KUNGÄLVS KOMMUN

Vattenförsörjningsplan

Plan

Diarie-/dokumentnummer: KS2023/1292
Beslut: 2023-11-15 Kommunstyrelsen §345/2023
Beredande politiskt organ: Utskottet för Samhälle- och utveckling
Ersätter tidigare beslut 2016-04-27 Kommunstyrelsen §151/2016
Giltighetstid: 2027-12-31
Dokumentansvarig: Enhetschef VA-teknik
Senast uppdaterad av: Enhetschef VA-teknik

KUNGÄLVS KOMMUN

Ordlista över begrepp som används i vattenförsörjningsplanen

A

Allmän vattenförsörjning *Vattenförsörjning som sker genom kommunens allmänna anläggningar (vattenverk, ledningar, pumpstationer etc.).*

Avlopp *Samlingsnamn för spillvatten, dagvatten samt dränvatten.*

D

Dagvatten *Ytligt avrinnande regnvatten och smältvatten från tak, gator och andra ytor.*

E

Enskilt vattenförsörjning *Vattenförsörjning som sker genom enskilda lösningar såsom borrade eller grävda brunnar.*

G

Grundvatten *Vatten i den del av marken där alla porer är vattenfyllda.*

Grundvattenbildning *Tillförsel och nedträngning av nederbördsvatten till grundvattnet.*

Grundvattennivå *Den nivå där man får en vattenyta om man gräver en grop i marken eller driver ner ett perforerat rör.*

K

Konstgjord infiltration *Infiltration av vatten i syfte att öka grundvattenbildningen.*

M

Maxdygnsfaktor *Kvoten mellan maxdygnsförbrukning under en tidsperiod och medeldygnsförbrukningen.*

Maxtimfaktor *Kvoten mellan den högsta timförbrukningen under ett dygn med maximal förbrukning och den genomsnittliga timförbrukningen under det dygnet.*

Medelvärde *Summan av värdena i en redovisningsgrupp dividerat med antalet observationer i gruppen.*

Medianvärde *Mittersta värdet i en redovisningsgrupp då de observerade värdena sorterats i stigande ordning efter värde.*

Miljökonsekvens-beskrivning *Handling som beskriver den samlade miljöpåverkan som kan förväntas till följd av att ett projekt eller en åtgärd genomförs.*

Miljökvalitetsmål *Sexton politiska mål som beskriver kvaliteter i miljön som i huvudsak ska vara uppnådda ”inom en generation”, vilket angavs till 2020 (utom för klimat, där målet gäller 2050).*

Miljökvalitetsnorm *Inom vattenförvaltningen fastställda kvalitetskrav för alla vattenförekomster.*

Multikriterieanalys *Analysmetod för att bedöma lämpligheten av olika alternativ genom poängsättning av ett eller flera definierade kriterier.*

N	Nödvatten	*Vatten för dryck, matlagning och personlig hygien som kortsiktigt distribueras utan att nyttja ordinarie ledningsnät. Det kan istället ske med tankar eller tankbilar etc.*
O	Ordinarie vattenförsörjning	*Vattenförsörjning som sker under normala förutsättningar, utan brist på vatten eller skador på anläggningar som rör den allmänna vattenleveransen.*
R	Renvatten	*Utgående renat vatten från ett vattenverk.*
	Redundans	*Upprätthållande av systemets prestationsförmåga när enstaka komponenter fallerar, t.ex. tillgång till ett alternativt vattenverk och/eller tillgång till en alternativ råvattenkälla.*
	Reservoar	*Vattenmagasin som används i syfte att förbättra vattensystemets möjlighet att klara av toppar i vattenkonsumtion och eventuella avbrott i produktion och distribution.*
	Reservvatten	*Dricksvatten som distribueras via ordinarie ledningsnät men från annan produktionsanläggning än den ordinarie och som kan ersätta den ordinarie vattentäkten vid behov.*
	Risk	*Begrepp* som *definieras som produkten av sannolikhet och konsekvens.*
	Råvatten	*Ytvatten eller grundvatten som efter beredning kan användas som dricksvatten.*
S	Saltvatteninträngning	*Fenomen som inträffar när saltvatten tränger in i akvifer och höjer salthalten på grundvattnet.*
	Standardavvikelse	*Statistiskt mått på utspridningen hos data eller en fördelning.*
	Spillvatten	*Förorenat vatten från hushåll (toalett, bad/dusch, disk och tvätt) och andra verksamheter (industrier, serviceanläggningar och dylikt).*
V	Vattenabonnent	*Hushåll eller verksamhet som tillhandahåller vatten från den allmänna vattenförsörjningen.*
	Vattendom	*Tillstånd som beskriver hur mycket vatten som får tappas från sjö, vattendrag eller annan vattenförekomst samt vilket vattenstånd som måste upprätthållas.*
	Vattenförekomst	*Begrepp som används inom vattenförvaltningen. Havsområde, sjö, del av sjö, ett vattendrag, del av vattendrag eller en eller flera grundvattenmagasin.*
	Vattenförsörjning	*De system som används för att förse ett samhälle med vatten. Kan ha sin grund i olika behov,*

	t.ex. dricksvatten, industriellt vatten, bevattning inom jordbruket osv. I vattenförsörjningsplanen avses endast dricksvattenförsörjning.
Vattenresurs	*Vatten i sjö, vattendrag eller grundvattenmagasin som kan användas för produktion av dricksvatten.*
Vattentäkt	*Vattenförekomst som utnyttjas för vattenförsörjning.*
Vattenskyddsområde	*Skyddsområde i syfte att skydda dricksvattentäkter såsom sjöar, grundvattentäkter och vattendrag.*
Vattenverk	*Anläggning för att bereda dricksvatten.*
VA	*Förkortning för vatten och avlopp.*
VA-delplan	*Planering inom ett specifikt ämnesområde (dagvattenplanering, utbyggnadsplanering etc.) rörande kommunens vatten- och avloppsfrågor.*

	VA-plan	*Samlingsbegrepp för det kommunala planpaketet som innefattar VA-översikt, VA-policy och VA-delplaner.*
	VA-policy	*Strategiskt dokument innefattande kommunala ställningstaganden och viljeyttringar beträffande vatten och avloppsfrågor. Kungälvs kommuns VA-policy är politiskt antagen.*
	VA-översikt	*Strategisk dokument som ger en inventering över kommunens vattenresurser, VA-anläggningar för både enskilt och allmänt VA.*
	VA-verksamhetsområde	*Ett av kommunfullmäktige fastställt geografiskt område, inom vilket en eller flera vattentjänster har ordnats eller ska ordnas genom en allmän va-anläggning.*
Y	Ytvatten	*Vatten i sjöar, vattendrag, våtmarker och hav.*

KUNGÄLVS KOMMUN

Innehåll

Ordlista över begrepp som används i vattenförsörjningsplanen 2

1 Inledning 10

1.1 BAKGRUND 10
1.2 SYFTE 11
1.3 METODIK 12
1.4 LÅNGSIKTIGT HÅLLBAR VATTENFÖRSÖRJNING 12
1.5 RELATION TILL ANDRA STYRDOKUMENT 13
1.6 MÅL OCH VILJEINRIKTNING 14
STYRDOKUMENTET MÅLSÄTTNING ÄR ATT, TILLSAMMANS MED NÄRLIGGANDE DOKUMENT, SÄKERSTÄLLA EN FYSISK OCH ROBUST PLANERING AV VATTENFÖRSÖRJNINGEN SOM TAR HÄNSYN TILL RÅDANDE RESURSERFÖRUTSÄTTNING SAMT AKTUELLA RISKER I OLIKA DELAR AV KOMMUNEN OCH SAMTIDIGT BLICKAR FRAMÅT. SKA ÄVEN SÄKERSTÄLLA TILLGÅNGEN TILL DRICKSVATTEN AV GOD KVALITET OCH TILLRÄCKLIG MÄNGD, DETTA ÄR EN FÖRUTSÄTTNING FÖR NÖDVÄNDIGA SAMHÄLLSFUNKTIONER OCH FÖR EN GOD SAMHÄLLSUTVECKLING. 14

2 Kommunens ansvar och skyldighet 15

2.1 ORDINARIE VATTENFÖRSÖRJNING 15
2.2 RESERVVATTEN 16
2.3 NÖDVATTEN 16

3 Samhällets utveckling och behov 18

3.1 MÅL OCH BEFOLKNINGSPROGNOS ENLIGT ÖVERSIKTSPLAN 18
3.2 BEFOLKNINGSÖKNING 18
3.2.1 DELOMRÅDEN 19
3.2.2 OSÄKERHET I PROGNOSEN 20
3.3 PLANERADE ANSLUTNINGAR TILL KOMMUNALT VATTEN 21
3.4 VATTENLEVERANS TILL GRANNKOMMUNER 21
3.5 VATTENBEHOV 22

4 Vattenresurser 26

4.1 YTVATTEN 26
4.1.1 GÖTA ÄLV 26
4.1.2 SJÖAR 27
4.1.3 YTVATTEN I NÄRLIGGANDE KOMMUNER 27
4.2 GRUNDVATTEN 28
4.2.1 GENERELL GRUNDVATTENKVANTITET 28
4.2.2 GENERELL GRUNDVATTENKVALITET 30
4.2.3 SALTVATTENINTRÄNGNING 30
4.2.4 JÄRN 31
4.2.5 MANGAN 31
4.2.6 RADON 31
4.2.7 NITRAT OCH NITRIT 34
4.2.8 URAN 34
4.2.9 ÖVRIGA RADIOAKTIVA ÄMNEN 35
4.2.10 DÖSEBACKA 35
4.2.11 LYSEGÅRDEN 35
4.2.12 ROMELANDAAVLAGRINGEN 35
4.2.13 KASTELLEGÅRDEN 36

4.2.14 KODE 36
4.2.15 KAREBY 36
4.3 KONSTGJORD INFILTRATION 36
4.4 KÖPA DRICKSVATTEN 36

5 Klimatförändringars påverkan på vattenförsörjning 38

5.1 ORMOSKÄRMEN 39

6 Befintlig enskild vattenförsörjning 40

6.1 STÖRRE GEMENSAMMA OCH KOMMERSIELLA VATTENTÄKTER 43
6.1.1 RÖRTÅNGEN 44
6.1.2 GULLBRINGA/KULPERÖD 46
6.1.3 ULVESUND 47
6.2 SKYDD AV STÖRRE ENSKILDA VATTENTÄKTER 49
6.3 INDUSTRI OCH JORDBRUKSUTTAG 49
6.4 ENSKILDA ANSLUTNINGAR TILL KOMMUNALT VATTEN OCH AVLOPP 49
6.5 HOT OCH RISKER FÖR ENSKILDA VATTENTÄKTER 50
6.5.1 ENERGIANLÄGGNINGAR 50
6.5.2 BEKÄMPNINGSMEDEL 50
6.5.3 FÖRORENADE OMRÅDEN 50
6.5.4 AVLOPPSANLÄGGNINGAR 52
6.5.5 JORD- OCH SKOGSBRUK 52

7 Befintlig allmän vattenförsörjning 53

7.1 RÅVATTEN FÖR ORDINARIE FÖRSÖRJNING 53
7.1.1 GÖTA ÄLV 53
7.1.2 DÖSEBACKA 55
7.1.3 LYSEGÅRDEN 57
7.1.4 LYSEGÅRDENS MATERIALTÄKT 59
7.1.5 LYSEGÅRDENS GOLFBANA 60
7.1.6 MARSTRAND 60
7.2 RÅVATTEN FÖR RESERVVATTENFÖRSÖRJNING 61
7.3 RÅVATTEN FÖR NÖDVATTENFÖRSÖRJNING 61
7.4 VATTENVERK 62
7.4.1 DÖSEBACKA 62
7.4.2 LYSEGÅRDEN 64
7.4.3 MARSTRAND 65
7.5 LEDNINGSNÄT FÖR DISTRIBUTION TILL KONSUMENT 66
7.6 VATTENSKYDDSOMRÅDEN 68
7.6.1 GÖTA ÄLVS VATTENSKYDDSOMRÅDE 69
7.6.2 DÖSEBACKA VATTENSKYDDSOMRÅDE 70
7.6.3 LYSEGÅRDEN VATTENSKYDDSOMRÅDE 71
7.6.4 MARSTRANDS VATTENSKYDDSOMRÅDE 72

8 Framtida ordinarie vattenförsörjning 73

8.1 ALTERNATIV 73
8.2 HANTERING AV ALTERNATIV 74

9 Framtida nödvattenförsörjning 75

9.1 ALTERNATIV 75
9.2 HANTERING AV ALTERNATIV 75

10 Framtida reservvattenförsörjning 76

10.1 STÄNGNING AV VATTENINTAG I GÖTA ÄLV 76
10.2 SCENARIOS FÖR RESERVVATTENBEHOV 78
10.3 SAMMANKOPPLING MED NÄRLIGGANDE KOMMUNER 79
10.4 IDENTIFIERADE ALTERNATIV TILL RESERVVATTENFÖRSÖRJNING 80
10.5 SÅRBARHETSBEDÖMNING 81
10.6 UTVÄRDERING AV ALTERNATIV 85
10.6.1 NEDPRIORITERADE ALTERNATIV FÖR RESERVVATTENFÖRSÖRJNING 86
10.6.2 KVARVARANDE ALTERNATIV 87
10.6.3 MULTIKRITERIEANALYS 87
10.6.4 BEDÖMNING AV ALTERNATIV 91
10.6.5 SAMMANSTÄLLNING AV RESULTAT UTAN VIKTNING 107
10.6.6 VIKTNING 108
10.6.7 ANALYS AV RESULTAT MED VIKTNING 111

11 Slutsatser 114

11.1 PRIORITERADE OCH ICKE PRIORITERADE VATTENFÖREKOMSTER 114
11.2 FRAMTIDA ENSKILDA VATTENFÖRSÖRJNINGEN 114
11.3 FRAMTIDA ALLMÄNNA VATTENFÖRSÖRJNINGEN 115

12 Åtgärdsförslag 116

12.1 BEREDSKAPSPLANERING 117
12.2 MODELL FÖR RESERVVATTENFÖRSÖRJNING 117
12.3 UTREDNING BETRÄFFANDE RÅVATTEN FRÅN DRYPESJÖN 118
12.4 UTREDNING BETRÄFFANDE RÅVATTEN FRÅN DÖSEBACKA GRUNDVATTENTÄKT 118
12.5 UTREDNING BETRÄFFANDE RÅVATTEN FRÅN ALE KOMMUN 119
12.6 UTREDNING BETRÄFFANDE RENVATTEN FRÅN GÖTEBORG 119
12.7 AVTAL MED STENUNGSUND GÄLLANDE VATTENLEVERANS 120
12.8 UTREDNING BETRÄFFANDE KLIMATFÖRÄNDRINGAR 120
12.9 INFORMATION OCH RÅDGIVNING BETRÄFFANDE ENSKILD VATTENFÖRSÖRJNING 120
12.10 RIKTLINJER GÄLLANDE BEDÖMNING FÖR ENSKILDA VATTENTÄKTER 121
12.11 INVENTERA STRATEGISKA VATTENTÄKTER 121
12.12 INVENTERA VATTENTÄKTER ENLIGT VATTENFÖRVALTNINGSFÖRORDNINGEN 121
12.13 SAMMANSTÄLLNING ÖVER ÅTGÄRDSFÖRSLAG 122

13 Levandegöra 123

14 Uppföljning 124

15 Referenser 125

KUNGÄLVS
KOMMUN

1 Inledning

Arbetet med vattenförsörjningsplanen har genomförts enligt ***SGUs*** vägledning (2009:24) för utformande av vattenförsörjningsplaner samt ***Vägledning för kommunal VA-planering*** från ***Havs- och vattenmyndigheten***, rapport 2014:1. Kungälvs kommun har, för att få en praktisk och användbar vattenförsörjningsplan, valt att bredda synen på vattenförsörjningsplan till att beskriva inte enbart vattenresurser utan även systemlösningar för vattenförsörjning, samt utmaningarna i dessa. Vattenförsörjningsplanen har tagits fram av en arbetsgrupp med representanter från olika enheter på kommunen samt konsulter på ***Sweco***. De som har ingått i arbetsgruppen från kommunens sida är Tobias Edner, Johan Emanuelsson, Marie Fagerberg, Maria Hübinette, Sune Karlsson, Lina Larsson, Christina Rönnmark och Camilla Schalin. Från ***Swecos*** sida har Emelie Persson, Tove Karnstedt, Nils Kellgren samt Lars Rosén varit
representerade.

1.1 Bakgrund

Upprättande av vattenförsörjningsplaner har sin bakgrund i beslut och ratificeringar både internationellt, nationellt, regionalt och kommunalt.

År 2000 antog alla medlemsländer i ***EU*** det så kallade ramdirektivet för vatten (vattendirektivet) vilket innebär en helhetssyn och systematiskt arbete för att bevara och förbättra Europas vatten (EU, 2000). Ramdirektivet lägger grunden för den kvalitet och tillgång på vatten som EU-länderna inte får underskrida. Direktivet syftar till en effektivare samordning av resurser inom och mellan EU-länderna för att hantera brister i vattenmiljön. Sveriges fem vattendistrikt har fastställt fyra dokument som stöd för detta arbete; Förvaltningsplan, Åtgärdsprogram, Miljökvalitetsnormer och Miljökonsekvensbeskrivning. Dokumenten fastställdes för perioden 2009-2015. Regeringen har beslutat att pröva åtgärdsprogram för vatten för kommande sexårsperiod (2016-2021). Till dess att en omprövning skett gäller befintligt åtgärdsprogram.

I åtgärdsprogrammet, som riktar sig till kommuner och myndigheter, beskrivs de åtgärder som bedöms nödvändiga för att de beslutade miljökvalitetsnormerna ska uppnås i tid inom vattendistriktet. Åtgärderna innefattar dels att utveckla styrmedel, dels formulera konkreta förbättringar av vattenmiljön, samlade i ett antal punkter som kommunerna behöver utföra, varav punkt 37 i åtgärdsprogrammet (2009-2015) är:

Kommunerna behöver, i samverkan med länsstyrelserna, utveckla vatten- och avloppsvattenplaner, särskilt i områden med vattenförekomster som inte uppnår, eller riskerar att inte uppnå, god ekologisk status, god kemisk status eller god kvantitativ status.

Utöver arbetet kopplat till vattendirektivet arbetar Sverige sedan 1999 med nationella miljökvalitetsmål varav ett antal inbegriper hanteringen av vattenresurser. De miljökvalitetsmål som främst berör vattenförsörjningen är:

- Levande sjöar och vattendrag
- Grundvatten av god kvalitet.
- God bebyggd miljö

Utöver dessa tre finns andra miljömål som har en påverkan på vattenresurserna. De två första ovan är direkt kopplade till statusen på vattenförekomsterna medan det tredje kopplas till den kommunala planeringen och hur riskerna för förekomsterna ska hanteras.
En förutsättning för att uppnå och bibehålla en tillfredsställande vattentillgång för dricksvattenändamål, och därmed god bebyggd miljö, är att kommunen i ett så tidigt skede som möjligt identifierar, ser över och börjar hantera de risker som kan förknippas med de aktuella och potentiella vattenförekomsterna. En fungerande vattenförsörjningsplan är därmed ett hjälpmedel som bidrar till arbetet med att säkra råvattenkällorna och att uppfylla miljömålen.

Göteborgsregionens kommunalförbund (GR) arbetar med vattenförsörjningsfrågorna i ett regionalt perspektiv och har tagit fram en vattenförsörjningsplan för Göteborgsregionen som färdigställdes i maj 2014 (GR, 2014). Denna speglar regionens förutsättningar och utmaningar gällande vattenförsörjning och identifierar vattenresurser som är av regionalt intresse. Fokus ligger här inte på kommunala lösningar utan regionala, varför denna vattenförsörjningsplan är ett lokalt komplement. Kungälvs vattenförsörjningsplan förhåller sig till den regionala planen storskaligt och kompletterar genom identifiering av mindre lokala förekomster som inte är medtagna i den regionala planen.

Inom Kungälvs kommun pågår ett intensivt arbete med VA och vattenförsörjningsfrågorna. Behovet av vatten ökar till följd av befolkningstillväxt och den ökade andelen fritidshus som görs om till permanentboende, samt att närliggande kommuner efterfrågar vatten för att täcka upp sina behov. En vattenförsörjningsplan för kommunen klarlägger förutsättningarna och alternativa systemlösningar för Kungälvs framtida vattenförsörjning samt identifierar både utmaningar och möjligheter kring förutsättningar och lösningar.

1.2 Syfte

Kungälvs vattenförsörjningsplan är framtagen med syftet att beskriva kommunens aktuella och framtida vattenförsörjning. Planen ger en övergripande bild av de dricksvattenresurser som används idag men även potentiella framtida vattenresurser som av detta skäl bör skyddas inför framtiden, genom olika skyddsåtgärder.

Planen är ett strategiskt dokument som ska användas som ett komplement till kommunens översiktsplan för att gemensamt uppnå en fysisk planering som tar hänsyn till rådande resursförutsättningar och aktuella risker i olika delar av kommunen. Planen syftar även till att kartlägga vattenförsörjningen i Kungälvs kommun idag och alternativen för hur den kan

se ut i framtiden. Kartläggningen görs för att få en överblick över både enskilda och allmänna anläggningar för vattenförsörjningen. Alternativ för den framtida allmänna vattenförsörjningen har tagits fram utifrån de resurser som har identifierats som intressanta ur vattenförsörjningssynpunkt och utifrån diskussionerna om kommande investeringar i systemen. Utifrån föreslagna alternativ och bedömningar av dessa, så har möjliga lösningar för Kungälvs framtida vattenförsörjning föreslagits.

Vattenförsörjningsplanen ska även sammanställa de åtgärder som identifierats som nödvändiga eller som bör genomföras inom ramen för befintligt och framtida arbete med att säkerställa vattenförsörjningen i Kungälvs kommun.

1.3 Metodik

Den grundläggande strategin för arbetet med den kommunala vattenförsörjningsplanen, är att i ett första steg identifiera och översiktligt beskriva de system som finns idag och de vattenresurser som idag nyttjas för dricksvattenproduktion både enskilt och allmänt. Det samma görs för samtliga större vattenförekomster som potentiellt sett skulle kunna nyttjas för dricksvattenproduktion i framtiden. I denna första del av arbetet beskrivs även kommunens aktuella vattenskydd och det förestående behov av skydd som finns inom överskådlig framtid. Denna identifiering och beskrivning framgår av ***Kapitel 4-7***.

I ett andra steg kartläggs de identifierade vattenförekomsterna och möjliga alternativ för systemlösningar för Kungälvs framtida vattenförsörjning. Detta följs sedan upp av ett resonemang gällande hur alternativen ska hanteras utifrån de beslut som tagits sedan tidigare och under arbetet med vattenförsörjningsplanen.

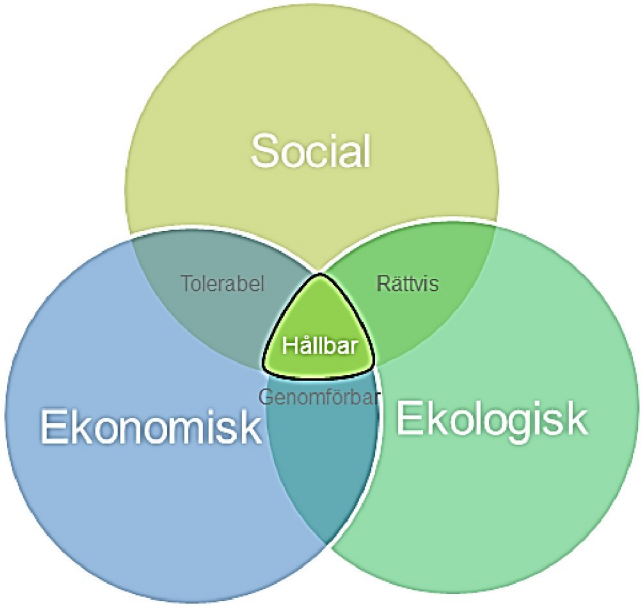
Steg tre i arbetet innefattar identifiering och en närmare utvärdering av de olika alternativen med hänsyn till de kriterier och krav som kommunen behöver ställa på lösningarna och råvattenalternativen. För vissa delar av arbetet sker utvärderingen med hjälp av multikriterieanalys (MKA) i syfte att göra det möjligt jämföra olika alternativ med varandra.

Utifrån utvärderingens resultat ges slutligen förslag till åtgärdspunkter som krävs för att säkerställa Kungälvs framtida vattenförsörjning.

1.4 Långsiktigt hållbar vattenförsörjning

För att vattenförsörjning ska kunna bli långsiktigt hållbar krävs att sociala, ekonomiska och miljömässiga aspekter vägs in i planeringen av vattenförsörjningssystemet. Dagens resursanvändning och utformning av försörjningsystem ska inte äventyra kommande generationers möjlighet till en långsiktig och trygg vattenförsörjning.

Sociala aspekter ska beaktas så att vattenförsörjningen inte negativt påverkar människors möjligheter till att tillgodose sina behov och inte heller påverkar människors utveckling negativt. Exempelvis ska invånare som är i behov av vatten ha möjlighet att få det behovet tillgodosett. Vattnet som används ska dessutom vara hälsomässigt säkert. Detta innebär också att vattenuttag eller anläggningar för vattenförsörjning inte ska påverka boendemiljön negativt i form av dämning eller sänkning av vattennivån i en ytvattenförekomst, eller att planerad VA-utbyggnad inte kommuniceras till berörda invånare. Det kan också innebära att eventuella vattenskyddsområden inte utan motiv ska hämma möjligheten till försörjning och annan verksamhet för kommunens invånare. Figur 1 visar de ingående dimensionerna för hållbar utveckling.



Figur 1 För att vattenförsörjningen ska vara hållbar krävs att sociala, ekonomiska och ekologiska aspekter beaktas.

Ekonomiska aspekter innebär att vattenförsörjningen ska bedrivas resurseffektivt ur ett samhällsekonomiskt perspektiv. Det handlar om att bygga system med lång ekonomisk livslängd som är väl anpassade efter ekonomiska förutsättningar, idag och i framtiden. Man bör redan idag beakta de förändringar i vattentillgång och vattenkvalitet som förväntas på grund av ett förändrat klimat. Kanske är en vattentäkt idag en möjlig dricksvattenresurs men kommer att kräva stora processförändringar i vattenverk (VV) framöver på grund av förändrad vattenkvalitet. För att vattenförsörjningssystem ska bli hållbara ur ekonomisk synvinkel kan det krävas samverkan över kommun- och länsgränser för att optimera vattenförsörjningen till exempel genom att möjliggöra att olika kommuner försörjs från samma vattentäkt.

Miljömässiga aspekter kan vara att skyddsvärd natur inte ska påverkas negativt av vattenförsörjningen. Mindre vattendrag ska inte torrläggas och habitat för hotade arter ska inte försvinna som följd av vattenuttag. Det innebär också att vatten ses som en resurs som ska skyddas och inte överutnyttjas. Uttaget ska motsvara behovet och risker för förorening av vattentäkter ska minskas i den mån det är möjligt. Det ska hushållas med de resurser som används i vattenförsörjningssystemet, t.ex. minskas doseringen av kemikalier för vattenberedning och energiåtgång till pumpar där så är möjligt.

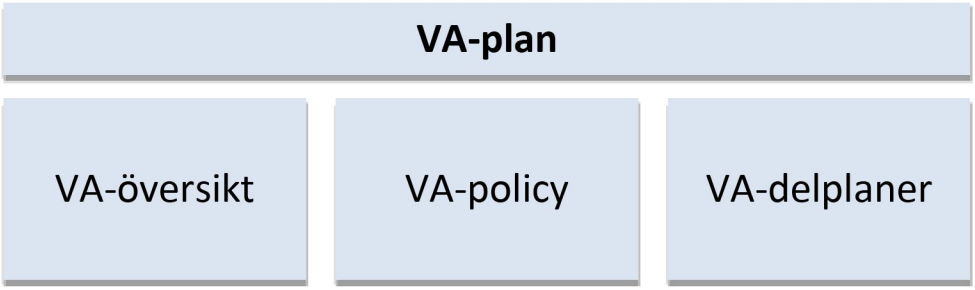
Hållbarhet handlar om att se helheten i vattenförsörjningen och anpassa verksamheten efter de sociala, ekonomiska och miljömässiga förutsättningar som finns både inom och i anslutning till kommunen.

1.5 Relation till andra styrdokument

Vattenförsörjningsplanen är en av de sex delplaner som ingår i den kommunala VA-planen. De övriga delplanera är:

- VA-utbyggnadsplan
- Tillsynsplan för avlopp
- Dagvattenplan
- Drift- och underhållsplan för allmänt VA
- Brand- och släckvattenplan

Delplanerna föregås av en VA-översikt som är en inventering av Kungälvs kommuns, allmänna och enskilda, anläggningar, vattentillgångar, recipientmiljöer och vattenskydd, samt en VA-policy som ger konkreta ställningstaganden och en utvecklingsriktning för det framtida arbetet med vatten- och avloppsfrågor. Dessa tre delar utgör tillsammans den kommunala VA-planen i enlighet med Figur 2.



Figur 2. VA-planens tre delar

Vattenförsörjningsplanen är ett strategiskt dokument som är avsett att användas som ett komplement till den kommunala översiktsplanen. Syftet är att uppnå en mer genomtänkt och effektiv samhällsplanering som tar hänsyn till avgörande förutsättningar beträffande vattenfrågor.

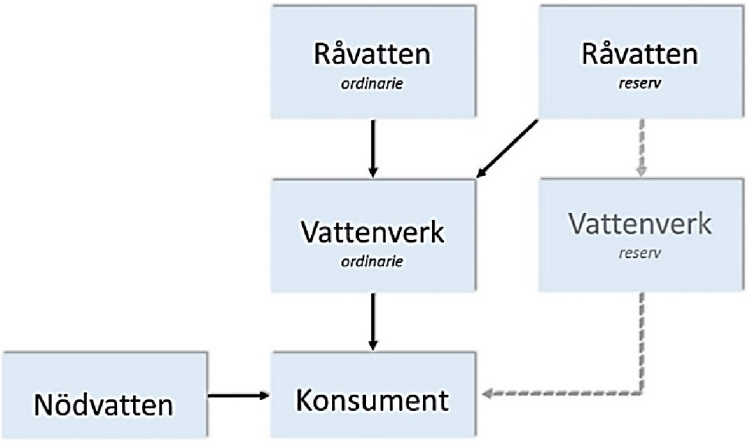
Den kommunala vattenförsörjningsplanen har utgångspunkt i den regionala vattenförsörjningsplanen för Göteborgsregionen, vilken kommunen genom beslut i kommunfullmäktige 2015 slog fast att ställa sig bakom (Kungälvs kommun (A), 2015). Beslutet innebär att arbetet på kommunal nivå ska vara i harmoni med den regionala planeringen gällande vattenfrågor i ett större perspektiv.

1.6 Mål och viljeinriktning

Styrdokumentet målsättning är att, tillsammans med närliggande dokument, säkerställa en fysisk och robust planering av vattenförsörjningen som tar hänsyn till rådande resurserförutsättning samt aktuella risker i olika delar av kommunen och samtidigt blickar framåt. Ska även säkerställa tillgången till dricksvatten av god kvalitet och tillräcklig mängd, detta är en förutsättning för nödvändiga samhällsfunktioner och för en god samhällsutveckling.

2 Kommunens ansvar och skyldighet

Kungälvs kommun har långtgående skyldigheter att ordna den allmänna vattenförsörjningen enligt Lag (2006:412) om allmänna vattentjänster, och har en skyldighet att levera vatten genom det allmänna distributionsnätet till konsumenterna inom kommunen om det behövs ur miljö- eller hälsosynpunkt. Hur vattenförsörjningen planeras och genomförs skiljer sig mellan olika kommuner, men har sin utgångspunkt i lagar och förordningar som fastställer vad som ska göras för att säkerställa leverans av vatten. Distributionen från råvatten till konsument beskrivs schematiskt i Figur 3.



Figur 3. Schematisk bild över leverans av vatten inom en kommun från råvattenkälla till konsument

2.1 Ordinarie vattenförsörjning

Kommunen är enligt Lag (2006:412) om allmänna vattentjänster ansvarig för vattenförsörjningen för nuvarande eller blivande bebyggelse eller bostadshus inom ett verksamhetsområde. Detta innebär att kommunen enligt lag ska se till att alla konsumenter inom det allmänna vattennätet har tillgång till ett säkert och hälsosamt dricksvatten. Leveransen av vattnet sker via det ordinarie distributionsnätet och hanteras i enlighet med livsmedelslagstiftningen.

Vattenförsörjningen är vital för ett flertal verksamheter som bedrivs inom kommunen. I den sårbarhetsutredning som antogs av kommunstyrelsen under januari 2016, så redovisades

resultatet av ett scenariotest med vattenbrist (Kungälvs kommun, 2016). Testet genomfördes i syfte att visa vilka problem som skulle uppträda vid händelse av total vattenbrist under två dagar, följt av ytterligare 2-3 dygn där vattnet hade otillfredsställande vattenkvalitet. Resultatet visade att de kommunala sektorer som skulle få stora problem att upprätthålla prioriterade åtaganden vid händelse av vattenbrist var:

- Äldreomsorgen med äldreboenden
- Förskola, grundskola, gymnasiet, särskola och fritids
- Arbetsliv och stöd med sina LLS-boenden
- Boenden Socialpsykiatri
- Servicesektorn med matproduktion till äldreboenden och skolor

Personal med kontorsåtaganden på kommunen skulle också få problem och i synnerhet på personaltäta arbetsplatser såsom Kungälvs stadshus. Detta belyser vikten av en robust vattenförsörjning och en välfungerande beredskap för extraordinära händelser som rör leveransen av vatten.

Samtliga sektorer på kommunen ser behov av en förbättrad planering inför större yttre störningar såsom exempelvis vattenbrist (Kungälvs kommun, 2016). Dessutom identifierades behov av utbildning beträffande ansvarsfördelning i krissituationer samt förbättrat mellansektoriellt samarbete för krishanteringsfrågor.

2.2 Reservvatten

Begreppet reservvattenförsörjning innebär att övergå från ordinarie vattenförsörjning till annan försörjning med tillräcklig kapacitet och godkänd kvalitet. Kommuner är skyldiga att leverera och tillse tillgängligheten av allmänt dricksvatten även i tid av avbrott på den ordinarie försörjningen (SFS, 2006). Avbrotten kan bero på att en vattentäkt har blivit förorenad eller t.ex. om ledningsarbeten kräver avstängning. Reservvatten kan lösas på ett antal olika sätt beroende på möjligheter i kommunen och på vilken typ av störning som uppkommit:

- En reservvattentäkt kopplas på det ordinarie vattenverket och ledningsnät
- Ett reservvattenverk med tillhörande täkt kopplas på ordinarie ledningsnät
- Ett reservvattenverk som kopplas till den ordinarie täkten och ordinarie ledningsnät

För reservvatten gäller samma krav som för ordinarie dricksvattenförsörjning avseende kvalitet och kapacitet (SFS, 2006).

