

GÅSÖ

VATTENBALANSBERÄKNING

2018-11-05



wsp

GÅSÖ

Vattenbalansberäkning

KUND

Nacka kommun

KONSULT

WSP Environmental Sverige

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen

Besök: Arenavägen 7

Tel: +46 10 7225000

wsp.com

KONTAKTPERSONER

Sven Celandar, WSP sven.celandar@wsp.com 010-7228156

Julian Kolesnik Lindgren, WSP

julian.kolesnik.lindgren@wsp.com 010-7229367

UPPDRAGSNAMN
Vattenbalans Gåsö

UPPDRAGSNUMMER
10270869

FÖRFATTARE
Julian Kolesnik Lindgren

DATUM
2018-09-28

ÄNDRINGSDATUM
2018-11-05

Granskad av
Sven Celandar

Godkänd av

INNEHÅLL

1	INLEDNING OCH SYFTE	4
2	UNDERLAG	4
3	KOORDINAT- OCH HÖJDSYSTEM	4
4	FÖRUTSÄTTNINGAR - VATTENBALANS	5
4.1	GRUNDVATTEN	5
4.2	GRUNDVATTENUTTAG	6
4.3	GEOLOGI	6
4.4	AVRINNINGSSOMRÅDEN	7
5	BERÄKNINGAR	9
6	RESULTAT	10
6.1	NORMAL NEDERBÖRDSMÄNGD	10
6.2	NORMAL NEDERBÖRDSMÄNGD MED ÖKAD ANDEL PERMANENTBOENDE	11
6.3	TORRPERIOD	11
6.4	RISK FÖR SALTVATTENINTRÄNGNING	12
6.5	SANITÄR STANDARD	13
7	DISKUSSION	14
7.1	OSÄKERHETER	14
7.2	GRUNDVATTEN – KAPACITET	14
7.3	FAKTORERNAS INVERKAN	15
8	REFERENSER	15

1 INLEDNING OCH SYFTE

Gåsö arkipelagen är en del av Nacka kommun och utgörs av fritidsbebyggelse. Enligt kommunens översiktsplan ska öarna även fortsättningsvis vara ett fritidsområde.

På uppdrag av Nacka kommun har en vattenbalansberäkning tagits fram för att belysa de förutsättningarna som råder för bildning och uttag av grundvatten i Gåsöarkipelagen.

Vid startmöte med Nacka kommun bestämdes att följande fall skulle studeras:

Vid nuvarande befolkningsmängd och en vattenförbrukning på 110 l/d per person och 2,8 personer per hushåll, räcker vattnet vid rådande omständigheter? I vattenförbrukningen ingår allt uttag enligt Svenskt vatten med undantag för WC.

Räcker vattentillgången vid ett beräknat torrår?

Scenario ökad befolkning/permanentboende.

Scenario med förändrad förbrukning.

2 UNDERLAG

Följande underlag har inhämtats och använts i utredningen:

- Höjdraster med upplösningen 2m
- Fastighetskarta från Nacka kommun
- Nederbördsdata, SMHI
- Jordartskarta, SGU

3 KOORDINAT- OCH HÖJDSYSTEM

I föreliggande utredning har koordinatsystemet SWEREF 99 1800 samt höjdsystemet RH2000 använts.

4 FÖRUTSÄTTNINGAR - VATTENBALANS

4.1 GRUNDVATTEN

Vid beräkning av grundvattenbildning och grundvattenmagasin har följande hydrologiska och hydrogeologiska antaganden gjorts:

