvärdera grundvattentillgång i förhållande till vattenuttag från fastigheter, inom kommunens olika delområden. Dessutom identifieras områden där risk för överuttag föreligger och hållbara uttagsnivåer beräknas. Utvärderingen kan även tjäna som kunskapsbas för framtagande av framtida regler och policybeslut.

## Bakgrund och Teori

Grundvatten är en viktig naturresurs och används ofta för hushållens vattenbehov, men är också en viktig resurs i naturen, där det ytliga grundvattnet har en stor betydelse för växter och djur. Vidare är grundvattnet en del i vattnets naturliga kretslopp och en stor del av jordens sötvattensresurser är uppbundna i marken. Grundvattnets kvalitet omfattas av EU:s Vattendirektiv och dess kemiska och kvantitativa status skall efterleva gällande miljökvalitetsnormer. "Grundvatten av god kvalitet" är ett av de 16 nationella miljökvalitetsmålen, vilket även återspeglas i kommunens miljömål att hushålla med grundvattnet samt behålla en levande kust och skärgård.

I vissa delar av Värmdö kommun är uttaget av grundvatten större än vad grundvattenförekomsterna klarar av, vilket inom vissa områden leder till sjunkande grundvattennivåer, vattenbrist och ökad risk för saltvatteninträngning. Ökat antal fastigheter, ökad andel permanentboende och ett stort antal fastigheter i kustnära områden kan leda till försämring av situationen över tid. Detta har resulterat i att saltvatteninträngning i borrhade brunnar blivit ett omfattande problem, och ca 30 % av de borrhade brunnarna i kommunen bedöms redan vara saltvattenpåverkade (Värmdö kommun 2015). Generellt anses kloridhalter som överstiger 50 mg/l indikera påverkan från saltinträngning.

Risk för saltvatteninträngning i grundvattnet utreddes under 1980-talet av K-konsult och följdes sedan upp under 2005. Dessa utredningar utvärderar grundvattentillgången utifrån geologiska förhållanden och folkmängd inom definierade områden för grundvattenbildning. Utredningen är väl genomförd, men den snabba utvecklingen i kommunen under de senaste 30 åren, till följd av ökad folkmängd och större andel permanentboende, har medfört att en ny utredning behöver genomföras. K-konsults utredning är manuellt utförd då digitala GIS-verktyg inte fanns tillgängliga vid tiden för utförandet. Resultaten från denna utredning visade att en stor del av kommunen löpte "stor risk för saltvatteninträngning i grundvattnet" redan under 1980-talet. Huvuddelen av riskområdena återfinns längs kustremorna där tät bebyggelse sammanfaller med ogynnsamma grundvattenförhållanden.

För att minska risken för ytterligare grundvattenbrist har Värmdö kommun infört en generell begränsning på 500 l/dygn i områden där risken för saltvatteninträngning bedömts vara stor. Eftersom problem med saltvatteninträngning fortfarande kvarstår kan den föreslagna gränsen antas vara otillräcklig i vissa områden, medan andra områden med bättre förutsättningar kan medge ett större uttag.



## Grundvattenbildning

Grundvattenbildning brukar grovt definieras som nederbörd minus evaporation (avdunstning) och transpiration (avgiven vattenånga från växter). Detta benämns ofta som den effektiva nederbörden. Den effektiva nederbörden i Stockholmsregionen uppgår till mellan 200-300 mm/år (SGU 2009), vilket innebär en grundvattenbildning om 2000-3000 kubikmeter per hektar. Denna beräkning ger en indikation på de vattenmängder som finns tillgängliga för infiltration i mark och perkolation i underliggande berggrund. En stor del av grundvattnet övergår sedan i vattenförekomster (sjöar och vattendrag) eller rinner ut i havet. Andelen av det bildade grundvattnet som finns tillgängligt för uttag beror till stor del på den lokala geologin. Jordlagrens mäktighet och porositet påverkar hur mycket som kan lagras i den ytliga akviferen. Det underliggande bergets geologi och sprickförekomst avgör sedan hur mycket vatten som kan infiltrera ner till djupa akviferer (SOU 2001). Detta innebär att tunna jordlager, eller berg i dagen, ofta medför en mindre grundvattenbildning till bergets djupa akvifer (SOU 2001). Darcys lag beskriver hastigheten med vilken vatten flödar genom porösa medium såsom jord och berg. Vid beräkning av flödeshastigheten för vattentäkter används den variant av formeln som beskriver omättade vattenflöden (se nedan). Denna formel tar även hänsyn till vattenhalten som varierar till följd av uttagets storlek.

$$\text{Darcys lag: } Q = -K(\theta)A \frac{dh}{dL}$$

Där:

Q=vattenflöde (m<sup>3</sup>/S)

K = hydraulisk konduktivitet (m/s)

A= tvärsnittsarea (m<sup>2</sup>)

dh/dL = hydraulisk konduktivitet

θ = vattenhalt i marken

Detta innebär att t.ex. grus har ett relativt hög vattenflöde medan lager av lera i stort sett helt kan förhindra genomsläpp av vatten p.g.a. sin låga hydrauliska konduktivitet (potential för vattentransport).

Värmdö kommuns geologi utgörs till stora delar av tunna jordlager, vilket är än mer påtagligt i de tätbefolkade kustområdena. Då dessa geologiska förutsättningar medför begränsad tillgång till ytligt grundvatten tar en stor del av kommunens enskilda vattentäkter sitt vatten ur bergborrade brunnar. Grundvattentillgången i berget blir som störst när berget är rikt på sprickor som har god förbindelse med varandra. Detta innebär att olika bergarter, av olika ålder, har varierande egenskaper gällande transport och lagringskapacitet av grundvatten. Även topografin påverkar grundvattenbildningen då vattnet rinner av snabbare från branta områden än från flacka, vilket medför att exponeringstiden och därmed grundvattenbildningen generellt är mindre i branta områden. Mängden grundvatten som bildas i berggrunden varierar därmed stort och kan vara svår att beräkna.

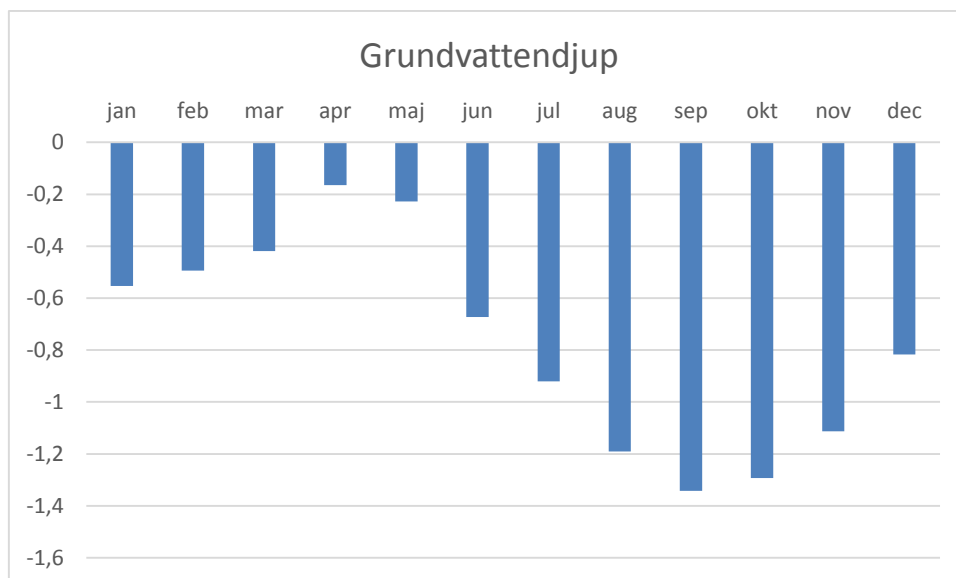
Berggrunden i Värmdö består till stora delar av kristallint berg (bergarter som gnejs och granit). I denna typ av berggrund antas bildning av djupt grundvatten uppgå till ca 20 mm/år (Gustafson 1988,



Rohde och Bockgård 2006), vilket skulle motsvara ca 10 % av den ytliga grundvattenbildningen. Denna skattning stämmer överens med SGU:s överslagsberäkning där grundvattenbildningen till berggrunden i Sverige bedöms utgöra ca 10 % av grundvattenbildningen till täckande jordlager (SGU 2014). Denna siffra representerar dock ett värde som beräknats utifrån en berggrund med relativt tjockt överliggande jordtäcke. Den grundvattenbildning som sker i områden som domineras av tunna eller obefintliga jordlager kan förväntas vara mindre, där t.ex. områden med stora delar hållmark har uppvisat så låga infiltrationsvärden som ned emot 1 % (SOU 2001). Värmdö kommun består till stora delar av mark med tunna jordtäcken, och längs kusterna av stora delar hållmark. Därmed kan grundvattenbildningen (i bergets djupa akvifer) förväntas vara någonstans mellan 1 - 10 % av den effektiva nederbörden.

Även om bara en liten del av det ytliga grundvattnet transporteras ned i berggrunden finns det en tydlig koppling mellan nederbördsmönster och det grundvatten som finns tillgängligt djupare ned i berget. Detta medför en säsongsvariation där mängden tillgängligt grundvatten minskar under perioder med låg nederbörd. Detta mönster påverkas även av växternas vattenbehov då de har en betydande vattenförbrukning under växtsäsongen (maj-oktober). Upptaget tillsammans med betydande evaporation och transpiration medför att en stor del av den nederbörd som faller under denna period inte finns tillgänglig för infiltration till grundvattnet. Detta mönster förstärks ytterligare av att växtsäsongen sammanfaller med ökad befolkningsmängd i sommarstugeområden, vilket medför ett ökat uttag av grundvatten under sommarhalvåret. Säsongsvariationen i grundvattenbildning och vattenuttag ger upphov till ett tydligt mönster där grundvattennivån förändras över året (figur 1).

**Figur 1.** Grundvattennivåns utveckling (i meter) över året vid SGU:s grundvattenstation Vaxholm 55-12. Stationen vid Vaxholm är den i SGUs trendövervakning för grundvatten som ligger närmast Värmdö.



Grundvattentillgången är generellt störst efter snösmältningen i april varefter den sjunker under hela växtsäsongen, för att återigen öka efter sommaren. Denna variation i grundvattentillgång kan

förväntas vara starkare i områden med begränsad lagringskapacitet och ett stort antal fritidsboende, då dessa ökar grundvattenuttaget under den kritiska sommarperioden. Eftersom nybildning av grundvatten och vattenuttag inte är jämt fördelade över året riskerar akviferen att tömmas helt under sommaren. Detta innebär att ett månadsmedelvärde baserat på årsbudgeten för grundvattenbildning inte kan tillämpas för att definiera ett hållbart uttag.

För att säkerställa en bestående grundvattentillgång är det nödvändigt att beräkna en grundvattenbudget för enskilda avrinningsområden. Budgeten innebär att uttaget inte får överstiga den årliga grundvattenbildningen. Beroende på grundvattenakviferens storlek kan det ta olika lång tid innan ett överuttag ger märkbara effekter på vattenflöde eller saltvatteninträngning. I områden med små akviferer innebär överskridning av budget att akviferen töms och brunnarna riskerar att tömmas. Detta kan i sådana områden gå relativt fort, medan i områden med stora akviferer behöver inte överskridande av grundvattenbudgeten ha lika omedelbara effekter då uttaget är litet i relation till magasinets totalvolym. Däremot innebär ett överuttag under lång tid att grundvattenmängden i magasinet minskar och på sikt kommer att tömmas. När akviferernas vattennivåer drastiskt minskas eller töms sjunker trycket som normalt motstår saltvatten från att strömma in i kustnära akviferer. I enlighet med en metod som tagits fram av IVL (IVL Svenska Miljöinstitutet) för beräkning av grundvattenbalans bedöms risk för saltvatteninträngning föreligga om vattenförbrukningen är större än 60 % av nybildningen. Detta gränsvärde baseras på en pilotstudie från Norrtälje kommun och avses att även kunna användas i andra kustkommuner (Sund och Bergman 1990). Genom att endast utnyttja en viss del (t.ex. 60 %) av vattenbudgeten erhålls både marginal för den grundvattensänkning som sker under sommaren samt ett visst utrymme för överskattning av grundvattenbildningen eller underskattning av grundvattenuttag. Dessutom skapar detta en buffert för den lägre grundvattenbildning som uppstår under torrår.

### **Grundvattnets Avrinningsområden**

Grundvattenförekomsternas storlek varierar beroende på topografi och geologiska förutsättningar. Även om grundvattenförekomster är beroende av nederbörd inom ovanförliggande avrinningsområden har de inte alltid samma gränser då grundvattenförekomster kan vara sammankopplade av sprickor som löper under ytvattendelarna. Noggrann definition av relevanta grundvattenområden är dock komplicerat och kräver att förekommande geologiska lagars utbredning och sprickors konnektivitet (förbindelse med andra vattenförande sprickor) kartteras. Generellt följer dock grundvattnets rörelser normalt områdets topografi, varför ett definierat avrinningsområde för ytvatten även kan ge en god indikation på tillrinningsområdet för grundvattenförekomster.