2.3 Nödvatten

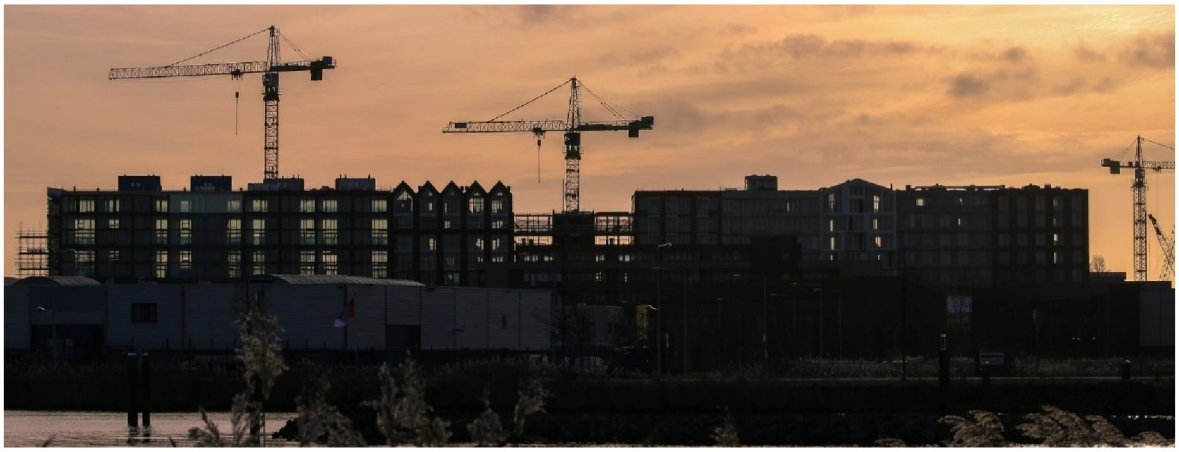
Kommunens ansvar för att tillgodose behovet av vattenförsörjning genom en allmän VA-anläggning påverkas inte av omständigheterna, utan gäller såväl vid en normal kommunhändelse som vid en extraordinär händelse (SFS, 2006). I händelse av att den ordinarie vattenförsörjningen är helt eller delvis utslagen ska nödvatten finnas för dryck, matlagning, personlig hygien, städning och andra hushållsändamål. En plan för hur detta ska gå till är ett led i arbetet enligt lagen om skydd mot olyckor (SFS 2003:778) samt enligt lagen om kommuners och landstings åtgärder inför och vid extraordinära händelser i

fredstid och höjd beredskap (SFS 2006:544). För det kommunala verksamhetsområdet är detta därmed kommunens ansvar att säkerställa, vilket i Kungälvs kommun innebär VA-enheten. Ansvarsfrågan för nödvatten i Ale kommun, dit Kungälv levererar vatten är oklar.

Kvantiteterna vid en nödvattensituation är begränsade till 3-5 l/p/d (per person och dygn) under det första dygnet och därefter 10-15 l/p/d. Denna begränsade mängd gör att nödvattenförsörjningen oftast sker med hjälp av utplacerade tankar, vars vatten kan komma från andra, fortfarande driftsatta, vattentäkter eller annan kommun. Även ett nödvatten ska uppfylla Livsmedelsverkets föreskrifter för dricksvattenkvalitet (Livsmedelsverket, 2001).

Rent historiskt i Sverige har nödvattenbehovet uppkommit till följd av stora läckor, förorening eller misstanke av förening i dricksvatten, eller att problem uppkommit på delar av distributionsnätet (Livsmedelsverket, 2005).

3 Samhällets utveckling och behov



3.1 Mål och befolkningsprognos enligt Översiktsplan

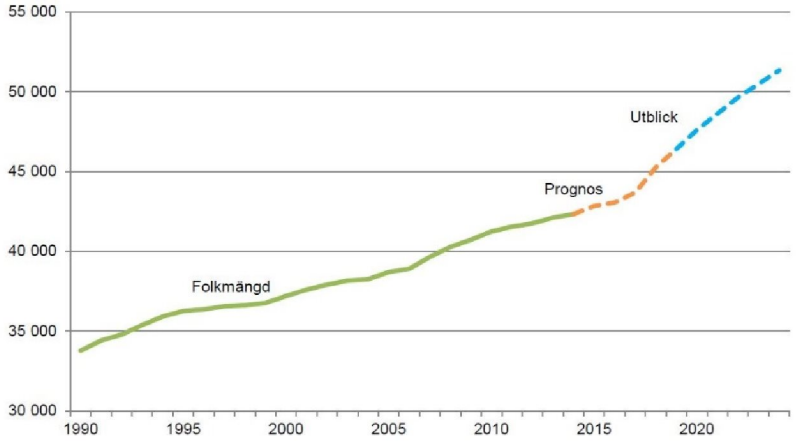
Översiktsplan (ÖP) 2010 beskriver en offensiv utbyggnad av kommunen. Målsättningen är att det år 2020 ska ges möjlighet för 50 000 invånare att bo i Kungälv (Kungälvs kommun, 2012). För att möjliggöra detta ska kommunen ha en planberedskap för nya bostäder som uppgår till i genomsnitt minst 400 bostäder per år och en ökning av folkmängden med 1000 personer per år fram till år 2020 (utifrån 2010, när ÖP togs fram).

Under 2015 satte kommunfullmäktige det strategiska målet beträffande ***Attraktivt boende,*** vilket syftar till att nå en ökad effektivitet i detaljplans- och bygglovsprocessen (Kungälvs kommun (B), 2015). I förlängningen ska målet leda till 2000 nya bostäder under mandatperioden 2015-2018, vilket innebär 500 nya bostäder per år. I dagsläget ligger dock kommunens årliga bostadsbyggande under det satta målet.

Kommunen tar årligen fram en befolkningsprognos, denna består av en totalprognos för kommunen som helhet och en delområdesprognos med samma områdesindelning som används i Översiktsplan 2010. Dessa områden är kommundelarna Kungälv-Ytterby, Kärna, Kode, Marstrand – stråk 168 och Diseröd.

3.2 Befolkningsökning

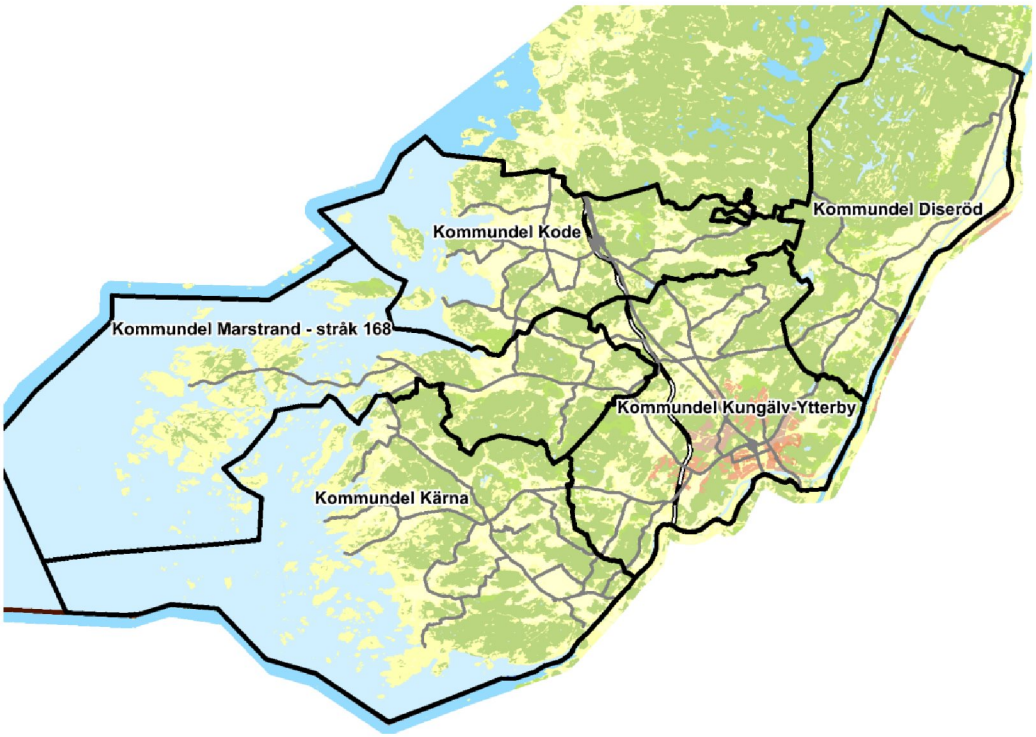
Under prognosperioden 2015-2019 beräknas befolkningen i Kungälvs kommun öka med drygt 4 000 personer, från runt 42 300 invånare i slutet av 2014 till ca 46 400 i slutet av 2019 (Kungälvs kommun (C), 2015). Det innebär en genomsnittlig folkökning med cirka 800 personer per år. Utblicken pekar sedan på en fortsatt ökning till drygt 51 300 personer 2024. Den kommande tioårsperioden beräknas befolkningen alltså att öka från runt 42 300 invånare i slutet av 2014 till drygt 51 300 personer 2024, vilket visas i Figur 4. Det är en ökning med 21 % vilket dels kan jämföras med att Kungälv har vuxit med 10 % mellan 2001 och 2011 och dels med att befolkningen beräknades öka med 14 % från slutet av 2011 till 2021.



Figur 4. Folkmängden i Kungälvs kommun, 1990-2014, prognos 2015-2019 samt utblick 2020-2024 (Kungälvs kommun (C), 2015)

3.2.1 Delområden

Figur 5 nedan visar den områdesindelning som används vid de årliga delområdesprognoserna och i tillhörande underlag till Översiktsplan 2010. Varje delområde/kommundel innehåller en centralort eller serviceort, grannbyar som fungerar som stödorter samt landsbygd (Kungälvs kommun (C), 2015).



Figur 5. Områdesindelning för delområdesprognoser och Översiktsplan (Kungälvs kommun (C), 2015)

Delområdesprognosen beräknas för åren 2015-2019. För denna period beräknas kommunen som helhet öka från 42 334 personer till 46 415, vilket innebär en ökning på 4 080 personer. Det innebär att kommunen beräknas öka sin befolkning med ca 10 % under 2015-2019 (Kungälvs kommun (C), 2015).

Kommundel Marstrand-stråk 168 beräknas öka från 3 569 personer till 3 850, vilket innebär en prognostiserad ökning på 280 personer. Det är en ökning med ca 8 % inom delområdet.

Kommundel Diseröd beräknas öka från 3 239 personer till 3 600, vilket innebär en prognostiserad ökning på 360 personer. Det är en ökning med ca 11 % inom delområdet.

Kommundel Kode beräknas öka från 4 443 personer till 4 640, vilket innebär en prognostiserad ökning på 200 personer. Det är en ökning med ca 4,5 % inom delområdet.

Kommundel Kärna beräknas öka från 4 643 personer till 4 955, vilket innebär en prognostiserad ökning på 310 personer. Det är en ökning med ca 7 % inom delområdet.

Kommundel Kungälv-Ytterby beräknas öka från 26 440 personer till 29 370, vilket innebär en prognostiserad ökning på 2 930 personer. Det är en ökning med ca 11 % inom delområdet.

Tabell 1 sammanfattar den prognostiserade utvecklingen över tiden av folkmängden i kommunen och dess olika kommundelar.

Tabell 1. Befolkning i Kungälvs kommun och dess kommundelar 2013 och 2014 samt prognostiserad utveckling 2015-2019. (Kungälvs kommun (C), 2015)

Kommundel	2 013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Marstrand	3 538	3 569	3 575	3 580	3 775	3 815	3 850
Diseröd	3 264	3 239	3 250	3 265	3 305	3 460	3 600
Kode	4 403	4 443	4 485	4 525	4 560	4 610	4 640
Kärna	4 676	4 643	4 755	4 755	4 810	4 875	4 955
Kungälv – Ytterby	26 228	26 440	26 825	26 945	27 240	28 505	29 370
Totalt	42 109	42 334	42 830	43 060	43 685	45 265	46 415

3.2.2 Osäkerhet i prognosen

Prognosen baseras på den senast kända befolkningen samt på de byggplaner som kommunen har för prognosperioden. Befolkningsprognos 2015-2019 med utblick mot 2024 är baserad på den befintliga befolkningen 2015-07-31 medan delområdesprognosen utgår från befolkningen 2014-12-31. Totalprognosen utgör ram för delområdesprognosen, vilket innebär att summan av delområdena stäms av mot totalprognosen och justeras därefter.

Prognos görs alltid med utgångspunkt i den verklighet och den kunskap som finns vid just det tillfälle när prognosen tas fram (Kungälvs kommun (C), 2015). Vid användande av befolkningsprognosen är det viktigt att tänka på att det aldrig med säkerhet går att fastställa befolkningens framtida storlek och sammansättning. Osäkerheten i prognosen ökar ju längre fram i tiden prognosen sträcker sig och ju mindre prognosområdena är eftersom mindre områden är mer känsliga för slumpmässiga variationer. Skillnaden mellan prognosen och det faktiska utfallet kan både bero på felaktiga antaganden och slumpmässiga fel.

3.3 Planerade anslutningar till kommunalt vatten

Arbetet med utbyggnadsplanen är en del av VA-planarbetet som pågår parallellt med denna plan. I § 6 i Lag (2006:412) om allmänna vattentjänster anges kommunens ansvar för att ordna med VA-försörjning i ett större sammanhang;

LAV § 6: Om det med hänsyn till skyddet för människors hälsa eller miljön behöver ordnas vattenförsörjning eller avlopp i ett större sammanhang för en viss befintlig eller blivande bebyggelse, ska kommunen
1. bestämma det verksamhetsområde inom vilket vattentjänsten eller vattentjänsterna behöver ordnas, och
2. se till att behovet snarast, och så länge behovet finns kvar, tillgodoses i verksamhetsområdet genom en allmän VA-anläggning

I Kungälvs kommun finns ett antal områden där bebyggelsestrukturen är sådan att det kan finnas grund för tillämpning av LAV § 6. Sådana områden utgörs av bebyggelsegrupper med minst ett femtontal hus som ligger i nära anslutning till varandra, och där VA-försörjningen sker via enskilda anläggningar. De enskilda anläggningarna kan vara brunnar och avloppsanläggningar för enstaka hushåll, grupper av hushåll eller utgöras av ledningar som är kopplade till kommunens VA-nät. Bebyggelsegrupperna har idag enskilda VA-lösningar med mer eller mindre omfattande problem att få ett dricksvatten av tillräcklig mängd och/eller kvalitet eller svårigheter att ordna avloppsanläggningar som inte påverkar närliggande dricksvattenbrunnar eller miljön negativt.

Inom arbetet för VA-utbyggnadsplanen har ca 50 områden inom Kungälvs kommun identifierats som samlad bebyggelse, där tillämpning av LAV § 6 skulle kunna bli aktuell. Utbyggnadstakten och utbyggnadsordningen beskrivs i VA-utbyggnadsplanen.

3.4 Vattenleverans till grannkommuner

Det framtida behovet av vatten styrs delvis av befintliga avtal som finns beträffande vattenleverans till grannkommunen Ale. Befintligt avtal mellan Kungälv och Ale berättigar till ett maximalt uttag om 25 l/s i Ale (Kungälvs kommun (A), 2014). I dagsläget levereras ett snittflöde på strax under 20 l/s. Kungälv har ambition om att i framtiden även leverera dricksvatten till grannkommunerna Stenungsund och Tjörn. I dagsläget finns ett intentionsavtal som beskriver den tänkta framtida vattenleveransen till de två kommunerna. Där beskrivs hur Kungälvs kommun vid upprättande av anslutningspunkt till Stenungsund och Tjörn ska leverera minst 10 l/s i ett första skede (Kungälvs kommun (B), 2014). Därefter sker en tänkt upptrappning i leveransen till ett flöde på omkring 40 l/s (sammanlagt för båda kommunerna) på medellång sikt fram till 2050. En sådan anslutning kan också innebära en möjlighet för Kungälv att vid tillfällen med störningar i produktion och/eller distribution erhålla stödmatning av vatten från Stenungsund och Tjörn (Sweco (A) , 2015). En sammanställning gällande eventuella vattenleveraser enligt avtal och intentionsavtal visas i Tabell 2.

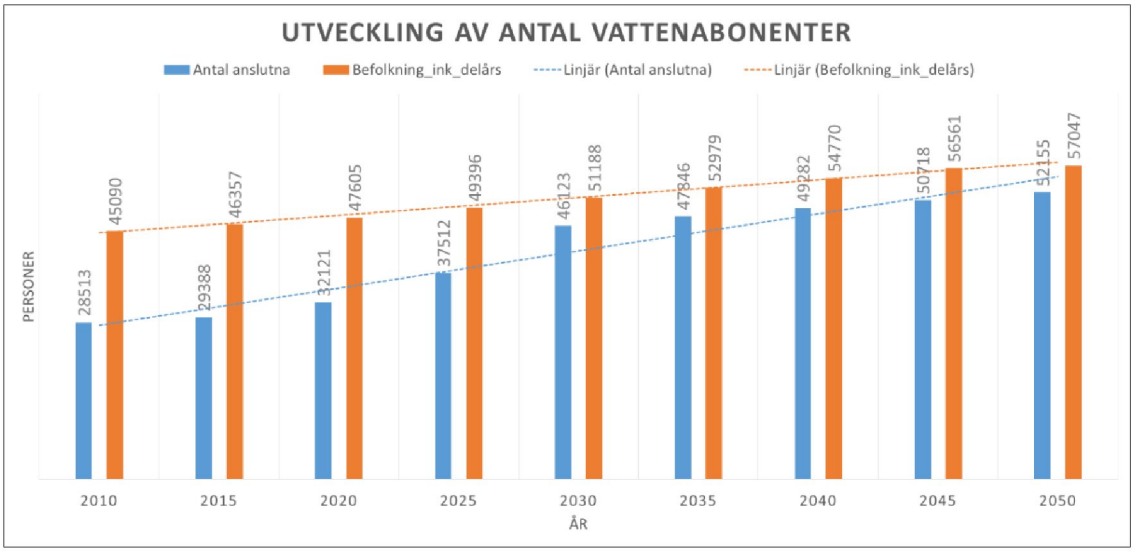
Tabell 2. Volymer vatten som ska levereras till grannkommuner enligt avtal och intentionsavtal

År	Ale [l/s]	Stenungsund [l/s]	Tjörn [l/s]
2015	25	0	0
2020	25	10	10
2040	25	20	20
Efter 2050	25	30	30

3.5 Vattenbehov

Medelvärdet för den totala allmänna vattenförbrukningen i Kungälvs kommun och vattenleverans till Ale kommun uppgår i dagsläget till omkring 85 l/s (Ramböll, 2015). Förbrukningen förväntas stiga inom de närmaste åren på grund av nyanslutningar i Kungälv. Utredningar för det framtida vattenbehovet i Kungälv har tagits fram inför projekteringen av det nya kommunala vattenverket, Kungälvs vattenverk.

Som underlag för ansökan om ny utökad vattendom för Kungälvs vattenverk, så utarbetades en prognos beträffande vattenförbrukningen fram till år 2050 (Sweco (B), 2015). Vad som är viktigt att notera är att det är svårt att göra antaganden om hur utvecklingen ser ut på så pass lång sikt och att prognosen är baserad på förenklade antaganden beträffande utvecklingen av befolkning i olika områden.
Figur 6 visar befolkningstillväxt (både helårs och delårsboende inräknade) i relation till antalet personer som förses med vatten i Kungälvs kommun.



Figur 6. Utveckling av antalet vattenabonnenter fram till 2050 (Sweco (B), 2015)

Under förutsättning att ovan beskrivna ökning av anslutna abonnenter sker så ger detta ett ökat vattenbehov sett över tid. Den dimensionerande maximala vattenförbrukningen som ska hanteras är baserad på:

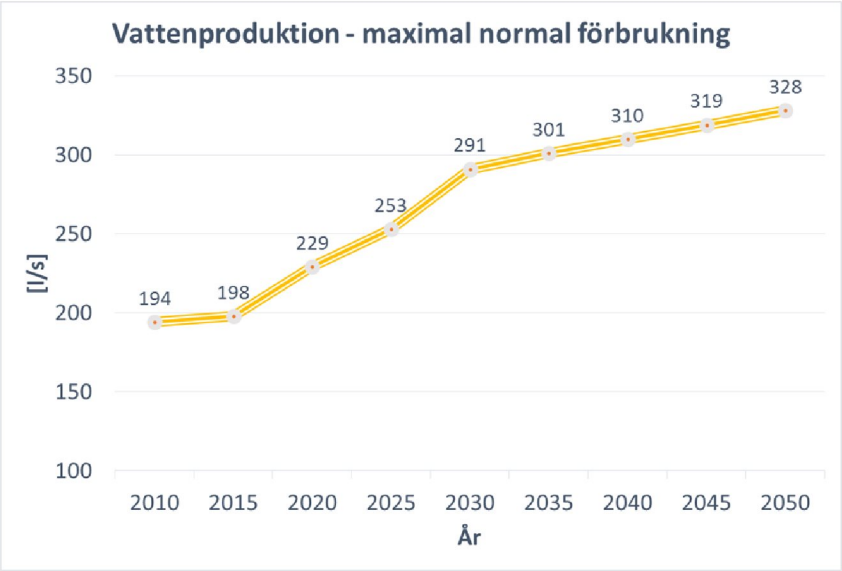
- **Förbrukningsvolymer i Kungälv**
- **Försäljningsvolymer till Ale**
- **Försäljningsvolymer till Stenungsund och Tjörn**
- **Utjämnande effekt från reservoarer**

Den dimensionerande förbrukningen bestäms som det <u>största värdet</u> av beräknad maximal normal förbrukning, $Q_{max,dim}$ och normal förbrukning under kritiska förhållanden, $Q_{kritisk.dim}$.

För att göra beräkningar beträffande dimensionerande flöden används så kallade maxfaktorer för att beskriva den teoretiskt högsta förbrukningstimman och högsta förbrukningsdagen. I denna prognos har faktorer baserats på den befintliga förbrukningen för Kungälv och Ale sett över de senaste åren. Faktorn för högsta förbrukningstimma, Ct_{max}, är bestämd till 1,56 och faktorn för högsta förbrukningsdygn, Cd_{max}, är bestämd till 1,18 (Sweco (B), 2015). $Q_{max,dim}$ bestäms genom att beakta:

- **Hushållsförbrukning**
- **Förbrukning för allmän verksamhet (skolor, vårdcentraler etc.)**
- **Maxtimfaktor, Ct_{max}**
- **Maxdygnsfaktor, Cd_{max}**
- **Förbrukning för industri- och handelsverksamhet**
- **Läckage på rörnät**

Figur 7 visar en graf som beskriver det maximala förbrukningsflödet genom beräkning av $Q_{max,dim}$.

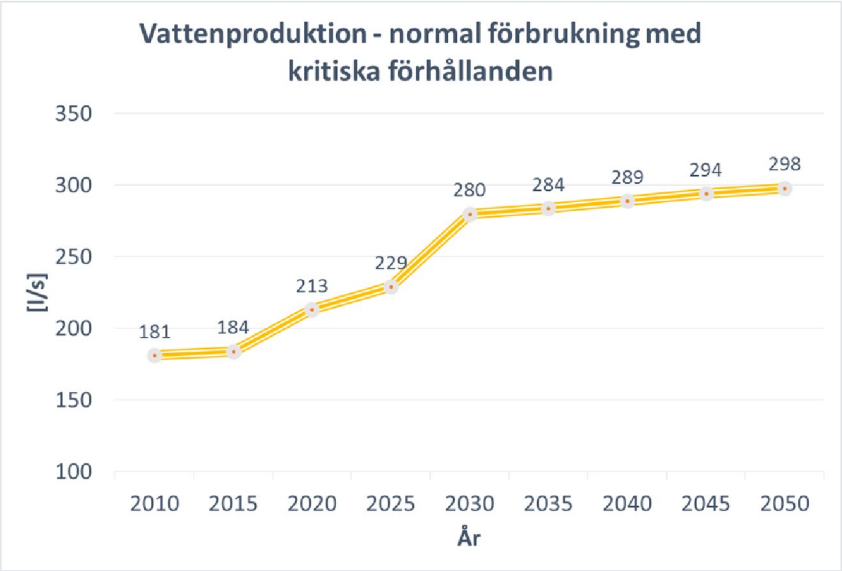


Figur 7. Normal vattenförbrukning med kritiska förhållanden och vattenbehov fram till 2050

$Q_{kritisk,dim}$ bestäms genom att beakta:

- **Hushållsförbrukning**
- **Förbrukning för allmän verksamhet (skolor, vårdcentraler etc.)**
- **Maxtimfaktor, Ct_{max}**
- **Förbrukning för industri- och handelsverksamhet Läckage på rörnät**
- **Släckvatten vid brand**

Figur 8 visar en graf som beskriver maximalt förbrukningsflöde genom beräkning av $Q_{kritisk,dim.}$ Flödet som blir dimensionerande är $Q_{max,dim}$ eftersom det är större än $Q_{kritisk,dim}$.



Figur 8. Maximal normal vattenförbrukning och vattenbehov fram till 2050

De beräkningar som gjorts är delvis baserade på schablonvärden och behöver därför sättas i kontext till dagens verkliga förbrukning. Den högsta timförbrukningen, 205,4 l/s, noterades 2013-07-16 (Sweco (B), 2015). Detta värde inkluderar även leverans till Ale. Den maximala dagsproduktionen inklusive urtappning från reservoarer ligger på omkring 105-110 l/s i dagsläget. Det visar att det finns extraordinära tillfällen där förbrukningen ligger betydligt högre än snittet för det maximala dygnet. Beräkningarna beträffande maximal normal förbrukning kan användas som ett mått på förbrukningen under sådana krävande tillfällen.

Kungälvs vattenverk förutsätts utformas så att processlinjer kan byggas ut i två etapper där man i ett första skede, från 2017, har kapacitet att producera 200 l/s[1]. Tanken är att det i framtiden kan ske en utbyggnad för att klara produktion på upp till 300 l/s. Uppförandet av Kungälvs vattenverk tillsammans med reservoarernas utjämnande effekt är av allt att döma tillräckligt för att trygga vattenbehovet sett över tid.

Utifrån värden för högsta producerade flöden från vattenverken har en prognos beträffande erforderlig maxdygnsproduktion fram till 2019 tagits fram (Ramböll, 2015). I den redovisas en uppskattad maxdygnsproduktion på ca 134 l/s för år 2019. Dessa beräkningar styrker att Kungälvs vattenverk kommer att ha tillräcklig produktionskapacitet för att på egen hand

[1] Maria Sondell Projektledare VA-teknikenheten - Kungälvs kommun, intervju den 20 januari 2016

trygga kommunens vattenbehov under ordinarie försörjning, samt eventuell vattenleverans till grannkommuner, sett över ett längre tidsperspektiv.

4 Vattenresurser

4.1 Ytvatten

De hydrologiska förutsättningarna i Kungälvs kommun är begränsade då kommunen har begränsade resurser på grund av få större sjöar och få stora grundvattenmagasin.

I den västra delen av kommunen finns endast några fåtal mindre sjöar och vattendrag, inte av den storlek som är önskvärd för ett råvatten. Dock kan det för mindre samfälligheter och enskilda fastigheter finnas goda möjligheter att finna småskaliga lösningar för vattenförsörjningen med hjälp av ytvatten. Tre delvis konstgjorda dammar på Koön används som råvattenuttag för Marstrand vattenförsörjning, se mer nedan i kap 7.1.6.

I östra delen av kommunen inåt landet finns det fler ytvattenförekomster, varav ett fåtal är sjöar men ingen så stor som man skulle önska för en allmän vattentäkt. Även här finns möjligheter för samfälligheter och enskilda fastigheter att finna småskaliga lösningar för vattenförsörjningen med hjälp av ytvatten. Drypesjön är den enda sjö som används för allmänt behov idag och fungerar som huvudmagasin för infiltration, se nedan i kap 7.1.3.

Ytvattentillgången inom kommunen är trots avsaknaden av större sjöar god eftersom Göta älv utgör kommungränsen och utgör den i särklass största vattenkällan. Vattentillgången i älven är god, men vattnet är av sådan karaktär att det kräver omfattande rening innan det kan nyttjas som dricksvatten.

Göta älv är den enda ytvattentillgång i kommunen som i förslaget till regional vattenförsörjningsplan pekas ut som prioriterad för den framtida regionala vattenförsörjningen.

4.1.1 Göta älv

Göta älv bedöms kvantitetsmässigt som obegränsad. Det finns dock risker med avseende på Göta älvs vattenkvalitet, både kopplat till naturliga händelser, såsom skred, men även antropogena aktiviteter, uppströms intagspunkten till vattentäkten. Mer information om Göta älv som råvattenkälla finns i avsnitt 7.1.1.

4.1.2 Sjöar

Några större sjöar lämpliga för den totala allmänna vattenförsörjningen i Kungälvs kommun finns inte. Däremot skulle ett visst antal sjöar kunna användas för att tillsammans uppfylla behovet.

Drypesjön
Råvattnet från Drypesjön skulle även kunna användas som direkt råvattenkälla och inte bara för infiltration. Sjöarna Storsjön och Stora Grötevatten skulle kunna användas för att komplettera vattentillgången i Drypesjön om ett större uttagsbehov skulle uppstå där, t.ex. för utökad infiltration vid Lysegården.

Romesjön
Romesjön har en storlek som medger ett mindre uttag av ytvatten, men tillrinningsområdet för sjön är litet vilket minskar tillgången och ökar sårbarheten. Vattenkvaliteten är även mindre lämplig för dricksvattenframställning (Kungälvs kommun, 1996), men det skulle gå att ordna med rening även om det blir kostsamt.

4.1.3 Ytvatten i närliggande kommuner

Ale
Biflöden till Göta älv skulle kunna vara ett alternativ för vattenförsörjningen. I Ale kommun finns två större tillrinningsområden som skulle kunna vara intressanta. Det första inkluderar Hälltorpssjön, Vimmersjön, Mollsjön och rinner ut med Sköldsån i höjd med Häljeröd. Det andra innefattar Nödsjön, Trollsjön och Stora Björsjön och rinner ut i höjd med Nödinge.

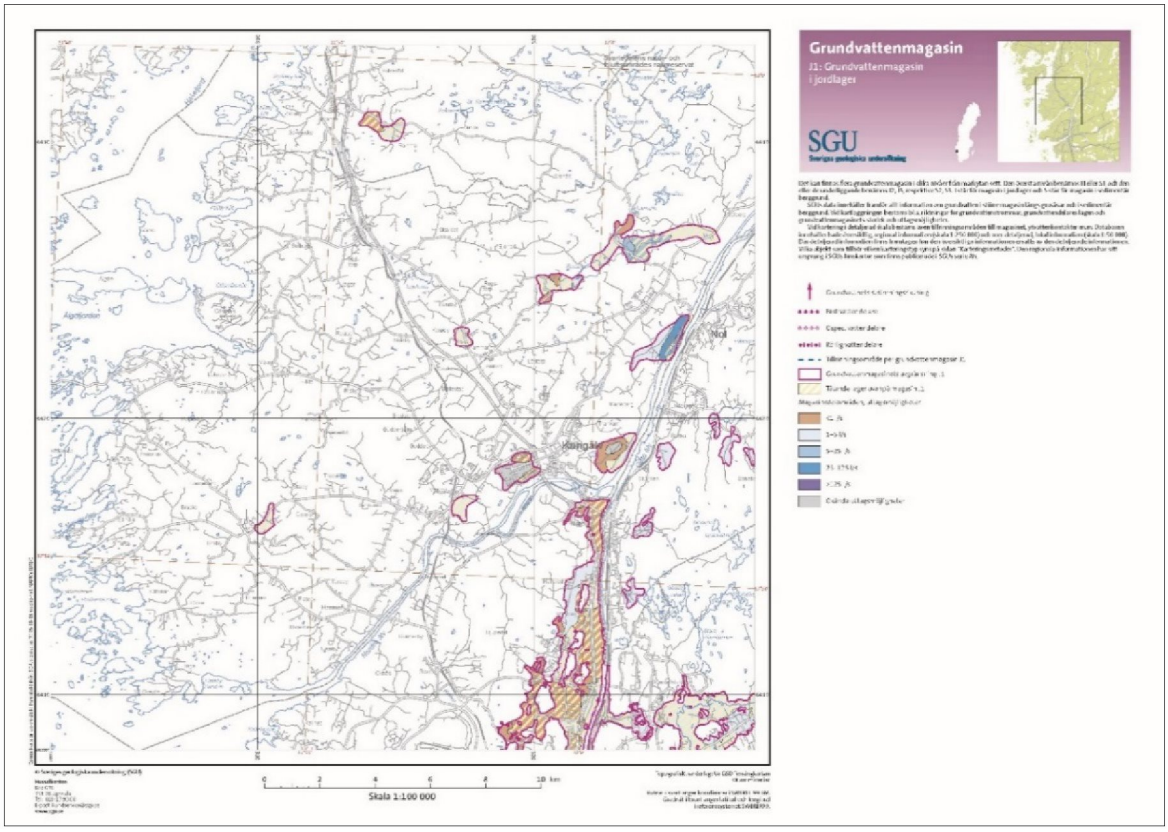
Uttagningsmöjligheterna från dessa avrinningssystem är inte kända idag och inte heller vattenkvaliteten.

Stenungsund
I den regionala vattenförsörjningsplanen lyfts flertalet mindre sjöar i östra delarna av Stenungsunds kommun fram som möjliga reservvattentäkter till Kungälv. Sammanlagt bedöms de ha tillräcklig kapacitet för att täcka behovet av reservvatten i Stenungsund och Kungälv (GR, 2014). Stenungsund har dock fått avslag på tidigare tillståndsansökan att nyttja Ålevatten och Håltesjön för vattenförsörjning.

Stora Hällungen i Stenungsund pekas ut som en prioriterad vattenresurs ur ett regionalt perspektiv (GR, 2014). Stenungsunds kommun använder sjön som huvudvattentäkt för sin vattenförsörjning samtidigt som den nyttjas som vattenresurs för de lokala industrierna. Vattendomen och därmed uttaget av vatten är i dagsläget reglerat genom en samordning mellan dessa intressen. Vattendomen för Stora Hällungen medger ett totalt årligt uttag om 11 miljoner m^3 (GF Konsult, 1998). Stenungsunds kommun är idag i behov av mer vatten än vad deras del av vattendomen tillåter. Stenungsund har tidigare överlåtit delar av sin andel i vattendom till industrin, varför det idag finns ett förestående behov av att säkra upp vattenförsörjningen sett på ett längre perspektiv (Stenungsunds kommun, 2006).

4.2 Grundvatten

Grundvattentillgången i Kungälv är begränsad, vilket även SGUs karta över grundvattenmagasin visar, se Figur 9 (SGU (A), 2016). Endast några enstaka platser lämpar sig för storskalig vattenproduktion för allmän vattenförsörjning. För mindre samfälligheter och enskilda fastigheter finns dock goda möjligheter att finna småskaliga lösningar för vattenförsörjningen. För de småskaliga anläggningarna räcker många gånger en bergbrunn i någon av de sprickzoner som korsar berggrunden. Områdena i kommunens kustzon är dock områden där förutsättningarna för enskilda anläggningar i många fall är sämre främst ur kvalitetssynpunkt.



Figur 9. Utklipp från SGU:s kartgenerator Grundvattenmagasin

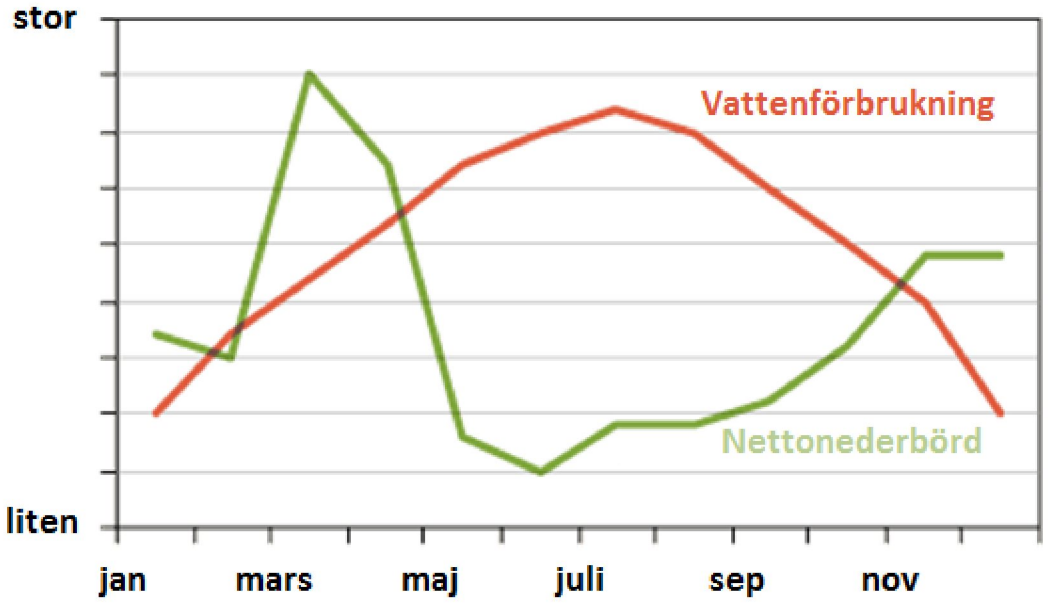
Även i den regionala vattenförsörjningsplanen (GR, 2014) konstateras att det i regionen runt Kungälv endast finns två sammanhängande grundvattenmagasin av betydande storlek, Lysegården och Dösebacka. Dessa två är även prioriterade för den framtida mellankommunala vattenförsörjningen. Men också i dessa magasin är den naturliga grundvattentillgången begränsad i förhållande till kommunens vattenbehov. För att förstärka grundvattentillgången i dessa avlagringar och uppfylla behovet av dricksvatten krävs att ytvatten infiltreras.