- Nederbördsdata enligt normal uppmätt nederbörd, medelvärde 1961-1990 från SMHI, 670 mm/år för normalår
- För att undersöka effekten av variation i nederbördsmängd har en torrperiod med en återkomsttid på 5 år använts med en nederbörd på 470 mm/år.
- Grundvattenmagasinens storlek i berg har beräknats utifrån en kinematisk porositet på 0,03 %. Detta i linje med en tidigare vattenbalansberäkning över Tyresö, närbeläget med Gåsöarkipelagen, där KTH 2011 utfört undersökningar kring porositeten.
- Grundvattenmagasinens storlek i jordlager har uppskattats utifrån jordartskarta och topografi. Ett bitvis öppet magasin bedöms återfinnas i moränlagret samt även ett undre magasin i moränen, överlagrat av lera vid svackor. Mäktigheten på den mättade zonen i moränen har uppskattats till 0,2 m med en kinematisk porositet på 0,1 %. 0,2 m satt med avseende på tunna jordlager i skärgård och är att betrakta som ett konservativt antagande.
- En infiltrationsfaktor har tilldelats jord- respektive berg. För berg har denna varit 5 % av effektiv nederbörd och för jordlagren 10 %.
- Vid strandzoner har hänsyn tagits till en sluttande gradient havsvatten med en reducerande effekt av grundvattenmagasinets profil vilket har minskat magasinens storleken. Det har även tagits hänsyn till en ökad ytavrinning.
- Det antas att avloppsvatten ej bidrar till grundvattenbildningen då förutsättningarna för infiltration av avloppsvatten är dåliga med tanke på områdets geologi och risk för kontaminering av närliggande brunnar. Geologin består mest av berg i dagen och tunna jordlager som ej är lämpliga för infiltration av avloppsvatten. Där bebyggelse finns ligger generellt sett husen ganska nära varandra vilket medför att risk för kontaminering av brunnar föreligger.
- Eventuellt avsaltat havsvatten antas ej kunna användas till dricksvatten men till toalett, dusch mm.
- Grundvattennivån har uppskattats med hjälp av topografin som den anses följa men i låglänta områden som dalgångar ligger grundvattennivån nära markytan medan det inom höjdområden är ett större avstånd från markytan till grundvattennivån.
- Nivån för maximalt tillgängligt grundvatten har satts till -5 (RH2000). En grundvattennivå under denna anses utgöra en betydande risk för salin vatteninträngning i magasinet och har använts i liknande studier (SGU, 1989). Med salint vatten avses havsvatten innehållande högre kloridhalt än grundvattnet, alternativt relik havsvatten från en tidigare geologisk period då området legat under havsytan.

- Grundvattenbildningen är 0 under perioden april – augusti (5 månader). Under denna period avdunstar nederbörden eller tas upp av växtlighet. Grundvattenbildning utgår bara från nederbörd, inget avloppsvatten tillgodoräknas i grundvattenbildningen, se ovan.

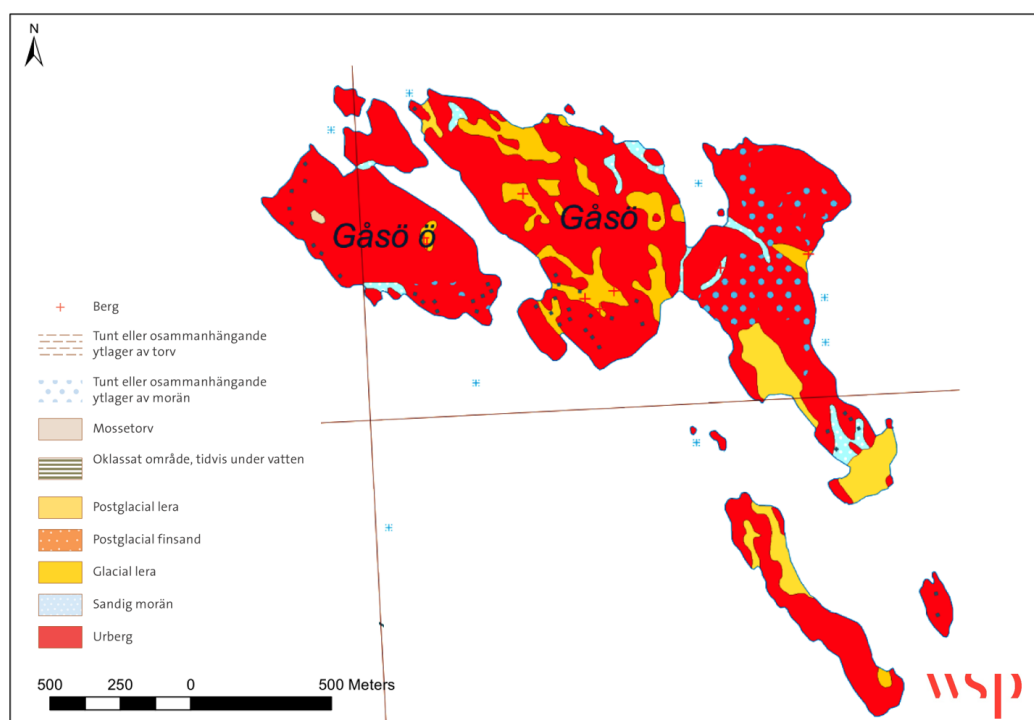
4.2 GRUNDVATTENUTTAG

Följande förutsättningar har överenskommit med Nacka kommun:

I enighet med Nacka kommun har vattenförbrukning kvantifierats enligt 110 liter per dygn och person. Detta återspeglar den genomsnittliga vattenförbrukningen i Sverige (enligt Svenskt Vatten) bortdraget vattenförbrukning för wc, då avloppsnät saknas på Gåsö. Vidare har antalet boende per hushåll satts till 2,8. Då underlag saknas för antalet brunnar på ön har det antagits att varje fastighet brukar varsin tillgänglig brunn.