### **Områden med ökad risk för saltvatteninträngning**

Även vatten som inte påverkats av saltvatteninträngning kan innehålla klorid, det är dock ovanligt att opåverkat vatten uppvisar halter över 20 mg/l (Naturvårdsverket 1999). Halter som överstiger 50 mg/l anses indikera påverkan från saltinträngning. När halterna överstiger 100 mg/l anses vattnet tjänligt som dricksvatten, men med anmärkningen att det kan börja medföra korrosion i ledningar och liknande.



När uttaget av grundvatten i ett område blir för stort sänks grundvattentrycket som då riskerar att bli lägre än trycket från havets saltvatten. Detta kan i sin tur medföra att det naturliga grundvattenflödet rubbas och salt havsvatten börjar strömma in i grundvattenmagasinet (Julstad 1990). Sådan risk för inträngning av saltvatten från havet (recent havsvatten) är särskilt stor om det finns större sprickor i berget som löper ut i havet. Inträngning av recent saltvatten sker framförallt inom 100 m från strandlinjen, men i vissa fall upp till 300-500 m inåt land (Tilly-Leander 1990). Sprickkarteringar utförda i samband med K-konsults utredningar under 80-talet visar att kommunens berggrund genomkorsas av ett stort antal sprickor, där många har förbindelse med havet. Detta innebär en ökad risk för saltvatteninträngning i kommunens kustområden, även i områden där den teoretiska nybildningen av grundvatten är relativt stor.

Till följd av den ökade risken för saltvatteninträngning i djupa brunnar kan det vara mer fördelaktigt att ha flera grunda brunnar, spridda över ett större område, än enstaka djupa (som ofta används av samfälligheter) (Länsstyrelsen i Stockholms Län 2004). Saltvatteninträngning kan också uppstå till följd av uppträngning av relict saltvatten. Detta är saltvatten som trängt in i berget och bildat grundvatten under tidigare geologiska perioder då området legat under havsytan. Den högsta nivå som havsvattnet någon gång nått kallas den marina gränsen. I områden belägna under den marina gränsen kan relict saltvatten potentiellt förekomma. Det relikta saltvattnet förekommer normalt under det söta grundvattnet, varför djupborrade brunnar som ligger på låg höjd generellt löper större risk för saltvatteninträngning än brunnar som ligger på en högre höjd över havet. I Stockholms Län har brunnar nära vattenytan (0-4 m.ö.h.) ofta visat sig ha avsevärt högre salthalter än brunnar i högre liggande terräng (Länsstyrelsen i Stockholms Län 2004).

Störst risk för saltvatteninträngning föreligger på mindre öar då dessa har en liten landmassa som är omgiven av havet på alla sidor. Under sådana öar bildas en lins av grundvatten, vars storlek är relaterad till landmassans yta och förutsättningar för grundvattenbildning. Vid uttag av grundvatten minskar linsens volym och risken att borrhålet skall kontamineras av saltvatten ökar. Denna risk ökar med borrhålets djup, och för djupt borrade brunnar riskerar att punktera linsen och därmed kontaminera grundvattenförekomsten. Länsstyrelsen i Stockholms läns utredning av salt grundvatten i länets kust- och skärgårdsområden visar referenser på att saltvattenuppträngning ökar markant då brunnsdjupet överstiger 80 m (Länsstyrelsen i Stockholms Län 2004).

Det faktum att brunnars djup påverkar risken för saltvattenpåverkan bör beaktas vid tillstånd för brunnsborrning. Hur risk för saltvatteninträngning ökar med brunnsdjupet varierar stort mellan områden, varför det inte finns några fastslagna riktlinjer för rekommenderade maxdjup. Istället föreslår socialstyrelsen (Socialstyrelsen 2006) en initial djupbegränsning vid brunnsborrning till 40-50 meter. Om inte tillräckligt vattenflöde uppnås vid detta djup bör borrhålet först högtrycksspolas alt. trycksättas för att rensa sprickor och därigenom öka flödet. Under brunnsborrningen bör kloridhalter övervakas löpande genom provtagning.

### Koppling mellan brunnar

Inom grundvattenförekomster med god konnektivitet kan vattentillgång i enskilda brunnar vara förbundna med varandra. Det är dock sprickornas förekomst och mönster som avgör hur brunnarna är sammanbundna, varför närliggande brunnar inte nödvändigtvis påverkar varandra, även det medför ökad sannolikhet. Denna koppling mellan brunnar innebär att stora uttag ur brunnar med





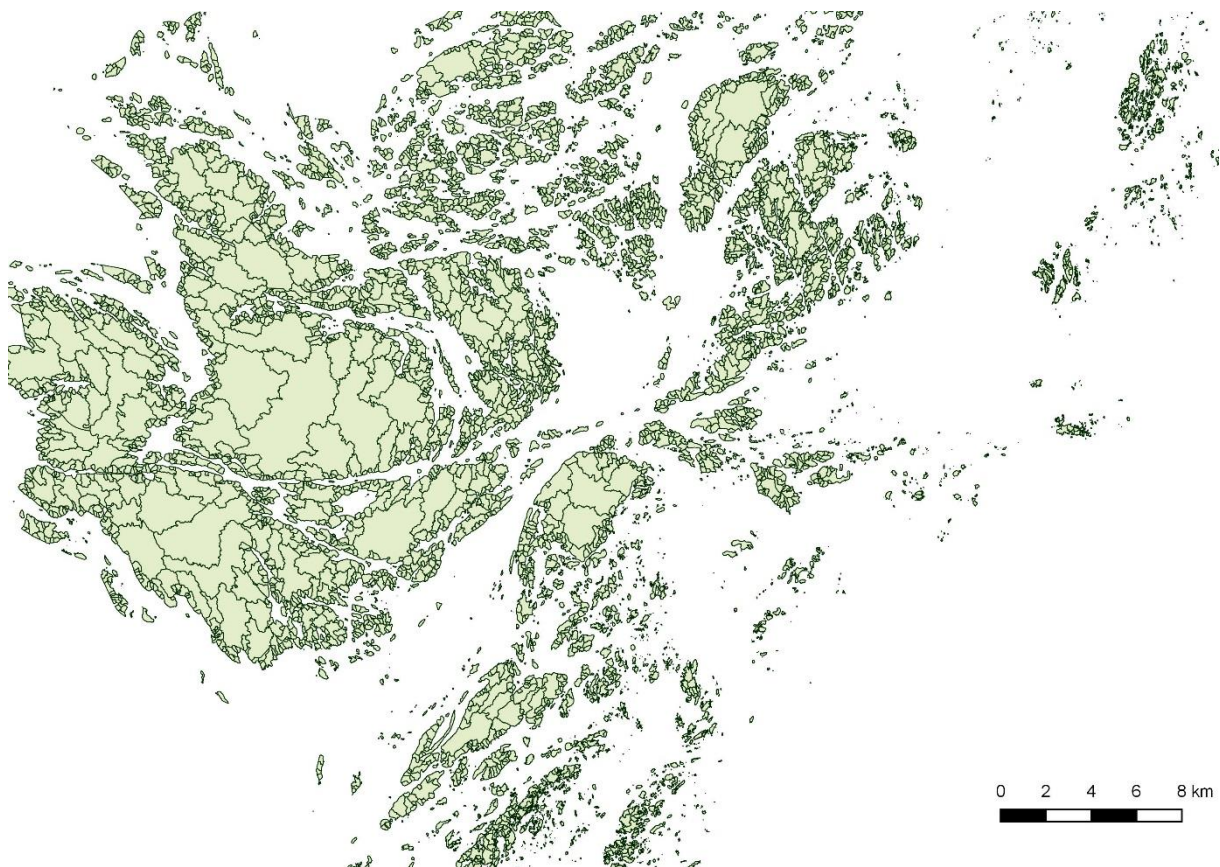
god vattentillgång riskerar att torka ut brunnar med sämre tillgång. Brunnar som är djupare än övriga brunnar i vattenförekomsten kan sänka vattennivån till nivåer som ligger under övriga brunnars räckvidd. Överuttag i djupa brunnar ökar också risken för saltvatteninträngning i grundvattenförekomsten, vilket kan komma att påverka samtliga brunnar som nyttjar denna. När saltvatteninträngning väl skett kan det ta mycket lång tid (decennier) innan grundvattnet blir tjänligt som dricksvatten igen (Sund och Bergman 1990).



# Material och metoder

## Definition av relevanta områden

Grundvattenförekomsternas storlek varierar beroende på topografi och geologiska förutsättningar. Generellt följer dock grundvattnets rörelser normalt områdets topografi, varför ett definierat avrinningsområde för ytvatten även kan ge en god indikation på tillrinningsområdet för grundvattenförekomster. För att dela in kommunen i avrinningsområden för ytvatten beställdes en avrinningsområdesindelning från Metria AB, där avrinningsområdena definierats genom områdenas topografiska struktur och avrinningsvägar med ett utlopp till havet. Begränsning har gjorts på avrinningsområdets yta där 1 ha har satts som gräns för minsta avrinningsområde. Denna storleksgräns har valts för att ge en god upplösning utan att medföra ett oöverskådligt antal avrinningsområden. Utöver detta utgör öar under 1 ha egna avrinningsområden då dessa naturligt avgränsas av havet. Totalt har detta resulterat i 4672 avrinningsområden (inklusive öar över 1 ha) och 9848 mindre öar (se karta 1).



**Karta 1.** Beräknade avrinningsområden större än 1 ha och mindre öar, med avrinning till havet.

## Grundvattenbildning

Grundvatten bildas genom att nederbörd infiltrerar i marken och bildar grundvatten. Hur stor andel av nederbörden som infiltrerar är beroende av en mängd olika faktorer såsom t.ex. jordmån, landanvändning, topografi, nederbördsmönster, temperatur, evaporation och transpiration. Vid avsaknad av detaljerad data kring dessa variabler eller vid skattning av grundvattenbildning inom större områden brukar den likställas med den effektiva nederbörden (SGU 2009). Effektiv årsnederbörd beräknas som nederbörd minus evaporation och transpiration. Utifrån denna beräkning ligger grundvattenbildningen i Stockholmsregionen på mellan 200-300 mm/år (SGU 2009), varför den aktuella utredningen tillämpar medelvärdet 250 mm/år.

För att ge en konservativ skattning baseras den aktuella beräkningen på att allt vatten tas från bergborrhade brunnar (d.v.s. från den djupa akviferen), även om en del fastigheter tar sitt vatten från ytligt grundvatten (grävda brunnar) eller ytvattenförekomster (sjöar). Då Värmdös geologi till stor del utgörs av tunna jordlager med delvis stor andel hållmark kan grundvattenbildningen i berg förväntas vara lägre än SGU:s överslagsberäkning på 10 % av den effektiva nederbörden (SGU 2014). Dock utgörs kommunen heller inte av enbart hållmark och infiltrationen kan även förväntas vara högre än ca 1 % (SOU 2001). Den aktuella utredningen tillämpar därför ett värde för grundvattenbildning på 5 %, vilket ligger mellan de värden som rapporteras av SGU (2014) och SOU (2001). Denna infiltrationskoefficient har valts för att ge en konservativ skattning som fortfarande är relevant, då kommunen innefattar både hållmark och mer gynnsamma förhållanden för infiltration.

### **För att beräkna grundvattenbildning till den djupa akviferen i berget används därför formeln:**

*Grundvattenbudget ( $m^3$ ) = avrinningsområdets yta ( $m^2$ ) \* effektiv årsnederbörd (0,25 m) \* infiltrationsfaktor till berg (0,05)*

## Vattenuttag i förhållande till boendeform

Beräkningar i undersökningen har baserats på permanentboende och fritidsboende (se karta 2). Permanentboende utgörs av det totala antalet folkbokförda inom de enskilda avrinningsområdena. Fritidsboende beräknas utifrån 2,5 personer per fastighet, vilket är medelantalet personer per hushåll inom kommunen (SCB 2015a, Befolkningsstatistik). Fastigheter som är anslutna till det kommunala VA-nätet (se karta 3) har uteslutits från beräkningarna då de inte är beroende av det lokala grundvattnet för sin vattenförsörjning. Totalt ingår därmed 13628 permanentboende fördelade på 5386 fastigheter samt 12275 fritidsfastigheter. Fastigheternas nyttjandegrad varierar från fall till fall, där vissa permanentboende vistas mindre tid i sin permanenta bostad, medan många fritidsboende på Värmdö kan utnyttja fastigheten mer än rikssnittet då fastigheternas standard ofta är hög. För beräkningen antas Permanentboende vistas på fastigheten 365 dagar om året, medan fritidsboende i Sverige förväntas vistas 60 dagar/år (SCB 2015b, data från undersökningarna av levnadsförhållanden, ULF) och huvudsakligen under månaderna april t.o.m. oktober. Detta innebär att den totala vattenförbrukningen för sommarboende är betydligt lägre än för permanentboende. I de fall personer skrivit sig på sitt fritidshus beräknas förbrukningen som permanentboende, då det är troligt att fastigheten används i betydligt högre utsträckning än bara under sommaren.