4.2.1 Generell grundvattenkvantitet

Generellt finns det i Sverige mycket gott om vatten av bra kvalitet, men möjligheterna till större uttag varierar kraftigt inom landet och de lokala variationerna är stora (Socialstyrelsen, 2006). I Kungälvs kommun finns liksom i många andra delar av Sverige många äldre sommarstugeområden där permanentboendet ökar. Dessa områden är dessutom ofta attraktiva för fortsatt exploatering. Ökande krav på bekvämlighet även i fritidsboendet

vad gäller tillgång på dricksvatten har också lett till att vattenanvändningen ökat. Grundvattenuttagen har därigenom blivit större och avloppsvatteninfiltrationen till grundvattenmagasinen har ökat. Man kan därför räkna med ökande problem med vattenförsörjningen i dessa områden. Problemet i dessa områden blir då vattenbrist, dvs. brist på tillräcklig mängd vatten av sådan kvalitet som är ändamålsenlig för enskild vattenförsörjning. I Kungälv finns dessa sommarstugeområden främst vid kusten där risken för saltvatteninträngning är som störst.

Brist på sött grundvatten uppstår när grundvattenbildningen är mindre än uttag och utflöde av grundvatten. Grundvattenbildningen är normalt tillräckligt stor i de flesta områden, sett till den årsvisa nettonederbörden. Bristsituationer kan emellertid uppstå under delar av året, framförallt under perioden april till september då grundvattenbildningen är som lägst och behovet av vatten ofta som störst. Nettonederbörden är detsamma som nederbörden minus avdunstningen. Nettonederbörden är den maximala mängd vatten som kan bilda grundvatten (SGU, 2015). Figur 10 visar relationen mellan nettonederbörd och vattenförbrukning.



Figur 10. Samband mellan nettonederbörd och vattenanvändning (SGU, 2015)

I den geologiska miljö som ofta utmärker Sveriges västkust, med mycket berg i dagen och tunna jordtäcken, är risken för vattenbrist särskilt stor. Det beror på att grundvattenmagasinen i det svenska urberget i allmänhet är små och att utvinningsbart grundvatten i jordlager till stora delar saknas. Man är helt beroende av magasinets storlek för uttag av färskt grundvatten under de perioder då grundvattennivåerna sjunker.

Problem förorsakade av vattenbrist drabbar inte hela områden, till exempel ett sommarstugeområde, på en gång. Problemen kommer först att visa sig genom att några brunnar i området sinar, att salthalten successivt ökar eller att vattnet får ökad bakterietillväxt. Problemen ökar successivt ju längre torrperioden är och med ökad vattenanvändning.

När torrperioden är över och grundvattenbildningen är större än grundvattenavrinningen kommer problemen att minska igen men återkomma under nästa torrperiod. Kvarstående

problem under hela året bedöms särskilt kunna förekomma i områden med stor del permanentboende och där vattenanvändningen fortgår hela året. Risken för att problem ska uppstå är beroende av en rad faktorer, bland annat hur bergssprickorna leder vatten till brunnen, brunnens djup, hur stor brunnskapaciteten är, hur många brunnar som är beroende av samma spricksystem och hur stor vattenanvändningen i de olika fastigheterna är (SGU, 2015).

4.2.2 Generell grundvattenkvalitet

En sammanställning över dricksvattenkvalitet från enskilda brunnar i Sverige som Socialstyrelsen gjorde 2007 visade att nästan 35 % av de grävda brunnarna hade dricksvatten som inte var hälsosamt att dricka (otjänligt) (Livsmedelsverket , 2015). Motsvarande andel av de bergborrade brunnarna var 10 %. För hög halt mikroorganismer, till exempel bakterier, var den vanligaste orsaken till dåligt dricksvatten i både bergborrade och grävda brunnar. När det gäller kemiska ämnen var arsenik den vanligaste orsaken till otjänligt dricksvatten bland de undersökta bergborrade brunnarna. Andra hälsorisker för bergborrade brunnar var höga halter av uran och fluorid. När det gäller grävda brunnar var det främst uran, nitrat och koppar som utmärkte sig.

I samband med Kungälvs kommuns utredning, 2014, av vilka områden som kan bli kommunalt ansvar enligt LAV 6 § så har analysresultat från 159 enskilda dricksvattentäkter i 41 områden sammanställts utifrån kemiska parametrar. Av dessa analysresultat var två otjänliga och 99 tjänliga med anmärkning. Det är framförallt natrium, klorid, mangan och järn som orsakar bristerna i vattenkvaliteten. 38 % av brunnarna har anmärkning på grund av hög salthalt (natrium och klorid), 19 % av brunnarna har anmärkning på grund av järn och 10 % på grund av mangan. De 159 analysresultaten ska relateras till de minst 5000 enskilda vattentäkter som finns i Kungälvs kommun (Kungälvs kommun (D), 2015). Detta innebär att det är en osäkerhet i att översätta resultaten till att omfatta dricksvattenkvaliteten för samtliga vattentäkter. I projektet har inte mikrobiologiska parametrar analyserats.

I VA-utbyggnadsplanen skriver kommunen i ***Bilaga 2*** om varje områdes möjlighet till vattenförsörjning utifrån kvantitet och kvalitet, I detta dokument kan därför mer information om varje områdes situation beträffande vattenförsörjningen utläsas.

Föroreningar i dricksvatten kommer ofta från marken eller berget kring vattentäkten (Socialstyrelsen, 2006). Ämnen som fluorid, arsenik, mangan, uran och radon finns naturligt i mark och berggrund. Höga halter av sådana ämnen är relativt ovanliga i kommunala vatten, men förekommer i enskilda brunnar i vissa områden. I denna vattenförsörjningsplan behandlas de kvalitetsproblem rörande grundvatten som bedöms vara relevanta för Kungälvs kommun.

4.2.3 Saltvatteninträngning

Salt vatten i brunnen kan bero på flera olika saker. Ofta beror det på att brunnen ligger nära havet och att saltvatten tränger in i brunnarna via sprickor i berget (SGU (B), 2016). Men det kan också bero på att vattnet härstammar från en tid då landet låg under havet och att en del av det vatten som då täckte landet finns kvar i form av salt grundvatten. Det kan också bero på att vattnet löser upp salter som finns i berggrunden, eller på att vägsalt har trängt ner i marken och nått grundvattnet.

Grundvattenkvaliteten inom Kungälvs kommun är skiftande men längs kusten finns stora områden där saltvatteninträngning i brunnarna är så stor att problem uppstår. I vattenöversikten utpekas detta som ett problem för flera tusen hushåll som är beroende av lokala grundvattenmagasin för sin enskilda vattenförsörjning (Kungälvs kommun, 1996). Anledningen till saltvatteninträngning i Kungälvs kommun är framförallt att uttaget av grundvattnet sker för snabbt i relation till dess produktionstakt och tillgång.

4.2.4 Järn

En stor del av marken består av järn. Vid vissa kemiska förhållanden löses järnet ut. Höga järnhalter är ett av de vanligaste kvalitetsproblemen i svenskt grundvatten och förekommer såväl i jordlager som i berggrund. Halter över riktvärdet kan förekomma naturligt, speciellt i grundvatten. Järn kan tillföras vattnet genom korrosionsangrepp på stål och gjutjärnsledningar. Höga halter av järn kan medföra att ledningar sätts igen på grund av utfällningar och även orsaka missfärgning av tvätt samt sanitetsgods. Det kan också missfärga dricksvattnet brunt och ge smak. I vissa vatten kan olägenheterna uppstå vid såväl lägre som högre halter än vad riktvärdet anger. Det finns reningsutrustning för att ta bort järn från dricksvattnet (Socialstyrelsen, 2006). I den undersökning som Kungälvs kommun utförde 2014 hade 19 % anmärkning på grund av järn.

4.2.5 Mangan

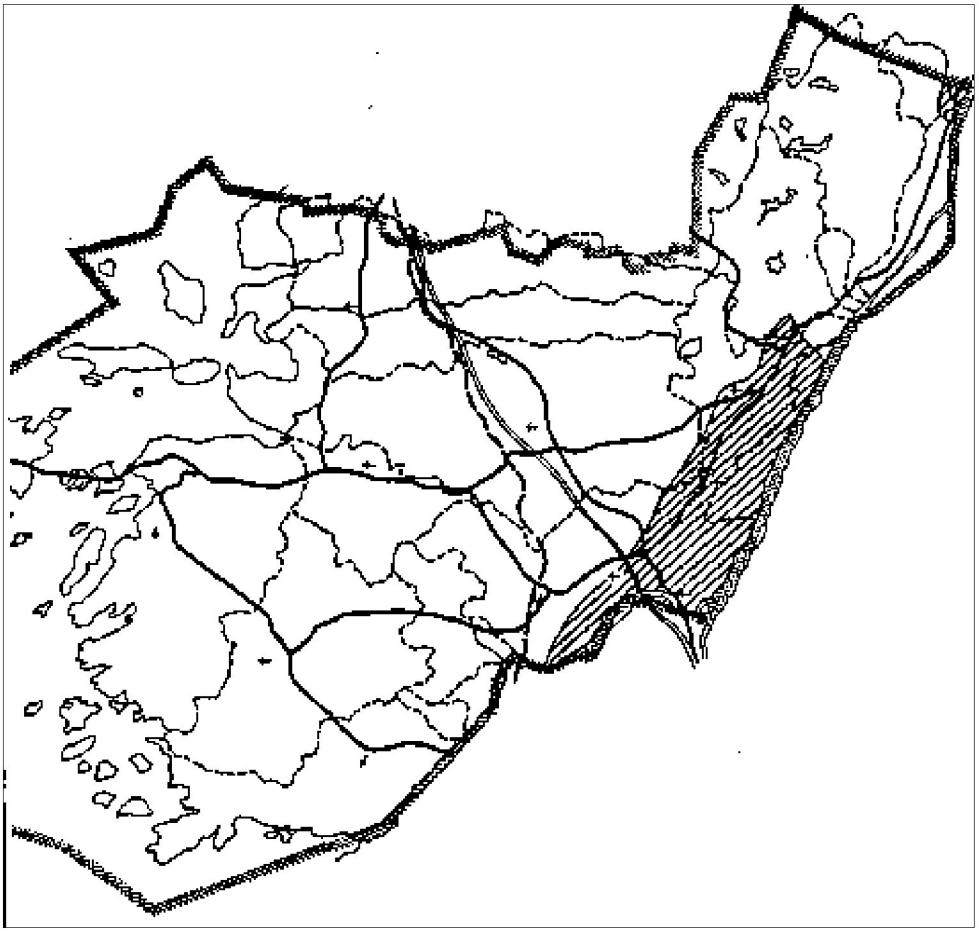
Mangan finns naturligt i många mineraler i berggrunden, och kan lösas ut till grundvattnet. Mangan är en essentiell metall, vilket innebär att kroppen behöver en viss mängd. Barn som får bröstmjölksersättning med manganhaltigt vatten löper störst risk för att överexponeras för mangan. De högsta vattenhalterna av mangan finns i allmänhet i bergborrade brunnar, men höga halter kan även förekomma i grävda brunnar. För enskild vattentäkt beräknas cirka 9 % (100 000 personer) i Sverige ha brunnsvatten med manganhalter över WHOs riktvärde på 0,4 mg/l. (Livsmedelsverket, 2009). I den undersökning som Kungälvs kommun utförde 2014 hade 10 % anmärkning på grund av mangan. Utfällningar av mangan kan missfärga kläder och porslin. Det finns reningsutrustning för att ta bort mangan från dricksvattnet

4.2.6 Radon

Problem med höga radonhalter är vanliga. Radon förekommer främst i vatten från bergborrade brunnar, men kan även förekomma i låga halter i vatten från jordbrunnar. Höga radonhalter i grundvatten är vanligare i områden där berggrunden har höga uranhalter, men påträffas även i andra områden. De lokala geologiska förhållandena har avgörande betydelse för radonhalten Den huvudsakliga risken med radon i vatten är att radonet avgår till inomhusluften, vilket ökar risken för lungcancer (Socialstyrelsen, 2006). Radonsituationen i länet är mycket skiftande. Radioaktiva bergarter finns framförallt längs kusten, till exempel förekommer så kallad RA-granit i Göteborgsområdet, vilket gör att delar av Göteborgs och Mölndals kommuner klassas som högriskområden. Strömstads, Tanums, Lysekils och Sotenäs kommuner räknas också som högriskområden p.g.a. uranrik bohusgranit (Länsstyrelsen (A), 2015). Kungälvs kommuns sydöstra delar och längst upp i norr är områden med risk för höga radonhalter baserat på berggrundens innehåll av uran, se Figur 11 (Länsstyrelsen, 2004).

Figur 11. Områden med risk för höga radonhalter baserat på berggrundens innehåll av uran (Länsstyrelsen, 2004)

De områden i sydöstra och norra delen av kommunen som är identifierade som radonriskområden beträffande gammastrålning visas i Figur 12 (Kungälvs kommun, 1996).



Figur 12. Områden i kommunen där gammastrålningen överstiger 30 µR/h (Kungälvs kommun, 1996)

Länsstyrelsens undersökning beträffande radon i grundvattnet visar inte på något område med risk i Kungälvs kommun, se Figur 13. Området i sydöstra delen av kommunen där risk för radon finns har till största delen allmän vattenförsörjning, vilket minskar problemet. Det är dock svårt att dra slutsatser beträffande risker för radon i grundvatten utan att utföra platsspecifika prover och detta saknas för flera områden i Kungälvs kommun.

Radon i brunnar kan minskas genom kraftig luftning i radonavskiljare eller med andra metoder. För att undvika höjningar av radonhalten inomhus måste avgående gas ledas bort från bostaden.

Figur 13. Riskområden för radon i grundvatten. Mörkgrå områden innebär mer allmän risk för radon i grundvatten, ljusgrå områden mer sporadisk risk samt övriga områden relativt låg risk för radon i grundvatten (Länsstyrelsen, 2004)

4.2.7 Nitrat och Nitrit

Nitrat ($NO3^-$) och nitrit ($NO2^-$) ingår i kvävets kretslopp i naturen. Nitrathalterna i grundvatten är under naturliga förhållanden mycket låga. Det beror främst på att växtligheten tar upp det mesta nitratkvävet innan det når grundvattnet (Havs- och vattenmyndigheten, 2015). Förhöjda halter av nitrat i vatten påträffas främst i grunda brunnar i jordbruksbygder som en följd av användningen av gödselmedel (Livsmedelsverket, 2009). Nitrit kan också bildas genom ammoniumoxidation i filter och ledningsnät. Det kan även uppkomma i djupa brunnar vid syrebrist i vattnet (Socialstyrelsen, 2006). Ett fåtal av de brunnar som var med i undersökningen 2014 hade anmärkning beträffande nitrat och nitrit.

4.2.8 Uran

Uran finns naturligt i Sveriges berggrund, särskilt i vissa graniter och pegmatiter. Bergborrade brunnar kan därför ha höga uranhalter. Det kan också finnas förhöjda uranhalter i brunnar som är anlagda i sand- och grusavlagringar. Däremot är uranhalten låg i de flesta grävda brunnar och i dricksvatten från sjöar och vattendrag. Uran i dricksvatten kan påverka njurarnas funktion. Det visar både studier på människor och djurförsök.

Njurarna påverkas av uranets kemiska egenskaper, inte av dess strålning (Livsmedelsverket (A), 2015). Situationen i Kungälv är okänd.

4.2.9 Övriga radioaktiva ämnen

För att utreda eventuell förekomst av naturliga radioaktiva ämnen i dricksvattnet kommer alla dricksvattenproducenter som tar sitt vatten från en grundvattentäkt, inklusive ytvattenpåverkat grundvatten, att beröras av ett nytt krav på kontroll av naturliga radioaktiva ämnen i form av undersökning av total alfaaktivitet och total betaaktivitet enligt en ändring i dricksvattenföreskrifterna, LIVSFS 2015:3, som trädde i kraft 2015-11-28. Enligt Livsmedelsverkets vägledning så räcker det normalt att undersöka radon för de som har enskild brunn men under 2016 kommer Livsmedelsverket med mer råd och information om enskilda brunnar och radioaktivitet (Livsmedelsverket (B), 2015). Situationen gällande övriga radioaktiva ämnen i Kungälv är okänd.

4.2.10 Dösebacka

Dösebacka vattentäkt bedöms att kunna producera mer vatten än vad som i dag tas ut (DHI, 2015). Hur mycket mer vatten anläggningen kan producera är okänt. Kapaciteten utan infiltration är även den okänd.

4.2.11 Lysegården

Lysegården vattentäkt utnyttjas idag till fullo med avseende på den vattenmängd som infiltreras. Begränsande hittills för utvidgning av grundvattentäkten är således möjligheten av att finna lämpliga platser för att in□ltrera mer vatten men också brunnslägen för att fördela grundvattenuttagen över en större yta (Sweco (C), 2015). Möjligen kan platser i anslutning till randbildningen i väster vara lämpliga för detta, t.ex. östra delen av nuvarande grustäkt, men kompletterande undersökningar krävs för att undersöka förutsättningarna för infiltration. En viss ökning bedöms kunna ske genom att ändra dämningsnivå för Drypesjön, eller att komplettera med vatten från andra mindre sjöar, t.ex. Storsjön, Stora Grötevatten och Romesjön.

4.2.12 Romelandaavlagringen

I Vallerdalens förlängning mot väster finns dalgången i vilken Romesjön är belägen. Strax väster om Romesjön finns isälvsmaterial avsatt (Viak AB, 1972). Detta visas på SGUs kartmaterial som små områden med isälvsmaterial norr och söder om dalgången. Utbredningen och omfattningen av dessa avlagringar som återfinns utspridda på en dryg kilometer är inte känd. I vilken omfattning dessa är sammanhängande i dalens lägre delar är inte heller känt. Med tanke på förhållandena i Valleråns dalgång åt öster med stora jorddjup och grovt friktionsmaterial avsatt i dalgångens botten är det möjligt att dalgången i anslutning till Romesjön kan vara en potentiell vattenresurs. Preliminärt uppskattas tillgänglig vattenmängd genom naturlig grundvattenbildning vara i storleksordningen 1-5 l/s baserat enbart på allmängeologisk kunskap om området. Möjlighet skulle kunna finnas att infiltrera vatten i de små uppstickande isälvsavlagringarna och ta upp vatten genom brunnar på lämpligt avstånd från infiltrationen.

Någon kilometer ytterligare väster om Romesjön finns fler isälvsavlagringar avsatta. Dessa återfinns främst som mindre områden på dalgångens norra och södra sidor.

4.2.13 Kastellegården

Vid Kastellegården i Ytterby finns en sand- och grusavlagring som tidigare nyttjats för vattenförsörjning (Sweco (D), 2015). Undersökningarna för ny vattentäkt till Ytterby påbörjades 1947. Målet var att hitta förutsättningar för ett uttag på i storleksordningen 3,5 l/s. Efterhand ökade uttagsbehovet och en infiltrationsanläggning anlades 1965. Då vattentäkten togs ur drift (avställd 1975-01-01) var uttaget ca 10 l/s, varav infiltrerad vattenmängd bedömdes till ca 9,4 l/s. Uppskattningsvis är möjligt uttag av naturligt grundvatten 1-3 l/s (Hulling , 2015). Ansökan om att häva vattendom och skydd för området bifölls av Mark- och miljödomstolen under början av 2016-02-03 (Mark- och miljödomstolen, 2016).

4.2.14 Kode

En äldre nu nedlagd vattentäkt finns vid Skålldal vid Kode. Vattentäkten bestod av fem brunnar och ett förslag till skyddsområde har tidigare tagits fram men inga närmre undersökningar är utförda. Grundvattentillgången har tidigare bedömts till ca 0,2 l/s/brunn (Viak AB, 1977). Kapaciteten i täkten idag uppskattas till ca 1 l/s.

4.2.15 Kareby

I Kareby finns en äldre allmän grundvattentäkt som inte nyttjas längre. Kareby ligger i en sprickdal som från Romesjön sträcker sig mot sydväst (Viak AB, 1973). Dalen täcks till stora delar av mäktiga lerlager men vid Röd tränger berggrunden upp och skapar en förträngning av dalgången. Vid förträngningen har avlagrats en sand- och grusavlagring, där grövre sediment går i dagen. Grustag fanns på platsen innan vattentäkten men denna stoppades på grund av höga grundvattennivåer, men närmare information om detta saknas.

Den naturliga grundvattentillgången uppskattades vid prospektering av täkten till ca 3 l/s. Vattenkvaliteten visade höga järn och manganhalter som inte avtog under provpumpningar eller uttag. Vid prospekteringen föreslogs att vattnet skulle återinfiltreras på grustäktsområdet för att avhjälpa problemet.

4.3 Konstgjord infiltration

Att utöka konstgjord infiltration inom kommunen är ett alternativ för att förstärka den begränsade grundvattentillgången. Infiltrationen i Lysegården skulle kunna ökas och nya lokaliseringar för konstgjord infiltration skulle kunna finnas vid t.ex. de äldre grundvattentäkterna där vattentillgången är låg.

4.4 Köpa dricksvatten

En möjlighet för vattenförsörjning av Kungälvs kommun är att importera dricksvatten från en annan kommun. Detta skulle i så fall vara från Göteborg, eftersom de andra grannkommunerna har valt eller önskar att importera från Kungälv. En sammankoppling med Göteborg skulle ge en väsentligt ökad redundans för det totala systemet.
Tidigare har detta diskuterats som ett alternativ till att utöka produktionskapacitet och utveckla barriärverkan i Dösebacka. En förfrågan gjordes 2013 till Göteborgs Stad ***Kretslopp***

och Vatten (KoV), dåvarande ***Göteborg Vatten***, huruvida det var möjligt för Göteborg att tillgodose Kungälvs totala behov av kommunalt dricksvatten. Det dåvarande behovet av dricksvatten uppskattades till omkring 140 l/s och den preliminära bedömningen som gjordes var att det skulle vara svårt att uppnå leverans av dricksvatten till Kungälv innan 2017, då Kungälvs vattenverk planeras stå klart (Kretslopp och vatten, 2013) . Däremot bedömdes det finnas potential att åstadkomma ett samarbete gällande vattenleverans på sikt.

I den översiktliga bedömningen som gjordes av KoV uppskattades investeringskostnaderna till cirka 40-50 Mkr för nya erforderliga ledningar av en total längd på mellan 9,3 och 11 km.
Vattenbehovet har dock ökat sen förfrågan gjordes vilket innebär att det sannolikt skulle krävas större investeringar än vad som tidigare uppskattats.

I dagsläget köper Kungälvs kommun vatten från Göteborg för försörjning av ett begränsat geografiskt område i kommunens sydöstra del. Sammanlagt omfattar vattenleveransen ett 40-tal fastigheter.

5 Klimatförändringars påverkan på vattenförsörjning

I framtiden förutspås årsnederbörden tillsammans med att de kraftigaste regndagarna intensifieras för Västra Götalands län och områdena närmast kusten (SMHI, 2011). Vattenföringen i vattendrag kommer att förändras genom att vattenföringen under höst- och vintertid ökar medan flödena i samband med vårens snösmältning minskar till följd av ett mildare vinterklimat. Fram till sekelskiftet prognosticeras dessutom en nettohöjning av havsvattennivån på omkring 70-75 cm (SMHI, 2011). Dessa förändringar är i allra högsta grad relevanta för Kungälvs kommun.

Klimatförändringarna förutses även innefatta betydande ökning av medeltemperaturer inom Göteborgsregionen, och analyser har visat att en ökning på omkring 4-6 °C kan förväntas fram till år 2100 jämfört med medeltemperaturen för perioden 1961-1990 (SMHI, 2011). Den största ökningen i medeltemperatur förväntas ske för vintermånaderna december till februari. Det varmare klimatet kan innebära konsekvenser på den lokala vattenförsörjningen genom att även vattentemperaturer höjs. Följderna av detta kan innebära att beredningen i vattenverken försvåras och att smak- och luktrelaterade problem uppstår under vattnets uppehållstid i systemet (GR, 2014). För ytvattenförekomster som exempelvis Pjäxedammen på Marstrand kan risken för algblomning antas öka. Potentiellt sett kan en temperaturhöjning också innebära att nya former av skadliga mikroorganismer får grogrund i vattensystemen genom gynnsammare tillväxtförhållanden.

När det gäller grundvatten med ursprung i konstgjord infiltration av ytvatten kan höjda ytvattentemperaturer leda till att järn- och manganhalten ökar (GR, 2014). Detta är något som kan vara beaktansvärt för vattenproduktionen i exempelvis Lysegården.

Framtidens grundvattenförhållande förväntas ligga i linje med de framtida variationerna för vattenföringen (SMHI, 2011). Att den omättade zonen (det icke vattenmättade skiktet mellan marknivå och grundvattenyta) minskar kan få som följd att föroreningar binds sämre under vattnets perkolation i marken, vilket ökar risken för spridning av föroreningar till grundvatten och omgivande miljö (SGU (D), 2016).

Temperaturhöjningen kan innebära att grundvattenbildningen under vinterhalvåret ökar i de södra delarna av Sverige på grund av förhöjd regnnederbörd (SGU (D), 2016). Dock kan temperaturförändringen och den längre sommarperioden i kombination med att snösmältningen inträffar tidigare, leda till att sommarhalvårets avsänkningsperiod för grundvattennivån förlängs.

Såväl höjningar som sänkningar av grundvattennivån kan innebära problem ur ett vattenförsörjningsperspektiv (SGU (D), 2016). Detta eftersom flödesriktningen på grundvattnet då kan ändras, vilket kan få till följd att föroreningar får nya spridningsvägar i markmiljön. Detta kan i synnerhet innebära problem i områden med enskilda VA-lösningar innefattande avloppsinfiltration och vattenuttag från enskilda täkter.

Ett förändrat klimat som medför perioder med ökande vattenflöden i vattendrag tillsammans med ökad nederbörd förväntas ge ytterligare negativ påverkan på råvattenkvaliteten och därmed även vattenförsörjningen. Exempelvis väntas ökad spridning av bland annat mikroorganismer, smittämnen, humusämen och kemiska föroreningar (Länsstyrelsen, 2009). De förväntade klimatförändringarna förväntas generellt också medföra ökade förekomster av översvämningar, ras och skred, vilket kan få mycket stor påverkan på råvattenkvaliteten och beredningsmöjligheterna i vattenverken. Flera områden längs Göta älvdalen har områden som klassas med medelmåttig risk för skred och sådana områden finns även i anslutning till Dösebacka (SGI, 2012). Uppströms älven mot Lilla Edet finns områden med hög risk för skred. Noterbart är att dock att klimatpåverkan bedöms som måttlig för området av Göta älvdalen som ryms inom och uppströms Kungälvs kommun. Klimatpåverkan klassas däremot som stor för Göteborgsgrenen av Göta älv.

Att områden utsätts för intensivare nederbörd kommer få till följd att avloppssystem under perioder belastas till högre grad, vilket sannolikt även medför ett ökat antal tillfällen då systemet drabbas av kapacitetsbrist och avleder orenat avloppsvatten direkt till recipient. Detta utgör en direkt föroreningsrisk för Göta älvs vatten.

Stigande havsnivåer förväntas påverka grundvattenförekomsterna i kustzonen genom att risken för saltvatteninträngning torde öka. Detta kan bli ett allvarligt problem för den enskilda vattenförsörjningen i utsatta områden. (GR, 2014). I och med Ormoskärmen har Kungälv i dagsläget inga problem med saltvattenuppträngning i Nordre älv, men det är oklart vilka effekter den stigande havsnivån kan få beträffande skärmens funktionalitet.

5.1 Ormoskärmen

Göta älv förgrenar sig vid Kungälv där cirka tre fjärdedelar av älvens vatten rinner ut till havet genom huvudgrenen Nordre älv och resterande delen av flödet går till Göteborgsgrenen. Ormoskärmen, som ligger i Nordre älv cirka 5,5 km sydväst om Kungälv, uppfördes på 1930-talet i samband med att reglering infördes av Vänern och Göta älv (Vattenfall Vattenkraft AB, 2014). Syftet med anläggningen är att begränsa flödet i Nordre älv genom att tvinga ut mer vatten i Göteborgsgrenen och därmed minska risken för att salthaltigt vatten tränger upp i älven mot Göteborgs Stads råvattenintag i Lärjeholm, nedströms Kungälv. Utan skärmen skulle flödet i Göteborgsgrenen tidvis bli så lågt att saltvattenkilen hade riskerat begränsa tillgången på icke saltpåverkat råvatten under långa perioder.

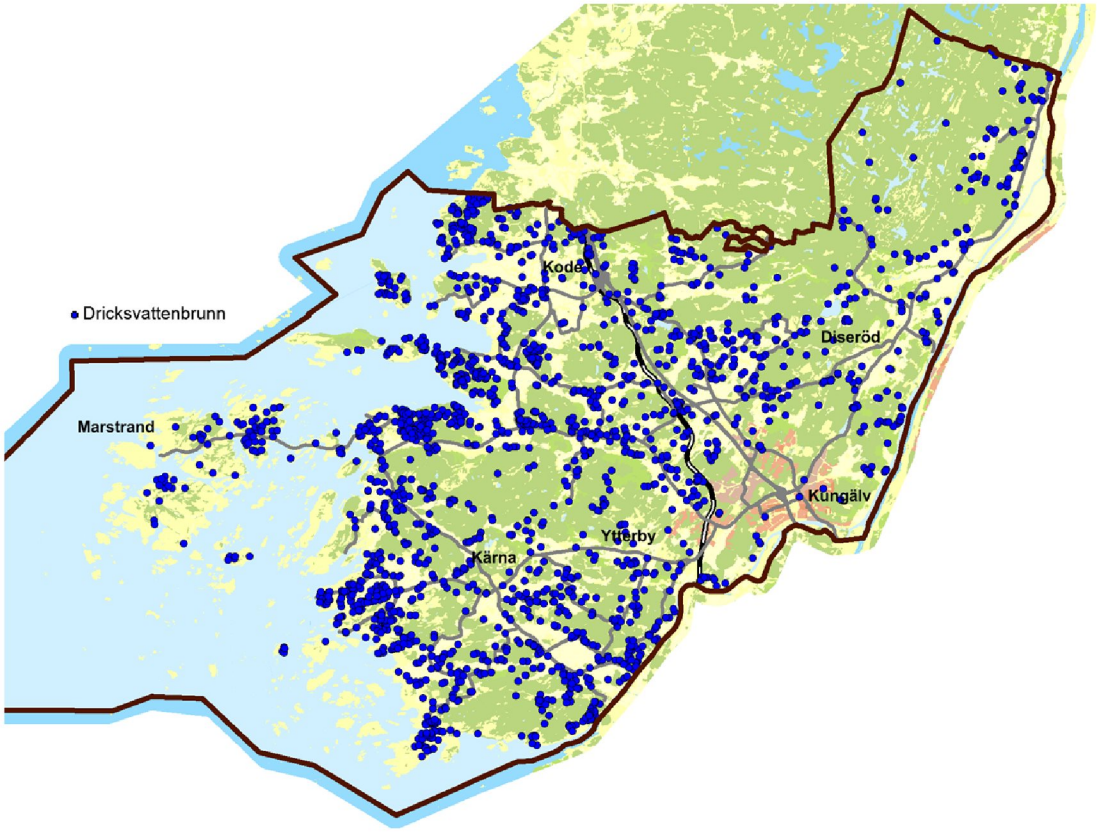
6 Befintlig enskild vattenförsörjning

I områden utanför verksamhetsområden för allmän VA-försörjning sker vattenförsörjning genom enskilda vattentäkter.

Sverige har införlivat EU:s dricksvattendirektiv i Livsmedelsverkets föreskrifter (SLVFS 2001:30) som innefattar krav beträffande exempelvis beredning och distribution, provtagnings- och analysfrekvens, kvalitetskrav i form av gränsvärden och åtgärder vid försämrad dricksvattenkvalitet (Livsmedelsverket, 2001). Föreskrifterna berör enskilda vattenverk som levererar minst 10 kubikmeter per dygn i genomsnitt eller betjänar 50 personer eller fler. Om dricksvattnet levereras som en del av en kommersiell eller offentlig verksamhet så gäller dricksvattenföreskrifterna oavsett produktionsmängd.

År 2014 hade SGU (Sveriges Geologiska Undersökning) 2355 borrade brunnar för enskild vattenförsörjning registrerade i Kungälvs kommun, se Figur 14. Det finns i verkligheten fler brunnar exempelvis de som inte är rapporterade av brunnsborraren, gamla brunnar, grävda brunnar etc.[2] Det totala antalet enskilda dricksvattentäkter i Kungälvs kommun är inte känt men bedöms vara ungefär lika stort som antalet enskilda avlopp, vilka uppgår till cirka 5000 i antal.

[2] Jonas Gierup Brunnsarkivet SGU, mail den 21 oktober 2014

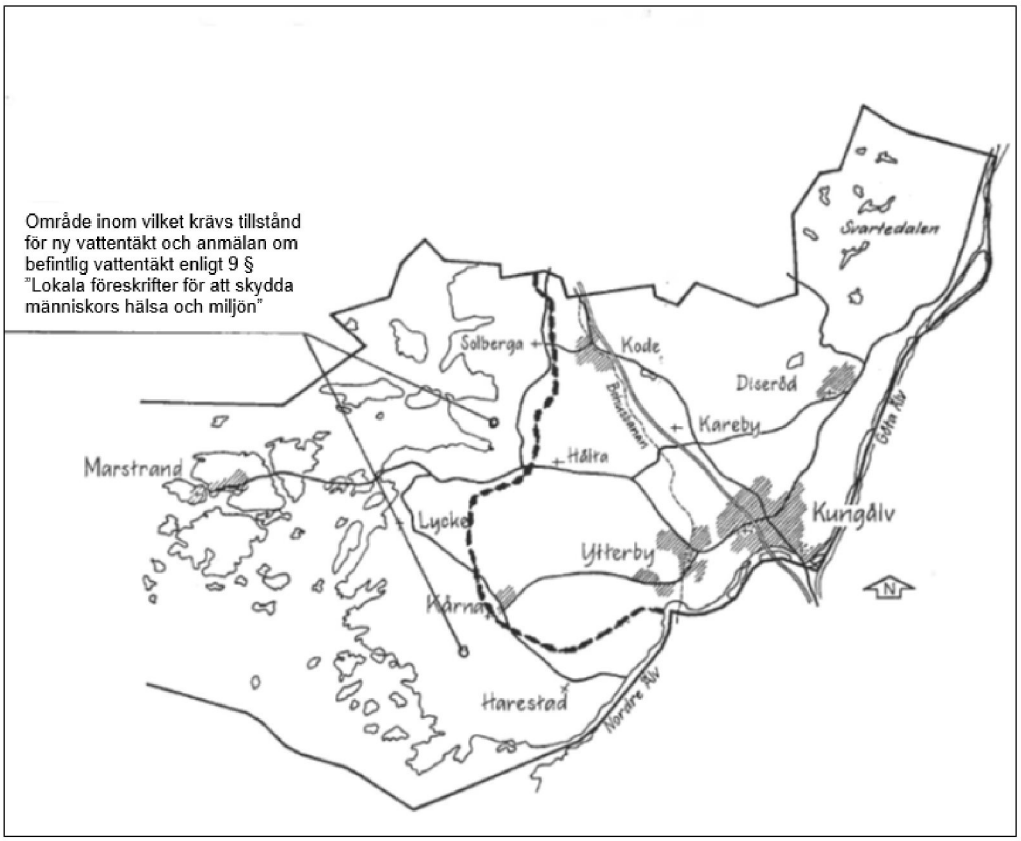


Figur 14. Dricksvattenbrunnar i Kungälvs kommun enligt SGUs brunnsarkiv (SGU (C), 2016)

Enligt huvudregeln i miljöbalkens 11 kap. krävs det tillstånd för uttag av yt- eller grundvatten.
Tillstånd för bortledande av yt- och grundvatten kan endast lämnas av mark- och miljödomstolen.