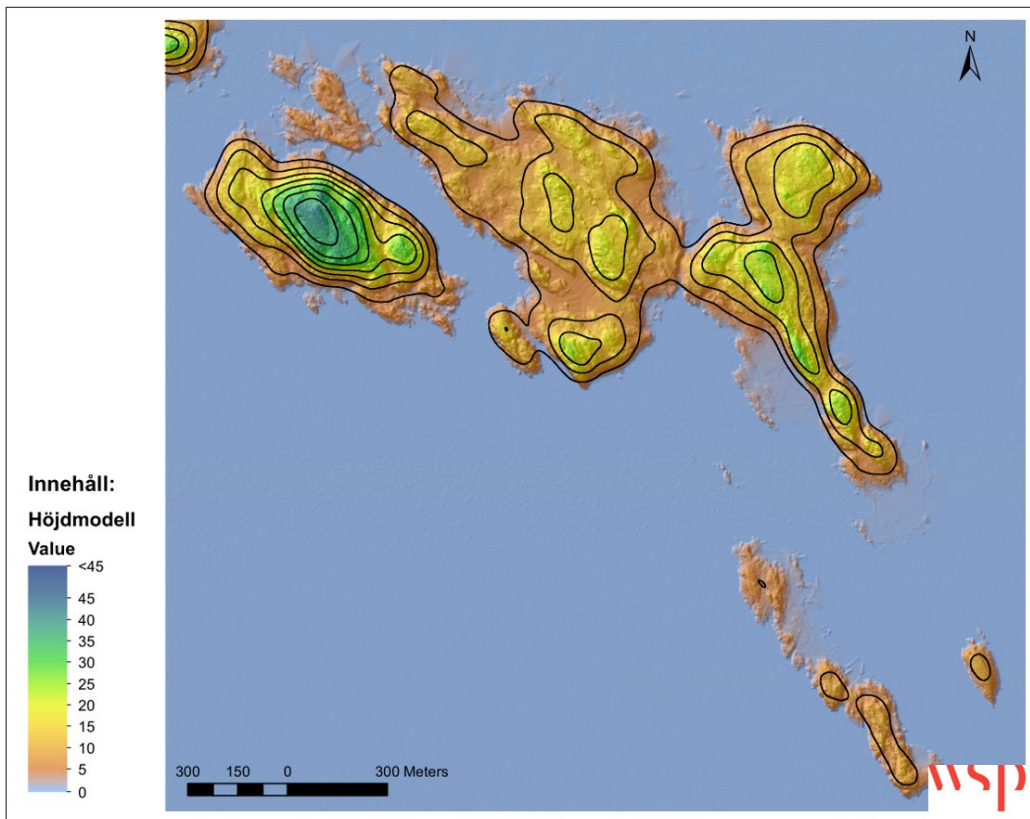
Vidare har andelen permanentboende på öarna varit okänd, Nacka kommun beskriver bostadssituationen som fritidsbebyggelse. På 6% av fastigheterna är det någon som är skriven på den. Det bedöms därför i denna utredning att andelen permanentboende är 10 % som utgångsläge för beräkningarna i vattenbalansen. Denna nivå höjdes dock i ett senare steg till 20 % för att undersöka effekten av en ökning permanentboende. Sommarmånaderna juni-augusti antas 100 % av hushållen vistas på ön och bruka vatten enligt uttag beskrivet ovan.

4.3 GEOLOGI



Figur 1. Geologin i Gåsöarkipelagen enligt SGU:s kartunderlag.

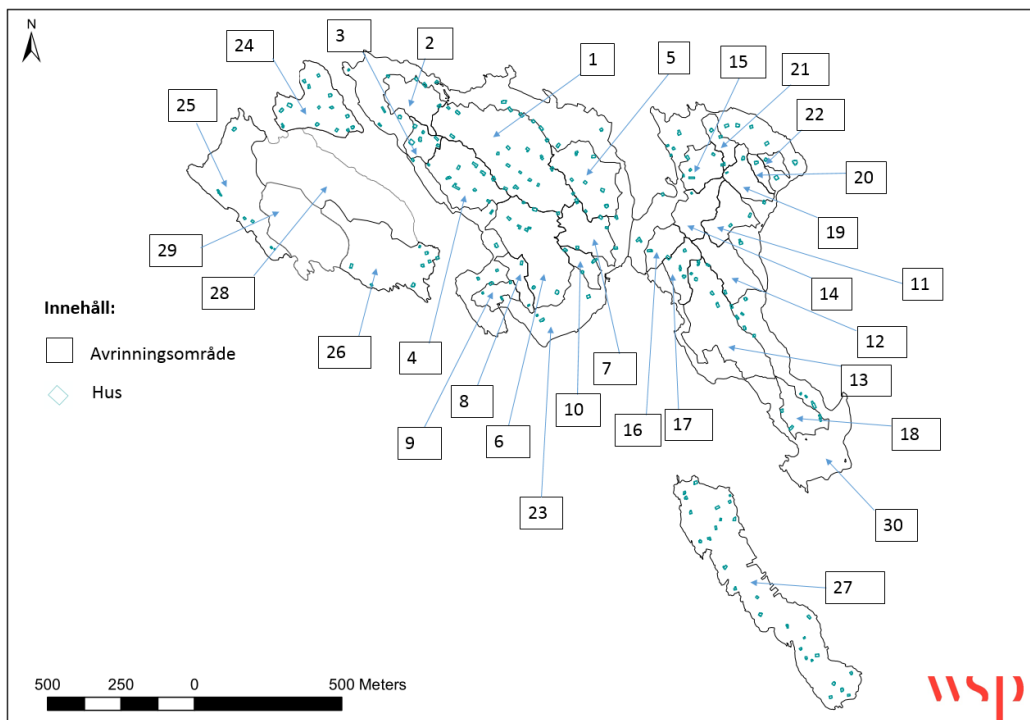
Geologin karaktäriseras av stora områden med ytnära berg med små dalgångar med jordlager. Höjden på öarna varierar mellan ca 7 meter till ca 39 meter, se topografisk karta i Figur 2.