Vattenförbrukningen kan även förväntas variera på grund av VA-standard (vattentoalett, diskmaskin m.m.), där områden med hög standard ofta är hårdast drabbade av saltvattenpåverkan (Länsstyrelsen i Stockholms Län 2004). För att inte underskatta vattenuttaget förutsätter beräkningarna att samtliga fastigheter har en hög standard, och genomsnittsvattenförbrukningen i Värmdö kommun på 215 liter/person och dag (SCB 2003) tillämpas både för permanentboende och fritidsboende.

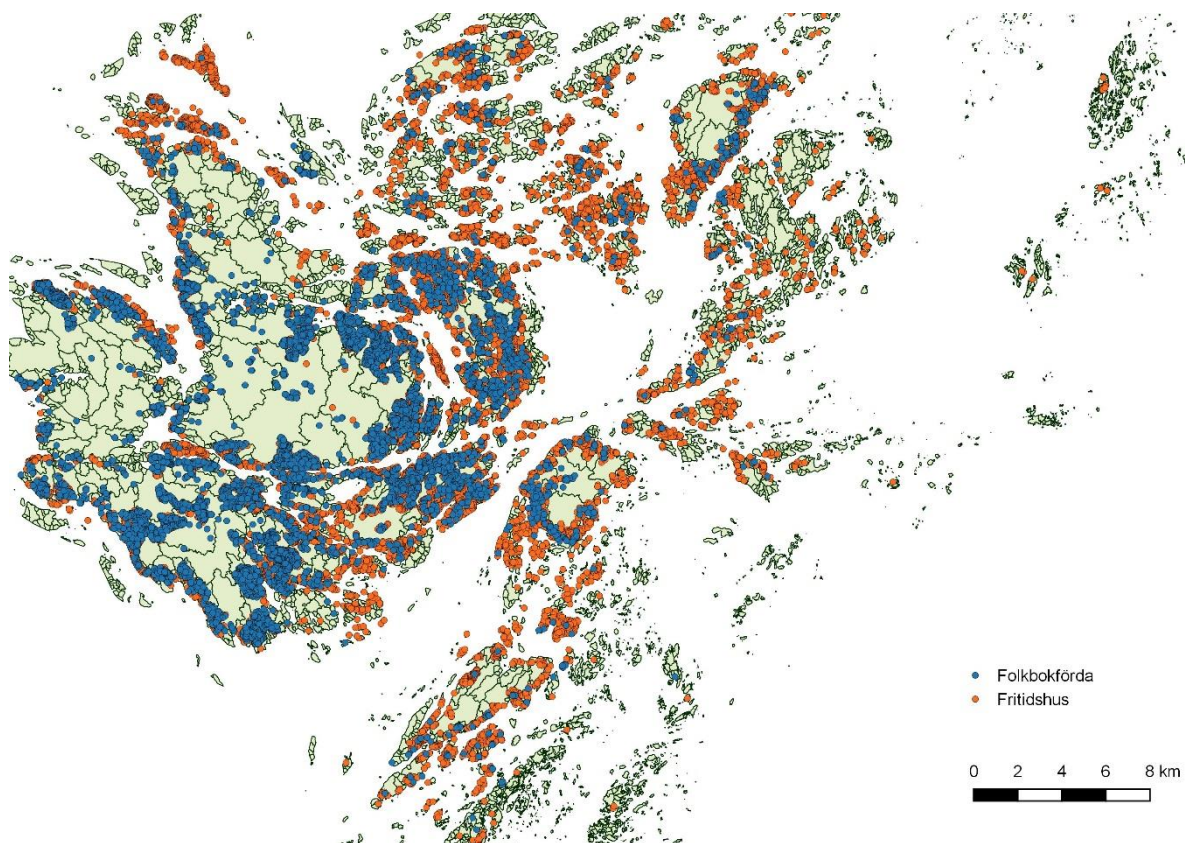
### Formler för vattenuttag i förhållande till boendeform:

#### Permanentboende

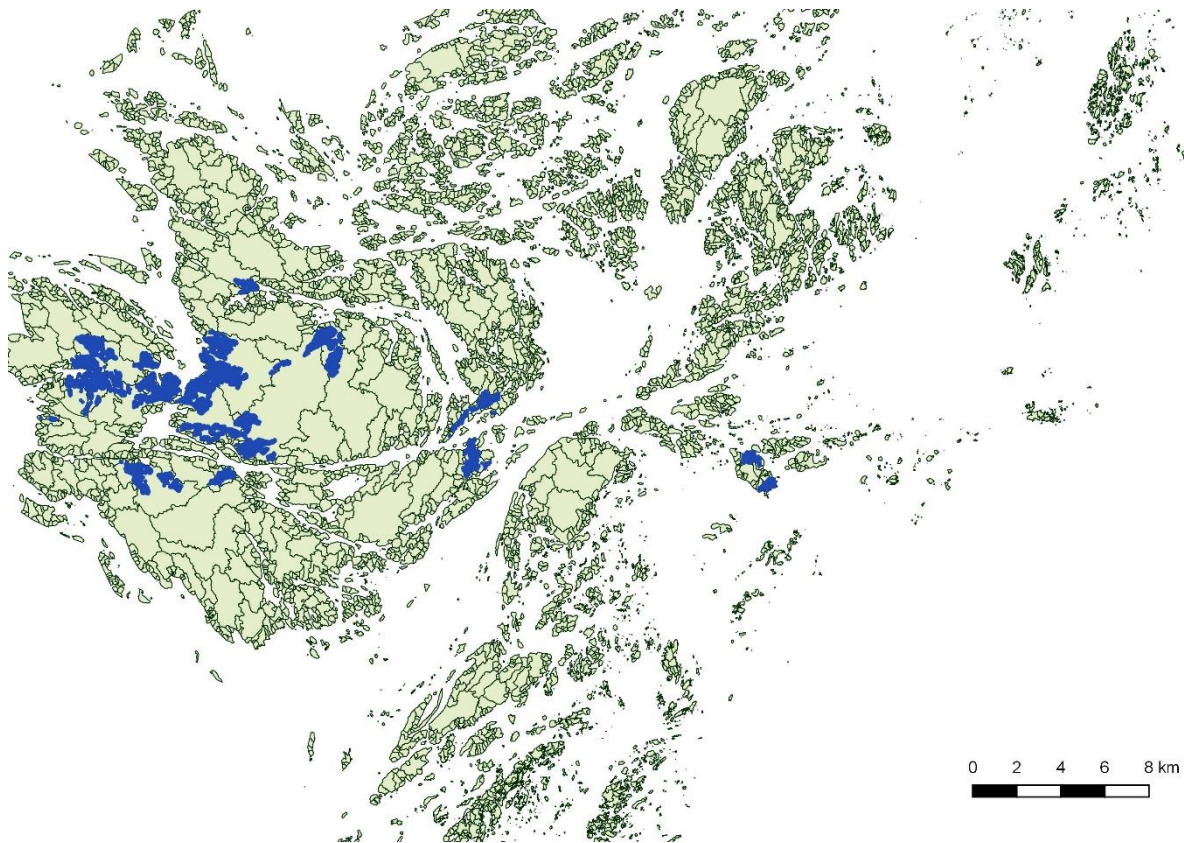
*Vattenuttag = förbrukning per person (215 l/dygn) \* antalet folkbokförda personer \* antal vistelsedagar (365)*

#### Fritidsboende

*Vattenuttag = förbrukning per person (215 l/dygn) \* antalet personer (2,5) \* antal fritidsfastigheter \* antal vistelsedagar (60)*



**Karta 2.** Fastigheter för permanent och fritidsboende som inte är anslutna till det kommunala VA-nätet.



**Karta 3.** Fastigheter som är anslutna till det kommunala VA-nätet.

### Grundvattenbudget

Grundvattenbildningen för varje avrinningsområde beräknas och sätts i relation till det beräknade årliga vattenuttaget för att skapa en grundvattenbudget. Grundvattenbudgeten beskriver hur stor andel av det bildade grundvattnet som tas ut under året. Detta möjliggör en utvärdering av nyttjandegraden för områdets grundvattenbudget. För att uttaget inte skall medföra ökad risk för saltvatteninträngning bör inte en för stor del av det tillgängliga grundvattnet tas ut. I denna utredning tillämpas därför säkerhetsmarginalen att maximalt 60 % av det tillgängliga grundvattnet bör användas för uttag. Denna nivå ligger i linje med de säkerhetsmarginaler som tillämpas i IVL:s metod för beräkning av grundvattentillgång.

#### Formler för grundvattenbudget:

*Nyttjandegrad av grundvattenbudget = grundvattenbildning/totalt grundvattenuttag*

## Hållbart grundvattenuttag

I de fall mer än 60 % av grundvattenbudgeten utnyttjas bör uttaget per fastighet minskas för att anpassa uttaget till en hållbar nivå. Det hållbara uttaget har beräknats utifrån 60 % utnyttjande av grundvattenbudgeten, fördelat på antalet fastigheter och nyttjandedagar inom området. Permanentboende beräknas vistas på fastigheten 365 dagar per år, medan fritidsboende endast utnyttjar fastigheten 60 dagar per år. Beräknat hållbart uttag presenteras sedan med en noggrannhet om 100 l/fastighet/dag upptill 500 l/dag. Fastigheter med >1000 l/dag bedöms ha god grundvattentillgång. För de avrinningsområden och öar som inte är bebodda baseras det hållbara uttaget på att en fastighet uppförs på ön och därmed ensam har tillgång till allt grundvatten.

### Formel för beräknat hållbart grundvattenuttag:

$$\text{Hållbart grundvattenuttag (liter/fastighet/dag)} = \frac{Gw * 0,6}{(365 * PF) + (60 * FF)}$$

Där:

0,6 = Säkerhetsmarginal för att undvika saltvattenpåverkan

Gw = Bildat grundvatten

PF = Fastigheter där någon är folkbokförd

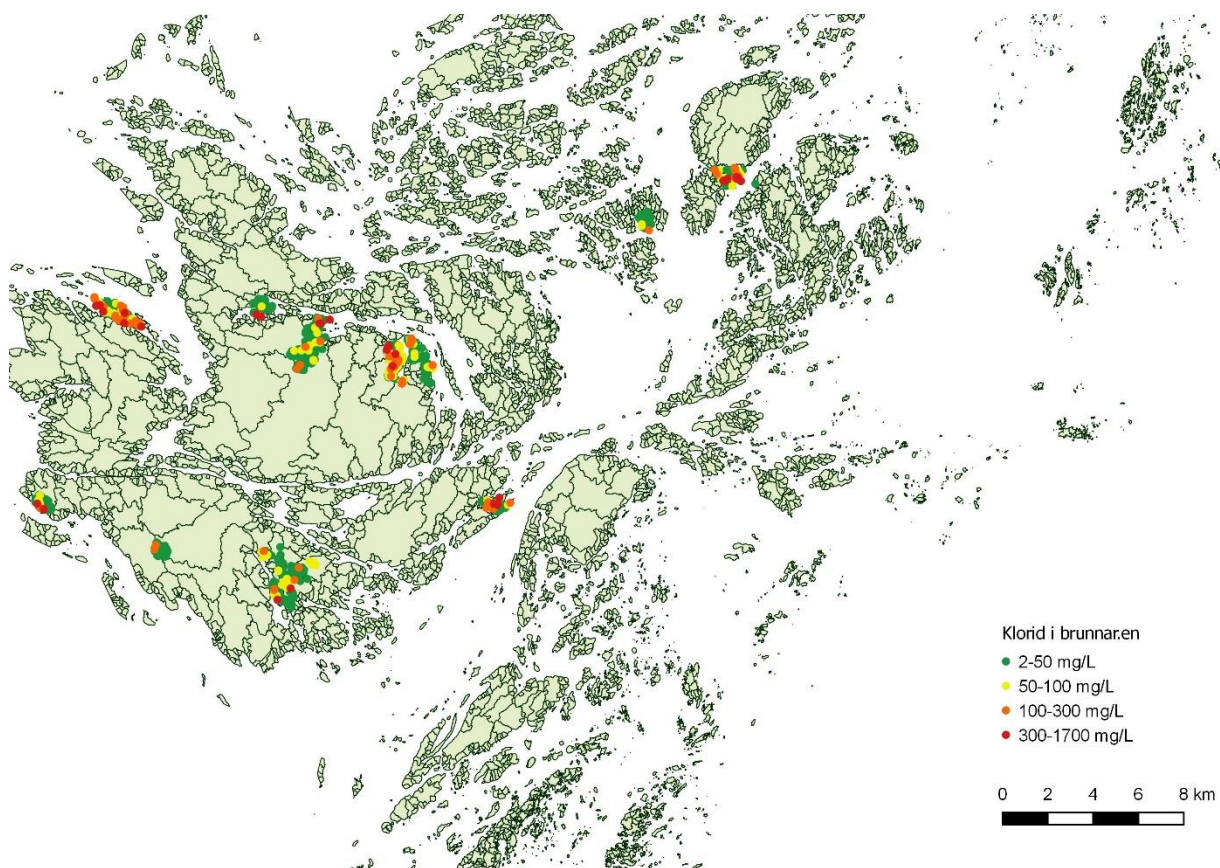
FF = Fritidsfastigheter

## Saltvattenpåverkan

I några områden kommunen har tidigare problem med saltvatteninträngning i grundvattnet rapporterats och provtagning har genomförts av Länsstyrelsen och kommunen. För att undersöka om de höga uppmätta halterna kan bero på ett överuttag av grundvatten har en jämförelse gjorts med den beräknade grundvattenbalansen. I dagsläget har provtagning gjorts i enstaka områden där problem med saltvattenpåverkan upptäckts. Denna data innefattar totalt ca 1000 brunnar från ett 10-tal områden där kloridhalterna i brunsvattnet varierar mellan 2 – 1700 mg/l (se karta 4).