Det finns få undantag från tillståndsplikten beträffande uttag av vatten. För mindre ytvattenuttag räcker dock en anmälan, enligt miljöbalkens 11 kap. 9 a §, till länsstyrelsen. Vidare är vattentäkt för en- eller tvåfamiljsfastighets eller jordbruksfastighets husbehovsförbrukning eller värmeförsörjning undantaget. Enligt 9 kap. 10 § första stycket miljöbalken gäller att alla anläggningar för grundvattentäkter ska inrättas och användas på ett sådant sätt att olägenheter för människors hälsa inte uppkommer. I andra stycket samma bestämmelse förklaras att kommunerna, i de fall det inte krävs tillstånd till vattenverksamhet enligt 11 kap. miljöbalken, får föreskriva att det ändå ska krävas tillstånd av kommunen eller anmälan till kommunen för att inrätta och använda en ny anläggning för grundvattentäkt i områden där knapphet på sött vatten råder eller befaras uppkomma.

I Kungälvs kommuns ***Lokala föreskrifter för att skydda människors hälsa och miljö*** finns krav på att söka tillstånd om man ska inrätta och använda en ny anläggning för grundvattentäkt inom kustområdet (Kungälvs kommun (E), 2015). Området där tillståndsansökan erfordras visas i **Error! Reference source not found.**. Noterbart är att föreskrifterna dessutom gäller inom detaljplanelagda områden och områden med samlad bebyggelse. De lokala föreskrifterna har upprättats på grund av risken beträffande saltvatteninträngning och brist på vatten.



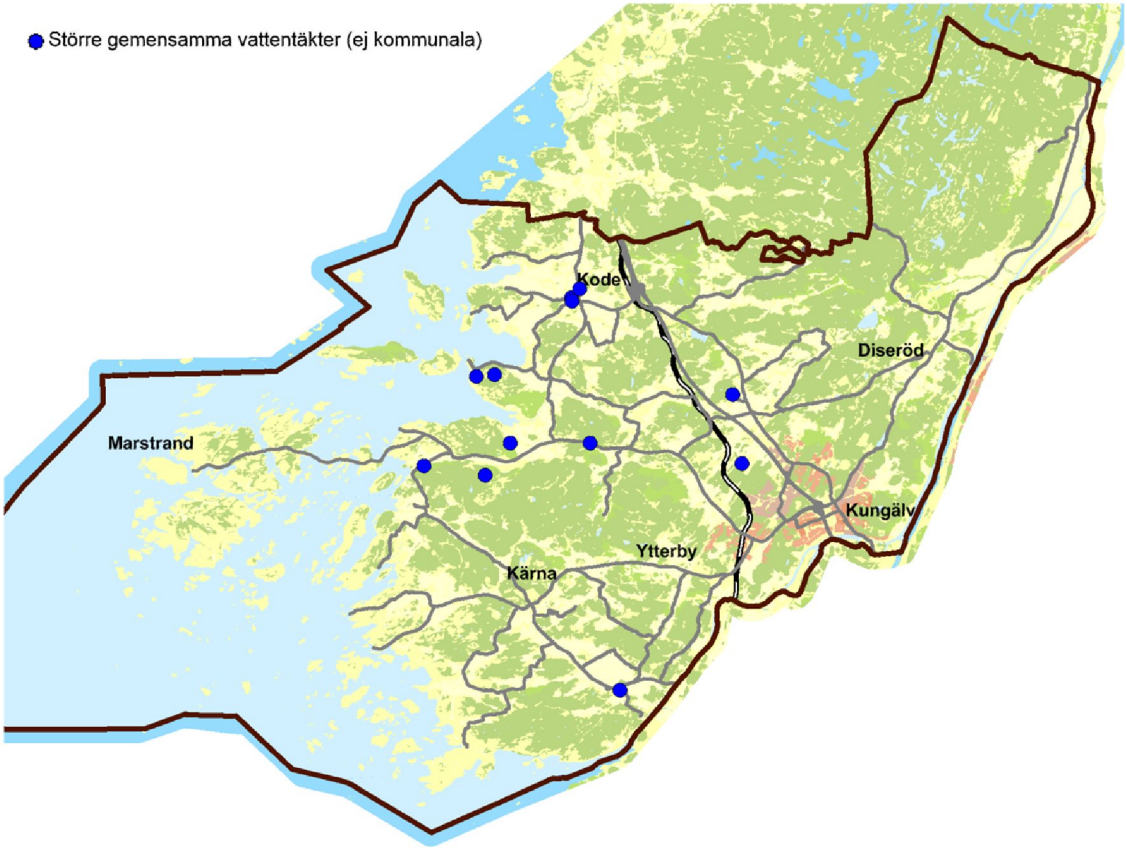
Figur 15. Kartan beskriver vilka områden där det är krav på tillstånd för ny vattentäkt enligt Kungälvs kommuns lokala föreskrifter för att skydda människors hälsa och miljön (Kungälvs kommun (E), 2015)

En riskzonskarta togs fram 2001 (Bergab, 2001) och används idag som ett underlag för bedömning av när kompletterande hydrogeologiskt underlag krävs för att kunna bevilja tillstånd för ny anläggning som ska nyttjas som grundvattentäkt inom kustområdet. Prövningen sker av miljö- och byggnadsnämnden och det söks cirka 50 tillstånd årligen. I övriga delar av kommunen krävs inget tillstånd enligt de lokala föreskrifterna men det finns ändå en risk för relikt saltvatten och liten grundvattentillgång.

Kommunen är inte huvudman för de enskilda dricksvattentäkterna utan det är fastighetsägarna själva som är ansvarig för vattenkvaliteten. Miljö- och byggnadsnämnden bedriver ingen planerad tillsyn på små enskilda brunnar men fastighetsägare skickar frivilligt in analyssvar till miljö- och byggnadsnämnden som noterar och tar kontakt med fastighetsägaren om vattnet är otjänligt för att informera och ge råd. Om vattentäkten påverkas av något utanför den egna fastigheten kan miljö- och byggnadsnämnden enligt miljöbalken ställa krav på att den som förorenar vattentäkten vidtar åtgärder. Kommunen erbjuder fastighetsägarna att lämna vattenprover direkt hos kommunen för vidare transport till ett laboratorium för analys. Kostnaden för provtagning och analys står fastighetsägaren för.

6.1 Större gemensamma och kommersiella vattentäkter

Inom Kungälvs kommun finns även 12 större vattentäkter som har annan huvudman än kommunen och omfattas av Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten (SLVFS 2001:30), Figur 16. Det är vattentäkter som i genomsnitt tillhandahåller 10 m^3eller mer per dygn, som försörjer 50 personer eller fler med dricksvatten och offentliga eller kommersiella verksamheter som tillhandahåller dricksvatten oavsett storlek. Dessa vattentäkter ska därmed uppfylla samma kvalitetskrav som allmänt dricksvatten. Statusen på anläggningarna varierar men analysresultat från provtagning visar att flera har fått anmärkning angående koliforma bakterier, järn och mangan. Provtagningen indikerar även på saltvatteninträngning för två av vattentäkterna. De flesta av vattentäkterna saknar tillstånd enligt 11 kap Miljöbalken (1998:808) för uttag av grundvatten. Miljö- och byggnadsnämnden bedriver planerad tillsyn på dessa anläggningar, se Tabell 3.



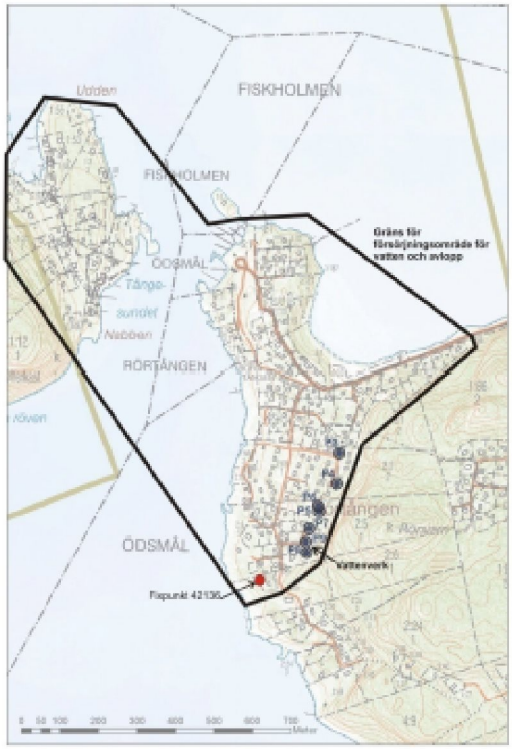
Figur 16. Geografiska lägen för större gemensamma vattentäkter som producerar mer än 10 m^3/dygn, försörjer fler än 50 personer eller kommersiella och offentliga verksamheter.

Tabell 3. Utdrag ur Miljö- och byggnadsnämndens register över vattentäkter som producerar mer än 10 m³ per dygn, som försörjer fler än 50 personer eller används till kommersiella och offentliga verksamheter.

Vattentäkt	Verksam-het	Brunnar/djup/ålder	Produktions-storlek	Vatten-dom	Notering	Anmärkning i analysrapporter *(2014-2015)*
Bastubäckens Samfällighets-förening	61 hushåll	2 borrade	10-100 m³/dygn	nej		Koliforma bakterier, sulfat, Fe, Mn
Förskola - Natur-montessori Harestad	Förskola	1 borrad/1988	2 m³/dygn	nej		
Hålta vattenverk	Skola och förskola	1 borrad/95 m	1200 m³/år 3 m³/dygn	nej		Koliforma bakterier
Kareby församlingshem	Förskola och försam-lingshem	1 borrad/110 m/2003	< 10 m³/dygn	nej	Reservvatten finns	Koliforma bakterier
Kulperöds samfällighets-förening (Gullbringa)	Restaurang och 55 hushåll	1 grävd brunn (samt 1 reservoar) /9 m/1968	10-100 m³/dygn	nej	Bekämpning-smedel golfbana	
Lökebergs konferenshotell	Hotell och restaurang	2 borrade brunnar/42 m	10 m³/dygn	nej	Ingen beredning finns	Koliforma bakterier, Cu, Fe, Mg
Rörtångens vatten- och avloppssamfällig hetsförening	130 hushåll varav 46 åretrunt-boende	7 borrade	5720 m³/år 15 m³/dygn	ja	Prover indikerar saltvattenin-trängning	Odlingsbara mikroorganisme r 3 dygn och Cl, Mn, Mg, K, N
Solberga församlingshem	Försam-lingshem	2 brunnar	< 10 m³/dygn	nej		Fe, Mn, NH_4^+
Solrosen förskola	Förskola	1 borrad/ca 1980	250 m³/år < 10 m³/dygn	nej		
Tobiasgården	Särskilt boende och skola	1 borrad/ 200 m/1991		nej		Mn
Toftebergets samfällighetsföre ning	Ca 50 hushåll	2 borrade	10-100 m³/dygn		Prover indikerar saltvattenin-trängning	Koliforma bakterier, Cl, Na, Mn
Tunge skola	Skola	1 borrad		nej		

6.1.1 Rörtången

Den nuvarande vattenförbrukningen baseras på grundvattenuttag i berg ur 7 bergbrunnar (Mark- och miljödomstolen, 2013). Från varje brunn pumpas vattnet till ett vattenverk med en lågreservoar på ca 40 m³. Det vatten som når vattenverket är således ett blandvatten som medför att vattenkvaliteten kan variera beroende på hur mycket vatten som för tillfället tas ur respektive uttagsbrunn. Distribution av vatten sker via två torruppställda pumpar och två hydroforer. Området som försörjs av samfällighetens brunnar visas i Figur 17.



Figur 17. Vattenförsörjningsområdet, uttagsbrunnar

Förbrukningen är ojämnt fördelad över året, med hög förbrukning sommartid och låg förbrukning under vinterhalvåret. Till samfällighetens vattennät är 135 fastigheter anslutna (Sweco, 2010). Av dessa är ca 30 åretruntboende, antalet är dock något som varierar med tiden. Av de anslutna nyttjar i storleksordningen 95 fastigheter vatten från nätet medan övriga ca 40 fastigheter huvudsakligen nyttjar vatten från egna brunnar.

Sammantaget görs bedömningen att området inte klarar en ökad vattenförbrukning som förväntas när fler fastigheter används för helårsboende (WSP, 2015). Med anledning av den konservativa beräkningen av grundvattenbildningen, vattenbehovet och vattenkvalitet kan inte en långsiktigt hållbar vattenförsörjning garanteras. Sannolikt är det inte vattentillgången utan vattenkvaliteten, framförallt i form av förhöjd salthalt, som begränsar de möjliga uttagsvolymerna.

Om Svenskt vattens schablon för vattenförbrukning används för samtliga anslutna fastigheter skulle förbrukningen överstiga det grundvattenuttag som anges i lämnat tillstånd från mark- och miljödomstolen (WSP, 2015).

Gjorda analyser visar framförallt på förhöjda halter av salt, järn och mangan, samt hög konduktivitet (WSP, 2015). De stigande konduktivitetsvärdena indikerar eventuellt att det föreligger en försaltning av grundvattnet redan idag vilket på sikt kan leda till en accelererande saltökning. För att uppfylla Livsmedelsverkets krav behöver vattenverket utökas med behandling för att reducera halten järn- och mangan vilket sannolikt även minskar turbiditeten (Sweco, 2010). Mängden salt kan eventuellt reduceras genom omvänd osmos (RO) men även genom förändrad drift med minskat uttag ur brunnar med saltpåverkat grundvatten.

Halten radon bör analyseras för att undersöka behovet av eventuell reduktion (Sweco, 2010). Utgående vatten desinficeras med hjälp av ozon. Någon annan behandling sker inte. Idag sker ingen behandling av vattnet innan distribution.

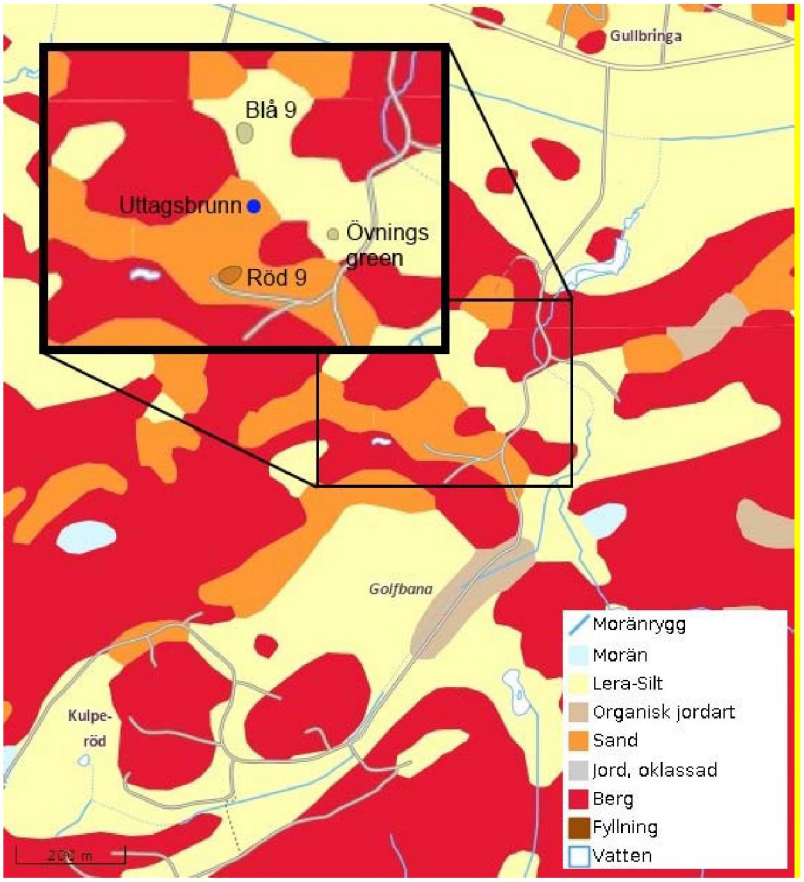
Följande står att läsa ur domen: "5) Mark- och miljödomstolen överlåter enligt 22 kap. 25 § miljöbalken, utöver vad som framgår av villkoren ovan, åt tillsynsmyndigheten att fastställa ytterligare villkor beträffande kontroll av verksamheten."

6.1.2 Gullbringa/Kulperöd

Vattentäkten är en grundvattentäkt i form av en jordborrad brunn som försörjer golfbanans restaurang och ca 50 hushåll med dricksvatten, se Figur 18 (Bergab, 2013). Vattentäkten saknar vattenskyddsområde. Brunnen är neddriven till ett djup av ca 9 m under markytan och har ett årligt uttag på ca 16 000 m^3/år, vilket motsvarar ca 1,8 m^3/tim. Vattnet pumpas från brunnen till en mindre betongreservoar i direkt anslutning till pumpbrunnen.

Figur 18. Uttagsbrunn (markerat med röd prick) samt omgivande golfbana (Bergab, 2013)

Gullbringa Golf och Country Club använder kemiska bekämpningsmedel (pesticider) på sina greener (Bergab, 2013). Tre av greenerna ligger i nära anslutning till Gullbringa grundvattentäkt. År 2013 utreddes vilket skyddsavstånd till vattentäkten som är nödvändigt för att förhindra förorening från greenerna, alternativt att styrka att greenernas uppbyggnad och dränering är så utformad att den förhindrar förorening av grundvattnet. Vattentäktens uttagsbrunn och de aktuella greenernas läge visas på SGUs jordartskarta i Figur 19. Uttagsbrunnen och greenen på bana Röd 9 är belägna i sandavlagringen medan greenen på bana Blå 9 samt övningsgreenen ligger på lera. Uttagsbrunnen bedöms i huvudsak försörjas med vatten från sandlagren som sträcker sig västerut från brunnen.



Figur 19. SGUs jordartskarta med förstorning kring brunnsområde. Aktuella greener är markerade med grått och uttagsbrunnen med en blå prick (Bergab, 2013)

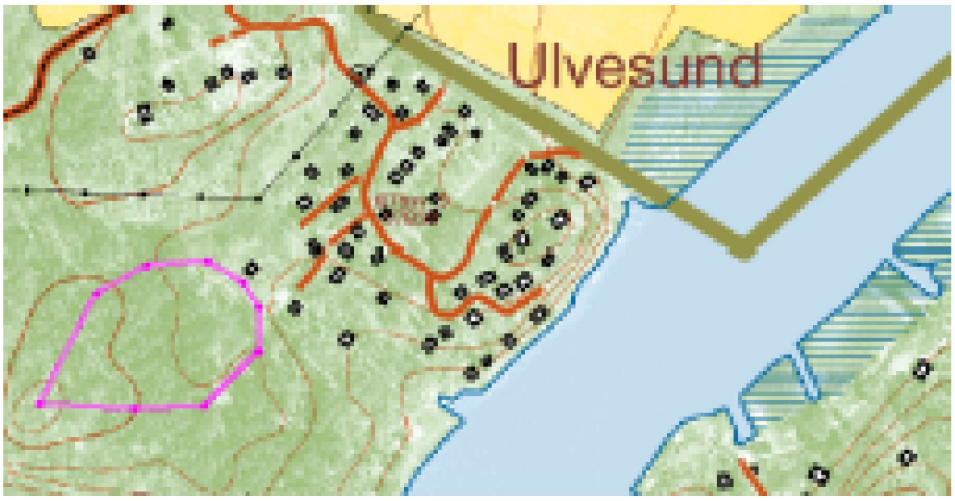
Med föreliggande utredning som underlag bedöms det inte som rimligt att pesticider kan användas på green Röd 9 utan att fysisk åtgärd genomförs (Bergab, 2013).

6.1.3 Ulvesund

Ulvesund har en detaljplan från 1997. Inom detta område finns totalt 48 tomter, varav två tomter är obebyggda och en tomt där fastigheten ska rivas och en ny uppföras (Aqualog, 2009). 21 fastigheter är helårsboende och 24 sommarboende. Inom området är 39 fastigheter anslutna till Ulvesunds samfällighetsförenings vattennät. Samtliga fastigheter har möjlighet att ansluta sig till samfällighetens nät. Noterbart är att förbrukningen år 2009 uppgick till 8 m^3 per dygn vilket innebär att Ulvesunds samfällighetsförening inte omfattas av livsmedelsverkets dricksvattenföreskrifter. Förbrukningen kan dock ha ökat sedan dess.

Samfällighetens brunnar och vattenverk med vattenmagasin är lokaliserade i den västra delen av området, strax utanför fastigheterna 1:32 och 1:41 (Aqualog, 2009). Samfälligheten har i detta område fyra brunnar som används och två borrhål som inte nyttjas. Samtliga brunnar är borrade i nordvästlig riktning. Vattnet renas inte. Vattenprover tas årligen. Enligt uppgift uppgår uttaget till omkring 8-11 m^3/dygn under sommarmånaderna och omkring 7-8 m^3/dygn under vintern. Brunnarna var dimensionerade för 17 m^3/dygn. Samfällighetsföreningen planerar att anlägga ytterligare två brunnar i den norra delen av området. Det förmodade området för grundvattenbildning för samfällighetens brunnar visas

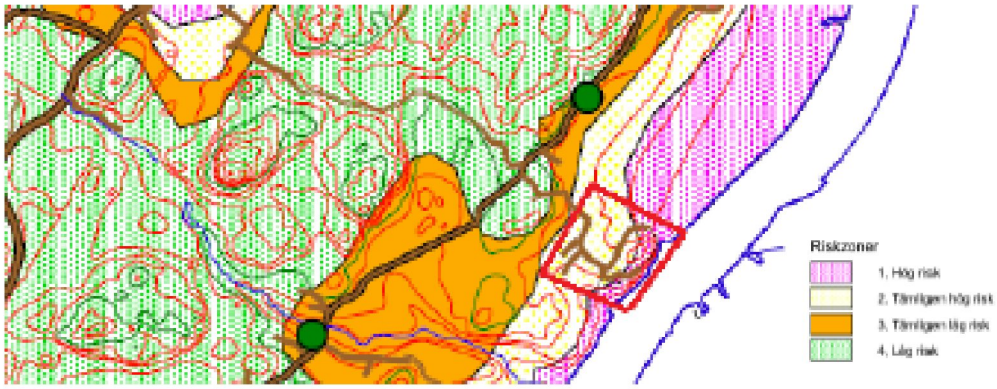
i Figur 20.



Figur 20. Bedömt grundvattenbildningsområde för samfällighetens brunnar markerat med lila linje (Aqualog, 2009)

Samfällighetens dricksvattentäkt är inte tillståndsprövad i Mark- och Miljödomstolen (MMD) och innefattas inte av något vattenskyddsområde (Aqualog, 2009). Länsstyrelsen i Västra Götalands län har 2005 bedömt att samfällighetens vattentäkt bör tillståndsprövas i MMD.

En utredning från 2001 visar för det aktuella området att den sydostliga delen, en omkring 100 m bred sträcka längs Nordre älv, är klassat som område med hög risk för saltvatteninträngning (Bergab, 2001). Resterande del av planområdet är klassat som område med tämligen hög risk. Området nordväst om planområdet är klassat som tämligen låg risk och bortanför detta område i nordvästlig riktning är klassat som lågriskområde, se Figur 21.



Figur 21. Risk för salt grundvatten. Området är markerat med röd fyrkant (Bergab, 2001)

Som tidigare nämnts försörjs större delen av området från samfällighetens brunnar. Om nuvarande uttag för samfällighetens anläggning, 2 920 m^3/år jämförs med den årliga totala grundvattenbildningen för brunnarnas grundvattenbildningsområde, 680 m^3/år för det konservativt antagna värdet samt 1700 m^3/år för det mer realistiskt antagna värdet, överstiger uttaget grundvattenbildningen markant (Aqualog, 2009).

För området är möjligheten till grundvattenuttag generellt liten och ett ökat uttag är i princip inte genomförbart (Aqualog, 2009). Det råder brist på vatten och uttag kan endast ske ur små och lokala grundvattenmagasin vilka uppvisar stor känslighet. Grundvatten bör sökas utanför området.

6.2 Skydd av större enskilda vattentäkter

Enligt de nationella miljömålen och vattenförvaltningsarbetet finns en målsättning att alla vattentäkter som försörjer fler än 50 personer eller har ett uttag som överstiger 10 m3/dag ska ha ett vattenskyddsområde med skyddsföreskrifter (Länsstyrelsen, 2010). Detta gäller oavsett huvudmannaskap det vill säga samma krav finns för enskilda vattentäkter som för allmänna. Det är här viktigt att poängtera att kravet på skyddsområde är kopplat till en viss vattenresurs/förekomst och inte till en anläggning. Det är alltså inte så att enbart kommunens tillsynsobjekt enligt livsmedelslagen ska ha ett formellt skyddsområde enligt miljöbalken. Tvärtom måste kommunen inventera vilka vattenresurser som försörjer fler än 50 personer, permanent eller tillfälligtvis, och skydda dessa på något sätt antingen med stöd av 7 kap. miljöbalken eller genom lokala hälsoskyddsföreskrifter.

Länsstyrelsen genomförde under 2010 ett projekt tillsammans med Alingsås, Kungälv och Orust kommuner för att hitta en bra metodik beträffande användande av lokala hälsoskyddsföreskrifter för att skydda vattentäkter. (Länsstyrelsen, 2010). Projektet visar att lokala hälsoskyddsföreskrifter kan vara en bra metod för att skydda enskilda grundvattentäkter. Det är däremot svårt att få fram verksamma skydd för ytvattentäkter med lokala hälsoskyddsföreskrifter.

Att inrätta skyddsområden med lokala hälsoskyddsföreskrifter beskrivs ibland felaktigt som en enklare metod för att skydda vattentäkter än att tillämpa 7 kap. miljöbalken. Erfarenheterna
från projektet visar emellertid att metoden inte är enklare, den ser bara lite annorlunda ut. Erfarenheterna visar bland annat att precis samma målkonflikter kan uppstå mellan allmänna och enskilda intressen vid denna process som vid fastställande av ett traditionellt vattenskyddsområde. Det är därför viktigt att inte ha orealistiska förhoppningar på att möjligheten att inrätta skyddsområden med lokala hälsoskyddsföreskrifter ska lösa svårigheten att uppnå de av samhället mycket högt ställda målen gällande vattenskyddsområden.
Ibland är metoden emellertid alldeles utmärkt att använda.

6.3 Industri och jordbruksuttag

I Kungälvs kommun finns inga större industrier som har egna vattentäkter utan de är anslutna till det kommunala vattennätet.

De flesta djurhållarna inom kommunen tar vatten från egna brunnar. 57 verksamheter med en djurhållning på över 10 djurenheter finns registrerade men uppgifter saknas om storleken på dessa uttag.

6.4 Enskilda anslutningar till kommunalt vatten och avlopp

Det finns enskilda fastigheter och föreningar i Kungälv som är anslutna till det allmänna ledningsnätet för vatten och/eller spillvatten via avtal. Dessa avtalskunder är geografiskt

belägna utanför verksamhetsområdet. Fastighetsägaren eller föreningen anlägger, bekostar och äger ledningarna fram till anslutningspunkten till det allmänna ledningsnätet, samt ansvarar för drift och underhåll av det egna nätet. För närvarande finns cirka 70 avtalsanslutna och av dem är drygt 40 VA-föreningar. De flesta av dessa är belägna utefter sträckan Ytterby-Kärna-Tjuvkil. Föreningar omfattar totalt cirka 1 060 hushåll.

Eftersom fastigheter med avtal för vatten och/eller spillvatten inte omfattas av verksamhetsområde för kommunalt VA så omfattas inte dessa av LAV.

6.5 Hot och risker för enskilda vattentäkter

6.5.1 Energianläggningar

Det finns många hushåll och verksamheter som använder någon form av värmepump. Det vanligaste bland enskilda hushåll är jord- och bergvärme där energin hos marken eller grundvattnet används, men inget uttag av vatten görs. Energin transporteras via en köldbärarvätska i ett slutet system. Vid ett läckage kan dock anläggningen utgöra ett hot mot grundvattnet. Det krävs tillstånd av miljö- och byggnadsnämnden för att inom Kungälvs kommun inrätta en värmepumpsanläggning för utvinning av värme ur mark, ytvatten eller grundvatten enligt Kungälv kommuns lokala föreskrifter för att skydda människors hälsa och miljön (Kungälvs kommun (E), 2015). I Kungälvs kommun finns år 2015 cirka 1600 bergvärmeanläggningar.

6.5.2 Bekämpningsmedel

Vattentäkten kan nås av bekämpningsmedel (pesticider) genom användning på jordbruksmark, gårdsplaner, golfbanor, längs vägar och järnvägar samt trädgårdar. Spridningsvägarna för medlen är mark, vatten och luft.

Vid bestämning av anpassat skyddsavstånd ska särskild hänsyn tas till, på platsen rådande, temperatur och vindförhållanden, det avsedda spridningsområdets utbredning i vindriktningen, jordart och markstruktur samt markens lutning mot omgivningen på den plats där spridningen avses ske, bekämpningsmedlets egenskaper, samt omgivningens känslighet för medlet (Kungälvs kommun (F), 2015).

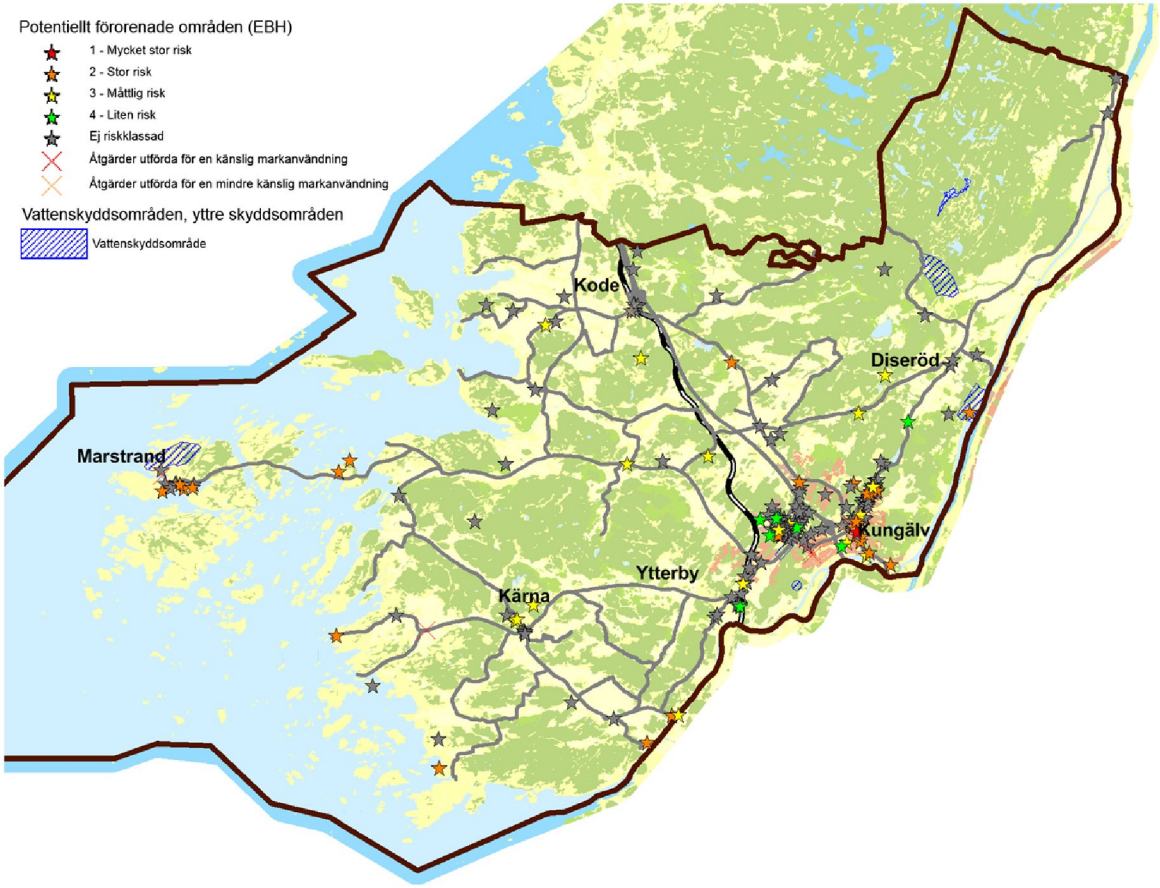
Miljö- och byggnadsnämnden i Kungälvs kommun ***anser att det är av stor vikt att skyddet av vattentäkter är tillräckligt omfattande. Medel eller metod som är minst skadligt för människors hälsa och miljön ska så långt möjligt väljas. Förordning 2014:425 om bekämpningsmedel gäller vid användning av växtskyddsmedel, se bl.a. §§ 31-36.***

6.5.3 Förorenade områden

Med förorenade områden avses mark, grundvatten, ytvatten, sediment eller byggnader där halten av något ämne är så hög att den kan orsaka en risk för människors hälsa eller för miljön. Genom utlakning av dessa ämnen från de förorenade områdena kan såväl grundvatten som ytvatten förorenas. Länsstyrelsen utför inventering av potentiellt förorenade områden och sammanställer informationen i en så kallad MIFO-databas (Metodik för Inventering av Förorenade Områden) där de förorenade områdena benämns MIFO-objekt. Inventeringen är grunden i arbetet med potentiellt förorenade områden.

Naturvårdsverket har tagit fram en lista med olika branscher som bedöms kunna orsaka föroreningar i mark, vatten eller sediment. Branscherna har delats in i olika prioriteringsklasser som kallas branschklasser (BKL). Vilken BKL en bransch har tilldelats beror på hur stor risk för förorening branschen i helhet har bedömts utgöra. Det betyder att branschklassen är gemensam för alla verksamheter inom respektive bransch och utgör endast en första generell indelning. Branschklasserna är uppdelade från 1 till 4, där 1 innebär högst prioritering och 4 lägst prioritering. I Kungälv finns 199 identifierade MIFO objekt varav 102 tillhör branschklass 2, 83 branschklass 3 och 14 branschklass 4. De flesta identifierade objekten finns inom tätorterna där det idag är kommunalt dricksvatten. Det är även i dessa områden flest objekt i riskklass 1 och 2 är belägna. Utanför tätorterna finns dock flera objekt som är identifierade men inte riskklassade. Beroende på vilka kemikalier som dessa verksamheter har nyttjat kan de eventuellt påverka enskilda dricksvattentäkter.

Efter att ett område har inventerats sker en riskklassning utifrån en bedömning av vilken risk som finns för människors hälsa och miljön. Riskklass är ett prioriteringsunderlag. Det grundar sig på en samlad riskbedömning av riskerna som finns för människors hälsa och miljö. Det finns fyra olika riskklasser där klass 1 innebär mycket stor risk, klass 2 stor risk, klass 3 måttlig risk och klass 4 liten risk för människors hälsa och miljön. I Kungälvs kommun har hittills 51 objekt riskklassats. Ett objekt tillhör riskklass 1, 25 objekt riskklass 2, 17 objekt riskklass 3 och 8 objekt riskklass 4, se **Error! Reference source not found.**.