Figur 2. Topografisk karta.

4.4 AVRINNINGSSOMRÅDEN

Indelning i avrinningsområden följer i Figur 3.



Figur 3. Uppskattade avrinningsområden.

Nedan följer en tabell som beskriver area och antalet hus för respektive avrinningsområde, se Tabell 1.

Tabell 1. Area, antal hus samt uttag av magasinstorlek för respektive avrinningsområde.

Avrinningsområde	Area (kvm)	hus	% uttag av magasinstorlek
1	95276	26	50
2	24440	9	40
3	10972	4	310
4	39764	8	55
5	40828	11	440
6	59340	7	10
7	24856	4	65
8	10620	2	55
9	9512	4	155
10	10372	3	105
11	20328	2	90
12	24436	4	45
13	59140	7	35
14	21296	1	20
15	18012	6	155
16	12684	2	60
17	14952	3	50
18	32332	3	15
19	15444	3	85
20	5176	1	125
21	9332	2	255
22	4364	1	125
23	517871	14	80
24	41968	14	320
25	63080	6	75
26	60553	8	135
27	128484	28	120
28	87843	0	0
29	55875	0	0
30	428959	15	80

5 BERÄKNINGAR

Utförda beräkningar baseras enligt den princip som har utvecklats vid KTH och återfinns i en egenutvecklad programvara vid namn GWBal.

Vattenbalansen utgår från en iterativ beräkningsgång för att låta grundvattenmagasinens volym konvergera mot korrekta värden månadsvis över tid, givet påfyllnad och uttag månad för månad. Den föregående månadens magasinvolym blir alltså ingångsvärde in till nästa månad med en övre spärr som förhindrar att grundvattenmagasinet fylls upp högre än den totala maxvolymen. Efter typiskt sett 4-5 år konvergerar vattenbalansen och visar slutligen samma månatliga värden år efter år oavsett ingångsvärde i början av året (vid beräkningarnas start har en 80% fyllnadsgrad varit startvärde). Denna beräkning har gjorts för samtliga avrinningsområden. Värt att tillägga är att torrperioden har beräknats utifrån vattenmagasin som har konvergerat enligt normalperiod, dvs. torrperioden har föregåtts endast period av normal nederbörds mängd för att återge ett verklighetstroget scenario.