Den beräknade grundvattenbildningen och vattenförbrukningen används för att utvärdera om överutnyttjande av grundvattenförekomster utgör en trolig förklaring till observerad saltvattenpåverkan.





**Karta 4.** Kloridhalter i provtagna brunnar. Observera att kartan avser att illustrera dataunderlaget. Mer detaljerad information om enskilda datapunkter och-/eller områden återfinns i GIS-skiten.

### Brunnars djup och vattenföring

Data från brunnsarkivet (SGU) har använts för att identifiera mönster för brunnars djup och vattenföring i kommunen. Alla borrade brunnar i kommunen är dock troligtvis inte upptagna i registret då vissa inte är anmälda och andra borrades innan registret upprättades på 1970-talet. Totalt innefattar registret 3405 dricksvattenbrunnar fördelade över kommunen.

Det är dock viktigt att notera att flöden i brunnarna uppmätts av brunnsböraren direkt efter avslutad borrning, vilket inte garanterar att det rapporterade flödet alltid kvarstår över tid. Att det initiala flödet kan vara högre än det långsiktigt beror på att uttaget kan ske från en tidigare onyttjad akvifer av begränsad storlek (såsom ett mindre spricksystem med låg konnektivitet).

Brunnarnas djup ger en indikation på den ökade risk för saltvatteninträngning som djupa brunnar medför. Dessutom indikerar borrning av djupa brunnar i kustnära områden att det är svårt att få tillräckligt med vatten i en brunn med ett mer lämpligt djup. Inrapporterade flöden utvärderas för att undersöka flödesvariationen inom och mellan områden.

## Resultat och Diskussion

Analyser och beräkningar har resulterat i ett flertal kartsnitt som illustreras nedan under respektive avsnitt samt i lite större format som bilagor. Samtliga kartor finns även som GIS-skikt med tillhörande data.

### Grundvattenbudget

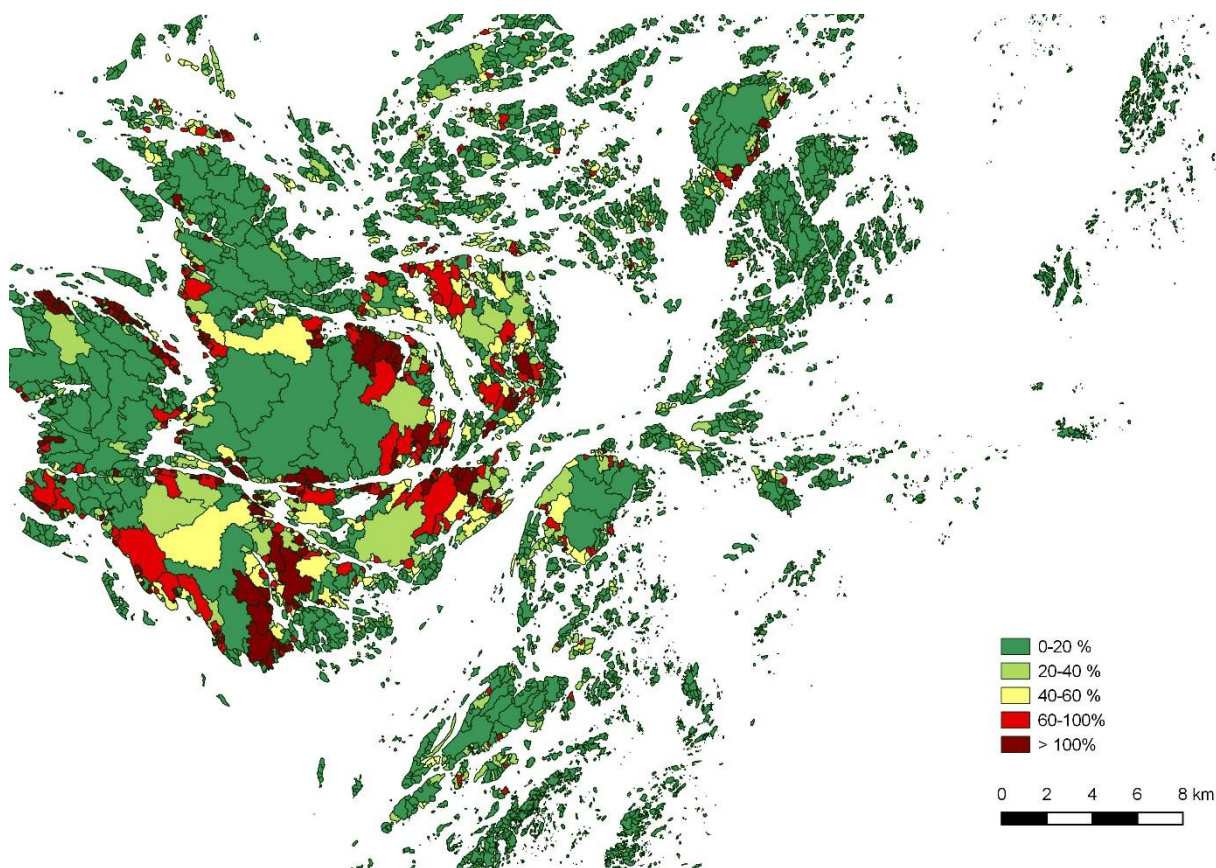
Beräkning av vattenanvändning i relation till nybildat grundvatten visar att ett stort antal områden inom kommunen tar ut mer vatten än vad som är långsiktigt hållbart (se karta 5). Långsiktigt hållbart uttag har definierats som en nyttjandegrad på 60 % av den totala grundvattenbudgeten, då högre nyttjandegrad ökar risken för att grundvattenmagasinet ska sänkas under sommaren samt att saltvatten ska påverka vattenkvaliteten. Det finns ett större antal områden som nyttjar mer än 60 % av den beräknade grundvattenbudgeten, och i en del områden till och med mer än 100 %. En så hög nyttjandegrad innebär att grundvattenreserven minskar och riskerar att tömmas ut. I sin tur innebär detta att risken för saltvattenpåverkan är betydande i dessa områden.

De områden som redan idag beräknas nyttja mer än 60 % av grundvattenbudgeten utgörs huvudsakligen av mindre avrinningsområden längs med kusterna, där exploateringsgraden är hög. Detta beror delvis på att fastigheter inte sprids jämt över kommunen då folk vill bo nära vattnet. Dessutom tenderar fastigheter att aggregera kring samhällen och i områden som erbjuder mervärde i form av skydd från väder och vind, utsikt eller närhet till kommunikationer och samhällsfunktioner.

Att så pass många av de mindre öarna faller ut som områden där uttaget ligger inom hållbara nivåer beror på att få eller inga personer bor på öarna i dagsläget. Dock kan de mindre öarna ha mycket liten potential för vattenuttag.







**Karta 5.** Nyttjandegrad av den totala grundvattenbudgeten. Mer detaljerad information om enskilda avrinningsområden återfinns i GIS-skikten.

### Hållbart vattenuttag

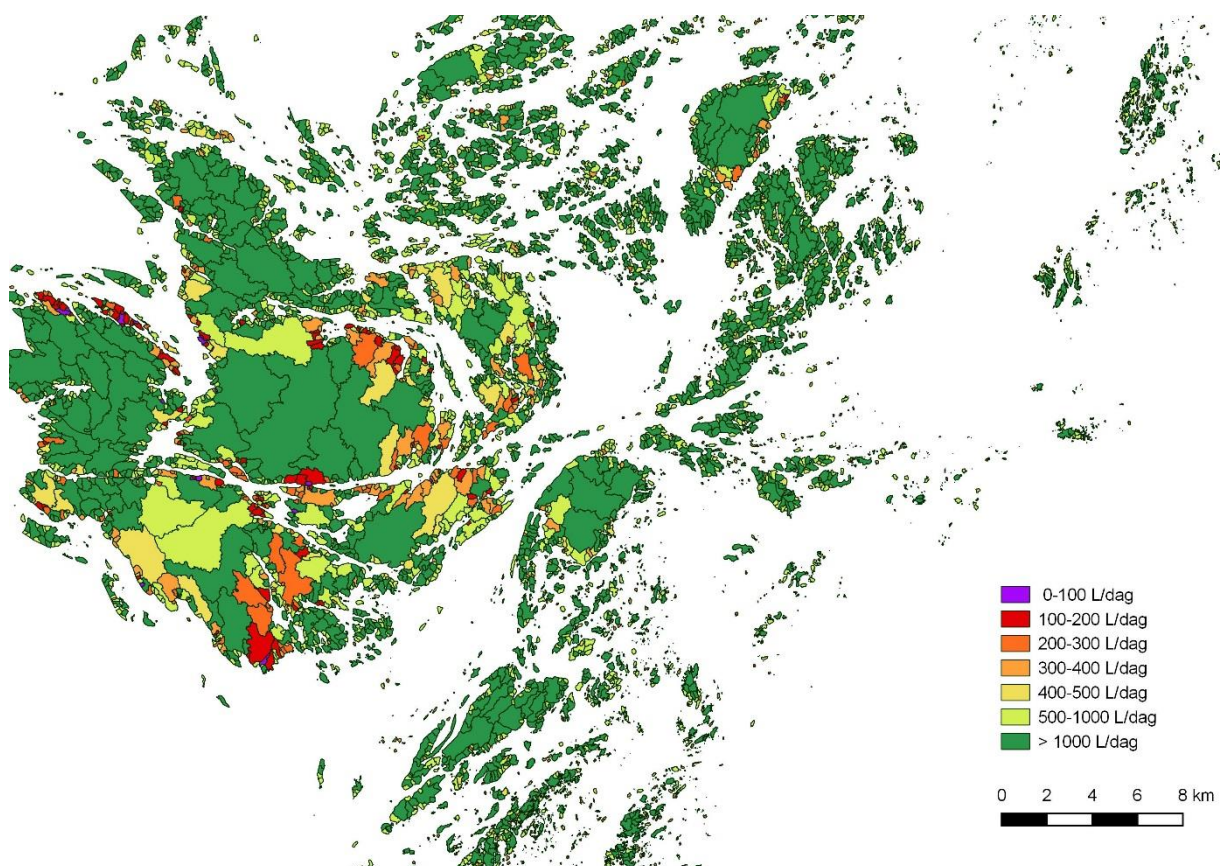
Det hållbara vattenuttaget definieras som 60 % av den totala grundvattenbildningen i ett område. Genom att inte utnyttja hela vattenbudgeten erhålls både marginal för den grundvattensänkning som sker under sommaren samt ett visst utrymme för överskattning av grundvattenbildningen eller underskattning i grundvattenuttag. Generellt återfinns de lägsta hållbara uttagsnivåerna i de mest exploaterade områdena. Det finns även stora skillnader mellan dessa hårt exploaterade områden, där vissa områden har en hållbar uttagsnivå som ligger under 100 l/fastighet/dygn (se karta 6).

Beräkningen visar att ett stort antal områden har ett hållbart uttag som ligger under 500 l/fastighet/dygn. Detta möjliga uttag är lägre än den begränsningsnivå på 500 l/dygn som idag tillämpas i områden som i tidigare undersökningar klassificerats till stor risk för saltvatteninträngning. Detta indikerar att den uttagsbegränsning som tillämpas i dagsläget kan vara otillräcklig i dessa områden. I andra områden som i dagsläget underkastas denna begränsning kan det vara motiverat att tillåta större uttag. Ökat uttag bör dock tillämpas med försiktighet då den aktuella beräkningen endast utvärderar områdena utifrån ett vattenbudgetperspektiv (grundvattenbildning/uttag) och inte tar hänsyn till eventuella andra riskfaktorer. En sådan riskfaktor kan utgöras av större vattenförande sprickor mot havet som ökar risken för saltvatteninträngning vid lågt utnyttjande av grundvattenbudgeten (<60 %). De områden som har ett hållbart uttag >1000 l bedöms ha en god grundvattentillgång, varför särskilda begränsningar inte anses nödvändiga om problem inte redan rapporterats.

De flesta mindre öar i skärgården faller inom den kategori som medger ett stort grundvattenuttag. Detta beror på att dessa är obebodda eller endast bebyggda med endast ett fåtal fastigheter. Man bör dock betänka att öarnas begränsade yta för grundvattenbildning gör att den totala vattenbudgeten är relativt liten och en framtida befolkningsökning skulle få stor effekt.