Figur 22. Potentiellt förorenade områden i Kungälvs kommun 2016-01-12 enligt EBH-stödet

6.5.4 Avloppsanläggningar

Det främsta hotet från avloppsreningsverk och enskilda avlopp utgörs av utsläpp av mikrobiella föroreningar till yt- eller grundvatten men även stora mängder näringsämnen såsom kväve och fosfor kan vara ett hot mot en vattentäkt liksom innehåll av miljöfarliga ämnen i spillvattnet, såsom exempelvis läkemedel. För grundvattenförekomster utgör utsläpp av avloppsvatten från bristfälligt utformade enskilda avlopp en betydande risk för påverkan. Avloppsanläggningar, särskilt i områden med sammanhängande fritidsbebyggelse eller omvandlingsområden, är ibland bristfälliga och den samlade effekten kan utgöra en stor risk för vattenkvaliteten i nedströms vattendrag eller grundvattenmagasin. I Kungälvs kommun finns ett flertal områden med svårigheter att ordna avloppsanläggningar som inte påverkar närliggande vattenbrunnar eller miljön negativt. Dessa områden är framförallt lokaliserade i Kungälvs kustzon och framtagandet av en utbyggnadsplan för kommunalt vatten och avlopp till, bland annat, dessa områden pågår.

6.5.5 Jord- och skogsbruk

Jordbruk utgör en potentiell risk för enskilda vattentäkter. Risker kopplade till jordbruket innefattar till exempel. hantering av bekämpningsmedel och drivmedel, gödsling, djurhållning, avverkning av skog och diffust läckage av näringsämnen. Kalium förekommer naturligt i mark och grundvatten men vid höga halter indikerar det förorening på grund av exempelvis handelsgödsel. Kalium utgör normalt ingen hälsofara, men en koncentration över 12 mg/l är anmärkningsvärd och indikerar att vattnet kan vara förorenat (Socialstyrelsen, 2006). I den undersökning som Kungälvs kommun utförde, 2014, hade 9 % anmärkning på grund av kalium. I Kungälv finns jordbruken spridda över hela kommunen och i de flesta fall är det på mark med lera vilket innebär att risken för läckage till grundvattnet är förhållandevis liten (Kungälvs kommun, 1996). Däremot kan ogynnsam placering och bristande underhåll av vattenbrunnarna i jordbrukslandskapet innebära en risk för förorening av grundvattnet.

7 Befintlig allmän vattenförsörjning

7.1 Råvatten för ordinarie försörjning

Den ordinarie vattenförsörjningen inom Kungälvs kommun sker idag genom tre vattentäkter och tre vattenverk. Ett intensivt arbete pågår sedan några år tillbaka med utredning och utbyggnad av det befintliga nätet och vattenverk.

Kungälvs kommunfullmäktige tog 2015 beslut om att bygga ett nytt vattenverk, ***Kungälvs vattenverk***, i Dösebacka och beslutade genom detta att Göta älv fortsatt ska vara huvudvattentäkt för den ordinarie vattenförsörjningen (Kungälvs kommun (C), 2014). Uttagsmöjligheterna i älven är i stort sett obegränsade och ett nytt tillstånd för uttag av vatten kommer att sökas för cirka 500 l/s.

Kungälvs vattenverk planeras inte tillhandahålla vatten för samtliga vattenabonnenter anslutna till den allmänna vattenförsörjningen i Kungälvs kommun, varför de två andra kommunala vattenverken vid Lysegården och Marstrand kommer att bevaras och vara i fortsatt drift. Mer information angående dessa vattenverk finns att läsa under avsnitt 7.4.

7.1.1 Göta älv

Dösebacka vattenverk använder vatten från Göta älv som genomgått konstgjord infiltration som en kvalitetshöjande åtgärd. Kvaliteten på vattnet som tas från älven varierar bland annat beroende på årstid och kan påverkas kraftigt vid utsläpp av föroreningar uppströms. Det finns industrier lokaliserade både i direkt närhet och uppströms råvattenintaget, vilket innebär risk för kontaminering av grundvattentäkten.

Göta älv har en avrinningsyta som motsvarar ca 10 % av Sveriges totala area och är det vattendrag i Sverige som inhyser störst vattenvolym. Vattenföringen är kraftig och uppgår under normala förhållanden till omkring 550 m^3/s och tillåts under extrema förhållanden uppgå till 1 030 m^3/s (Norconsult, 2013).

Enligt klassificering i det senaste arbetsmaterialet som sammanställts av Vattenmyndigheten för Västerhavet i Vatteninformation Sverige (VISS) så uppnår inte vattenförekomsten Göta älv i höjd med Dösebacka ***"god kemisk status"*** (Länsstyrelsen (B), 2015). Detta beror till stor del på att gränsvärden beträffande miljögifter såsom kvicksilver överskrids. Enligt den nya klassningen så kommer inte heller vattenförekomsten att uppnå ***"god ekologisk potential"***.

Motiveringen till detta härrör till största del från regleringen av vattendraget i kombination med att inte tillräckliga åtgärder har vidtagits under den senaste sexårscykeln.

Halterna av syreförbrukande ämnen har sedan början på 1970-talet haft en kraftig nedgång från höga nivåer på omkring 14 mg/l till dagens låga nivåer på omkring 5 mg/l (Norconsult, 2011). Däremot så har det sedan år 2000 identifierats en kraftig uppgång av halten E.coli i älven, vilket indikerar ökad påverkan av fekalier.

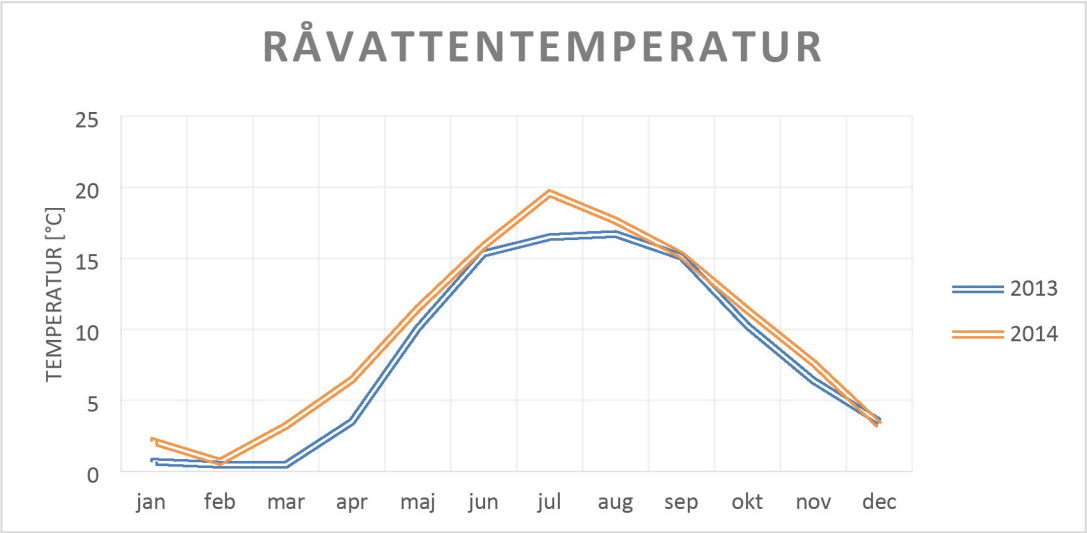
Inför förprojekteringen av Kungälvs vattenverk genomfördes en sammanställning av mätdata gällande kemiska beskaffenheter för råvattnet i Dösebacka (Norconsult, 2011). Värdena är inhämtade från ett antal olika mätpositioner i närheten av Dösebacka mellan åren 2004 och 2010. När värdena jämfördes med riktvärden från ***Svenskt Vatten*** framgick att samtliga parametrar förutom aluminium låg inom riktvärdestoleransen. Det framgick bland annat att pH-värdet normalt sett ligger på omkring 7,3 och alkaliniteten ca 19,6 mg HCO_3^-/l. Dessa parametrar har betydelse för processutformningen, men har normalt sett ingen negativ effekt beträffande vattnets tjänlighet som livsmedel så länge värdena inte är extrema (Ibid). En sammanställning från mätningar av kemiska parametrar visas i Tabell 4.

Tabell 4. Kemiska parametrar för Göta älv uppmätta inför projekteringen av Kungälvs vattenverk *(Norconsult, 2011)*

Parameter	Riktvärde	Dösebacka
pH	5,5 - 9	7,3
Alkalinitet [mg HCO_3^-/l]		19,6
COD_{Mn} [mg O_2/l]	<10	4,4
Aluminium [mg/l]	<0,1	0,22
Järn [mg/l]	<1	0,17
Mangan [mg/l]	<0,3	0,02
Klorid [mg/l]	<100	7,5
Natrium [mg/l]	<100	7

En viss påverkan av uppträngning av saltvatten från Västerhavet via en saltvattenkil finns i både Göta älv och Nordre älv. Vid Lärjeholm i Göteborg har det emellanåt observerats förhöjningar beträffande salthalten i älven, vilket härleds till ovan nämnda fenomen (Norconsult, 2011). Det salta vattnet tränger in som en kil längs älvbotten från mynningen och uppströms. Söder om Ytterby finns Ormoskärmen som genom reglering kan öka vattenståndet i älven och stoppa saltvattenkilen. Det finns inga identifierade problem beträffande påverkan från salt havsvatten i vattenintagsområdet för Dösebacka vattenverk eller det planerade vattenverket.

Temperaturen för råvattnet i älven varierar kraftigt sett över året. Figur 23 visar månadsvisa medeltemperaturer för intaget vid Dösebacka under 2013 och 2014. ***Svenskt Vattens*** riktvärde beträffande råvattentemperatur ligger på 12°C. Detta innebär att temperaturen för råvattnet överstiger riktvärdet under ett antal månader under sommaren. Det faktum att råvattnet i dagsläget genomgår konstgjord infiltration har dock inneburit att detta inte ansetts vara ett betydande problem (Norconsult, 2011).



Figur 23. Månadsvis medeltemperatur för råvatten vid Dösebacka

Mätvärden för de fysikaliska parametrarna turbiditet, färgtal och konduktivitet återfinns i Tabell 5. Turbiditet utgör ett mått för vattnets partikelinnehåll medan färgtal beskriver färgningen på vattnet, vilket korrelerar till vattnets ljusabsorption. Konduktivitet beskriver vattnets elektriska ledningsförmåga, vilken i stor utsträckning kan korreleras till vattnets saltkoncentration.

*Tabell 5. Fysikaliska parametrar för Göta älv uppmätta inför projekteringen av nya vattenverket. *Riktvärdet för konduktivitet avser dricksvatten (Norconsult, 2011)*

Parameter	Riktvärde	Dösebacka
Turbiditet [FNU]	-	10-20
Färgtal [mg Pt/l]	<100	23
Konduktivitet [mS/m]	<250 *	9

Mätningar vid Lärjeholm beträffande oorganiska föroreningar i form av metaller som till exempel bly och kadmium visade att samtliga ligger inom riktvärdestoleransen från ***Svenskt vatten*** (Norconsult, 2011). Inte heller när det handlar organiska föroreningar, finns särskilda ämnen med beaktansvärda koncentrationer som skulle innebära problem beträffande användningen av Göta älv som råvatten.

Påverkan från mikroorganismer är också viktigt att analysera för att säkerställa kvalitet och säkerhet på dricksvatten. Detta gäller i synnerhet då ytvatten används i beredningen. Mätningar mellan 2004 och 2010 visade inget överskridande av riktvärden beträffande indikatororganismerna E.coli och koliforma bakterier för råvattenprover tagna vid Dösebacka (Norconsult, 2011).

7.1.2 Dösebacka

Dösebacka utgörs av en israndbildning belägen ca 5 km nordost om Kungälv. Randbildningen finns på Göta älvs västra sida och höjer sig ca 75 m över älvens yta. Materialet består huvudsakligen av sand och grus som mot älven överlagras av finkorniga

sediment av silt och lera. Generellt består marken av lera överst som underlagras av sand och grus. Lerans mäktighet i dalgången är upp mot 50 m medan sand och gruslagren vanligen är något tiotal meter mäktiga. Ursprungligen var mäktigheten hos dessa lager betydande, men huvuddelen av de ovan grundvattnet belägna avlagringarna har grävts bort i samband med grustäktverksamhet. Områden där täktverksamhet tidigare bedrivits är sårbara eftersom delar av jordlagren över grundvattenytan har grävts bort och avståndet till grundvattenytan därmed är litet. Hela isälvsavlagringen Dösebacka kan betecknas som sårbar eftersom grundvattenmagasinet är öppet och skyddande lerlager saknas förutom längs strandkanten. Inom det tidigare grustäktsområdet är sårbarheten för grundvattenförorening större.

Den naturliga grundvattenbildningen i området kan grovt skattas till 16 l/s*km^2. Avlagringens grundvattenbildande yta är ca 0,3 km^2, (1,2 km * 0,25 km) vilket gör att grundvattenbildningen i avlagringen uppgår till ca 5 l/s. Ett inte obetydligt flöde av grundvatten sker också i dalens djupare delar. I norra delen av avlagringen saknas möjligen tätande lerlager mot älven och inducerad infiltration är där möjlig.

Vattentäkten består av nio infiltrationsdammar och 19 uttagsbrunnar varav cirka 12 är i drift i dagsläget. Vatten hämtas från Göta älv och passerar en sedimentationsdamm innan det fördelas över infiltrationsdammarna. Efter att vattnet infiltrerats och passerat marklagren tas det upp ur brunnarna som är mellan 15 och 50 m djupa beroende på hur långt ut mot älven de ligger. Transporttiden från infiltrationsdammar till uttagsbrunnar varierar stort och kan beräknas till mellan 5 dagar och ett par månader.

År 1990 genomfördes utökade undersökningar delvis för att ta fram en vattenbalans för täkten (VBB Viak, 1991). Under tiden februari-juli utfördes utökade grundvattennivåobservationer i befintliga grundvattenrör, som sedan jämfördes med värdena för intag och levererade kubik vatten. Undersökningen beräknade att ca 25 % av det infiltrerade vattnet rinner vidare i magasinet och inte pumpas upp till dricksvattenproduktionen. Uppskattningar av naturligt grundvattenflöde i både dalen och från platån gjordes också i enligt Tabell 6 och Tabell 7.

Tabell 6. Tillförda flöden för Dösebacka vattentäkt (VBB Viak, 1991)

Vatten	Flöde [l/s]
Naturligt grundvatten i älvdalen	35
Naturligt grundvatten från platån	5
Infiltrerat grundvatten	40
Totalt:	80

Tabell 7. Bortförda flöden för Dösebacka vattentäkt (VBB Viak, 1991)

Vatten	Flöde [l/s]
Renvatten	60
Vatten från älvdalen som rinner förbi	10
Infiltrerat vatten som rinner förbi	10
Totalt:	80

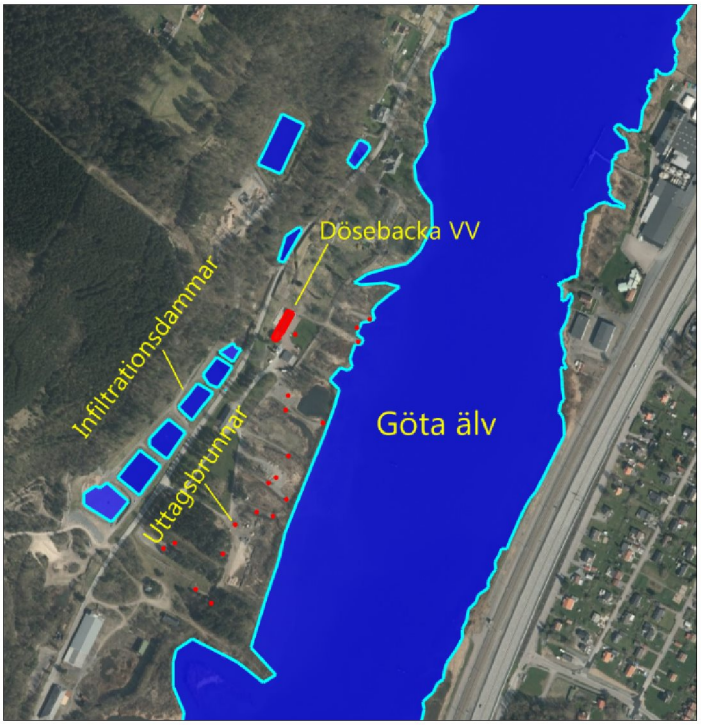
Vattendomen för vattentäkten Dösebacka som är den gällande gavs 1984 (Dom DVA 21). Den föregicks av Dom A5 från 1961 och Dom DVA 59 1975 (VBB Viak, 1991).

- Domen från 1961 medger grundvattenuttag på 40 l/s.

- Domen från 1975 medger uttag ur älven på 200 l/s fram till 1984.
- Domen från 1984 medger uttag ur älven på 200 l/s, infiltration av det uttagna älvvattnet samt uttag av grundvatten på ytterligare 100 l/s, utöver de 40 l/s som redan medgetts i domen från 1961 (d.v.s. totalt 140 l/s).

Under 2006-2007 genomfördes ett utökat kontrollprogram för vattenkvaliteten vid Dösebacka vattenverk (Miljökemigruppen (A), 2007). Brunnarna 9 och 11 uppvisade höga halter turbiditet och färgtal, troligtvis på grund av järnförekomst och lera. Under hösten 2011 uppvisade ett antal vattenprover förekomst av BAM i vattnet från vissa av brunnarna (Norconsult, 2013). 0,031 □g/l uppmättes, vilket är under gällande riktvärde (0,1 □g/l).

Halterna av kloridjoner varierar mellan både brunnarna och över tiden. Variationerna är stora och uppkommer på grund av de hydrogeologiska förutsättningarna, brunnarnas placeringar, förekomsten av relikt havsvatten samt uttagets storlek. En översikt över Dösebacka vattentäkt och anläggningar visas i Figur 24.



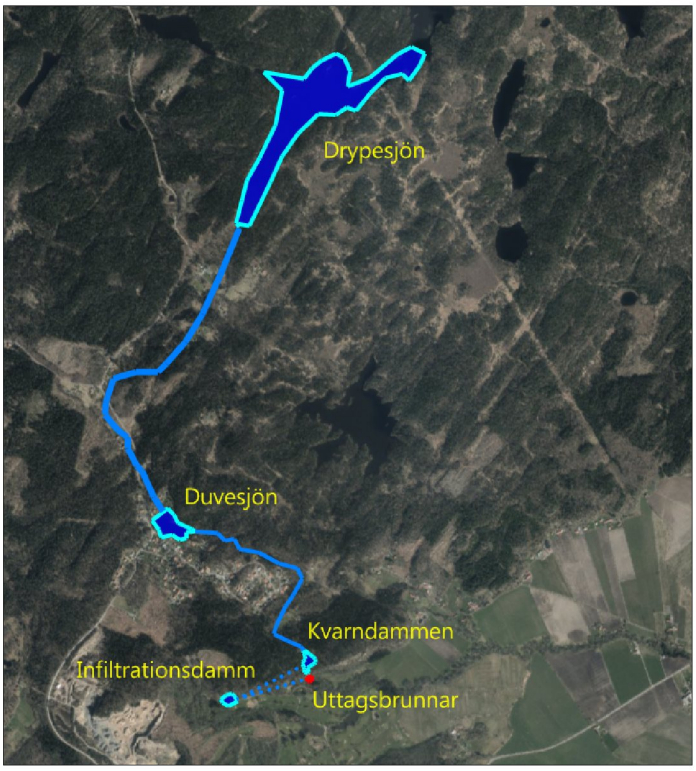
Figur 24. Översikt över Dösebacka vattentäkt och anläggningar

7.1.3 Lysegården

Lysegården vattentäkt ligger i Valleråns dalgång, som ligger som en sidodal till Götaälvdalen på dess västra sida, ca 10 km norr om Kungälvs tätort. Dalgången avgränsas mot Svartedalen skogsområde i norr av en hög bergsbrant (Sweco (C), 2015). Bergsbranten är en synlig del av den större förkastningsbrant som sträcker sig från Kareby i väster och upp över Skepplanda i öster mot Göta älv. Markanvändningen i området vid vattentäkten domineras av Lysegårdens golfbana och av materialtäktsverksamhet för framställning av krossmaterial och anläggningsjord samt utvinning av naturgrus. Mot öster och Göta älvs dalgång dominerar åkerlandskap. Mer information om materialtäktsverksamheten återfinns i avsnitt 7.1.4.

Lysegården vattentäkt togs i allmän drift 1975 (Sweco (C), 2015) och utnyttjade ursprungligen den naturliga grundvattentillgången på platsen. Anläggningen byggdes ut under 1980-talet med infiltration av ytvatten för att förstärka den naturliga grundvattentillgången (Sweco (C), 2015). Som ytvattentäkt utnyttjas den s.k. Kvarndammen i Lysegårdsbäcken med Drypesjön ca 3 km norr ut som huvudmagasin. Innan vattnet når Kvarndammen så passerar det även genom Duvesjön, se översikt i Figur 25. Kvarndammen och infiltrationsdammen ägs av privata aktörer, som därmed ansvarar för skötsel och drift av detta första steg i produktionen (Sweco (E), 2015). Efter Kvarndammen luftas vattnet över makadambädd (Kungälvs kommun (D), 2014) och pumpas sedan till en infiltrationsdamm. Infiltrationsdammen är ca 1 000 m^2 och utgörs av naturlig sand med ett ovanliggande lager av friktionsmaterial.

Vattnet pumpas upp med hjälp av två brunnar anlagda 1974, B1 och B2. Beräknad uppehållstid mellan infiltrationsdamm och brunnarna är minst 14 dagar (Kungälvs kommun (D), 2014). Grundvattnet kommer till största delen från infiltrationsdammen men även från det naturliga grundvattenmagasinet. Uttaget från brunnarna beror av vattennivån i Diseröds vattentorn. En översikt över Lysegården vattentäkt och anläggningar visas i Figur 25.



Figur 25. Översikt över Lysegården vattentäkt och anläggningar

Infiltration med vatten från Drypesjön fastställdes av vattenöverdomstolen, 1990-06-06 , i vattendom DTV 12/90 ärende TV 441/89. Vattendomen medger uttag från vattentäkten om 40 l/s i medeltal för året. Tillfälligtvis får 60 l/s uttas, dock inte i sådan kvantitet att medeluttaget överstiger 45 l/s under tre på varandra följande månader samt att vissa i tillståndet angivna grundvattennivåer vid uttagsbrunnarna och i observationsrör inte underskrids. Det går således inte att öka grundvattenuttagen utan att också samtidigt förstärka grundvattenbildningen genom konstgjord infiltration för att upprätthålla

grundvattentrycket i akviferen (Sweco (C), 2015). Uttaget ur Kvarndammen är dock även det villkorat och får inte medföra en vattenföring på under 15 l/s i Vallerån.

Det finns i dagsläget problem med en förhöjd manganhalt i vattnet som pumpas upp i Lysegården, detta åtgärdas genom att en viss del av vattnet släpps genom ett sandfilter.

7.1.4 Lysegårdens materialtäkt

Det är möjligt att det finns en påtaglig hydraulisk kontakt mellan områdena som gör att verksamheten som bedrivs, av Lysegården Sand & Träd AB, på fastigheterna Sandlid 1:1 och 1:2, kan påverka Lysegårdens vattentäkt (WSP, 2014). De verksamheter som företaget bedriver i området är dels täktverksamhet beträffande uttag av sand och berg, krossning av bergmaterial samt framställning av anläggningsjord. Kungälvs kommun har påbörjat ett arbete
med en översyn av bland annat vattenskyddsområdet för Lysegårdens vattentäkt (Sweco (E), 2015). Det befintliga skyddsområdet är för litet för att uppfylla dagens krav, och ett nytt kommer sannolikt att behöva omfatta delar av avlagringen som idag utgör grustäkt. Lysegården Sand & Träs verksamhet är belägen inom tillrinningsområdet för Lysegården vattentäkt, oavsett utbredning av vattenskyddsområden (Sweco (G), 2015).

Kungälvs kommuns ståndpunkt är att den i materialtäktsområdet bedrivna verksamheten inte får påverka vattentäkten i Lysegården så att dess kvalitativa och kvantitativa förmåga riskeras (Kungälvs kommun (G), 2015). Kommunen anser att verksamhetsutövaren inte har visat att den verksamhet som hittills har bedrivits i området inte påverkar vattentäkten negativt. Ett foto över materialtäkten visas i Figur 26.

Lysegården har i den regionala vattenförsörjningsplanen pekats ut som värdefull för den regionala vattenförsörjningen (GR, 2014). Detta är ytterligare ett tungt vägande skäl till att skyddet av områdets grusformation måste tillgodoses.

Figur 26. Foto över Lysegårdens materialtäkt taget mot nordväst

7.1.5 Lysegårdens golfbana

Verksamheten på Lysegårdens golfbana innebär en risk för den närbelägna vattentäkten bland annat genom potentiell spridning av bekämpningsmedel (pesticider) och växtnäringsämnen (Sweco (E), 2015). Vattentäkten kan nås av medlen via spridning i mark, vatten och luft. Vid användning av bekämpningsmedel krävs en ansökan till Miljö- och byggnadsnämnden innan varje spridningssäsong (Länsstyrelsen (A), 1992).

Kungälvs kommun har påbörjat ett arbete med en översyn av bland annat vattenskyddsområdet för Lysegårdens vattentäkt (Sweco (E), 2015). Det befintliga skyddsområdet är för litet för att uppfylla dagens krav. I dagsläget omfattas endast en begränsad del av golfbanan av vattenskyddsområdet. I framtiden är det dock sannolikt att en betydligt större del av golfbanans område kommer att innefattas i Lysegårdens vattenskyddsområde.

7.1.6 Marstrand

Marstrand vattenverk byggdes 1937 och utgörs av ett ytvattenverk som tar vatten från tre dammar på Koön; Käftedammarna, Pjäxedammen och Smörsundsdammen. Pjäxedammen är huvudmagasin och vatten från de två övriga dammarna pumpas dit innan det med självfall leds till vattenverket. Under senare år har Käftedammarna inte nyttjats på grund av dålig cirkulation på vattnet samt att vissa ytor i dammen växt igen. Råvattnet är mjukt, lågalkalint, och har oftast låg turbiditet, men uppvisar ibland höga färgtal. Det finns problem med flockningsprocessen till följd av vattnets egenskaper, vilket utreddes av Miljökemigruppen 2007. Problemen har tidvis lett till höga färgtal och för höga halter aluminium i utgående dricksvatten (Miljökemigruppen, 2015).

Historiskt sett har även problem med råvattenkvaliteten som relateras till algblomning funnits i Pjäxedammen (Miljökemigruppen, 2015). I dagsläget genomförs därför

investeringar för att reducera potentiella algrelaterade gifter som annars riskerar passera genom intaget.

Algernas vistelsemiljö innefattar vattenvolymerna mellan ytan till ett djup av cirka 3 meter. Därför planeras omlokalisering av vattenintaget som i dagsläget ligger på omkring 3 meters djup i dammens södra del, till ett djupare parti i dammens norra del. Genom att flytta intaget längre norrut så förväntas även cirkulationen på vattenvolymen kring intaget att öka, vilket bidrar till en förbättrad råvattenkvalitet.

Volymen pumpat vatten som går till verket bestäms av nivån i lågreservoaren som i sin tur är beroende av nivån i vattentornen (Kungälvs kommun, 2005). Vattenförbrukningen varierar markant under året och är betydligt större under sommarsäsongen än resterande delen av året. En översikt över Marstrand vattentäkt och anläggningar visas i Figur 27.

Figur 27. Översikt över Marstrands vattentäkter och anläggningar

7.2 Råvatten för reservvattenförsörjning

Specifika reservvattentäkter saknas idag i Kungälvs kommun. Vattentäkterna Dösebacka, Marstrand och Lysegården är alla i drift, och kan till viss del även ersätta varandra och svara upp mot vattenbehovet. Ingen täkt kan ensam försörja Kungälvs kommun behov, vilket innebär att reservvattentäckning idag enbart finns till viss del.

Kungälvs ledningsnät är inte ihopkopplat med någon annan kommun som kan förse Kungälv med reservvatten (GR, 2014). Det finns dock en koppling till Ale kommun, som är ihopkopplat med Göteborg. Diskussioner om reservvattenförsörjning via denna ledning har diskuterats.

7.3 Råvatten för nödvattenförsörjning

Specifika nödvattentäkter utöver de täkter som används för ordinarie vattenförsörjning saknas idag i Kungälvs kommun.

Om ett avbrott på det ordinarie nätet skulle uppkomma så finns det en upprättad beredskapspärm med driftinstruktioner. I denna återfinns information beträffande var provisoriska vattentankar hämtas och fylls upp, hur transport av dessa ordnas samt kontaktuppgifter till prioriterade brukare såsom sjukhus etc. Dessutom finns information om vilka kommunala funktioner som ska kontaktas i händelse av en nödsituation. Beredskapspärmen är endast en intern dokumentsamling och är inte politiskt antagen.

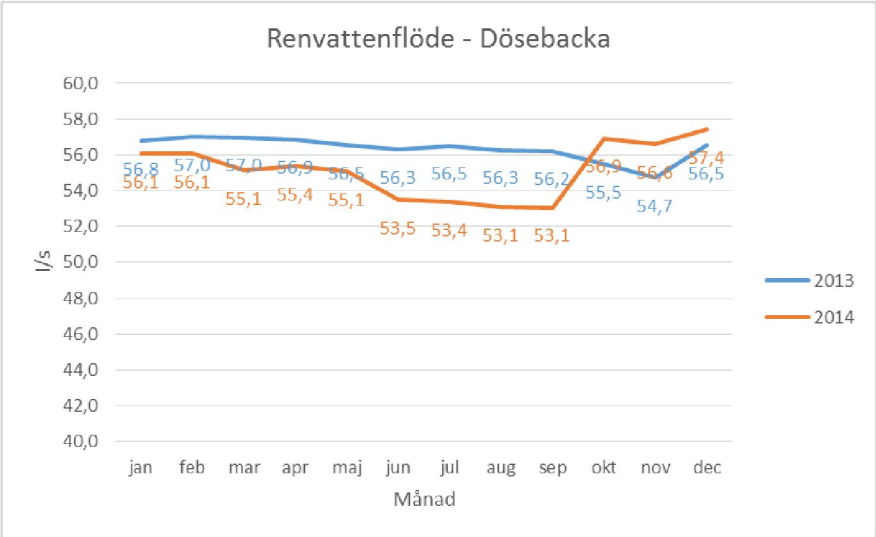
Kungälvs kommun har möjlighet att konsultera den nationella vattenkatastrofgruppen (VAKA) vid extraordinära händelser såsom översvämningar, långvarigt strömbortfall, vattenburen smitta eller andra krävande situationer som har implikationer på vattenförsörjningen. VAKA är ett nationellt nätverk med samlade kompetenser som fungerar rådgivande under katastroflägen som relaterar till vatten. Att ta hjälp av VAKA är kostnadsfritt under förutsättning att krissituation råder.

7.4 Vattenverk

Följande avsnitt kommer översiktligt att beskriva Kungälvs kommuns tre befintliga vattenverk samt det planerade nya vattenverket, Kungälvs vattenverk.

7.4.1 Dösebacka

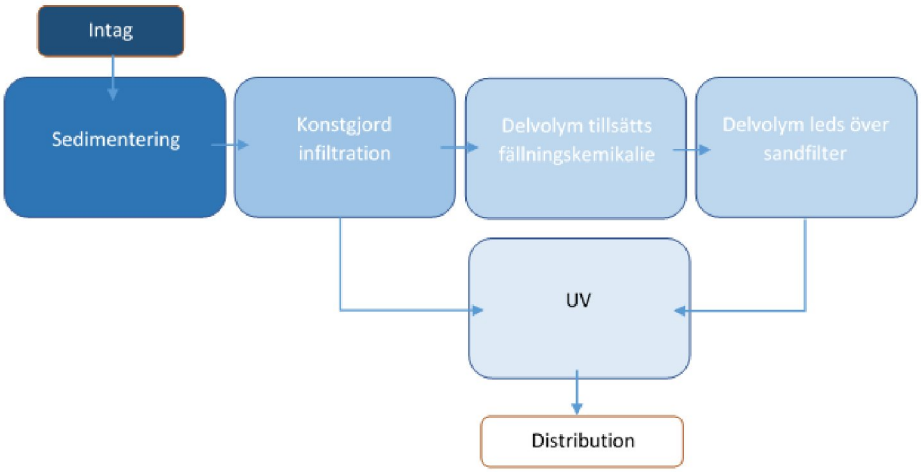
Dösebacka vattenverk står för huvuddelen av det vatten som i dagsläget levereras ut i kommunen och produktionen uppgår i normala fall till omkring 40 l/s för allmän försörjning till delar av Kungälv. Dessutom producerar verket i medeltal mellan 15-20 l/s till Ale kommun. Figur 28 visar det sammanlagda medelflödet för respektive månad under 2013 och 2015.



Figur 28. Månadsvisa medelflöden för renvatten ut från Dösebacka vattenverk

I kartläggningen beträffande barriärhöjd för mikroorganismer, som gjordes inom ramen för den regionala vattenförsörjningsplanen 2012, så uppfyller inte Dösebacka vattenverk de krav som ställs beträffande avskiljning och avdödande av bakterier, virus och parasiter (GR, 2014). Sedan dess har installation av UV-ljus genomförts, vilket är ett processmoment som innebär en betydande förbättring beträffande avdödande och inaktivering av parasiter, och på så vis har reningsprocessen förbättrats.

I dagsläget genomgår råvattnet som tas från älven sedimentering innan vattnet infiltreras i de 9 infiltrationsbassängerna. Detta steg i beredningen kallas för konstgjord infiltration, vilket klassas som en skyddsbarriär ur vattenkvalitetshänseende. Vatten från 3 av brunnarna tillsätts fällningskemikalie innan det leds genom ett sandfilter. Därefter sker pH justering och behandling med UV-ljus, varefter distribution ut på ledningsnätet sker. Figur 29 visar en schematisk skiss över dagens produktionsprocess i Dösebacka vattenverk.

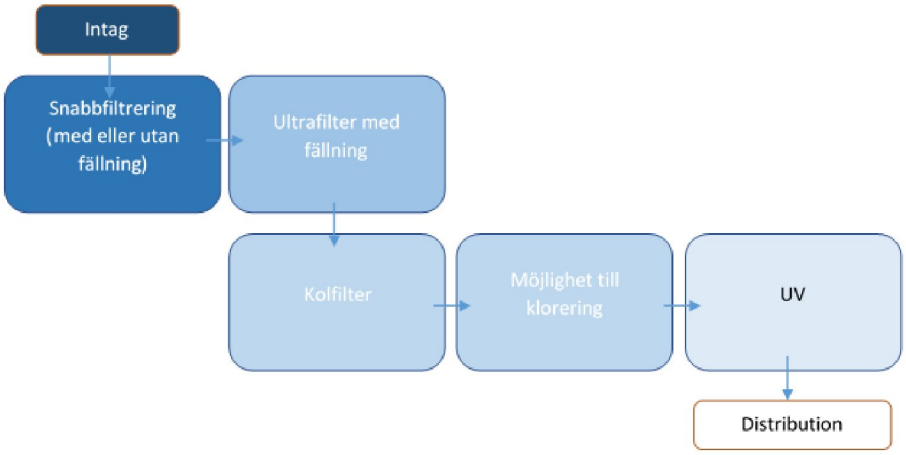


Figur 29. Schematisk beskrivning över processen i Dösebacka vattenverk

Kungälvs vattenverk

Under 2017 planeras Kungälvs vattenverk stå klart och därmed också påbörja distribution av dricksvatten till stora delar av kommunen som innefattas av allmän vattenförsörjning. Det nya verket kommer att vara beläget strax norr om det befintliga. Kungälvs vattenverk kommer till skillnad från Dösebacka vattenverk, som är baserat på konstgjord infiltration av älvvatten, att använda ytvatten direkt från Göta älv för framställning av dricksvatten.

Processen innefattar bland annat membranfiltrering genom ultrafilter. Därmed kommer en betydligt bättre barriärhöjd uppnås genom att god avskiljning beträffande såväl bakterier, virus och parasiter kommer uppnås. Den nya processen visas schematiskt i Figur 30.