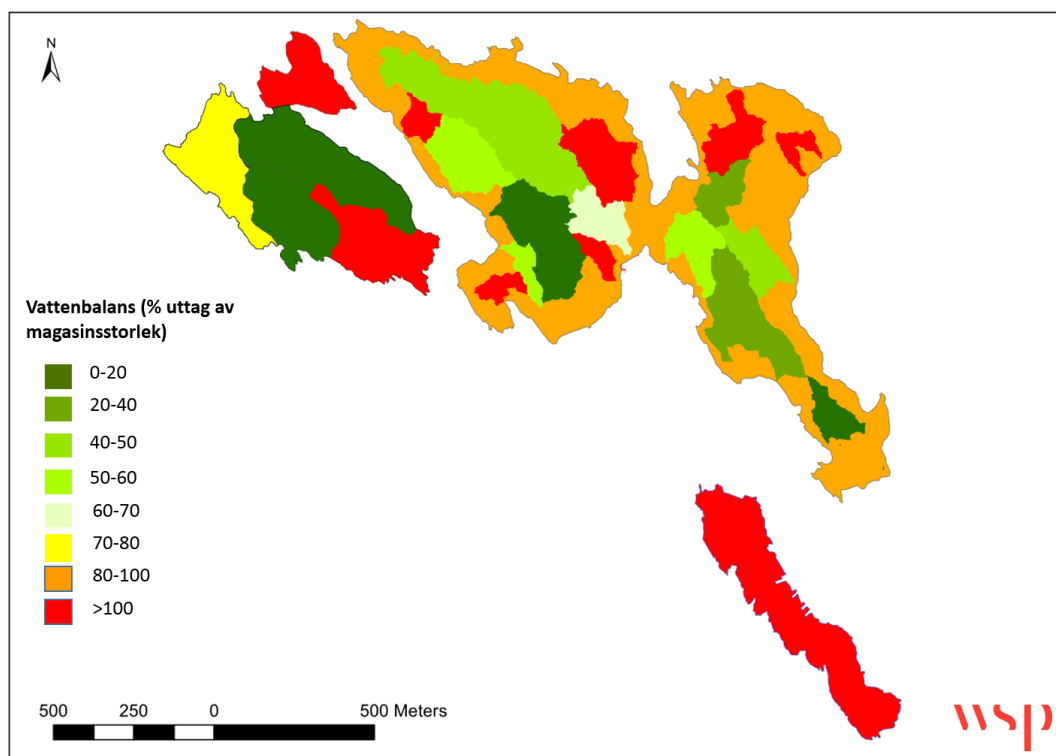
Grundvattenmagasinens storlek har beräknats med huvudsakligen jordartskartan samt höjdkarta som grund. En uppskattning av andelen jordtäckande lager av avrinningsområdets totala area har gjorts för att bestämma jordmagasinets volym. Därtill har den kinematiska porositeten i jordarten tagits fram med hjälp av litteraturvärden för att avgöra volymen tillgängligt grundvatten. Grundvattennivån har uppskattats med hjälp av topografin som den anses följa men i låglänta områden som dalgångar ligger grundvattennivån nära markytan medan det inom höjdområden är ett större avstånd från markytan till grundvattennivån. Vidare har en total infiltrationsfaktor beräknats för respektive avrinningsområde. Denna har viktats med andel täckande jordlager som grund. Denna faktor påverkar slutlig grundvattenbildning.

Resultaten från samtliga beräkningar redovisas då sommarperioden är över, dvs. den tid på året då grundvattennivåerna är lägst. Detta föregås generellt av fyllda grundvattenmagasin efter vårperioden.

6 RESULTAT

6.1 NORMAL NEDERBÖRDSMÄNGD

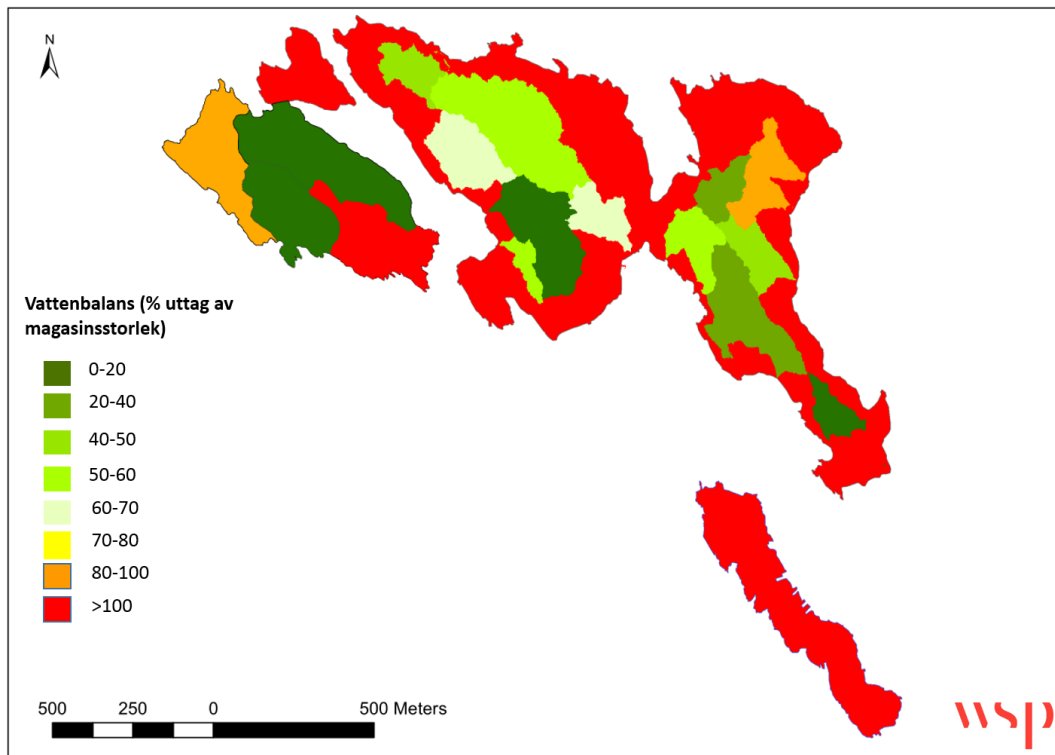
För ett år med normal nederbördsmängd skådas den beräknade vattenbalansen i Figur 4. De beräknade grundvattentillgångarna i jord- och bergmagasin har jämförts med uppskattat vattenuttag från Gåsöarkipelagens hushåll. Figuren visar den tid på året då magasinerna utsätts för maximal belastning. För att grundvattenuttaget ska anses vara hållbart ska uttaget ligga under 80% av magasinens storleken.