I den tidigare undersökningen har en del områden bedömts ha risk för saltvatteninträngning, men där delar nu bedöms ha god tillgång på grundvatten. Detta beror på skillnaden i upplösning där den tidigare undersökningen inkluderade en bedömning av 318 områden medan den aktuella undersökningen innefattar 4672 områden över 1 ha. Den tidigare undersökningen av K-konsult har även tagit hänsyn till förekomst av sprickor för att göra en subjektiv bedömning av risk för saltvatteninträngning i vardera område. Den föreliggande studien fokuserar istället på tillgång till nybildat grundvatten och förespråkar en generell försiktighet vid brunnsborring i kustnära områden (framförallt inom 100 meter från kusten) för att undvika saltvattenpåverkan.

Den mer detaljerade indelningen medför även att mycket små områden bedöms vilket medför att vissa delar av kommunen får en mycket heterogen fördelning av grundvattenförutsättningar. Denna höga upplösning kan i vissa fall vara opraktisk utifrån ett förvaltningsperspektiv då den innebär att närliggande fastigheter kan ha helt olika förutsättningar.



**Karta 6.** Hållbart vattenuttag för att inte överskrida 60 % av den beräknade grundvattenbudgeten. Mer detaljerad information om enskilda avrinningsområden återfinns i GIS-skikten.

## Saltvattenpåverkan

I några områden kommunen har tidigare problem med saltvatteninträning i grundvattnet rapporterats. Kloridhalter som överstiger 50 mg/l anses indikera saltvattenpåverkan från relict eller recent havsvatten. Totalt finns analysresultat från 1054 brunnar från totalt ett 10-tal områden. Av dessa är mer än 30 % påverkade av saltvatten (tabell 1).

**Tabell 1.** Antal brunnar inom varje intervall av kloridhalter. Halter över 50 mg/l anses vara påverkade av saltvatteninträning.

Klorid (mg/L)	Antal
0-20	466
20-50	317
50-100	158
100-300	78
300-750	29
750-1700	6

För att undersöka om de höga halterna kan bero på ett överuttag av grundvatten har en jämförelse gjorts med den beräknade grundvattenbalansen. De brunnar som uppvisar kloridhalter över 50 mg/l återfinns till stor del i områden som beräknas ha begränsade uttagsmöjligheter, vilket i sin tur tyder på att överuttag kan vara en viktig del av förklaringen. Förutom överuttag finns det andra faktorer som kan medföra saltvattenpåverkan även i områden med beräknat goda grundvattenförutsättningar. Sådana faktorer utgörs t.ex. av förekomst av större sprickor med anslutning till havet eller stort brunnsdjup. Det föreligger även en generellt förhöjd risk vid borring av brunnar nära strandlinjen. Denna risk är störst inom 100 m från havet, men föreligger upp till 300 - 500 m inåt land. Hur långt in åt land risken föreligger beror till stor del på omfattning och riktning av bergets sprickor.

Då det finns en tydlig koppling mellan ett högt utnyttjande av enskilda grundvattenförekomster och saltvattenpåverkan kan ett minskat uttag på sikt avhjälpa problemet i många områden med höga kloridhalter. Även om endast ett mindre antal områden är provtagna är förhöjda kloridhalter en tydlig indikation på saltvatteninträning i grundvattnet, vilket bör resultera i anpassning av uttaget i dessa områden. Dessutom bör data för kloridhalter samlas in från fler platser inom kommunen då åtgärder (såsom minskat uttag) som vidtas i ett tidigt skede kan förhindra att grundvattnets kvalitet försämras till följd av saltvattenpåverkan. Det är viktigt att datainsamling och sammanställning sker på ett organiserat sätt, varför upprättande av ett övervakningsprogram kan skapa ett bra underlag för framtida beslut.



## Brunnars djup och vattenföring

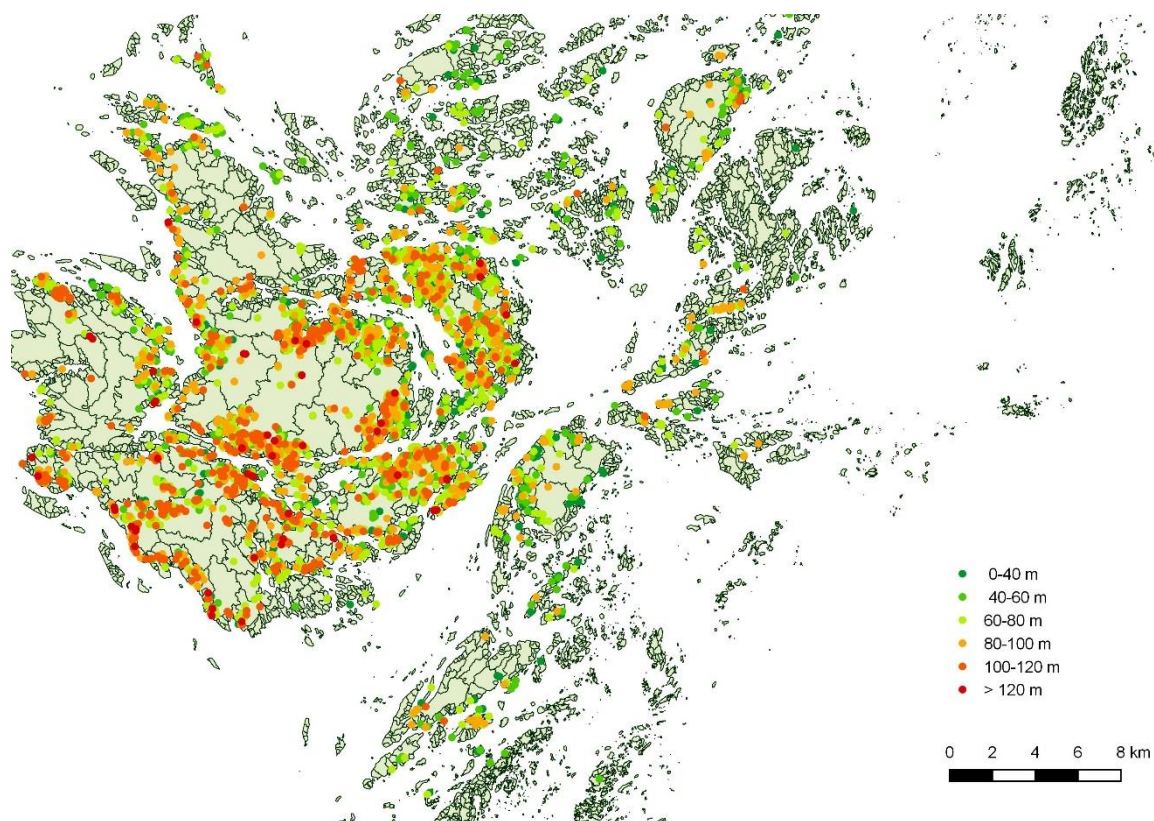
I brunnsarkivet finns uppgifter om enskilda brunnars djup och initiala vattenflöde. Både brunnars djup (karta 7) och vattenflöde (karta 8) visade sig variera stort såväl mellan områden som mellan enskilda brunnar inom samma område. Det finns ett stort antal brunnar i kommunen som är djupa (närmare 100 meter och över) och även ett stort antal brunnar med mycket låg vattenföring. Dessa brunnar är spridda över kommunen och förekommer såväl i skärgården som på fastlandet.

Fördelningen av de riktigt djupa brunnarna (>100 m) visar att de är överrepresenterade i tätt bebyggda områden, där grundvattentillgången är begränsad. En djup brunn ger den enskilda fastighetsägaren bättre möjligheter till grundvattentillgång än grannar med grundare brunnar. Detta kan leda till att närliggande brunnar får försämrade vattentillgång och är dessutom problematiskt då ett högt uttag ur djupa brunnar nära kusten ökar risken för saltvattenpåverkan inom området. Då vattentillgången är begränsad är det bättre att öka borrhålets diameter, snarare än dess djup, då detta ökar lagringskapaciteten utan att medföra onödig risk för saltvattenpåverkan.

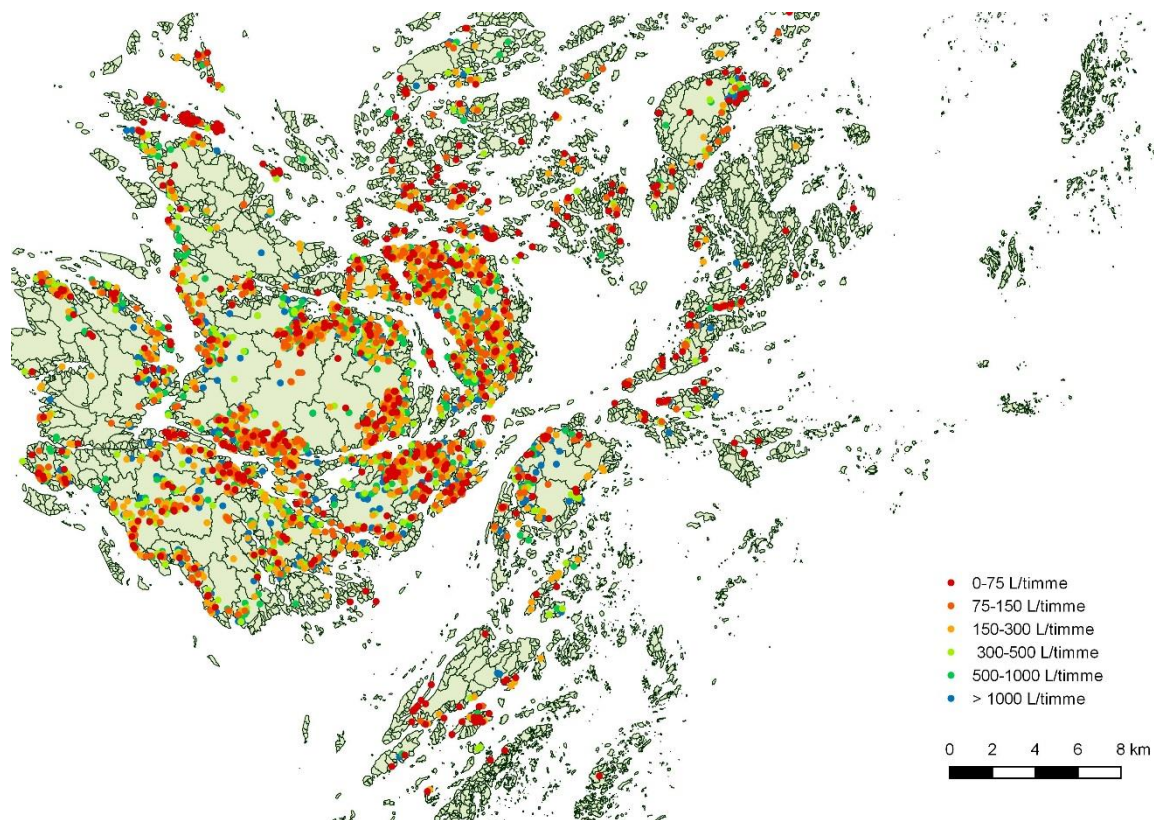
Brunnsdjup mellan 40-80 m har tidigare visats medföra ökad risk för saltvattenpåverkan i kustnära områden i länet (Länsstyrelsen i Stockholms Län 2004), varför det är viktigt att dålig vattentillgång i ett område inte leder till djupare brunnar utan att stor försiktighet vidtas. Även om djupa brunnar är mindre vanligt på de mindre öarna, där risken för saltvatteninträngning kan förväntas vara som störst, så förekommer det frekvent (se karta 7). Som beskrivits tidigare är små öar särskilt känsliga för påverkan av recent saltvatten då grundvattenförekomsten har formen av en lins. Risken för att grundvattenlinsen punkteras och påverkas av det omgivande saltvattnet ökar med borrhålets djup. De mindre öarnas känslighet tydliggörs även av brunnarnas vattenflöde, där en stor del av brunnarna på mindre öar har ett flöde under 70 liter/timme. Det är även intressant att notera att ett flertal brunnar med stora flöden förekommer på de mindre öarna. Detta kan bero på att de flöden som rapporteras utgör de initiala flödena i brunnen, vilka inte säkert består över tid om akviferen är liten. De kan även uppkomma som resultat av att man lyckats hitta en spricka som har ett betydligt större tillrinningsområde, vilket i sådant fall kan påverka grundvattentillgången i närliggande områden.

Vattenflödet är relativt heterogent i hela kommunens, och inga områden står ut med generellt hög eller låg vattenföring. På de mindre öarna i skärgården är dock flödet ofta lågt, även om undantag förekommer (se karta 8). Även i de hårdast exploaterade områdena är fördelningen heterogen, vilket visar att tillgången kan variera stort över små spatiala skalor. Detta kan bero på skillnader i berggrundens sprickstruktur, där de som lyckas pricka en större vattenförande spricka kan få ett mycket bra vattenflöde i sin brunn. Att en brunn har ett högt vattenflöde behöver dock inte innebära att ett större uttag är hållbart i längden då ett stort uttag kan leda till att vattenförekomstens vattenbudget överskrids, vilket kan påverka hela området.