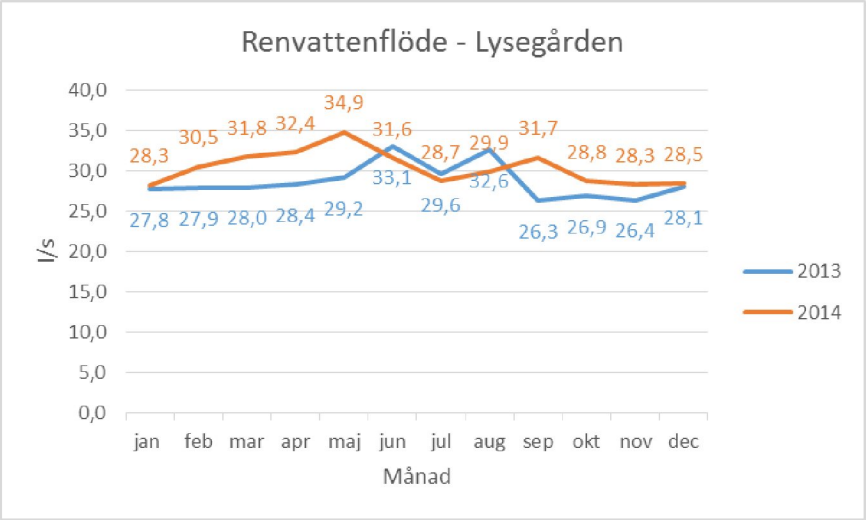


Figur 30. Schematisk beskrivning över processen i Kungälvs vattenverk

Ett råvattenmagasin på 4 850 m³ planeras i projekteringen av Kungälvs vattenverk[3]. Tanken med detta är att få möjlighet till stängning av vattenintaget under begränsade tidsperioder, såsom tillfällen då utsläpp skett uppströms i älven eller då mikrobiell påverkan bedöms som förhöjd. Dessutom planeras för ett renvattenmagasin på 2 700 m³ för att bättre klara av fluktuationer i förbrukning och process. Tillsammans med övriga anläggningar i systemet bidrar magasinen till robusthet i den kommunala vattenförsörjningen.

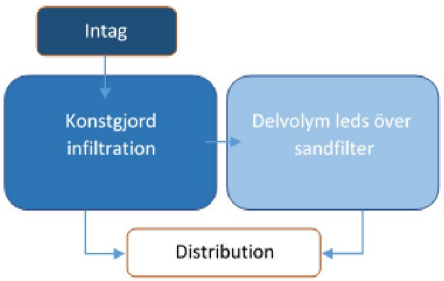
7.4.2 Lysegården

Lysegården förser i dagsläget kommunen med ett renvattenflöde på ca 20 l/s. **Error! Reference source not found.** visar medelflödet för respektive månad under 2013 och 2014. Det framgår att renvattenflödet har minskats relativt mycket sedan dessa år.



Figur 31. Månadsvisa medelflöden för renvatten ut från Lysegården vattenverk

Lysegården vattenverk har i dagsläget en process med konstgjord infiltrationen av ytvatten. Vattnets uppehållstid är inte i detalj undersökt och det är därmed oklart om infiltrationen utgör någon mikrobiologisk barriär enligt livsmedelsverkets vägledning (Ramböll, 2014). En liten del av vattnet leds över sandfilter för att reduceras på mangan. **Error! Reference source not found.** visar en schematisk bild över reningsprocessen i Lysegården.



Figur 32. Schematisk beskrivning över processen i Lysegården vattenverk

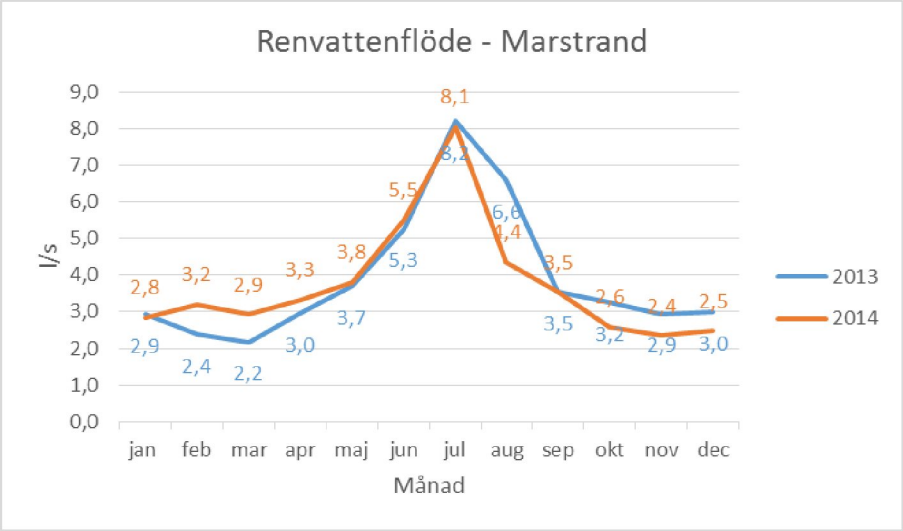
[3] Maria Sondell Projektledare VA-teknikenheten - Kungälvs kommun, intervju den 20 januari 2016

Det finns ett förestående investeringsbehov för att höja kvaliteten på vattnet som distribueras från Lysegården. Förbättringsåtgärder kommer att vidtas under 2016, däribland ingår installation av UV-ljus för inaktivering av eventuella mikroorganismer.

I dagsläget blandas vatten från Lysegården vattenverk med vatten från Dösebacka vattenverk strax söder om Diseröds samhälle, och i framtiden finns en idé om att vattnet från Lysegården vattenverk ska blandas med vatten från Kungälvs vattenverk. För att inte riskera att kvaliteten på uppblandat vatten blir undermålig så är det av stor vikt att reningsprocessen i Lysegården vattenverk förbättras.

7.4.3 Marstrand

Marstrand vattenverk förser i huvudsak Marstrandsön och en mindre del av Koön med vatten. Figur 33 visar medelflödet för respektive månad under 2013 och 2014. Det framgår tydligt att förbrukningen stiger under månaderna maj-augusti.

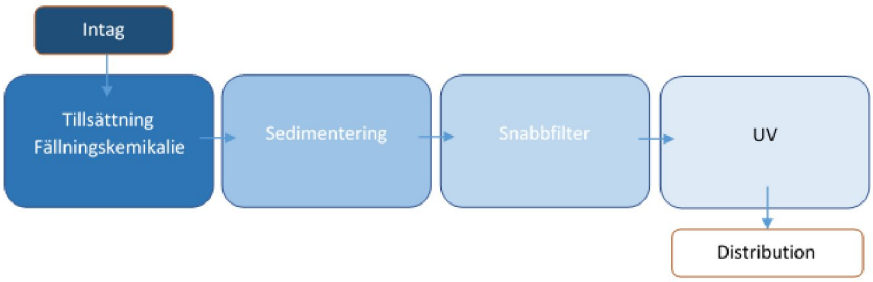


Figur 33. Månadsvisa medelflöden för renvatten ut från Marstrand vattenverk

Vattenverket på Marstrand har behov av en förbättrad process för att säkra upp kvaliteten på dricksvattnet som levereras. I dagsläget görs därför investeringar i syfte att förbättra avskiljningen av organiskt material och eventuella gifter som härrör från alger. Aluminium som används i processen binds till stor del till organiskt material. Genom att förbättra avskiljningen av organiskt material förväntas även aluminiumhalten i utgående vatten att minska.

Verket har en begränsad maximal kapacitet på ca 17 l/s (Miljökemigruppen (B), 2007). Verket är dock utformat för ett lägsta produktionsflöde om ca 13 l/s och processen slås därför ifrån helt under vissa timmar av dygnet. Under vintertid är processen normalt endast aktiv under halva dygnet.

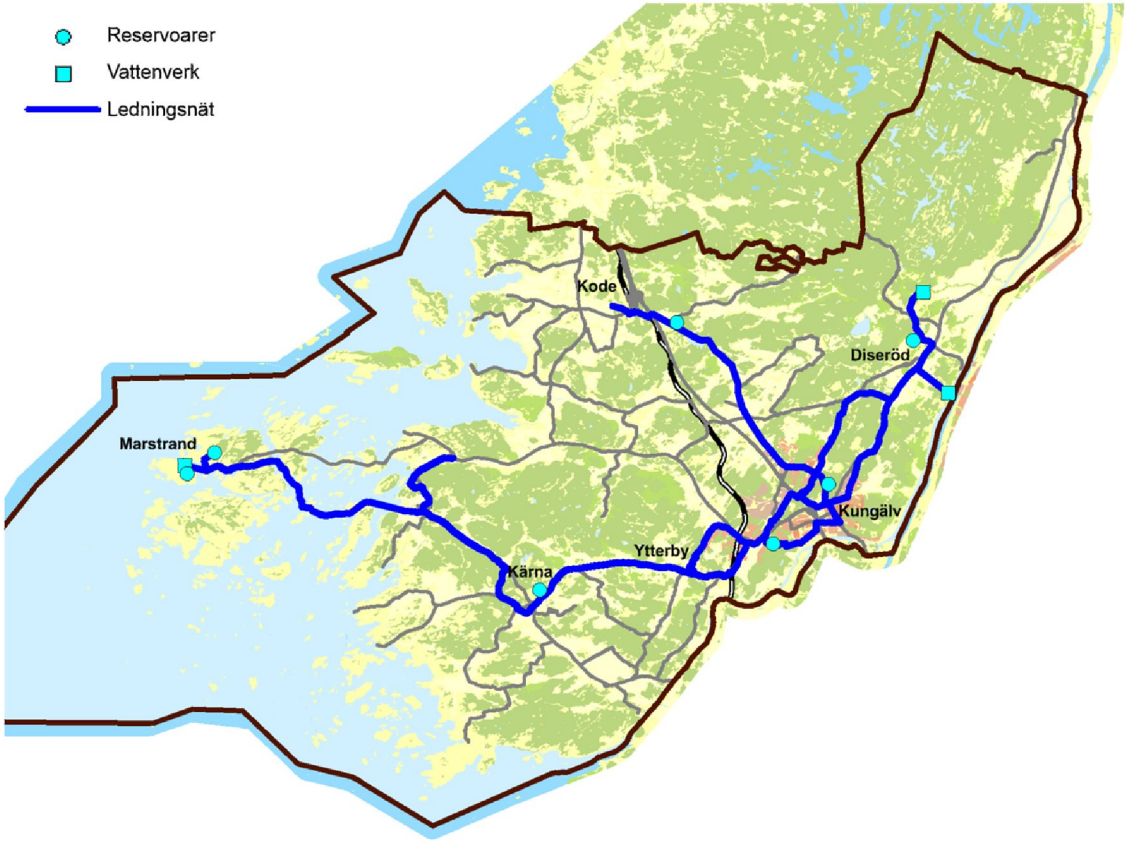
I dagsläget genomgår råvattnet fällning med efterföljande sedimentering, därefter passerar vattnet genom ett snabbfilter med efterföljande behandling med UV-ljus, varefter det distribueras ut på ledningsnätet. Figur 34 visar schematiskt reningsprocessen för vattnet i Marstrand vattenverk.



Figur 34. Schematisk beskrivning över processen i Marstrand vattenverk

7.5 Ledningsnät för distribution till konsument

Det befintliga nätet för vattendistribution i Kungälvs kommun sträcker sig från Dösebacka vattenverk via Diseröd söder ut mot Kungälvs stadskärna. Därifrån förgrenar sig nätet i två huvudsakliga riktningar; dels norrut mot Kode och dels västerut mot Marstrand via Ytterby och Kärna. Det befintliga kommunala vattennätet visas i Figur 35.

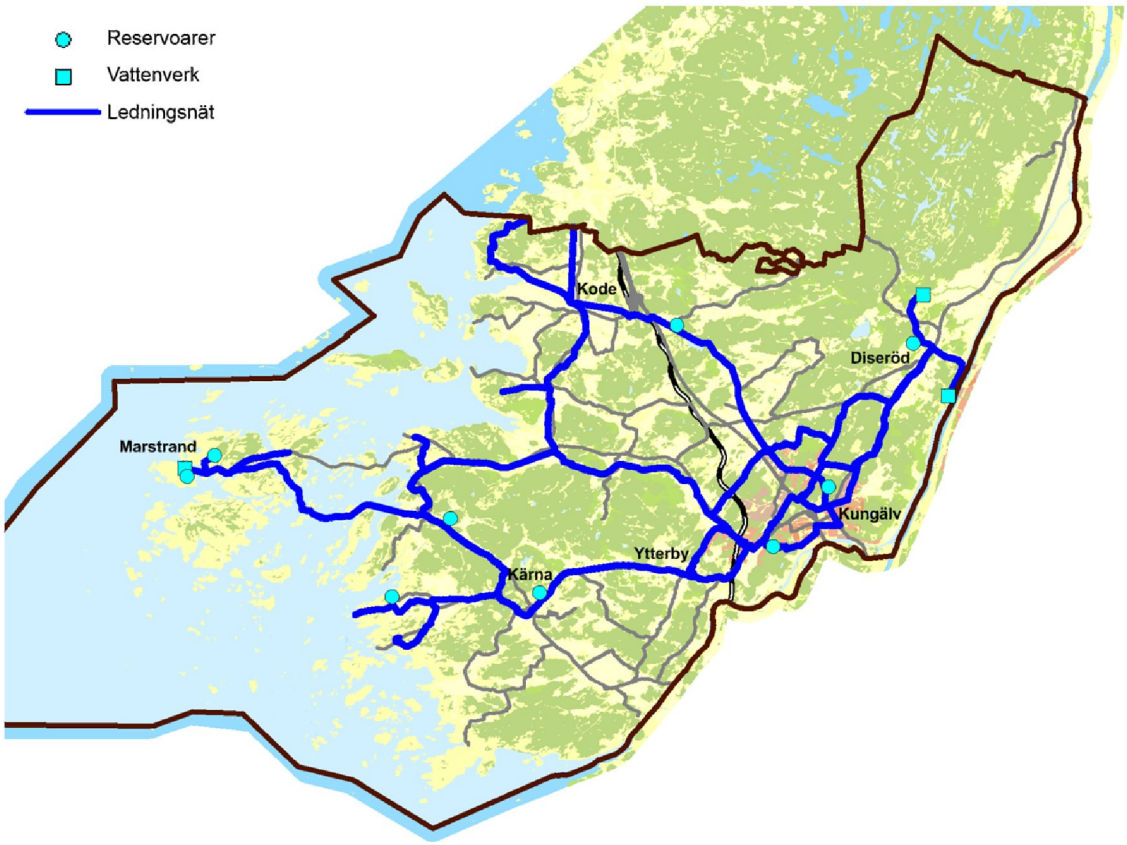


Figur 35. Karta över befintligt nät för kommunal vattendistribution inom Kungälvs kommun

Det kommunala vattennätet kommer att byggas ut kraftigt sett över tid och planen fram till 2050 inkluderar anslutning av de flesta områden med sammanhållen bebyggelse i kustzonen såsom Aröd, Ödsmåls mosse, Nordkroken m.fl. Utbyggnaden inkluderar även anslutning av ett antal nya planområden, dessutom är intentionen för framtiden att stärka redundansen i distributionssystemet.

Danska hydrologiska institutet (DHI) har utfört modelleringar för det tilltänkta vattenlednings-systemet i Kungälv. Med utgångspunkt i det ökande vattenbehovet och en

utbyggnad som ska främja systemets leveranssäkerhet så har en anläggningsplan tagits fram. I förslaget så kommer bland annat de större reservoarerna i systemet att få ökad kontakt med varandra genom anläggning av nya huvudledningar (DHI, 2014). Den tänkta ledningen för framtida vattenleverans till Stenungsund och Tjörn är också inkluderad i modellen för att ge en realistisk framtidsbild. För att uppnå en förbättrad leveranssäkerhet så föreslås dubbla överföringsledningar från Kungälvs vattenverk, där båda ska vara av sådan dimension att de var för sig kan förse kommunen med erforderliga mängder vatten. För att öka leveranssäkerheten i kustzonen föreslås byggnation av nya högreservoarer i Lycke och Kovikshamn. Figur 36 visar den planerade utvecklingen av vattensystemet fram till omkring år 2050.



Figur 36. Karta över framtida utbyggt nät för kommunal vattendistribution inom Kungälvs kommun

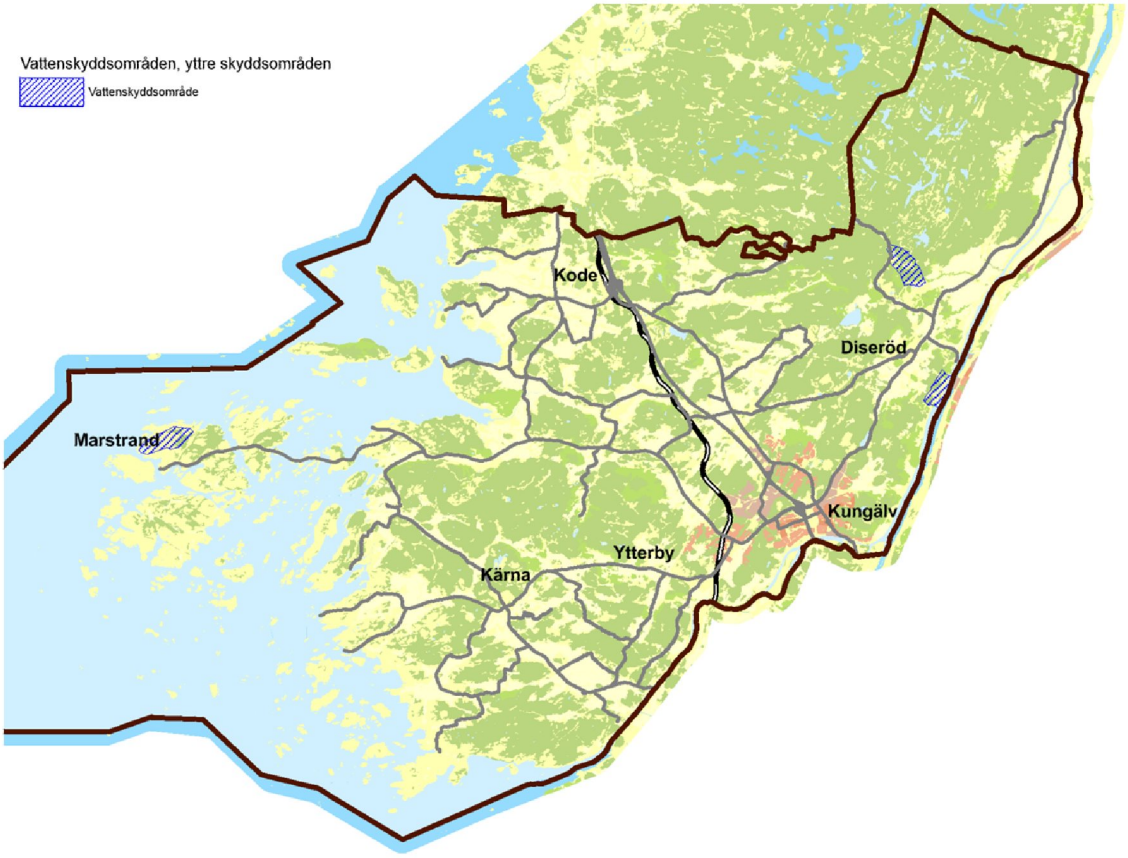
En viktig del för att säkerställa en väl fungerande allmän vattenförsörjning innefattar förnyelse- och underhållsarbeten på det befintliga vattennätet. Förutsättningar för detta arbete kommer att beskrivas utförligare i VA-delplanen *Drift- och underhållsplan för allmänt VA*, som planeras att tas fram under 2016-2017. I dagsläget sker förnyelsearbeten på ett flertal orter inom kommunen.

7.6 Vattenskyddsområden

Vattenskyddsområden inrättas för att skydda nuvarande och framtida dricksvatten-förekomster mot förorening och för att reglera sådana verksamheter som kan utgöra en risk för vattenresursen eller täkten.

Enligt Miljöbalken 7 kap 21§ har kommuner och länsstyrelser rätt att förklara områden som vattenskyddsområden för att skydda dricksvattenförekomster idag eller potentiella förekomster för framtida förbrukning. Till detta har kommunerna enligt Miljöbalken kap 7 22§ rätt att inrätta till vattenskyddsområdet tillhörande skyddsföreskrifter som behövs för att tillgodose att syftet uppnås med skyddet, att vattnet inte förorenas eller blir obrukbart.

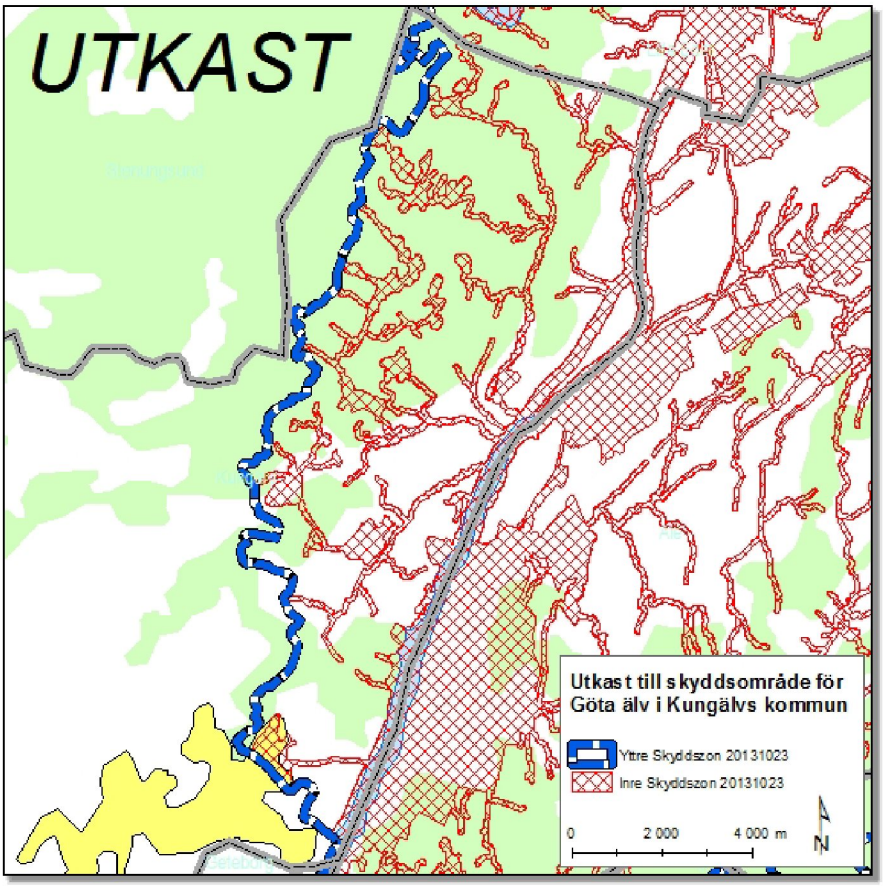
Kungälvs tre allmänna vattentäkter har samtliga inrättade vattenskyddsområde med tillhörande föreskrifter, men dessa är föråldrade och håller i dagsläget på att revideras. Revideringsarbetet har påbörjats parallellt med vattenskyddsarbetet för Göta älv och Vänersborgsviken och samstämmighet i föreskrifterna eftersträvas. Figur 37 visar en karta med de tre befintliga vattenskyddsområdena markerade.



Figur 37. Geografisk lokalisering för Kungälvs tre vattenskyddsområden

7.6.1 Göta älvs vattenskyddsområde

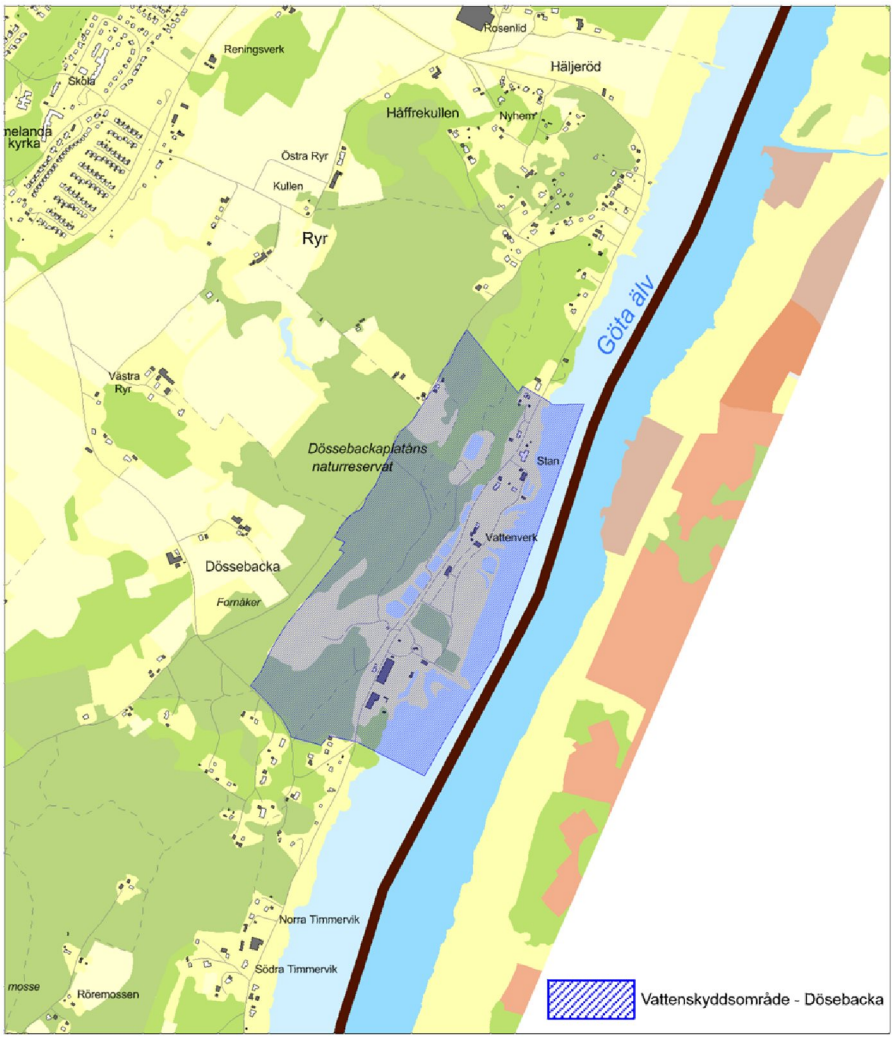
Ett samlat vattenskyddsområde för Göta Älv, från Vänersborgsviken till Göteborg, håller på att tas fram (Göteborgsregionens kommunalförbund, 2016). Arbetet leds av Göteborgsregionens kommunalförbund och är ett samarbete mellan kommunalförbundet och samtliga sex kommuner längs med Göta älv och sydvästra Vänern, Vänersborg, Trollhättan, Lilla Edet, Ale, Kungälv och Göteborg. Inget tidigare vattenskyddsområde finns inrättat för hela Göta älv utan endast delområden kring intagen. Exempelvis så omfattar vattenskyddsområdet för Dösebacka angränsande vattenområde i älven. Mer information om detta finns i avsnitt 7.6.2. Förslaget till Göta älvs vattenskyddsområde (GÄVSO) är utformat i en inre zon och en yttre zon, och visas i Figur 38.



Figur 38. Föreslagen utredning av Göta älvs vattenskyddsområde i Kungälvs kommun

7.6.2 Dösebacka vattenskyddsområde

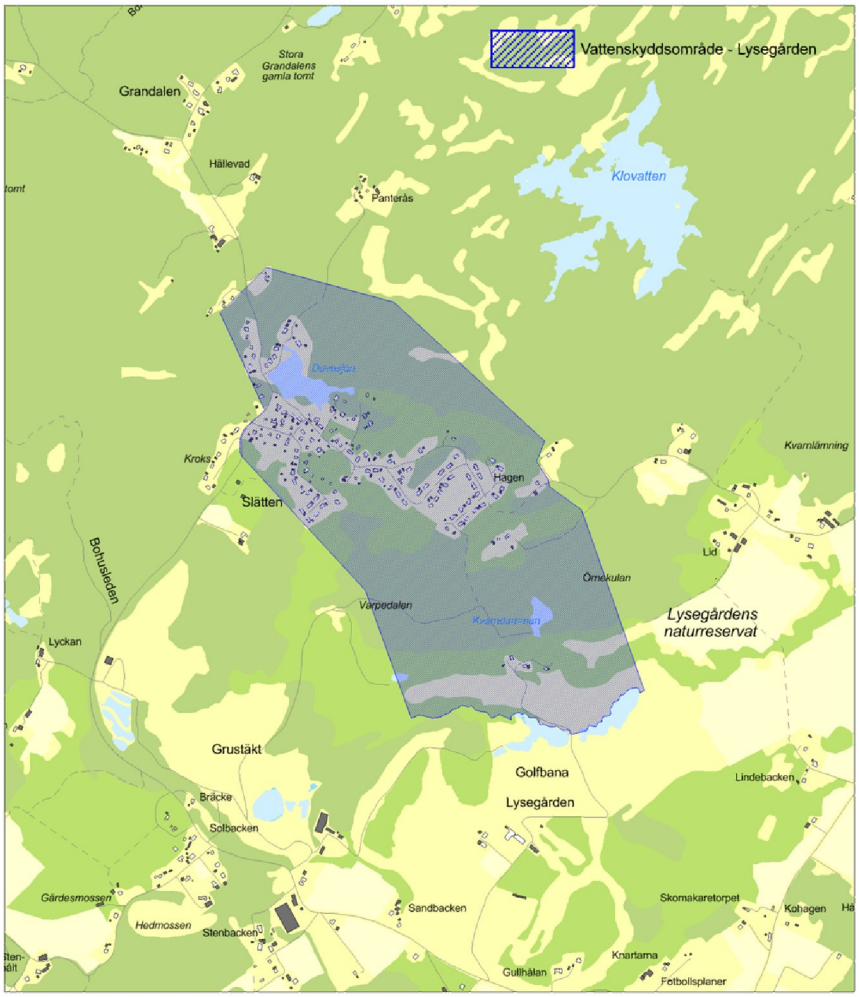
Dösebacka har idag ett vattenskyddsområde som inrättades och fastställdes av länsstyrelsen 1992 (Länsstyrelsen (B), 1992). Vattenskyddsområdet omfattar både land- och vattenareal. Arbetet har påbörjats med en revidering av skyddsområdet och föreskrifterna. Flera risker har identifierats i området i samband med vattenskyddsarbetet, främst kopplat till tidigare verksamheter i området (Sweco (H), 2015). Förorening av huvudvattenkällan Göta älv har dock ansetts vara den största risken. Revideringsarbetet för vattenskyddsområde och skyddsföreskrifter kommer delvis att kopplas till processen för framtagandet av GÄVSO. Utbredningen för Dösebackas nuvarande vattenskyddsområde visas i Figur 39.



Figur 39. Befintlig utbredning av Dösebacka vattenskyddsområde (Länsstyrelsen (B), 1992)

7.6.3 Lysegården vattenskyddsområde

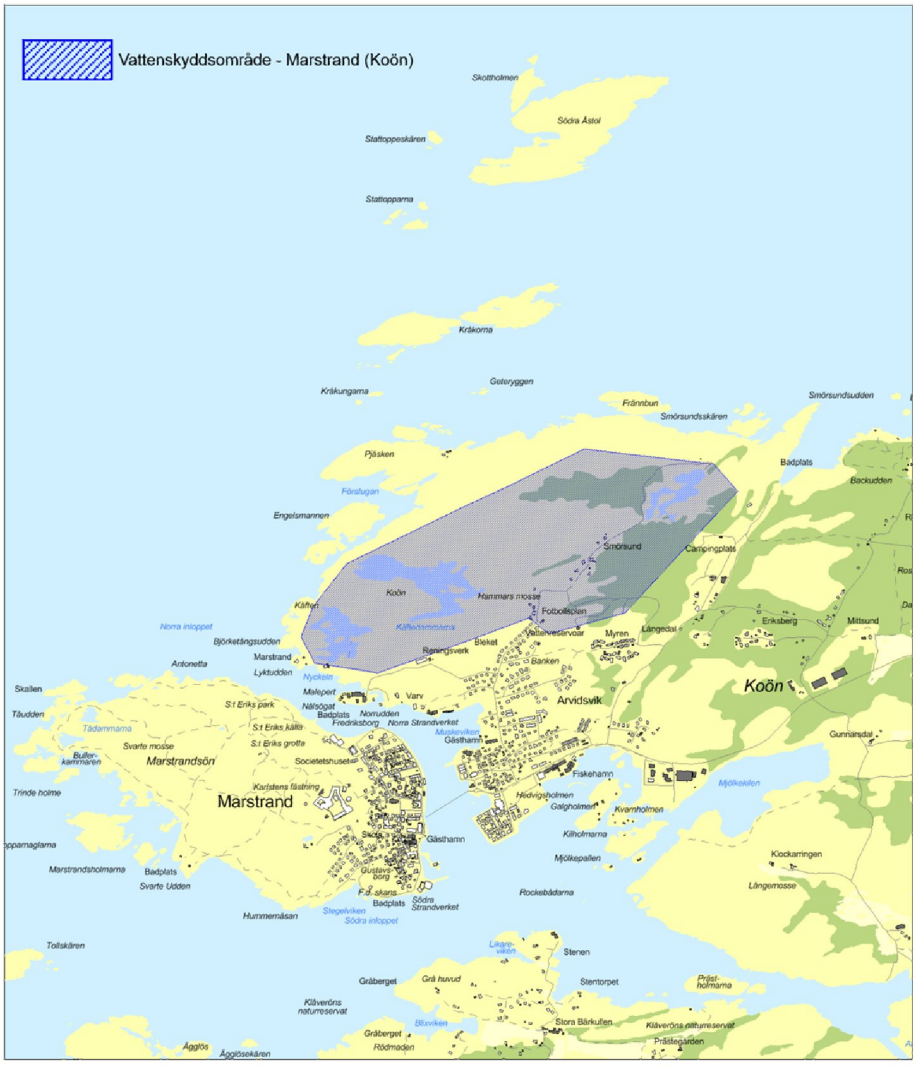
Lysegården har idag ett vattenskyddsområde som inrättades och beslutades av länsstyrelsen 1992 (Länsstyrelsen (A), 1992). Arbetet har påbörjats med en revidering av skyddsområdet och föreskrifterna. Ett stort antal allvarliga risker finns i området, främst kopplat till den industri som drivs av företaget som äger täkten, t.ex. materialtäktverksamhet, masshantering etc. (Sweco (E), 2015). Täktens funktion med infiltration av ytvatten gör att det finns behov av ett stort framtida vattenskyddsområde som är uppdelat i ett för grundvatten och ett för ytvatten (Drypesjön och Duvesjön) som infiltreras. Utbredningen för Lysegårdens nuvarande vattenskyddsområde visas i Figur 40.



Figur 40. Befintlig utbredning av Lysegårdens vattenskyddsområde (Länsstyrelsen (A), 1992)

7.6.4 Marstrands vattenskyddsområde

Marstrand har idag ett vattenskyddsområde som inrättades och beslutades av länsstyrelsen 1991 (Länsstyrelsen, 1991). Arbetet har påbörjats med en revidering av skyddsområdet och föreskrifterna. Ett antal risker har identifierats i anslutning till vattentäkten (Sweco (F), 2015). För Marstrands vattenskyddsområde föreslås en vattentäktszon och en yttre gräns för vattenskyddsområdet. Utbredningen för Marstrands nuvarande vattenskyddsområde visas i Figur 41.



Figur 41. Befintlig utbredning av Marstrands vattenskyddsområde (Länsstyrelsen, 1991)

8 Framtida ordinarie vattenförsörjning

8.1 Alternativ

Den ordinarie vattenförsörjningen kommer genom beslut om byggandet av Kungälvs vattenverk, huvudsakligen att ske genom distribution från detta. Vattenverket anpassas för att rena ytvatten från Göta älv, som därmed kommer att utgöra kommunens huvudsakliga råvattenkälla. Mängden vatten som kommer att behöva produceras i vattenverket är beroende av vilken produktion som kommer att ske i övriga befintliga vattenverk. I ett längre perspektiv finns sålunda följande alternativ för den ordinarie vattenförsörjningen i Kungälvs kommun:

A. Göta Älv, Marstrand, Lysegården

Fortsättning utifrån dagens situation. Kungälvs vattenverk används i kombination med vattenverken i Lysegården och Marstrand.