Figur 4. Översiktligt bedömd vattenbalans för ett år med normal nederbörsmängd. Rött innebär negativ vattenbalans, dvs. ett högre uttag än beräknad vattentillgång. Grönt innebär positiv vattenbalans, dvs. beräknad vattentillgång är större än uttaget. Orange och gul innebär ett uttag förknippat med risker.

6.2 NORMAL NEDERBÖRDSMÄNGD MED ÖKAD ANDEL PERMANENTBOENDE

Då andelen permanentboende höjs till 20 % av populationen ökar uttaget och den beräknade vattenbalansen följer i Figur 5.



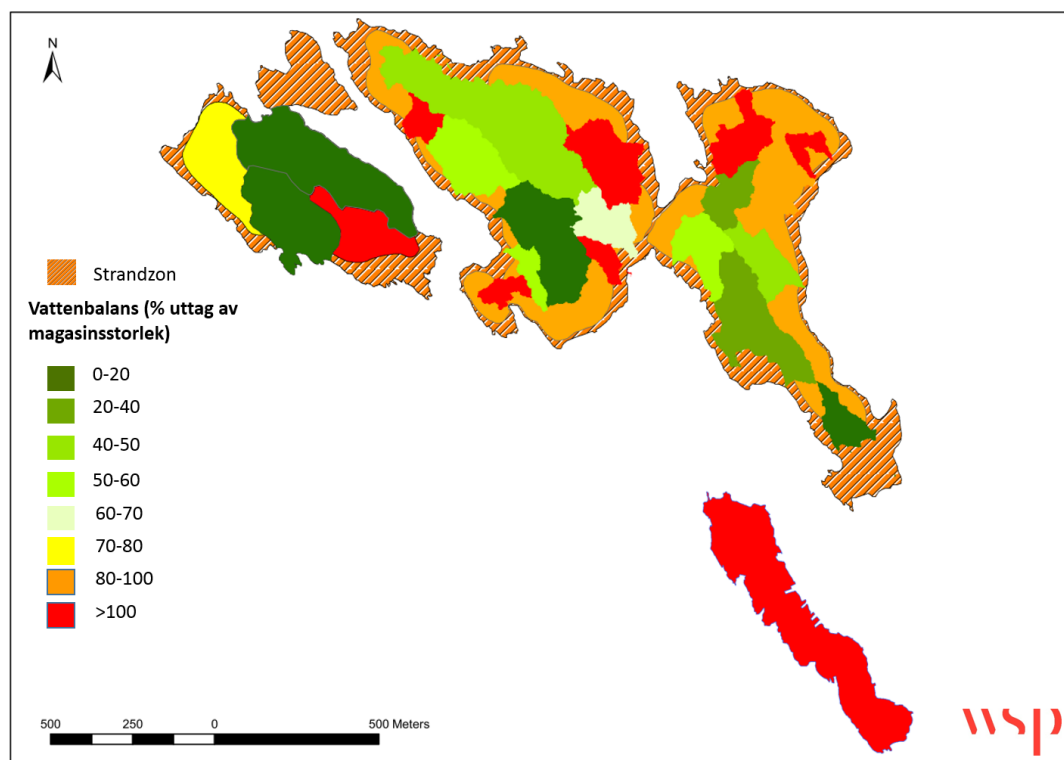
Figur 5. Översiktligt bedömd vattenbalans för ett år med normal nederbördsmängd och en andel permanentboende motsvarande 20 %. Rött innebär negativ vattenbalans, dvs. ett högre uttag än beräknad vattentillgång. Grönt innebär positiv vattenbalans, dvs. beräknad vattentillgång är större än uttaget. Orange och gul innebär ett uttag förknippat med risker.

6.3 TORRPERIOD

Vid beräkning av torrperiod, definierad som en minskad nederbördsmängd enligt en 5-årstorka till ca 440 mm/år enligt en statistisk analys baserat på nederbördsdata från SMHI, kom grundvattenmagasinen att erhålla nivåer i samma intervall som vid normal nederbördsmängd (se Figur 4). Detta kan tillskrivas de små grundvattenmagasin som återfinns på öar med en storlek som exempelvis Gåsö. En reducerad nederbördsmängd bedöms vara tillräcklig för att fylla upp magasinerna maximalt under vårperioden.