**Karta 7.** Djupintervall för borrade brunnar i kommunens olika delar. Kartan avser att illustrera dataunderlaget. Mer detaljerad information om enskilda datapunkter och-/eller områden återfinns i GIS-skitten.



**Karta 8.** Vattenföring i borrade brunnar i kommunens olika delar. Kartan avser att illustrera dataunderlaget. Mer detaljerad information om enskilda datapunkter och-/eller områden återfinns i GIS-skitten.

## Begränsningar i modellen

Vattenuttaget inom avrinningsområden beräknas endast utifrån förekomst av permanenta och fritidsfastigheter och innefattar inte andra typer av verksamheter. Andra verksamheter som kan påverka vattenbudgeten är t.ex. lantbruk, industrier, växthus mm. Då dessa verksamheter skiljer sig stort i vattenförbrukning är det inte möjligt att inkludera dem i beräkningen utan att samla information kring de individuella verksamheterna. Denna typ av verksamheter har ofta en stor vattenanvändning, varför dessa kan ha en stor inverkan på områdets verkliga grundvattenbudget.

Beräkningsmodellen förutsätter att allt grundvattenuttag sker från bergborrade brunnar. Detta stämmer dock inte till 100 % då en del fastigheter använder sig av grävda brunnar eller tar vatten från sjöar. Dessa fastigheter utnyttjar det ytliga grundvattnet istället för bergets akvifer, vilket medför att de har tillgång till en större del av den effektiva nederbörden och konkurrerar mindre med de fastigheter som tar sitt vatten ur borrade brunnar. Det är dock troligt att de fastigheter som endast har grävda brunnar framförallt utgörs av fritidsfastigheter med lägre VA-standard. Denna typ av fastighet har en proportionellt mindre påverkan på grundvattenbudgeten då deras uttag beräknas vara lägre i och med att de är bebodda en mindre del av året.

Då antalet fastigheter inom de olika områdena ger ett stort utslag i modellen är beräkningarna känsliga för förändrad exploateringsgrad. Utredningen beskriver nuläget varför förändrat befolkningsantal kommer kräva revidering av nivåer för ett hållbart uttag. Då Värmdö är en snabbväxande kommun är det därför viktigt att ta hänsyn till de begränsade grundvattenresurserna i det löpande planarbetet.

Beräkningarna i modellen är till stor del baserade på teoretiska värden varför komplettering med fältmätningar skulle öka noggrannheten i resultaten. Relevanta fältmätningar skulle t.ex. kunna innefatta sprickartering, perkolationstester och provtagning av brunnar.



## Sammantagen bedömning och slutsatser

Värmdö är en skärgårdskommun varför många boende av naturliga skäl vill bo nära vattnet. De flesta permanentboende är lokaliserade längs kusterna på fastlandet, medan fastigheter i skärgården framförallt utgörs av fritidsbostäder. Grundvattentillgången och risken för saltvattenpåverkan i delar av kommunen har tidigare undersökts av K-konsult under 80-talet. Den tidigare undersökningen har beräknat en grundvattenbudget och tagit hänsyn till förekomst av sprickor för att göra en subjektiv bedömning av risk för saltvatteninträngning i de utredda områdena. Den föreliggande studien fokuserar istället på tillgång till nybildat grundvatten och förespråkar en generell försiktighet vid brunnsborring i kustnära områden (framförallt inom 100 meter från kusten) för att undvika saltvattenpåverkan. Ett av de viktigaste resultaten av den aktuella undersökningen är att områden med ohållbart utnyttjande av grundvatten identifieras.

Resultaten visar att fördelningen av fastigheter medför att vattenförbrukningen är störst längs fastlandets kustremsor, vilket i sin tur medfört att det är i dessa områden grundvattenbudgeten är hårdast nyttjad. Eftersom nybildning av grundvatten och vattenuttag inte är jämt fördelade över året riskerar akviferen att tömmas helt under sommaren. Detta innebär att ett månadsmedelvärde baserat på årsbudgeten för grundvattenbildning inte kan tillämpas för att definiera ett hållbart uttag. Istället har en nyttjandegrad av grundvattenbudgeten om maximalt 60 % föreslagits, vilket medför både marginal för överskattning av grundvattenbildningen och lämnar ett visst utrymme för den grundvattensänkning som sker under sommaren. Det finns idag ett större antal områden i kommunen där mer än 60 % av den beräknade grundvattenbudgeten nyttjas, och i en del områden till och med mer än 100 %. Ett så stort nyttjande riskerar att medföra minskad grundvattentillgång och ökad risk för saltvattenpåverkan, särskilt i kustområdena.

Särskild risk för saltvatteninträngning i grundvattnet föreligger i kustnära områden där sprickor i berggrunden kan medföra att det normala utflödet av grundvatten ändras till ett inflöde av havsvatten vid stora uttag. Inträngning av recent saltvatten sker oftast inom 100 m från strandlinjen, men i vissa fall upp till 300-500 m inåt land. Sprickkarteringar utförda i samband med K-konsults utredningar under 80-talet visar att kommunens berggrund genomkorsas av ett stort antal sprickor, där många har förbindelse med havet. Detta innebär en ökad risk för saltvatteninträngning i kommunens kustområden, även i områden där den teoretiska nybildningen av grundvatten är stor.

Risken för att recent eller relict saltvatten ska påverka brunnsvatten ökar med brunnens djup, varför det kan vara problematiskt att fastighetsägare tenderar att borra djupare brunnar när grundvattentillgången är dålig. Det finns ett stort antal brunnar i kommunen som är djupa (närmare 100 meter och över) och även ett stort antal brunnar med mycket låg vattenföring. Dessa brunnar är spridda över kommunen och förekommer såväl i skärgården som på fastlandet.

Ett hållbart vattenuttag har beräknats för kommunens olika avrinningsområden, baserat på att inte mer än 60 % av det nybildade grundvattnet nyttjas. Det hållbara uttaget varierar inom kommunen och visar att den idag gällande begränsningen på 500 l/dygn kan vara otillräcklig i vissa områden, medan begränsningen kan vara onödigt hård i andra. Det är viktigt att betänka att det hållbara uttaget är en teoretisk beräkning och strikta uttagsbegränsningar bör föregås av noggrannare undersökningar och gärna kontrollmätningar i fält innan faktisk begränsningsnivå fastställs.



## Rekommendationer

- Undersökningen har identifierat ett antal områden där grundvattenbudgeten redan idag är ansträngd. Grundvattenuttag bör anpassas efter områdets grundvattenbudget för att säkerställa att överuttag inte sker. I områden där det hållbara uttaget är lågt är det därför lämpligt att göra kompletterande utredningar och provtagning för att utvärdera en mer exakt uttagsbegränsning.
- Saltvatteninträngning från havet uppstår generellt i kustnära områden (framförallt inom 100 m från havet), särskilt i områden där större sprickor mynnar i havet. K-konsult undersökning från 80-talet har visat att berggrunden i Värmdö kommun genomkorsas av ett betydande antal sprickor, varför särskild försiktighet bör tillämpas i kustzonen.
- I områden där det hållbara grundvattenuttaget är lågt (t.ex. < 500 l/dygn) eller där risken för saltvattenpåverkan är stor (inom 100 meter från havet) bör försiktighetsmått vidtas. Detta kan göras t.ex. genom tillämpning av tillståndsplikt för nyetablering av brunnar och anmälningsplikt för befintliga brunnar.
- Övervakningsprogram av vattenkvalitet och kvantitet i känsliga områden kan medföra möjlighet att upptäcka negativa trender och även användas för att följa upp effekter av genomförda åtgärder. Denna typ av program kan utformas för att dels följa grundvattnets nivåförändringar och dels vattnets kemi (inklusive kloridhalt). Detta kan knytas till tillstånden för brunnsborrning genom att provtagning genomförs enligt livsmedelsverkets rekommendationer (vattenkemi analyseras minst vart 3e år) och löpande övervakning av grundvattennivån.
- Innan en ny brunn borrar bör närliggande brunnars djup och eventuell saltvattenpåverkan beaktas för att undvika att försämma vattenflöde i kringliggande brunnar, och även för att minimera risk för saltvatteninträngning.
- Det faktum att brunnars djup påverkar risken för saltvattenpåverkan bör beaktas vid tillstånd för brunnsborrning. Hur risk för saltvatteninträngning ökar med brunnsdjupet varierar stort mellan områden, varför det inte finns några fastslagna riktlinjer för rekommenderade maxdjup. Istället föreslås en initial djupbegränsning vid brunnsborrning till 40-50 meter. Om inte tillräckligt vattenflöde uppnås vid detta djup bör borrhålet först högtrycksspolas alt. trycksättas för att rensa sprickor och därigenom öka flödet. Om flödet fortfarande inte är tillräckligt kan herefter brunnsdjupet utökas efter samråd med kommunen. Under brunnsborrningen bör kloridhalter övervakas löpande genom provtagning ca var 5-10 meter.
- Vartefter kommunen exploateras och befolkningsmängden ökar bör grundvattentillgången beaktas för att undvika överuttag.





- Information till boende i områden med grundvattenproblematik är viktig för att tydliggöra problematiken och skapa förståelse bland fastighetsägarna. Detta i sin tur kan underlätta implementering av begränsningar och provtagningskrav.