Råvattenkällor: Göta älv, Pjäxedammen, Smörsundsdammen och Käftedammarna, Drypesjön, Lysegården

B. Göta Älv, Marstrand

Lysegårdens vattenverk stängs ner, men Marstrand vattenverk behålls.

Råvattenkällor: Göta älv, Pjäxedammen, Smörsundsdammen och Käftedammarna

C. Göta Älv, Lysegården

Marstrand vattenverk stängs ner, men Lysegårdens vattenverk behålls.

Råvattenkällor: Göta älv, Drypesjön, Lysegården

D. Göta Älv

Kungälvs vattenverk står för den totala produktionen.

Råvattenkällor: Göta älv

8.2 Hantering av alternativ

I samband med projekteringen av Kungälvs vattenverk och de diskussioner som uppkommit i denna, har beslut gällande den ordinarie vattenförsörjningen tagits. Beslutet innebär att vattenverket projekteras och anläggs med syftet att kapacitetsmässigt kunna förse samtliga brukare anslutna till det allmänna nätet med dricksvatten. Dessutom ska vattenverket klara vattenleverans till abonnenter i grannkommuner vilka har avtal med Kungälvs kommun.

Dösebackas vattenverk kommer att tas ur drift i och med att Kungälvs vattenverk börjar leverera vatten.

Givet dagens förutsättningar är det sannolikt att Lysegården och Marstrand vattenverk kommer att vara i bruk under överskådlig framtid. Under 2016 genomförs ett större antal åtgärder för att förbättra kvaliteten på vattnet som levereras från vattenverken, dessutom görs insatser för att förbättra arbetsmiljön. Det finns därmed inga direkta planer på att lägga ner vattenverken.

9 Framtida nödvattenförsörjning

9.1 Alternativ

Två alternativ för hur nödvattenförsörjningen ska lösas vid behov har identifierats:

i.) Kombinerad lösning med grundvatten från flera täkter

Det är okänt hur mycket vatten som finns totalt i de mindre täkterna inom kommunen. Teoretiskt vore det kanske möjligt att nödvattenbehovet skulle kunna uppfyllas med detta alternativ. Täkterna är i dagsläget inte i bruk vilket kommer att medföra investeringskostnader för bland annat inkoppling och rening av vattnet. Dessutom kommer resurser att behövas för drift och ajourhållning av anläggningarna.

ii.) Tankar

Den vanligaste lösningen vid nödvattenförsörjning är att vattnet hämtas från områden i kommunen som inte är drabbade eller från närliggande kommuner som inte är drabbade av avbrott. Nödvattenplaneringen inom kommunen hanterar vilka dessa leveransplatser är.

9.2 Hantering av alternativ

Nödvatten kommer av Kungälvs kommun att levereras med tankar om behov skulle uppkomma. Det anses inte rimligt kostnadsmässigt att hålla flera mindre vattentäkter igång för nödvattenbehov då även kostnader för beredning av vattnet tillkommer och täkterna måste underhållas även när behov inte finns.

10 Framtida reservvattenförsörjning

10.1 Stängning av vattenintag i Göta älv

Kungälvs vattenverk kommer att ta råvatten direkt från Göta älv. Ett råvatten av god kvalitet är väsentligt för att kunna garantera ett bra dricksvatten och inte riskera onormalt slitage på processutrustning i vattenverket. Av denna anledning kommer det nya vattenintaget att utformas för att kunna stängas vid behov under tillfällen då älvvattnet uppvisar bristande kvalitet. Hur ofta detta kommer att ske kan man inte med säkerhet veta men en grov uppskattning kan göras utifrån hur ofta Göteborg stänger sitt råvattenintag i Göta älv.

Göteborg har i Delsjöarna och Rådasjön en relativ stor råvattenreserv som kan nyttjas under perioder då Göta älv inte anses kunna förse vattenverken (Alelyckan och Lackarebäck) med råvatten av tillräckligt god kvalitet (GR, 2014). I dessa fall stängs vattenintaget vid Lärjeholm och råvatten tas i huvudsak från Delsjöarna. Den alternativa råvattenkällan gör det möjligt för Göteborg att i större utsträckning säkerställa att råvatten av god kvalitet används i vattenproduktionen.

Uppgifter beträffande stängningar av vattenintaget vid Lärjeholm i Göteborg, för perioden 2010-2015, visar att intaget i medeltal stängde vid 64 tillfällen per år[4]. Den sammanlagda tiden som intaget i medeltal var stängt per år uppgick till ca 2000 timmar, vilket innebär att en stängning i genomsnitt varar under ca 31,5 timmar.

För perioden 2010-2015 berodde stängningarna i närmare 60 % av fallen på höga bakteriehalter[4]. Samma orsak svarade för ca 70 % av det totala antalet stängningstimmar. Saltvattenuppträngning å andra sidan utgjorde ca 12 % av antalet stängningar och 7 % av det totala antalet stängningstimmar. Tabell 8 visar en sammanställning över registrerade stängningar av vattenintaget vid Lärjeholm mellan 2010-2015.

[4] Olle Dahlberg Utredare Kretslopp och Vatten, mail den 9 februari 2016

Tabell 8. Sammanställning över stängningar av vattenintaget vid Lärjeholm i Göteborg mellan 2010-2015

Timmar	Salt.	pH	Kem.	Olja	Turb.	Bakt.	Övrigt
Medelvärde	18	3	16	31	30	38	23
Median	11	3	12	16	15	24	9
Max	92	3	28	145	203	213	146
Min	2	3	7	4	2	1	1
Standardavvikelse	19	-	11	45	44	38	31
Antal stängningar	47	1	3	9	23	223	77

I uppskattningsvis 80 % av fallen så sker stängningarna av vattenintaget i Göteborg i syfte att öka säkerheten mot vattenburen smitta[4]. De indikatorer som mäts för att göra en bedömning av påverkan från bakterier och parasiter är E.coli och turbiditet. Andra typer av påverkan som potentiellt sett skulle kunna få mycket stor negativ effekt på råvattenkvalitet är oljeutsläpp, skred och arbeten som medför att giftiga sedimentbundna ämnen frigörs till vattnet eller sätts i dispersion. I förlängningen skulle sådana händelser kunna påverka reningsprocesser och renvattenkvalitet negativt. Göteborg Stad använder sig av flera mätstationer längs med Göta älv (Vänersborg – Lärjeholm) för att få information om variationer i råvattnets fysiska och kemiska parametrar.

Noterbart är att det finns enstaka exempel på mycket långvariga stängningar av vattenintaget i Göteborg. Den längsta noterade stängningen ägde rum 1996 efter ett kemikalieutsläpp i älven, då varade stängningen under ca en månads tid (Länsstyrelsen, 2013). Den årliga tiden som vattenintaget vid Lärjeholm hålls stängt har ökat succesivt sedan 1970-talet och detsamma gäller för antalet stängningstillfällen (Göteborgs Stad, 2012). En av anledningarna till detta anses vara förhöjd medvetenhet gällande risk och sårbarhet inom ramen för vattenförsörjningen.

Eftersom Kungälv inte har samma problematik som Göteborg beträffande saltvattenuppträngning, så är det troligt att de vanligaste anledningarna till stängning av intaget kommer att vara hög bakteriehalt och turbiditet. Givet dessa förutsättningar så kan en enkel uppskattning beträffande Kungälvs teoretiska förväntade framtida stängningstider göras genom att räkna bort saltvattenuppträngning från erhållna uppgifter. I sådant fall skulle råvattenintaget från Göta älv vid Kungälvs vattenverk uppskattningsvis behöva stänga under ca 56 tillfällen per år, med en medelvaraktighet på ca 33,4 timmar per tillfälle. Denna uppskattning innebär att intaget skulle hållas stängt under sammantaget ca 1870 timmar per år. Tabell 9 visar percentiler beträffande varaktigheten för intagsstängningar vid Lärjeholm. För dessa värden har saltvattenuppträngning exkluderats.

Tabell 9. Percentiler beträffande varaktigheten för stängningar av vattenintaget vid Lärjeholm

Percentil	Timmar
25-percentil	10,8
50-percentil	21,5
75-percentil	40,3
80-percentil	50
90-percentil	73

Göteborg använder sig av konventionell reningsprocess med fällning, istället för avskiljning via ultrafilter, i ett av sina två vattenverk. Detta gör att Göteborgs vattenförsörjning är beroende av ett välfungerande system för att stänga vattenintaget under perioder med sämre råvattenkvalitet i Göta älv. Kungälvs framtida ordinarie vattenförsörjning kommer genom byggandet av Kungälvs vattenverk att vara utformad för att klara krav på avskiljning av bakterier och parasiter, även i de fall då halterna i råvattnet är mycket höga[5]. Kungälv torde därför inte ha samma behov av stängningar av vattenintaget som Göteborg. Det är dock viktigt att ha möjlighet att stänga intaget vid tillfällen då utsläpp i älven skett eller vid andra händelser som kan hota reningskvaliteten eller riskera att delar av reningsprocessen tar skada.

10.2 Scenarios för reservvattenbehov

Arbetsgruppen för framtagande av vattenförsörjningsplanen har identifierat tre huvudsakliga händelsescenarier att förhålla sig till när det handlar om beredskap för stängning av vattenintaget för Kungälvs vattenverk:

Scenario 1
Intaget stängs från ett fåtal timmar upp till ett halvt dygn vid företeelser som potentiellt sett kan utgöra risker beträffande råvattenkvaliteten. Sådant kan exempelvis vara mindre schaktarbeten eller att kraftig ytavrinning påverkar Göta älv till följd av nederbörd. Stängningen av intaget ses som en försiktighetsåtgärd för att minska risken att förorenat vatten används i dricksvattenframställningen och i förlängningen når brukare.

Scenario 2
Intaget stängs från ett halvt dygn upp till 2 dygn till följd av företeelser som innebär en direkt risk beträffande råvattenkvaliteten. Sådant kan exempelvis vara identifierade utsläpp. Stängningen av intaget ses som en nödvändig åtgärd för att inte förorenat vatten ska användas i dricksvattenframställningen och i förlängningen når brukare. Övre tidsgränsen för ***Scenario 2*** motsvarar ungefär 80-percentilen för stängningstiderna av vattenintaget vid Lärjeholm.

Scenario 3
Intaget stängs under en längre tid än 2 dygn till följd av en extraordinär händelse såsom exempelvis ett skred i anslutning till Göta älv eller ett omfattande utsläpp av skadliga ämnen. Stängningen av intaget ses som en nödvändig åtgärd för att inte förorenat vatten ska användas i dricksvattenframställningen och i förlängningen når brukare.

Arbetsgruppen för vattenförsörjningsplanen har som rekommendation att kommunen ska klara av Scenario 1 och Scenario 2 utan att vidta restriktioner gällande vattentillgången hos någon abonnent som är ansluten till den allmänna vattenförsörjningen. I sådant fall klarar kommunen stängning av vattenintaget under åtminstone 2 dygn. Det är dock eftersträvansvärt att klara ännu längre stängningstider.

Vid tillfällen då ***Scenario 3*** uppträder kommer sannolikt åtgärder behöva vidtas för att tillgängliga vattenresurser ska räcka längre och i första hand nå abonnenter som identifierats

[5] Thor Wahlberg Civilingenjör Processanläggningar Sweco, intervju den 26 februari 2016

utgöra särskilt viktiga samhällsfunktioner, såsom vårdinrättningar, äldreboenden, ambulans, räddningstjänst, skolinrättningar etc. Precis vilka dessa grupper är behöver utredas och beskrivas inom ramen för en kommunal beredskapsplan.

I samband med byggandet av Kungälvs vattenverk så kommer ett råvattenmagasin på 4850 m^3 att upprättas i närhet till verket. Det fördes initialt en diskussion om att uppföra ett betydligt större råvattenmagasin, men på grund av bland annat ekonomiska begränsningar i projektet så minskades volymen i projekteringsskedet.

Det planerade råvattenmagasinet tillsammans med övriga vattenreservoarer ger kommunen en samlad vattenresurs som varar under uppskattningsvis 26 timmar vid stängning av vattenintaget. Detta gäller under förutsättning att förbrukningen är 120 l/s, att en ny högreservoar är upprättad vid Lycke och att samtliga reservoarer är till hälften fyllda. Detta innebär att kommunen initialt inte kommer att klara ***Scenario 2***. Kommunen bör därför långsiktigt jobba för att höja sina möjligheter till reservvattenförsörjning genom ökade reservvolymer och att möjliggöra temporär överkoppling till en eller flera alternativa råvattenkällor.

10.3 Sammankoppling med närliggande kommuner

För att förbättra vattentillgången på regional nivå så planeras sammankoppling mellan Kungälv och närliggande kommuner.

Stenungsund och Tjörn kommer, på grund av ökat byggande och ökad andel permanentboende, inom en snar framtid få problem att klara den allmänna vattenförsörjningen med nuvarande produktion och system. En sammankoppling med Kungälv skulle därför vara en fördel. Det har även diskuterats huruvida Stenungsund och Tjörn kan bidra med stödförsörjning till Kungälv vid tillfällen med störningar i produktion och/eller distribution.

Kungälvs kommun har tagit fram en utredning som ger förslag på hur en framtida sammankoppling av Kungälv, Stenungsund och Tjörn kan utformas. I utredningen beskrivs hur en ny högreservoar vid kommungränsen i Stenungsund skulle bidra med en utjämnande effekt och buffert för kommunerna (Sweco (A) , 2015). Möjligheterna för Stenungsund att klara bortfall i vattenleverans från Kungälv ökar, samtidigt som Kungälvs möjligheter att erhålla ett visst reservvattenflöde utökas. Tre scenarier med stödmatning mot Kungälv beskrivs med utgångspunkt i en medelförbrukning för Stenungsund år 2025 på omkring 83 l/s och med bibehållen produktion på 75 l/s redovisas i Tabell 10.

Tabell 10. Beskrivning av scenarion med och utan ny högreservoar vid kommungräns (Sweco (A) , 2015)

Matning till Kungälv [l/s]	Alternativ	Tid innan Stenungsunds befintliga högreservoar är tömd [h]
10	exkl. ny högreservoar	10
10	inkl. ny högreservoar	17
20	exkl. ny högreservoar	7
20	inkl. ny högreservoar	11

Även ett framtidsscenario med stödmatning av 40 l/s till Kungälv sattes upp. I detta fall förutsattes en medelförbrukning på omkring 109 l/s och en produktionsuppgång till 100 l/s

(Sweco (A) , 2015). Utan upprättande av en ny högreservoar tar det ca 5 timmar att tömma Stenungsunds befintliga högreservoar. Tiden för att tömma Stenungsunds högreservoar beräknas bli ca 8 timmar om en ny högreservoar inrättas.

I dagsläget sker en kontinuerlig levereras av vatten från Kungälv och Göteborg till Ale kommun. En intressant framtidsfråga är om det skulle vara möjligt för Kungälv att erhålla stödmatning från Göteborg via Ale. En sådan leverans skulle sannolikt kräva investeringar i form av anläggningar samt att Ale medges att erhålla en större mängd vatten från Göteborg än vad som idag är fallet.

10.4 Identifierade alternativ till reservvattenförsörjning

Det finns ett antal olika potentiella alternativ för den framtida reservvattenförsörjningen i Kungälvs kommun. Inget av dessa alternativ är i detalj undersökt. Följande alternativ diskuteras på en övergripande nivå:

1. **Göta älv**
   a. **Extra intag från älven**
   För att minska sårbarheten av att använda Göta älv skulle det nya vattenverket kunna kompletteras med ett extra intag lokaliserat så långt uppströms från det ordinarie som möjligt. Detta skulle då vid en eventuell förorening i Göta älv, möjligtvis kunna vara opåverkat. En större förorening av Göta älv uppströms denna intagspunkt skulle dock påverka båda intagen.

   b. **Köpa från Göteborg**
   Kungälvs kommun skulle möjligen, som flera andra kommuner i Göteborgsregionen, kunna importera vatten från Göteborg. Göteborg använder precis som Kungälv råvatten från Göta älv men har i Delsjöarna och Mölndalsån en reservvattentäkt och magasin. Att dessa resurser skulle räcka även till Kungälvs kommun vid en längre tids förorening av Göta älv anses osäkert.

2. **Råvatten från Ale Kommun**
   Genom att använda vatten från Sköldsåns å-system skulle reservvatten finnas tillgängligt även vid förorening av Göta älv. Sköldsån som rinner ut i höjd med Häljeröd, har ett tillrinningsområde som innefattar Hälltorpssjön, Vimmersjön och Mollsjön. I dagsläget finns inga anläggningar för att använda för att använda denna resurs till vattenförsörjningsändamål.

3. **Råvatten från små sjöar i Stenungsund**
   Kapaciteten i de mindre sjöar i Stenungsund som eventuellt skulle kunna användas är sannolikt låg. Sjöarna är dock medtagna i den regionala vattenförsörjningsplanen som ett alternativ för reservvattenförsörjning för Kungälv och närmare utredning bör ske innan dessa avskrivs som ett alternativ.

4. **Råvatten från Drypesjön**
   Råvatten från Drypesjön används idag för infiltration i Lysegården. Vattnet skulle kunna användas som råvatten utan infiltration då tillrinningsområdet är relativt stort och kapaciteten bedöms tillräcklig för att kunna utgöra en källa till reservvatten under en begränsad tid.

5. **Råvatten från Romesjön**
   Kapaciteten i Romesjön är okänd, men tillrinningsområdet är relativt litet. Romesjön är dock en av de till ytan största sjöarna inom Kungälvs kommun och lokaliserad inom rimligt avstånd till Dösebacka vattenverk (och Lysegården vattenverk).

6. **Lysegården**
   Lysegården skulle kunna användas som en renodlad grundvattentäkt, då tidigare utredningar har indikerat att ett kontinuerligt grundvattenuttag på ca 20 l/s är möjligt.
7. **Infiltrera älvvatten i Lysegården**
   Lysegården är en befintlig vattentäkt idag men möjlighet finns att använda området även genom andra lösningar. Idag sker infiltration av vatten från Drypesjön, men mängden vatten begränsas bland annat av att vattendomen är kopplad till vattenföringen i Vallerån som ligger nedströms. Möjligen skulle vatten från Göta älv kunna infiltreras istället, då avlagringen är av sådan storlek att större mängder än idag skulle kunna infiltreras. Det är dock oklart hur stor infiltrationskapaciteten är. Vattnet skulle sedan kunna pumpas tillbaka till Dösebacka vattenverk för rening. Alternativ skulle vattnet kunna renas i Lysegården vattenverk efter utbyggnad av detta.

8. **Dösebacka grundvatten**
   Möjlighet finns för grundvattenuttag i Dösebacka. Täkten har bortprioriterats som ordinarie råvattentäkt i framtiden. Möjligheten till ett begränsat grundvattenuttag från täkten kvarstår emellertid.

9. **Köpa vatten från Stenungsund**
   I Stenungsund finns vattentillgångar främst i sjön Stora Hällungen som hade kunnat vara ett alternativ att köpa vatten ifrån. Vattentäkten används idag av industrierna och kapaciteten anses god. Stenungsunds kommun förfogar dock endast över en viss del av rådande vattendom. På grund av detta anses kapaciteten vara otillräcklig, varför Kungälvs möjligheter att erhålla reservvatten måste anses okänd.

10. **Kombinerad lösning med grundvatten från flera äldre täkter**
    En lösning som innebär minskad sårbarhet för systemet är att använda flera små täkter för reservvatten och delvis koppla ihop dessa. Äldre kommunala täkter finns som skulle kunna försörja vissa samhällen och möjligtvis även mer. Denna lösning minskar sårbarheten men kräver flertalet mindre vattenverk för att garantera kvaliteten.

10.5 Sårbarhetsbedömning

En översiktlig kategorisering och sårbarhetsbedömning av möjliga/potentiella råvattentillgångar inom respektive alternativ för ordinarie vattenförsörjningen visas nedan i Tabell 11 – Tabell 14.

Tabell 11. Sårbarhetsbedömning för reservvattenalternativ vid Alternativ A (Göta älv, Marstrand, Lysegården)

Reservvattenalternativ till: Alternativ A (Göta älv, Marstrand, Lysegården) för ordinarie försörjning	Annan källa än ordinarie försörjning	Minskar sårbarhet vid förorenad Göta älv	Kapacitet att försörja hela kommunen
A1. a) Extra intag från älven	Nej	Delvis	Ja
b) Köpa från Göteborg	Nej	Delvis	Okänt
A2. Råvatten från Ale	Ja	Ja	Okänt
A3. Råvatten från små sjöar i Stenungsund	Ja	Ja	Okänt
A4. Råvatten från Drypesjön	Nej	Ja	Nej
A5. Råvatten från Romesjön	Ja	Ja	Nej
A6. Lysegården	Nej	Ja	Nej
A7. Infiltrera älvvatten i Lysegården	Nej	Nej	Okänt
A8. Dösebacka grundvatten[6]	Ja	Ja	Nej
A9. Köpa vatten från Stenungsund	Ja	Ja	Okänt
A10. Grundvatten från flera mindre vattentäkter	Ja	Ja	Nej

Tabell 12. Sårbarhetsbedömning för reservvattenalternativ vid Alternativ B

Reservvattenalternativ till: Alternativ B (Göta älv, Marstrand) för ordinarie försörjning	Annan källa än ordinarie försörjning	Minskar sårbarhet vid förorenad Göta älv	Kapacitet att försörja hela kommunen
B1. a) Extra intag från älven	Nej	Delvis	Ja
b) Köpa från Göteborg	Nej	Delvis	Okänt
B2. Råvatten från Ale	Ja	Ja	Okänt
B3. Råvatten från små sjöar i Stenungsund	Ja	Ja	Okänt
B4. Råvatten från Drypesjön	Ja	Ja	Nej
B5. Råvatten från Romesjön	Ja	Ja	Nej
B6. Lysegården	Ja	Ja	Nej
B7. Infiltrera älvvatten i Lysegården	Nej	Nej	Okänt
B8. Dösebacka grundvatten[7]	Ja	Ja	Nej
B9. Köpa vatten från Stenungsund	Ja	Ja	Okänt

[6] Idag infiltreras vatten från Göta Älv vid Dösebacka. Kommunen planerar dock att i framtiden rena älvvattnet direkt i vattenverket, utan infiltration. Grundvatten från Dösebacka kommer då att utgöra en ny vattenkälla.

KUNGÄLVS KOMMUN

B10. Grundvatten från flera äldre vattentäkter	Ja	Ja	Nej

Tabell 13. Sårbarhetsbedömning för reservvattenalternativ vid Alternativ C

Reservvattenalternativ till: Alternativ C (Göta älv, Lysegården) för ordinarie försörjning	Annan källa än ordinarie försörjning	Minskar sårbarhet vid förorenad Göta älv	Kapacitet att försörja hela kommunen
C1. a) Extra intag från älven	Nej	Delvis	Ja
b) Köpa från Göteborg	Nej	Delvis	Okänt
C2. Råvatten från Ale	Ja	Ja	Okänt
C3. Råvatten från små sjöar i Stenungsund	Ja	Ja	Okänt
C4. Råvatten från Drypesjön	Nej	Ja	Nej
C5. Råvatten från Romesjön	Ja	Ja	Nej
C6. Lysegården	Nej	Ja	Nej
C7. Infiltrera älvvatten i Lysegården	Nej	Nej	Okänt
C8. Dösebacka grundvatten[7]	Ja	Ja	Nej
C9. Köpa vatten från Stenungsund	Ja	Ja	Okänt
C10. Grundvatten från flera äldre vattentäkter	Ja	Ja	Nej

Tabell 14. Sårbarhetsbedömning för reservvattenalternativ vid Alternativ D

Reservvattenalternativ till: Alternativ D (Göta älv) för ordinarie försörjning	Annan källa än ordinarie försörjning	Minskar sårbarhet vid förorenad Göta älv	Kapacitet att försörja hela kommunen
D1. a) Extra intag från älven	Nej	Delvis	Ja
b) Köpa från Göteborg	Nej	Delvis	Okänt
D2. Råvatten från Ale	Ja	Ja	Okänt
D3. Råvatten från små sjöar i Stenungsund	Ja	Ja	Okänt
D4. Råvatten från Drypesjön	Ja	Ja	Nej
D5. Råvatten från Romesjön	Ja	Ja	Nej
D6. Lysegården	Ja	Ja	Nej
D7. Infiltrera älvvatten i Lysegården	Nej	Nej	Okänt
D8. Dösebacka grundvatten[8]	Ja	Ja	Nej

[7] Idag infiltreras vatten från Göta Älv vid Dösebacka. Kommunen planerar dock att i framtiden rena älvvattnet direkt i vattenverket, utan infiltration. Grundvatten från Dösebacka kommer då att utgöra en ny vattenkälla.

[8] Idag infiltreras vatten från Göta Älv vid Dösebacka. Kommunen planerar dock att i framtiden rena älvvattnet direkt i vattenverket, utan infiltration. Grundvatten från Dösebacka kommer då att utgöra en ny vattenkälla.

D9. Köpa vatten från Stenungsund	Ja	Ja	Okänt
D10. Grundvatten från flera äldre vattentäkter	Ja	Ja	Nej

10.6 Utvärdering av alternativ

Samtliga alternativ för den framtida reservvattenförsörjningen i Kungälv behandlades på en workshop, 2015-11-16, som hölls med arbetsgruppen för vattenförsörjningsplanen tillsammans med chefer, andra tjänstemän och konsulter med kompetenser inom olika sakfrågor. Under detta tillfälle diskuterades de olika lösningsalternativen och en s.k. SWOT-analys sattes upp för respektive alternativ. SWOT- analysen syftade till att identifiera:

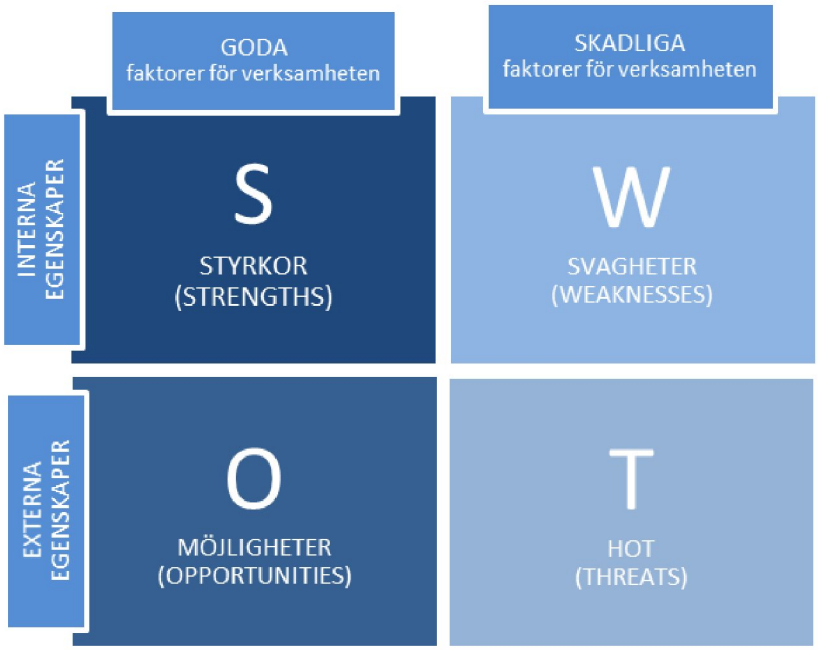
Styrkor (Strengths**)** är gynnsamma egenskaper som är direkt förknippade med lösningsalternativet. Styrkor är med säkerhet kända och möjliga att påverka.

Svagheter (Weaknesses**)** är ogynnsamma egenskaper som är direkt förknippade med lösningsalternativet. Svagheter är med säkerhet kända och möjliga att påverka.

Möjligheter (Opportunities**)** är potentiellt gynnsamma egenskaper som är förknippade med externa omständigheter. Möjligheter är inte med säkerhet kända och inte annat än i begränsad omfattning möjliga att påverka.

Hot (Threats**)** är potentiellt ogynnsamma egenskaper som är förknippade med externa omständigheter. Hot är inte med säkerhet kända och inte annat än i begränsad omfattning möjliga att påverka.

Figur 42 illustrerar de ingående analysområdena i en typisk SWOT-analys.



Figur 42. De ingående delarna i SWOT-analys

Utifrån diskussioner på workshopen nedprioriterades fyra alternativ direkt som ointressanta att utreda vidare för reservvattenförsörjningen, givet dagens förutsättningar.

Osäkerheter i tekniska förutsättningar och kapacitet gör att alternativen framförallt kunnat utvärderas med avseende på sårbarhet.

10.6.1 Nedprioriterade alternativ för reservvattenförsörjning

Fyra alternativ bedömdes av deltagarna vid workshopen som mindre intressanta att utreda vidare givet dagens förutsättningar. De valdes därför bort från fortsatt bedömning. Det är därmed inte sagt att dessa alternativ inte är beaktansvärda för den kommunala och regionala vattenförsörjningen i framtiden.

Alternativ 1 (a) – Extra intag från älven ses inte som ett realistiskt alternativ för att trygga Kungälvs behov av reservvatten. Genom att förlita sig på ett extra intag för råvattenkällan som används för ordinarie produktion så riskeras, vid förorening eller skred, kommunens huvudsakliga möjlighet till råvatten.

Alternativ 3 – Råvatten från små sjöar i Stenungsund är ett intressant alternativ. Stenungsunds kommun har dock, genom prövning i Mark- och miljödomstolen, fått avslag på ansökan om att använda sjön Ålevatten som resurs för uttag av råvatten. Det finns i dagsläget inte heller någon utvecklad diskussion mellan Kungälv och Stenungsund beträffande köp av råvatten. Av dessa anledningar ses inte alternativet som tillämpligt i dagsläget.

Alternativ 7 – Infiltrera älvvatten i Lysegården bedöms som ett alternativ som skulle kräva stora investeringar för att genomföra. Dessutom skulle alternativet innebära att man använder samma råvattenkälla för reservvatten som för primär försörjning, vilket

ökar sårbarheten för systemet. Därför ses inte alternativet som gångbart för en robust och säker vattenförsörjning.

Alternativ 9 – Köpa vatten från Stenungsund bedöms inte vara ett bra alternativ då Stenungsund själva har problem att möjliggöra ett ökat råvattenuttag från Stora Hällungen. Det finns i dagsläget inte någon utvecklad diskussion med Stenungsunds kommun i frågan.

Alternativ 10 - Grundvatten från flera äldre täkter bedöms inte kunna bidra med reservvatten i den utsträckning kommunen bedömer som nödvändig. De flesta av dessa mindre täkter medger endast ett begränsat uttag på ett fåtal liter per sekund, vilket enbart skulle räcka för att förse ett mycket begränsat antal brukare.

10.6.2 Kvarvarande alternativ

Sex kvarstående alternativ redovisas enskilt i kommande avnsitt, och utvärderas med en multikriterieanalys. Systemlösningen, förutsättningarna som behövs, samt alternativets uppfyllelse av krav/kriterier beskrivs utifrån det som är känt idag. Inget av förslaget är undersökt i detalj utan enbart på en övergripande nivå.

10.6.3 Multikriterieanalys

10.6.3.1 Metodik

Multikriterieanalys (MKA) är ett verktyg för att utvärdera hur väl ett projekt (alternativ) uppfyller ett eller flera uppställda kriterier. Ofta används MKA för att jämföra olika handlingsalternativ.

De kriterier som väljs beskriver vad som ska uppnås i projektet, i det här fallet en fungerande och säker reservvattenförsörjning. För varje alternativ bedöms hur väl alternativet uppfyller respektive kriterium.

Alternativen med tillhörande bedömningar av kriterierna kan utvärderas på flera olika sätt. Ett av de vanligt förekommande är s.k. linjär additiv metodik som också har valts för bedömningsarbetet i denna plan (Rosén, 2009). Den linjärt additiva metoden bygger på att respektive bedömningskriterium poängsätts inom ett givet poängintervall, i detta fall mellan 1-3, där 1 representerar lägsta grad av uppfyllande av ett kriterium.

Skalan för poängsättning beträffande graden av uppfyllnad för respektive kriterium är satt med avseende på tillgänglig information, vilken varierar i kvalitet och omfattning. Med tanke på att den information som finns tillgänglig för de olika alternativen till viss del är baserad på erfarenhetsmässiga bedömningar och antaganden, så valdes en så enkel skala som möjligt. I bedömningen för respektive kriterium graderas informationen utifrån om osäkerheten är låg, måttlig eller hög. Detta görs för att kunna hantera och synliggöra osäkerheter i underlag och bedömningar.
Utöver poängsättningen görs en viktning av kriteriernas betydelse för systemlösningen som helhet. Viktningen görs rent konkret genom att kriterierna viktas procentuellt utifrån deras inbördes betydelse. Summan av samtliga vikter uppgår till 100 %. Vilken viktning som används bestäms utifrån arbetsgruppens samlade erfarenheter, diskussioner och

bedömningar. Vikterna representerar alltså en samlad uppfattning av hur betydelsefulla de olika kriterierna är.

En viktig del i utvärderingen av resultatet från en multikriterieanalys är att utföra känslighetsanalys. Detta görs för att undersöka hur stort genomslag förändringar i viktningen får. Särskilt viktigt är att undersöka hur olika viktning påverkar rangordningen av olika åtgärdsalternativ. En förändring av åtgärdernas rangordning vid justering i viktning indikerar att slutresultatet är känsligt för olika värderingar.

10.6.3.2 Bedömning

Bedömningarna görs utifrån tre grader av hur väl alternativet uppfyller kriteriet, se Tabell 15.

Tabell 15. Poängsättning av kriterier

Bedömningsgrad	*Poäng*
Goda möjligheter att uppfylla kravet	*3*
Måttliga möjligheter att uppfylla kravet/ Osäkra möjligheter att uppfylla kravet	*2*
Begränsade möjligheter att uppfylla kravet	*1*

Vid poängsättningen markeras graden av osäkerhet på skalan ***Låg, Måttlig, Hög*** i bedömningen. Detta görs för att tydliggöra när osäkerheterna i bedömningen är signifikanta, och att hänsyn till detta behöver tas med i analysen av resultatet. Osäkerheten och bedömningen av dessa används inte i den teoretiska bedömningen utan måste tas hänsyn till utanför modellens resultat. En kvantifiering av skalan gällande osäkerheterna är svår att definiera och får anses vara flytande.

10.6.3.3 Kravställning och kriterier

Det övergripande målet och syftet med reservvattenförsörjningen är att Kungälvs kommun ska kunna tillhandahålla dricksvatten till sina kommunala abonnenter även när den ordinarie vattenförsörjningen är obrukbar enligt scenarierna beskrivna i avsnitt 10.2. Som nämnts i inledande avsnitt 2.2 innebär detta att kommunerna säkerställer dricksvattenleveransen genom att ha en reservvattentäkt, alternativt ett reservvattenverk inom kommunen eller i en angränsande kommun.

För att reservvattenförsörjningsalternativet ska uppfylla det övergripande syftet och målet ställs därmed krav på:

- ***Kapacitet***
- ***Kvalitet***
- ***Risker***
- ***Leveranssäkerhet***

Utöver dessa krav är också ***kostnaderna*** en kritisk faktor för att bedöma rimligheten i alternativen. Kostnaderna för respektive alternativ bedöms separat. Resultat med, respektive utan, hänsyn till kostnader redovisas.

10.6.3.4 Kapacitet

Kapaciteten i vattentäkten är en avgörande faktor som i en färdig täkt kan kvantifieras utifrån möjliga och juridiskt bestämda uttagsmängder. Kapaciteterna för alternativen nedan är svårare att bedöma exakt i detta skede eftersom det inte finns några detaljerade utredningar. En bedömning har därför gjorts utifrån tillgänglig information och överslagsmässiga beräkningar.

För bedömningen av kriterierna relaterat till kapacitet, används de tre ***scenarier*** för reservvatten-försörjning som kommunen identifierat. Därmed görs en bedömning av i vilken grad de olika alternativen kan uppfylla det kapacitetskrav som definierats för respektive scenario.