6.4 RISK FÖR SALTVATTENINTRÄNGNING

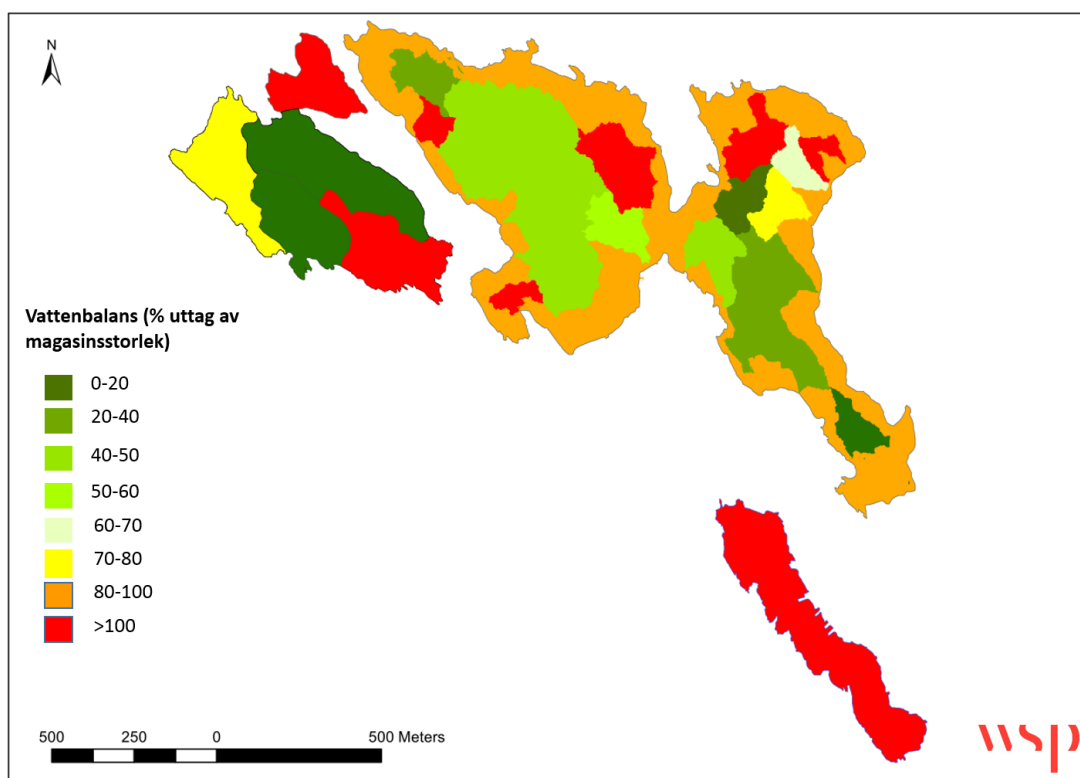
Generellt bedöms risken för saltvatteninträngning vara högre vid alla strandzoner i Gåsöarkipelagen och i synnerhet vid de flackare strandzonerna (se Figur 6). Dock ska det tilläggas att saltvatteninträngning kan ske överallt i landmassan. Det sötare grundvattnet ligger som en lins under marknivå på ön och borras brunnar för djupt och/eller upptaget av grundvatten är för stort sker en s.k. uppkoning av gränsskiktet mellan sött- och saltvatten och därmed tränger salt vatten upp i brunnen. Således löper även de områdena med negativ vattenbalans (markerat röda) risk för saltvatteninträngning.



Figur 6. Vattenbalanskarta med strandzoner markerade där ökat risk för saltvatteninträngning bedöms föreligga.

6.5 SANITÄR STANDARD

Ingångsvärdet med en vattenförbrukning satt till 110 liter per person och dygn är kopplat med en viss osäkerhet. För att undersöka den sanitära standarden närmare ansattes ett lägre värde per person än de 110 liter som var ingångsvärdet. Enligt en undersökning från Energimyndigheten 2009 var vattenförbrukningen för boende i småhus något lägre än för de i lägenhet; närmare 10 liter (per person och dygn) lägre. I tillägg till detta prövades i denna rapport antagandet att endast hälften av hushållen hade tillgång till tvättmaskin på ön och tog hand om sin tvätt i sitt permanenta hushåll. Detta gav en vattenförbrukning på 90 liter per person och dygn som nytt ingångsvärde i vattenbalansen. Resulterande vattenbalans visar en reducerad belastning i flera magasin (Figur 7).