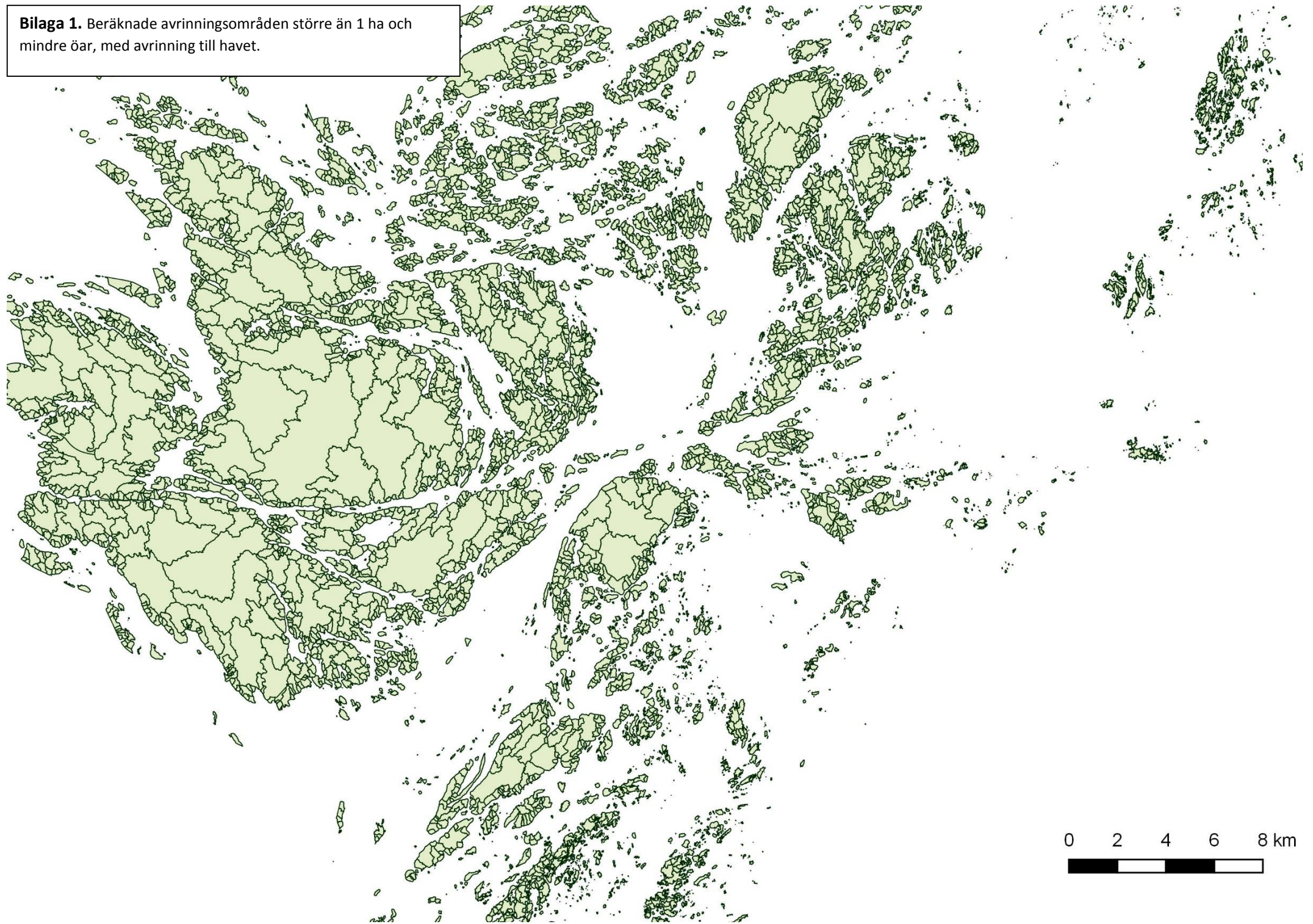


## Referenser

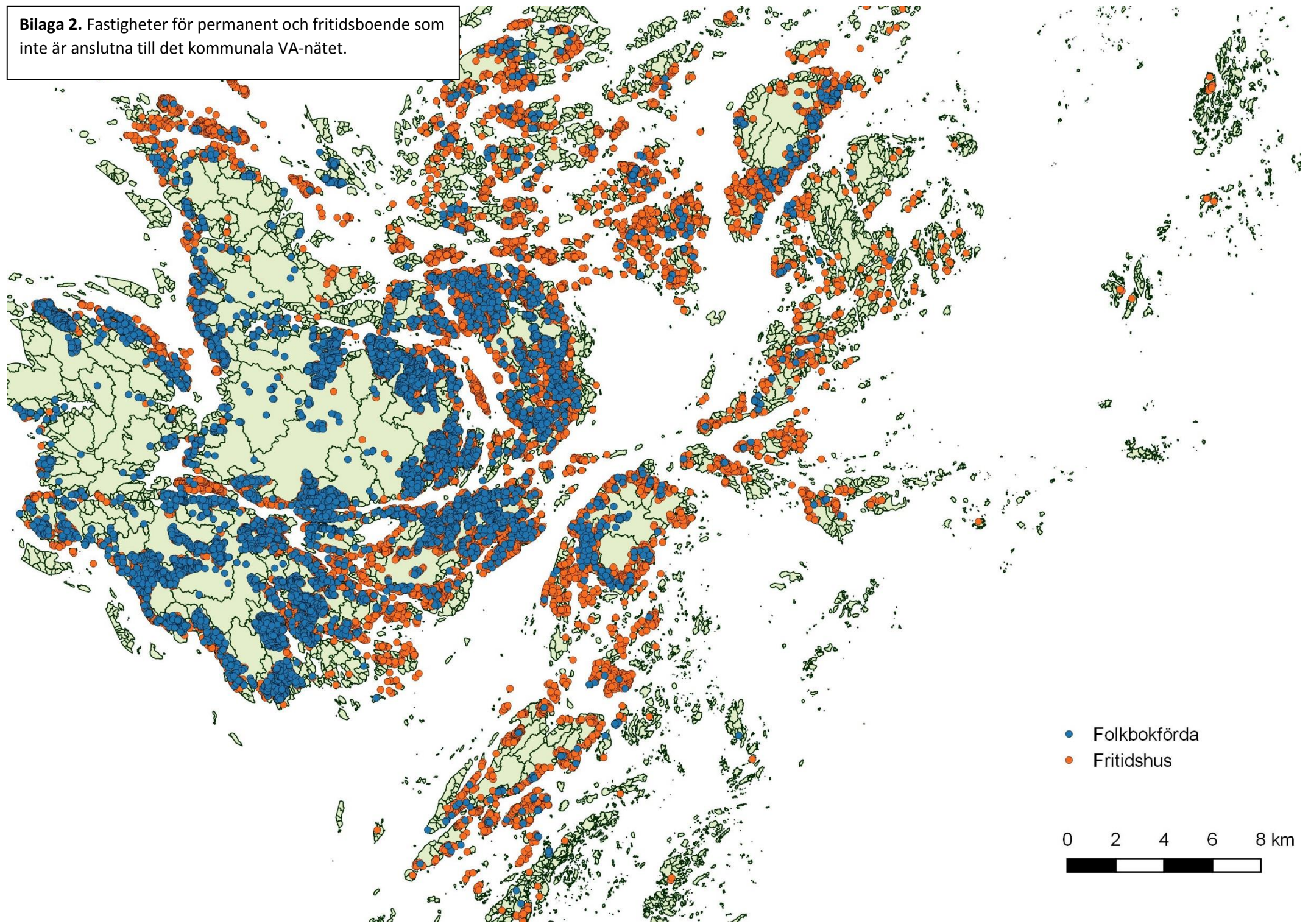
- Gustafson, G., 1988. Groundwater in crystalline rocks – some ideas. I Englund m.fl. Studies on Groundwater Recharge in Finland, Norway and Sweden. Proceedings of a workshop, Mariehamn, Åland, Finland 25–26 September 1986, pp. 91–97. Helsinki.
- Julstad, B., 1990. Reglering av grundvattenuttag inom områden med saltvatteninträngning. Naturvårdsverket rapport 3833, Stockholm.
- Länsstyrelsen i Stockholms Län, 2004. Salt grundvatten i Stockholms läns kust- och skärgårdsområden. Rapport 2004:26.
- Naturvårdsverket, 1999. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet grundvatten. Rapport 4915.
- Rodhe, A., Bockgård, N., 2006. Groundwater recharge in a hard rock aquifer: A conceptual model including surface-loading effects. Journal of Hydrology, 330, 389–401.
- SCB, 2003. Vattenuttag och vattenanvändning i Sverige år 2000. MI27SM0301
- SCB, 2015a. Scb.se - Befolkningsstatistik. Antal personer och hushåll samt personer per hushåll 31 december 2013.
- SCB, 2015b. Databas: Undersökningarna av levnadsförhållanden.
- SGU, 2009. Utredning på uppdrag av regeringen: Sveriges grundvattentillgångar – Betydelse för näringslivsutveckling och tillväxt. Dnr 0-1745/2008.
- SGU, 2014. Vattenförvaltning av grundvatten. SGU-rapport 2014:31.
- SOU, 2001. Grundvatten i hårt berg – en analys av kunskapsläget SOU 2001:35.
- Socialstyrelsen, 2006. Dricksvatten från enskilda brunnar och mindre vattenanläggningar. ISBN: 91-85482-73-0
- Sund, B. och Bergman, G., 1990. Saltvatteninträngning i bergbore brunnar – en pilotstudie i Norrtälje kommun. IVL rapport B822, Stockholm.
- Tilly-Leander, L., 1990. Salt grundvatten i kustnära områden, undersöknings- och bedömningsmetoder. Länsstyrelsen i Stockholms län och KTH, institutionen för mark och vattenresurser, Stockholm.
- Värmdö kommun, 2015.  
<http://www.varmdo.se/byggaboochmiljo/vattenochavlopp/enskiltdricksvatten>



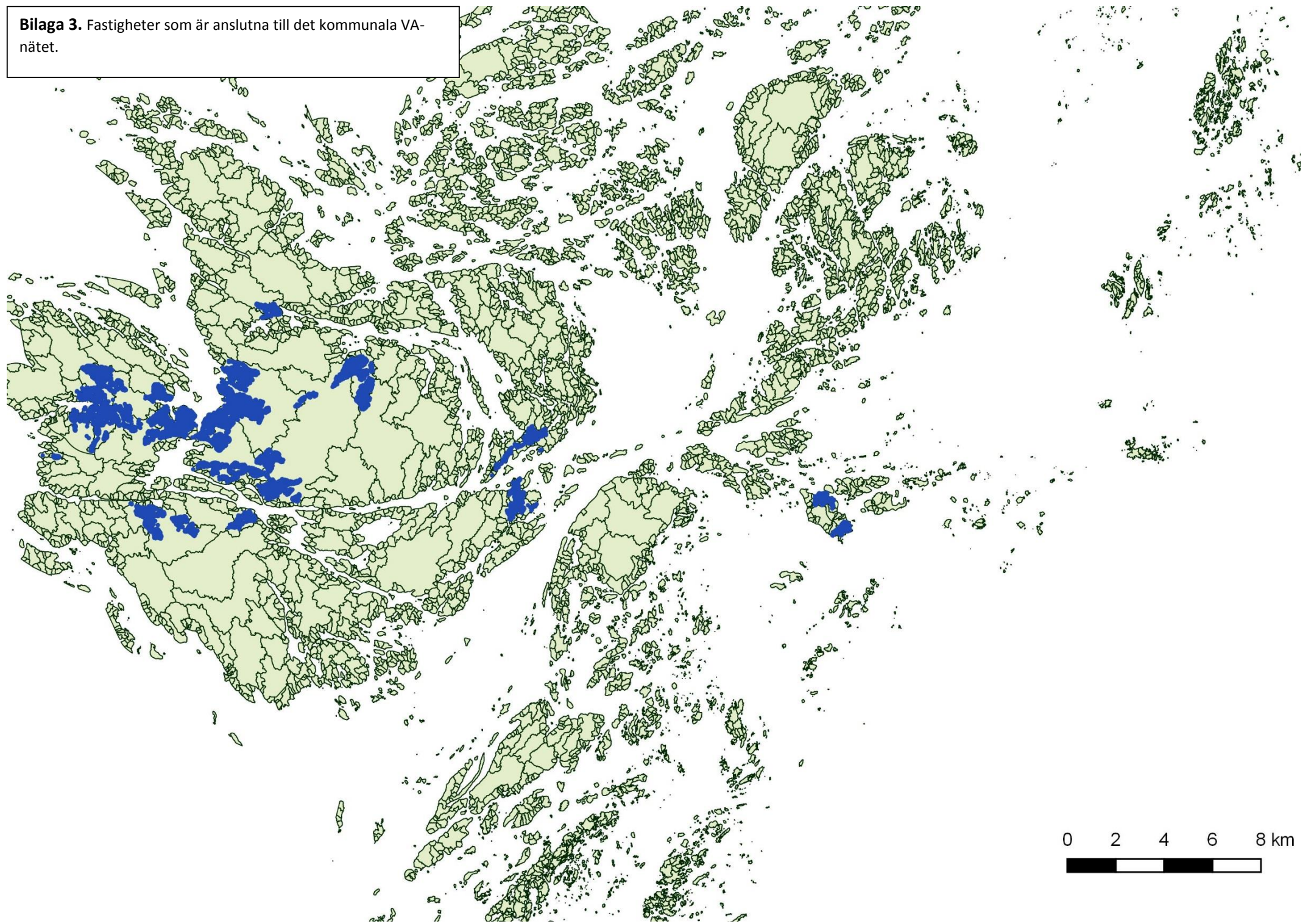
**Bilaga 1.** Beräknade avrinningsområden större än 1 ha och mindre öar, med avrinning till havet.



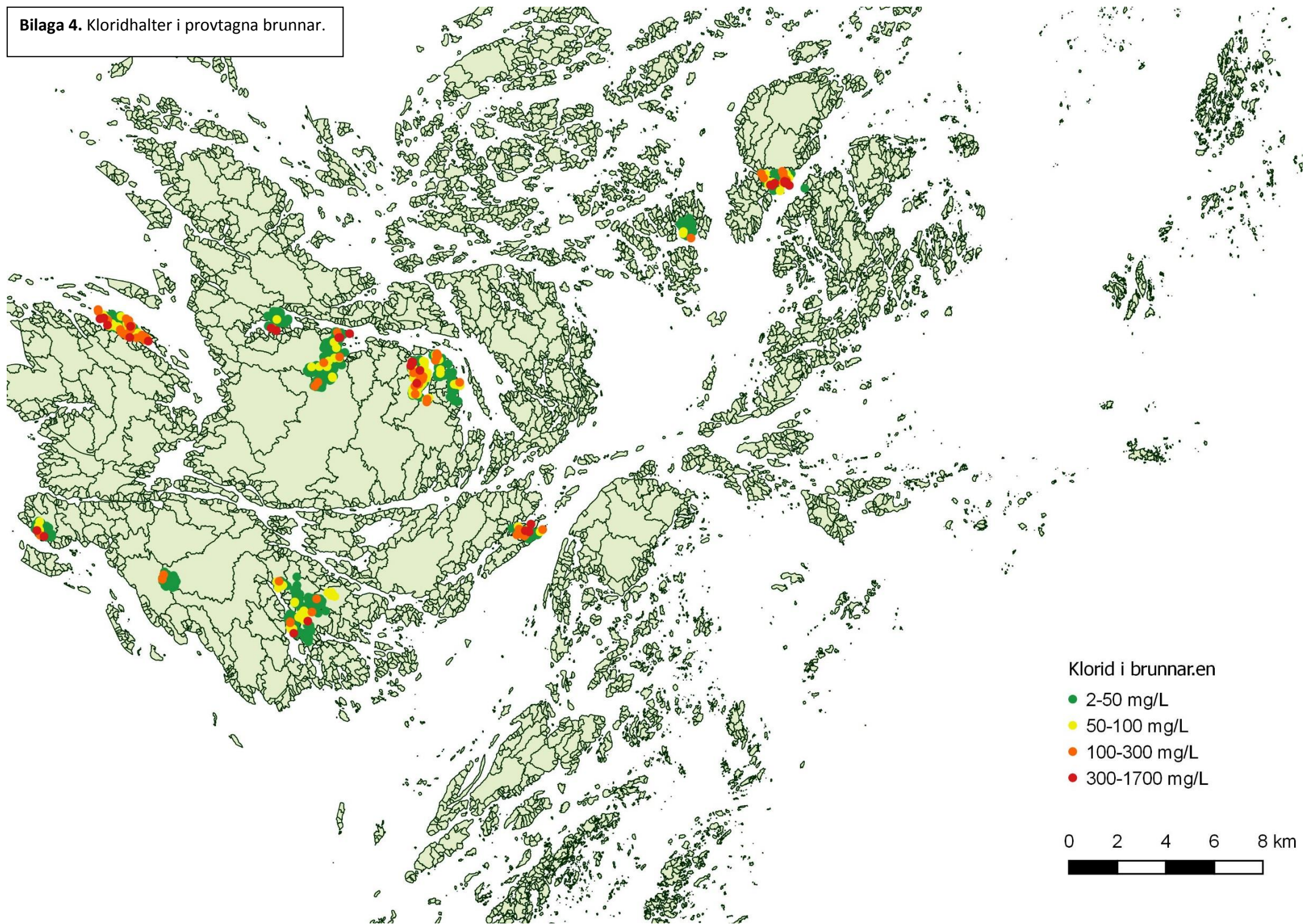
**Bilaga 2.** Fastigheter för permanent och fritidsboende som inte är anslutna till det kommunala VA-nätet.