Figur 7. Översiktligt bedömd vattenbalans för ett år med normal nederbörsmängd men med en minskad vattenförbrukning per hushåll. Rött innebär negativ vattenbalans, dvs. ett högre uttag än beräknad vattentillgång. Grönt innebär positiv vattenbalans, dvs. beräknad vattentillgång är större än uttaget. Orange och gul innebär ett uttag förknippat med risker.

7 DISKUSSION

7.1 OSÄKERHETER

Osäkerheter föreligger främst avseende storlek på uttag av grundvatten, grundvattentillgången och hur grundvattentillgången är distribuerad.

Det föreligger flera osäkerheter kring uttagen av grundvatten och dessa har hanterats genom antaganden som kan vara konservativa. Grundantagandet har varit att varje hus nyttjar en egen brunn men där det sannolikt finns en andel avsaltninganläggningar som minskar förbrukningen av grundvatten. Vidare är det svårt att uppskatta vistelselängd per hushåll under sommarmånaderna varför det konservativt räknat har antagits vara full beläggning i hushållen från juni till och med augusti. Även sanitär standard är svåruppskattad varför det enligt överenskommelse har antagits att hushållen har tillgång till full standard bortsett från wc. Detta medför en ackumulerad förbrukning som belastar tillgången av grundvatten i magasinen och som fungerar dimensionerande i egenskap av högsta möjliga förbrukning när tillgången är som lägst. För att fastställa denna övre gräns något mer precist kvävs uppgifter för uttag och boende som kan vara svåra att erhålla. Därmed har en konservativ hållning varit ingångsvärdet för att ej överskatta vattentillgång.

En översiktlig vattenbalansberäkning av det slag som gjorts i denna rapport gör många antaganden som inte nödvändigtvis är korrekta men som fungerar väl i det generella fallet. En faktor som har viss betydelse för utfallet i vattenbalansen är storleken på avrinningsområdena. Dessa är huvudsakligen beräknade med digitala hydrologiska verktyg baserade på en analys över topografin. Det finns en viss tendens att dessa kan bli något små till storleken relativt ett verkligt grundvattenmagasin, i synnerhet vid kustrensor. Detta kan vid tillfällen medföra en inte helt korrekt avbild av vattentillgång för de hus som kan tänkas stå på endera sidan av gränsen för avrinningsområdet.

Resultaten av utredningen visar generellt att det är ett överskott av vatten centralt på öarna. Vatten från dessa högt liggande områden med överskott på vatten avrinner mot lägre liggande områden. Detta vatten bidrar därmed till vattenbalansen för de lägre liggande områdena.

7.2 GRUNDVATTEN – KAPACITET

Frågan hur många personer Gåsös vattentillgång räcker till besvaras ej med ett enkelt och entydigt svar. Hänsyn bör tas till spatiala variationer i tillgång respektive var hushållen i nuläget samt framöver är belägna.

Resultaten i denna utredning visar att det finns gröna områden med positiv vattenbalans som eventuellt skulle kunna tåla ytterligare uttag men som det nämns tidigare bidrar dessa områden med vatten till intilliggande områden med negativ vattenbalans. Utifrån resultaten i denna rapport rekommenderas ingen ytterligare bebyggelse på Gåsö. Om det trots allt är aktuellt med exploatering behöver undersökningar av vattentillgång och vattenkvalitet utföras för att klargöra om det finns förutsättningar för ytterligare hållbara grundvattenuttag på aktuell plats. Grundvatten på Gåsö finns i huvudsak i

sprickor i berget och om ett område eller plats har tillräcklig vattentillgång och god vattenkvalitet som tål ytterligare uttag utan att närliggande brunnar påverkas negativt går ej att uttala sig utifrån denna rapport utan kräver fältundersökningar.

7.3 FAKTORERNAS INVERKAN

Avseende de faktorer som antas påverka vattenbalansen över tid och som har ingått i frågeställningen, dvs. extremväder, andelen permanentboende samt sanitär standard ter det sig tydligt enligt genomförda beräkningar att faktorer som styr vattenuttag har större inverkan på vattenbalansen än undersökt faktor som styr grundvattenbildning. Med andra ord föreligger det större risk för tömda grundvattenmagasin och saltvatteninträning vid ökad exploatering och högre andel permanentboende samt eventuell höjning av sanitär standard (givet antagandet att de nyttjar vatten från grundvattenmagasinen) jämfört med ett ovanligt torrt nederbördsår enligt en återkomstperiod på upp till 5 år.

8 REFERENSER

SGU 1989-10-30 Utredning av vattensituationen på Brevikshalvön, samt i områdena Raksta och Solberga – Bergholm. Dnr 08 – 326/89.

Energimyndigheten 2009 Mätning av kall- och varmvattenanvändning i 44 hushåll. Delrapport i Energimyndighetens projekt Förbättrad energistatistik i bebyggelsen och industrin ER 2009:26

VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 39 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare. wsp.com

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com