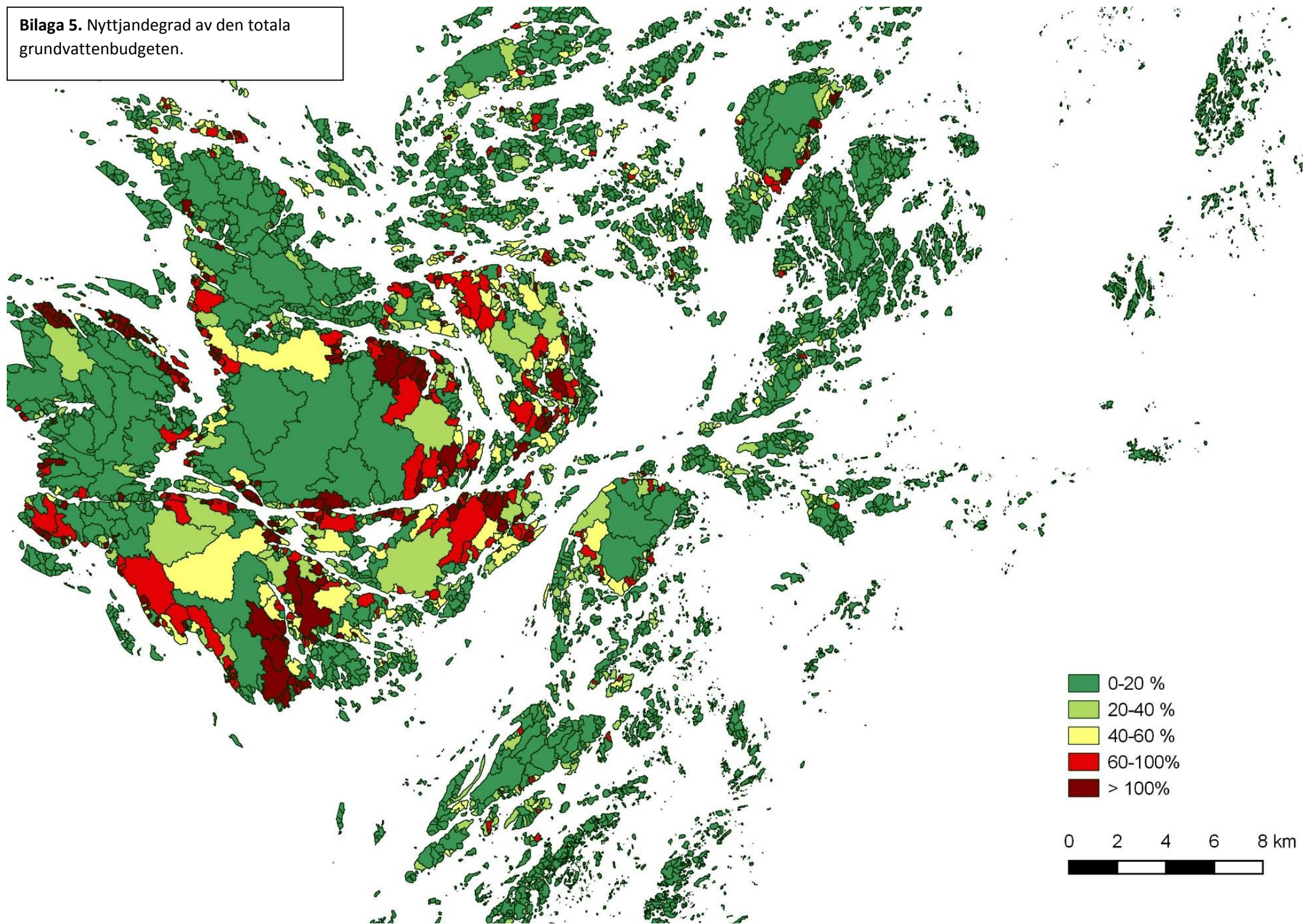
**Bilaga 3.** Fastigheter som är anslutna till det kommunala VA-nätet.



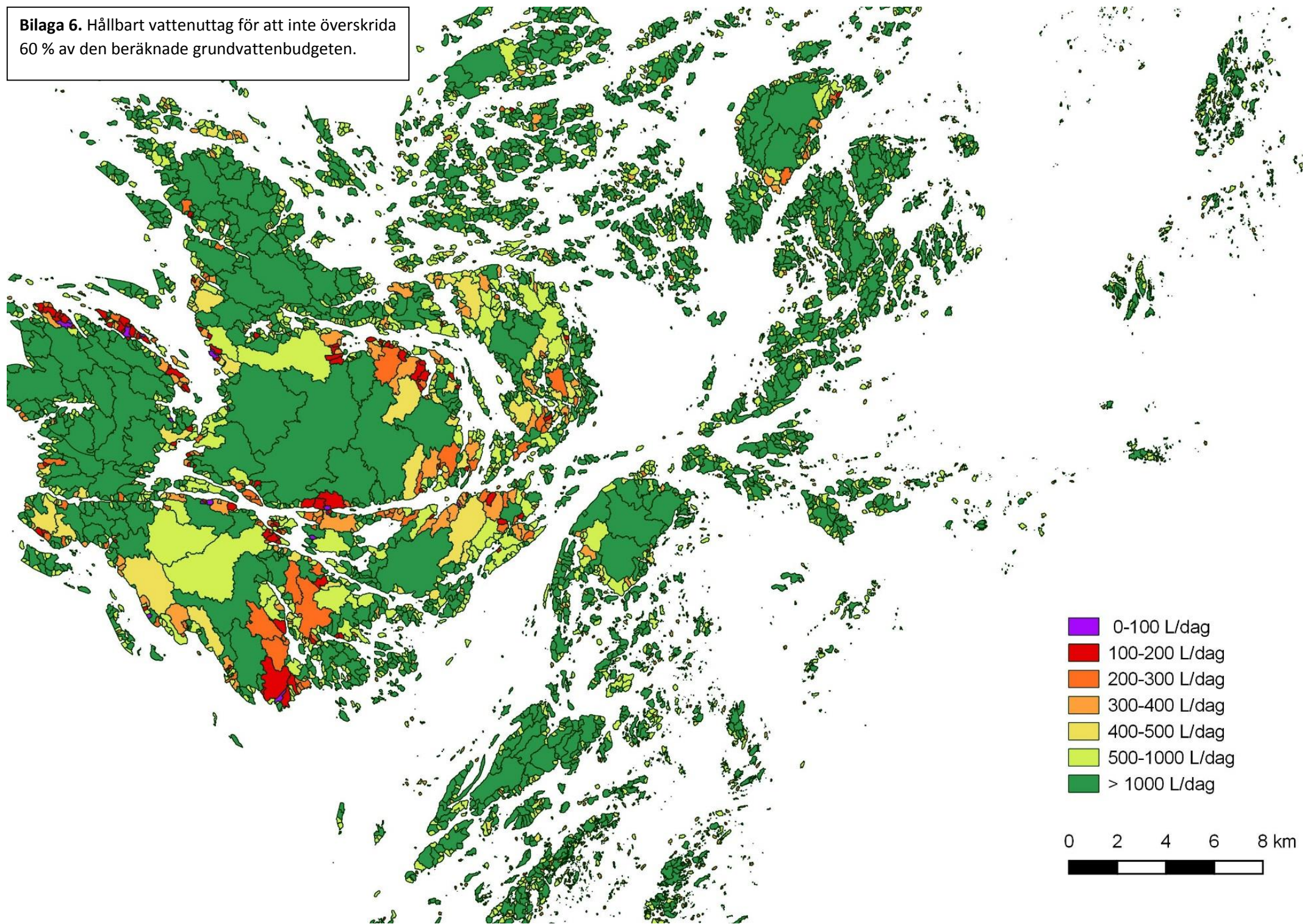
Bilaga 4. Kloridhalter i provtagna brunnar.



**Bilaga 5.** Nyttjandegrad av den totala grundvattenbudgeten.

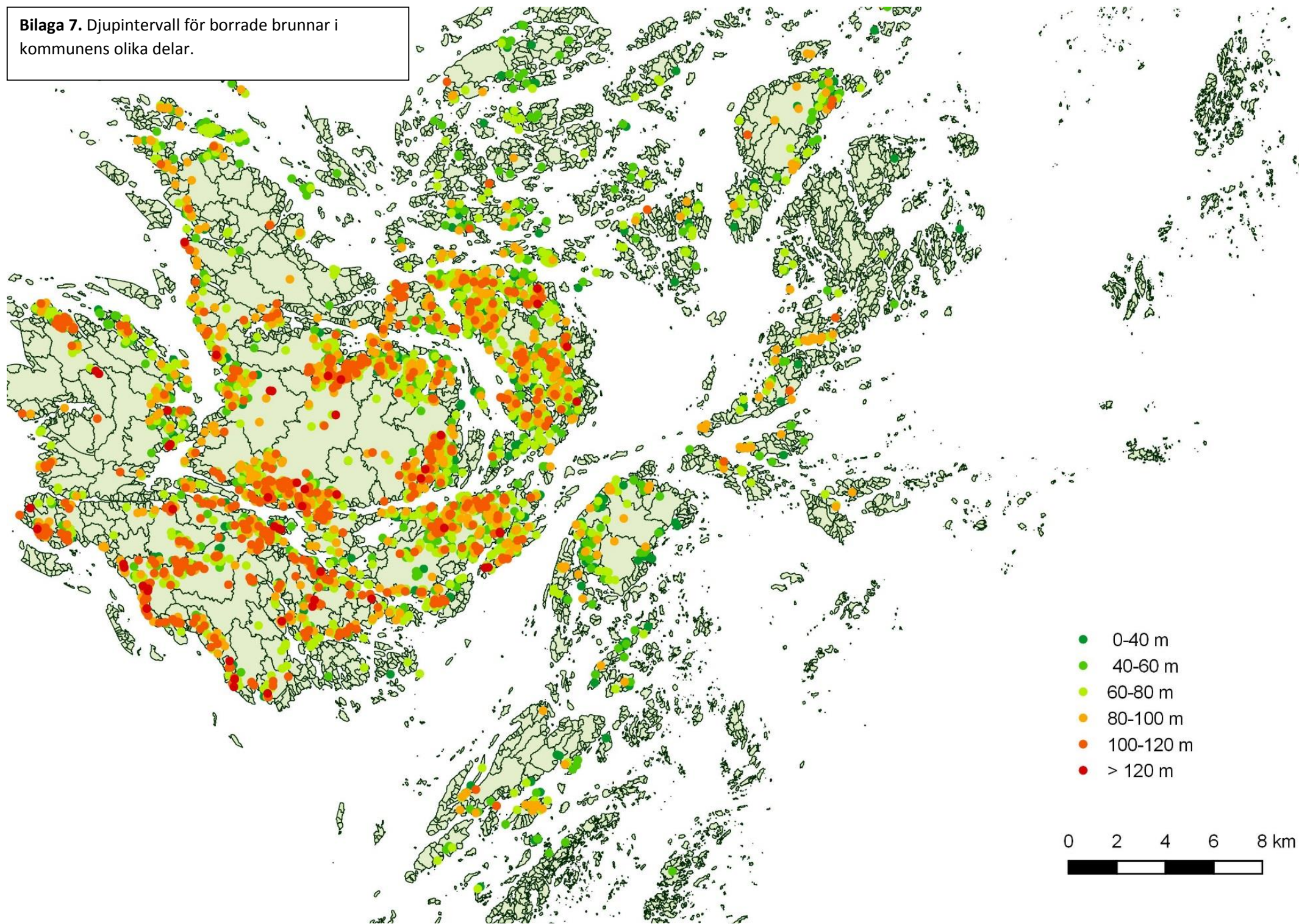


**Bilaga 6.** Hållbart vattenuttag för att inte överskrida 60 % av den beräknade grundvattenbudgeten.





**Bilaga 7.** Djupintervall för borrade brunnar i kommunens olika delar.



**Bilaga 8.** Vattenföring i borrade brunnar i kommunens olika delar.