Kriteriet för ***kapacitet*** definieras enligt följande:

Alternativet har kapacitet att täcka upp för vattenbehovet.

10.6.3.5 Kvalitet

Dricksvattenkvaliteten påverkas både av typ av råvatten och av beredningen av vattnet. Vid anläggande av vattentäkt måste därför alltid typ av vatten, och beredning hanteras. Kungälvs vattenverk planeras för att kunna hantera alla typer av tillgängliga råvatten, och bedöms därmed kunna hantera råvatten från alla alternativen. Risken för störning i behandlingen och kostnader för behandlingen påverkas emellertid av råvattnets kvalitet och dess variation. Vid utvärderingen har därför både den naturliga kvaliteten och dess variation vägts in.

Kvalitet påverkas i den här utvärderingen främst av vilken typ av vatten det är. Grundvatten bedöms generellt som bättre kvalitet än ytvatten. Kännedom om tidigare problem med vattenkvalitén inkluderas i bedömning liksom eventuell information från VISS.
På samma sätt kan man utifrån vilken typ av vatten det är bedöma råvattnets stabilitet. Grundvatten visar generellt upp stabila kvalitetsvärden medan ytvatten lättare påverkas av utomstående faktorer, som kan innebära en tillfällig förändring i vattenkvalitén.

Kriterier för ***kvalitet*** definieras enligt följande:

Alternativet har råvatten av god kvalitet.
Alternativet har råvatten av stabil kvalitet.

10.6.3.6 Risker

Vid anläggande av vattentäkt måste även omgivande risker till täkten tas i beaktning. Risker beskrivs oftast i tekniska sammanhang som en sammanställd bedömning av sannolikheten att något ska inträffa och konsekvensen det i så fall skulle medföra.

Att identifiera alla risker är oftast omöjligt eller tidkrävande och här fokuseras riskerna på de risker som finns omkring alternativen till täkterna, t.ex. verksamheter med spridning av bekämpningsmedel, förorenad mark, eller skredkänsliga områden. Risker i närheten av en vattentäkt kan medföra allt från en tillfällig stängning av vattenverket och en justering i dosering vid behandling, till en permanent stängning av vattentäkten.
En bedömning av vilka hot som finns i närheten görs, och hur stora, många och allvarliga dessa är. Bedömningen av risker är en grov uppskattning av det totala antalet risker mot

alternativet och att detta skulle inträffa alltså både sannolikhet och konsekvens. Detta ska dock inte ses som en genomförd riskanalys, utan enbart en väldigt grov sammanställd bedömning. För de alternativ som bedöms intressanta behöver detaljerade riskanalyser enligt gällande praxis för riskanalyser för dricksvattentäkter genomföras.

Dels hanteras täkternas/alternativens naturliga förmåga att motstå/fördröja effekterna av en riskhändelse. Detta är kopplat till vilken typ av täkt det är, då en å har de naturliga förutsättningarna att transportera bort en förorening snabbare än vad en sjö har. En grundvattenresurs kan oftast inte transportera bort det alls. En stor vattenresurs kan påverkas i mindre grad av ett utsläpp än vad en mindre vattenresurs gör.

En annan aspekt är de risker som går att förhindra och motverka, som inte är kopplade till de naturliga förutsättningarna hos alternativet. Detta kan t.ex. vara möjligheten att reglera risker i vattenskyddsföreskrifter, bygga fysiska skydd eller sanera förorenade fastigheter.

Kriterier för ***risker*** definieras enligt följande:

Alternativet är inte utsatt för stor risk
Alternativet kan motstå/fördröja effekterna av en riskhändelse.
Riskhändelser kan reduceras/elimineras.

10.6.3.7 Leveranssäkerhet

Varje alternativ innebär att en viss leveranssäkerhet uppfylls för den kommunala reservvatten-försörjningen. Detta är kopplat till ***riskpunkter*** i leveransen, d.v.s. punkter där ett avbrott i systemet skulle kunna ske, men även till alternativets ***sårbarhet***. Bedömningen görs för avstängning av ordinarie vattenförsörjning till följd av tre olika händelser: stopp av intag från älven, stopp i Kungälvs vattenverk och ledningsbrott. Med stopp i Kungälvs vattenverk menas stopp i processen, vilket innebär att renvattenmagasinen fortfarande finns att tillgå.

Leveranssäkerheten påverkas också av i vilken grad det finns ***självförsörjning*** i kommunen eller om man är beroende av utomstående part. Det senare innebär en risk kopplat till försörjningen och inkluderas därför som ett kriterium i bedömningen av leveranssäkerheten.

Kriterier för ***leveranssäkerhet*** definieras enligt följande:

Alternativet innebär att leverans fortfarande kan ske vid ett avbrott.
Kungälvs kommun ansvarar och kan påverka hela systemlösningen från källa till abonnent.

10.6.3.8 Kostnader

Inget av alternativen används som reservvattenförsörjning idag och därmed är alla alternativen förknippade med ***kostnader*** dels för ***anläggande och sammankoppling***, dels på längre sikt även för bl.a. ***drift/underhåll*** och ***avtal***. De två sista kostnaderna har ansetts för osäkra att kvantifiera och bedöms därför inte på en specifik skala. Respektive alternativs kostnader kopplat till ***drift/underhåll*** och eventuella ***avtal*** omnämns i text.

Kostnaderna har kvantifierats enligt skalan:

Bedömning	*Summa*	*Poäng*
Låga kostnader	*< 5 miljoner*	*1*
Måttliga kostnader	*5-30 miljoner*	*2*
Höga kostnader	*>30 miljoner*	*3*

10.6.4 Bedömning av alternativ

I kommande avsnitt kommer respektive alternativ att bedömas och utvärderas utifrån satta kriterier. Därefter följer en sammanställning av bedömningar för samtliga alternativ under avsnitt 10.6.5.

10.6.4.1 Alternativ 1 (b) – Köpa från Göteborg

Möjligheten att köpa färdigt dricksvatten från Göteborg innebär att dricksvattenledningarna i Kungälv kopplas ihop med dricksvattenledningarna från Göteborg. Dricksvatten levereras sedan direkt till Kungälvs abonnenter.

Förutsättningar som krävs

Lösningen kräver dels fysisk sammankoppling av ledningssystemet som medger en tillräcklig kapacitet samt att ett avtal upprättas för leverans. Avtalet måste hantera inköp, drift, underhåll, villkor för leveranser och under vilka förutsättningar. Avtalet måste vara tydligt och klargöra båda parters skyldigheter och rättigheter.

Kvalitet

Vattnets levereras som färdigt dricksvatten till Kungälvs ordinarie dricksvattennät, efter att ha genomgått beredning i Alelyckans vattenverk. Råvattentäkten är Göta älv, vilket innebär en risk för variation i råvattnets kvalitet både vid händelser såsom kraftigt regn och föroreningsutsläpp. Dessutom varierar råvattenkvaliteten naturligt under året. Dessa variationer innebär i förlängningen även risk för mindre variationer i dricksvattnets kvalité.

	Möjligheter att uppfylla kriterium	*Osäkerhet*
Alternativet har råvatten av god kvalitet.	*Måttliga*	*Låg*
Alternativet har råvatten av stabil kvalitet.	*Dåliga*	*Låg*

KUNGÄLVS KOMMUN

Risker

Göta älv är ett av Sveriges största vattendrag och dess tillrinningsområde inkluderar flera städer och miljöfarliga verksamheter, både idag och historiskt. Utöver detta är Göta älv dalen skredkänslig.

Flödet i Göta älv är stort och en förorening kan passera intaget relativt snabbt under förutsättning att det var ett tillfälligt utsläpp.

Vissa möjligheter finns till att reducera risker mot Göta älv, men arbetet kräver stort samarbete med uppströms kommuner och dess tillsynsmyndigheter. Storleken på tillrinningsområdet, den externa ansvarssituation och de risker som är kopplade till naturliga förutsättningar (skred) gör riskerna kring Göta älv svåra att reducera/eliminera.

	Möjligheter att uppfylla kriterium	*Osäkerhet*
Alternativet är inte utsatt för stor risk	*Måttliga*	*Låg*
Alternativet kan motstå/fördröja effekterna av en riskhändelse.	*Goda*	*Låg*
Riskhändelser kan reduceras/elimineras.	*Dåliga*	*Låg*

Kvantitet

Tidigare har utredningar gjorts över möjligheterna att köpa från Göteborg. Diskussionerna då handlade om 140 l/s vilket skulle kunna täcka reservbehovet för Scenario 1 och 2. Ett Scenario 3 skulle sannolikt även påverka Göteborgs uttag ur älven, och därmed Göteborgs förmåga att leverera dricksvatten till omgivande kommuner. För Scenario 3 bedöms därmed möjligheterna att uppfylla kriteriet för kvantitet som dåliga, men alternativet skulle möjligtvis kunna täcka delar av behovet.

I övrigt begränsas kapaciteten enbart av Göteborgs vilja och förmåga att leverera vatten.

Alternativet har kapacitet att täcka upp för vattenbehovet.	*Möjligheter att uppfylla kriterium*	*Osäkerhet*
Scenario 1	*Goda*	*Låg*
Scenario 2	*Goda*	*Låg*
Scenario 3	*Dåliga*	*Låg*

Leveranssäkerhet

En sammankoppling med Göteborg skulle innebära att reservvattenbehovet kan täckas vid både stängning av intaget och ett avbrott till följd av stopp i Kungälvs vattenverk.

Alternativet innebär en sammankoppling och ett beroende av utomstående part, vilket innebär att kommunen inte själv styr över tillgången. Det är inte orimligt att Göteborg nedprioriterar leverans till Kungälv om ett reservvattenbehov uppkommer även där, på samma sätt som Kungälv nedprioriterar abonnenter utanför kommunen vid låg leveransförmåga.

Alternativet innebär att leverans fortfarande kan ske vid ett avbrott (till följd av...)	*Möjligheter att uppfylla kriterium*	*Osäkerhet*
Förorening i Göta älv	*Måttliga*	*Låg*
Stopp i Kungälvs vattenverk	*Goda*	*Låg*
Ledningsbrott	*Måttliga*	*Låg*

Kungälvs kommun ansvarar och kan påverka hela systemlösningen från källa till abonnent.	*Dåliga*	*Låg*

Kostnad
Som beskrivits ovan i avsnitt 4.4 har det tidigare gjorts utredningar över vad en sammankoppling med Göteborg Kretslopp och Vatten skulle kosta. I den översiktliga bedömningen som gjordes av KoV uppskattades investeringskostnaderna till cirka 40-50 Mkr för nya erforderliga ledningar av en total längd på mellan 9,3 och 11 km. Hur stor del av dessa kostnader som Kungälvs kommun skulle bära, och över vilken tidshorisont kostnaderna fördelas är oklart. Dessutom tillkommer kostnader för anläggningar inom Kungälvs kommun. Vattenbehovet man räknade med vid utredningstillfället var 140 l/s, vilket sannolikt behöver utökas för att tillgodose Kungälvs kommuns behov på sikt.

Kostnad	
Anläggande	Stor

Utöver anläggningskostnaden belastas alternativet med nyttjandekostnaden, dels kopplat till volym vatten som används, och dels drift/underhåll av ledningarna. Kostnaden per volym vatten som används måste regleras av ett avtal mellan Kungälvs kommun och KoV, något sådant avtal finns inte idag.

10.6.4.2 Alternativ 2 – Råvatten från Ale Kommun

Rakt över älven i höjd med Häljeröd rinner Sköldsån ut i Göta älv. Inget av vattendragen i systemet används till dricksvattenframställning idag men bedöms kunna göra det. Genom ett uttag från något av vattendragets system pumpas vatten via ledning till Kungälvs vattenverk för rening. Vattnet distribueras sedan på ordinarie distributionsnät.

Förutsättningar som krävs
En vattendom för uttag ur Sköldsåns system krävs samt anläggandet av råvattenledningar mellan intag och Kungälvs vattenverk.

Kvalitet
Råvatten från Sköldsåns system är ett naturligt ytvatten som påverkas av årstidsförändringar i vattenkvaliteten, med t.ex. varierande turbiditet. Vattenförekomsten finns inte med i VISS och kvaliteten är därmed okänd.

	Möjligheter att uppfylla kriterium	*Osäkerhet*
Alternativet har råvatten av god kvalitet.	*Måttliga*	*Hög*
Alternativet har råvatten av stabil kvalitet.	*Dåliga*	*Låg*

KUNGÄLVS KOMMUN

Risker

Vid avvändning av ytvatten finns alltid en risk för förorening eftersom vattnet inte är skyddat av naturliga barriärer, men förorening bör transporteras bort relativt snabbt och därmed motstå långvarig påverkan på vattenkvaliteten vid ett utsläpp.

Vattenresursen finns i en angränsande kommun vilket kräver samarbete med en extern tillsynsmyndighet, då ansvaret ligger hos Ale kommun istället för Kungälv kommun.

	Möjligheter att uppfylla kriterium	*Osäkerhet*
Alternativet är inte utsatt för stor risk	*Måttliga*	*Hög*
Alternativet kan motstå/fördröja effekterna av en riskhändelse.	*Måttliga*	*Låg*
Riskhändelser kan reduceras/elimineras.	*Måttliga*	*Låg*

Kvantitet

Kapaciteten i Sköldsån system är oklar, men har bedömts vara tillräcklig för uttag under en kortare tid. Bedömningen baseras på tillrinningsområdets storlek, vilket troligtvis är stort nog för ett uttag som täcker Scenario 1 och 2. Eventuellt skulle kanske även vattenbehovet som uppkommer vid Scenario 3 täckas, men detta måste kontrolleras.

Alternativet har kapacitet att täcka upp för vattenbehovet.	*Möjligheter att uppfylla kriterium*	*Osäkerhet*
Scenario 1	*Goda*	*Låg*
Scenario 2	*Goda*	*Låg*
Scenario 3	*Måttliga*	*Hög*

Leveranssäkerhet

Alternativet innebär att råvatten leds från Sköldsån till Kungälvs vattenverk och sedan vidare ut på det ordinarie nätet. Detta innebär att vid en eventuell utslagning av vattenverk och ledningar från Kungälvs vattenverk, slås även reservvattnet ut.

Uttag från Sköldsåns system behöver göras vid enstaka tillfällen för kontroll av funktion även då reservvatten inte behövs. Alternativet kräver en mindre tid för igångsättning då en reservvattensituation uppkommer, om inte vatten tas kontinuerligt i mindre mängd.

Vattendraget är placerat i Ale kommun vilket kräver mellankommunal koordinering för anläggandet av anläggningar, upprättande av vattenskyddsområde och tillsyn inom vattenskyddsområde.

Alternativet innebär att leverans fortfarande kan ske vid ett avbrott (till följd av…)	*Möjligheter att uppfylla kriterium*	*Osäkerhet*
Förorening i Göta älv	*Goda*	*Låg*
Stopp i Kungälvs vattenverk	*Dåliga*	*Låg*
Ledningsbrott	*Måttliga*	*Låg*

Kungälvs kommun ansvarar och kan påverka hela systemlösningen från källa till abonnent.	***Goda***	***Låg***

Kostnad
Kostnaden för ledningen från Sköldsån samt kostnad för anläggandet av ny vattentäkt (vattendom och vattenskyddsområde) krävs för detta alternativ. Dessutom krävs överföringsledning över Göta älv.

Kostnad	
Anläggande	Stor

Efter anläggandet krävs drift och underhåll av ledningen från Sköldsån till Kungälvs vattenverk.

10.6.4.3 Alternativ 4 – Råvatten från Drypesjön

Vattnet i Drypesjön används idag till dricksvattenframställning genom att vattnet infiltreras till grundvattenmagasinet i Lysegården för att sedan pumpas upp och renas. Möjligheten finns att avstå den konstgjorda grundvatteninfiltrationen och pumpa ytvatten från Drypesjön direkt till Kungälvs vattenverk för rening, följt av distribuering på ordinarie nät.

Förutsättningar som krävs
En vattendom för uttag ur Drypesjön finns idag men denna behöver revideras och ny ansökan om tillstånd behöver göras vid användning av råvatten direkt från sjön. Detta eftersom vattendom reglerar vattenståndet i sjön och nedströms vattendrag. Vattendomen behöver därför kompletteras med giltigt uttag men även anordningar för uttag direkt från sjön.
Nedgrävning av råvattenledning från Drypesjön ner till Kungälvs vattenverk krävs.

Kvalitet
Råvatten från Drypesjön är ett naturligt ytvatten och skiljer sig kvalitetsmässigt från det grundvatten som skapas från sjöns vatten idag. Ytvatten påverkas av årstidsförändringar i vattenkvaliteten, med t.ex. variation i turbiditet.

	Möjligheter att uppfylla kriterium	***Osäkerhet***
Alternativet innebär ett råvatten av god kvalitet.	***Måttliga***	***Låg***
Alternativet innebär ett råvatten av stabil kvalitet.	***Dåliga***	***Låg***

Risker
Vid användning av ytvatten finns alltid en risk för förorening eftersom vattnet inte är skyddat av naturliga barriärer. Drypesjön ligger dock inom ett relativt opåverkat tillrinningsområde med främst skogsmarker i omgivande natur.

En sjö har en viss möjlighet att motstå föroreningar, dels beroende på utspädning men även på flödeshastigheter och avrinning från sjön.

Drypesjön ligger inom den areal som nu utreds för framtida vattenskyddsområde för Lysegården/Drypesjön vilket skulle innebära ett ökat skydd mot föroreningar av vattenförekomsten.

	Möjligheter att uppfylla kriterium	*Osäkerhet*
Alternativet är inte utsatt för stor risk	*Goda*	*Låg*
Alternativet kan motstå/fördröja effekterna av en riskhändelse.	*Måttliga*	*Låg*
Riskhändelser kan reduceras/elimineras.	*Goda*	*Låg*

Kvantitet

Kapaciteten i sjön är oklar, men har bedömts vara tillräcklig för uttag under en kortare tid. Bedömningen baseras på sjöns och tillrinningsområdets storlek, vilka troligtvis är stora nog för ett uttag som täcker Scenario 1 och 2.

Alternativet har kapacitet att täcka upp för vattenbehovet.	*Möjligheter att uppfylla kriterium*	*Osäkerhet*
Scenario 1	*Goda*	*Låg*
Scenario 2	*Goda*	*Låg*
Scenario 3	*Måttliga*	*Hög*

Leveranssäkerhet

Alternativet innebär att råvatten leds från Drypesjön till Kungälvs vattenverk och sedan vidare ut på det ordinarie nätet. Detta innebär att vid en eventuell utslagning av Kungälvs vattenverk och/eller ledningar från vattenverket, slås även reservvattnet från Drypesjön ut.

Uttag från Drypesjön behöver göras vid enstaka tillfällen för kontroll av funktion även då reservvatten inte behövs. Alternativet kräver en mindre tid för igångsättning vid en reservvattensituation, om inte vatten tas kontinuerligt i mindre mängd.

Alternativet innebär att leverans fortfarande kan ske vid ett avbrott (till följd av…)	*Möjligheter att uppfylla kriterium*	*Osäkerhet*
Förorening i Göta älv	*Goda*	*Låg*
Stopp i Kungälvs vattenverk	*Dåliga*	*Låg*
Ledningsbrott	*Måttliga*	*Låg*

Kungälvs kommun ansvarar och kan påverka hela systemlösningen från källa till abonnent.	*Goda*	*Låg*

Kostnad

Kostnad för ledningen från Drypesjön samt kostnad för anläggandet av ny vattentäkt

(tillstånd för vattenverksamhet) uppstår för detta alternativ.

Kostnad	
Anläggande	Stor

Efter anläggandet krävs drift och underhåll av ledningen från Drypesjön till Kungälvs vattenverk.

10.6.4.4 Alternativ 5 – Råvatten från Romesjön

Råvatten från Romesjön används inte för dricksvattenproduktion idag utan är ett helt nytt alternativ som innebär att råvatten från sjön pumpas via ledning ner till Kungälvs vattenverk där det renas och distribueras genom ordinarie nät.

Förutsättningar som krävs

Ett tillstånd för uttag ur Romesjön samt upprättande av vattenskyddsområde krävs. Dessutom krävs anläggande av råvattenledningar mellan Romesjön och Kungälvs vattenverk.

Kvalitet

Råvatten från Romesjön är ett naturligt ytvatten som påverkas av årstidsförändringar i vattenkvaliteten, med t.ex. varierande turbiditet. Vattenkvaliteten i sjön har även bedömts som mindre lämplig för dricksvattenframställning (Kungälvs kommun, 1996).

	Möjligheter att uppfylla kriterium	*Osäkerhet*
Alternativet har råvatten av god kvalitet.	*Dåliga*	*Låg*
Alternativet har råvatten av stabil kvalitet.	*Dåliga*	*Låg*

Risker

Vid användning av ytvatten finns alltid en risk för förorening eftersom vattnet inte är skyddat av naturliga barriärer. Inga stora risker för förorening av sjön är kända, men visst jordbruk finns inom tillrinningsområdet.

En sjö har en viss möjlighet att motstå föroreningar, dels beroende på utspädning men även på flödeshastigheter och avrinning från sjön.

Romesjön ligger inom Kungälvs kommun, och inga större risker har identifierats.

	Möjligheter att uppfylla kriterium	*Osäkerhet*
Alternativet är inte utsatt för stor risk	*Goda*	*Låg*
Alternativet kan motstå/fördröja effekterna av en riskhändelse.	*Måttliga*	*Låg*
Riskhändelser kan reduceras/elimineras.	*Goda*	*Måttlig*

Kvantitet

Kapaciteten i sjön är oklar, men har bedömts vara tillräcklig för uttag under en kortare tid. Bedömningen baseras på sjöns och tillrinningsområdets storlek, vilka troligtvis är stora nog för ett uttag som täcker Scenario 1 och 2.

Alternativet har kapacitet att täcka upp för vattenbehovet.	*Möjligheter att uppfylla kriterium*	*Osäkerhet*
Scenario 1	*Goda*	*Låg*
Scenario 2	*Goda*	*Låg*
Scenario 3	*Dåliga*	*Låg*

Leveranssäkerhet
Alternativet innebär att råvatten leds från Romesjön till Kungälvs vattenverk och sedan vidare ut på det ordinarie nätet. Detta innebär att vid en eventuell utslagning av vattenverk och ledningar från Kungälvs vattenverk, slås även reservvattnet från Romesjön ut.

Uttag från Romesjön behöver göras vid enstaka tillfällen för kontroll av funktion även då reservvatten inte behövs. Alternativet kräver en mindre tid för igångsättning vid en reservvattensituation, om inte vatten tas kontinuerligt i mindre mängd.

Alternativet innebär att leverans fortfarande kan ske vid ett avbrott (till följd av...)	*Möjligheter att uppfylla kriterium*	*Osäkerhet*
Förorening i Göta älv	*Goda*	*Låg*
Stopp i Kungälvs vattenverk	*Dåliga*	*Låg*
Ledningsbrott	*Måttliga*	*Låg*

Kungälvs kommun ansvarar och kan påverka hela systemlösningen från källa till abonnent.	*Goda*	*Låg*

Kostnad
Kostnad för ledningen från Romesjön samt kostnad för anläggandet av ny vattentäkt (vattendom och vattenskyddsområde) uppstår för alternativ 5.

Kostnad	
Anläggande	Stor

Efter anläggandet krävs drift och underhåll av ledningen från Romesjön till Kungälvs vattenverk.

10.6.4.5 Alternativ 6 – Lysegården
Lysegården används idag som ordinarie vattentäkt med infiltration från Drypesjön och det är sannolikt att det kommer förbli så under överskådlig framtid.

Lysegårdens grundvattentäkt kan fungera som ett alternativ till reservvattenförsörjningen i framtiden förutsatt att täkten bortkopplas från ordinarie vattenförsörjning, dock lär ett vist flöde kontinuerligt behöva tas ut för att hålla anläggningen i beredskap. Alternativet innebär alltså att Lysegården i princip används som reservvattentäkt på sikt, och att uttag av grundvatten sker utan någon infiltration av ytvatten.

Två systemlösningar är möjliga, antingen behålls Lysegårdens befintliga vattenverk eller så byggs en överföringsledning till Kungälvs vattenverk för rening av grundvatten där.
Förutsättningar som krävs
Vattendom för uttag av grundvatten finns.

Användning av Kungälvs vattenverk – (Alternativ 6a):

- Överföringsledning till Kungälvs vattenverk.

Användning av Lysegården vattenverk – (Alternativ 6b):

- Upprustning av Lysegården vattenverk

Kvalitet
Grundvattnet i Lysegården bedöms vara av god kvalitet och utgör en fördelaktig källa för dricksvatten då det är mer skyddat mot föroreningar än ett ytvatten, dock finns vissa problem med bland annat hög manganhalt. Grundvatten kräver i de flesta fall mindre rening än ytvatten och uppvisar oftast stabil kvalitet vid stabilt uttag.

	Möjligheter att uppfylla kriterium	*Osäkerhet*
Alternativet har råvatten av god kvalitet.	*Måttliga*	*Låg*
Alternativet har råvatten av stabil kvalitet.	*Goda*	*Låg*

Risker
I området förekommer verksamheter, såsom brytning av grus och berg samt lagring och hantering av massor. Dessa verksamheter utgör en betydande risk för vattenkvaliteten och täkten. Inom tillrinningsområdet finns Lysegårdens golfbana som också den utgör en risk för vattentäkten och grundvattnets kvalitet. Verksamheterna har pågått under lång period och risken finns även att föroreningar finns i marken, men inte tagit sig ner till magasinet ännu.

Lysegården omfattas redan idag av vattenskyddsområde. Dessutom pågår ett revideringsarbete för att ytterligare stärka skyddet av vattnet med hjälp av ett större vattenskyddsområde.

Täkten är en grundvattentäkt vilket innebär att den har låg motståndskraft mot föroreningar som har tagit sig ner i magasinet. Grundvattentransport går långsamt och omsättning av vattnet krävs för att bli av med eventuell förorening.

	Möjligheter att uppfylla kriterium	*Osäkerhet*
Alternativet är inte utsatt för stor risk	*Dåliga*	*Låg*
Alternativet kan motstå/fördröja effekterna av en riskhändelse.	*Dåliga*	*Låg*
Riskhändelser kan reduceras/elimineras.	*Dåliga*	*Låg*

Kvantitet

Tidigare bedömningar säger att grundvattenmagasinet har en kapacitet på ca 20 l/s. Bedömningen görs därmed att alternativet har kapacitet att täcka reservvattenbehovet för Scenario 1.

Alternativet täcker upp för vattenbehovet	*Möjligheter att uppfylla kriterium*	*Osäkerhet*
Scenario 1	*Goda*	*Låg*
Scenario 2	*Måttliga*	*Hög*
Scenario 3	*Dåliga*	*Låg*

Leveranssäkerhet

Om Lysegårdens grundvattentäkt skulle använda Lysegårdens vattenverk ökar leveranssäkerheten. Då finns vattenverk och reservvatten tillgängligt både vid stängning av intag i älven men även vid avbrott i Kungälvs vattenverk. Sårbarheten mot ledningsbrott minskar även då vatten kan levereras till vissa områden via det ordinarie nätet.
Om rening av dricksvattnet sker i Kungälvs vattenverk slås även reservvattnet ut vid ett eventuellt avbrott i vattenverket.

Delar av täktens anläggningar ägs idag av en privat aktör vilket innebär att kommunen saknar full rådighet över vattenförsörjningen i Lysegården. Ett avtal finns upprättat mellan den privata aktören och kommunen för att reglera ansvars- och ersättningsfrågor.

(Användning av Kungälvs vattenverk – Alternativ 6a) *Alternativet innebär att leverans fortfarande kan ske vid ett avbrott (till följd av…)*	*Möjligheter att uppfylla kriterium*	*Osäkerhet*
Förorening i Göta älv	*Goda*	*Låg*
Stopp i Kungälvs vattenverk	*Dåliga*	*Låg*
Ledningsbrott	*Måttliga*	*Låg*

(Användning av Lysegården vattenverk – Alternativ 6b) *Alternativet innebär att leverans fortfarande kan ske vid ett avbrott (till följd av…)*	*Möjligheter att uppfylla kriterium*	*Osäkerhet*
Förorening i Göta älv	*Goda*	*Låg*
Stopp i Kungälvs vattenverk	*Goda*	*Låg*
Ledningsbrott	*Måttliga*	*Låg*

Kungälvs kommun ansvarar och kan påverka hela systemlösningen från källa till abonnent.	*Dåliga*	*Låg*

Kostnad

Alternativet är kopplat till ett antal stora investeringar, antingen genom byggnation av en överföringsledning till Kungälvs vattenverk eller genom en renovering av Lysegårdens vattenverk.

KUNGÄLVS KOMMUN

Kostnad (Användning av Kungälvs vattenverk – Alternativ 6a)	
Anläggande	Stor

Kostnad (Användning av Lysegårdens vattenverk – Alternativ 6b)	
Anläggande	Stor

Vid användning av Kungälvs vattenverk tillkommer driftkostnader för ledningar och pumpstationer. Vid användning av ett vattenverk i Lysegården till kommer även drift av vattenverket, med erforderlig personal. Båda alternativen är förknippade med avtal med markägaren.

10.6.4.6 Alternativ 8 – Dösebacka grundvatten

Dösebacka grundvattentäkt är en del av den befintliga vattentäkten i Dösebacka men detta alternativ innebär uttag enbart av grundvatten utan infiltration av älvvatten. Brunnarna pumpar upp grundvatten och vattnet leds till Kungälvs vattenverk för att renas till dricksvatten. Från Kungälvs vattenverk pumpas dricksvattnet ut på ordinarie ledningsnät.

Förutsättningar som krävs

För att Dösebacka ska fungera som en renodlad grundvattentäkt krävs ett arbete med att klarlägga täktens funktion och kapacitet. Dels för att funktionen ändras i och med att infiltration av älvvatten upphör, dels för att klargöra vilka brunnar som kan användas och vilka som inte bör användas. Varje brunns kapacitet och funktion behöver klargöras.

- Utredning för att klarlägga täktens och brunnarnas funktion/kapacitet.

Kvalitet

Problem med saltvatteninträngning har tidigare registrerats i brunnarna och några få brunnar har även haft så stora problem med turbiditet att de inte använts. Problemen har troligtvis uppkommit på grund av att för stora uttag gjorts ur enskilda brunnar och i vissa fall problem med brunnarnas funktion.

Grundvatten utgör en fördelaktig källa för dricksvatten då det är mer skyddat mot föroreningar än ytvatten, och kräver i de flesta fall mindre rening än ytvatten. Dösebacka vattentäkt har både befintligt och föreslaget vattenskyddsområde för Dösebacka och Göta älv.

	Möjligheter att uppfylla kriterium	*Osäkerhet*
Alternativet innebär ett råvatten av god kvalitet.	*Måttliga*	*Låg*
Alternativet innebär ett råvatten av stabil kvalitet.	*Måttliga*	*Hög*

Risker

I området kring Dösebacka har tidigare förekommit verksamheter som förorenat marken och en risk för spridning av dessa föroreningar via och till grundvattnet finns.

Området omfattas redan idag av vattenskyddsområde. Dessutom pågår ett revideringsarbete för att ytterligare stärka skyddet av vattnet med hjälp av ett större vattenskyddsområde.

KUNGÄLVS KOMMUN

Täkten är en grundvattentäkt vilket innebär att den har låg motståndskraft mot föroreningar som har tagit sig ner i magasinet. Grundvattentransport går långsamt och omsättning av vattnet krävs för att bli av med eventuell förorening.

	Möjligheter att uppfylla kriterium	*Osäkerhet*
Alternativet är inte utsatt för stor risk	*Dåliga*	*Låg*
Alternativet kan motstå/fördröja effekterna av en riskhändelse.	*Dåliga*	*Låg*
Riskhändelser kan reduceras/elimineras.	*Osäkra*	*Måttliga*

Kvantitet

Täktens kapacitet när den används som renodlad grundvattentäkt är inte klarlagd. Tidigare utredningar redovisar ca 40 l/s i älvdalens magasin med stöd från grundvattenbildningen från Dösebackaplatån. Detta är den bedömda kapaciteten i magasinet och behöver inte överensstämma med den kapacitet som de nuvarande brunnarna ger.

Bedömningen görs att alternativet har kapacitet att täcka reservvattenbehovet för Scenario 1. Eventuellt kan alternativet täcka upp för Scenario 2, men undersökning av täkten krävs för att kontrollera detta.

Alternativet täcker upp för vattenbehovet	*Möjligheter att uppfylla kriterium*	*Osäkerhet*
Scenario 1	*Goda*	*Låg*
Scenario 2	*Måttliga*	*Hög*
Scenario 3	*Dåliga*	*Låg*

Leveranssäkerhet

Alternativet använder Kungälvs vattenverk vilket innebär att vid en eventuell utslagning av vattenverk och ledningar från vattenverket, slås även reservvattnet ut.

Alternativet innebär att leverans fortfarande kan ske vid ett avbrott (till följd av…)	*Möjligheter att uppfylla kriterium*	*Osäkerhet*
Förorening i Göta älv	*Goda*	*Låg*
Stopp i Kungälvs vattenverk	*Dåliga*	*Låg*
Ledningsbrott	*Måttliga*	*Låg*

Kungälvs kommun ansvarar och kan påverka hela systemlösningen från källa till abonnent.	*God*	*Låg*

Kostnad

Alternativet innebär minimalt med nya ledningar då täkten är placerad i anslutning till det nya vattenverket och ledningar finns redan från pumparna. Däremot krävs som nämnts ovan en utredning av täkten och brunnarnas funktion för att erhålla en fungerande och pålitlig grundvattentäkt. Eventuellt nya brunnar innebär en kostnad.

Ett grundvattenuttag på 40 l/s medges av befintlig vattendom från 1961 och bedöms kunna användas även om täktens användning ändras. Detta behöver dock utredas närmre. En eventuell ny vattendom skulle även kunna sökas i samband med att den befintliga vattendomen upphävs.

Kostnad	
Anläggande	Måttlig

10.6.5 Sammanställning av resultat utan viktning

En sammanställning av resultaten utan viktning och kostnader visas i Tabell 16. Drypesjön är det alternativ som erhåller högst summerad poäng men samtliga alternativ ligger nära varandra (21-28 poäng). Värt att notera är dock att Alternativ 4 – Drypesjön enbart har ett kriterium klassat som osäkert, till skillnad från Alternativ 2 – Råvatten från Ale kommun där tre kriterier klassats som osäkra. Detta betyder inte att Ale är ett sämre alternativ än Drypesjön men däremot visas att behovet av att utreda vattendragens egenskaper i Ale är stort.

Tabell 16. Sammanställning av bedömningar av alternativa reservvattenlösningar. Bedömningssiffror (möjligheten till uppfyllelse av kriterium) markerade med fet, och understruken siffra är osäkra

Kriterium	Alt. 1(b) Köpa från Göteborg	Alt. 2 Råvatten från Ale kommun	Alt. 4 Råvatten från Drypesjön	Alt. 5 Råvatten från Romesjön	Alt. 6(a) (Kungälvs vattenverk)	Alt. 6(b) (Lysegården vattenverk)	Alt. 8 Dösebacka grundvatten
Vattnets kvalitet							
Alternativet har råvatten av god kvalitet.	2	**2**	2	1	2	2	2
Alternativet har råvatten av stabil kvalitet.	1	1	1	1	3	3	**2**
Risker							
Alternativet är inte utsatt för stor risk	2	**2**	3	**3**	1	1	1
Alternativet kan motstå/fördröja effekterna av en riskhändelse.	3	2	2	2	1	1	1
Riskhändelser kan reduceras/elimineras.	1	2	3	**3**	1	1	**2**
Alternativet har kapacitet att täcka upp för vattenbehovet.							
Scenario 1	3	3	3	3	3	3	3
Scenario 2	3	3	3	3	**2**	**2**	**2**
Scenario 3	1	**2**	**2**	1	1	1	1
Alternativet innebär att leverans fortfarande kan ske vid ett avbrott							
Förorening i Göta älv	2	3	3	3	3	3	3
Stopp i Kungälvs vattenverk	3	1	1	1	1	3	1
Ledningsbrott	2	2	2	2	2	2	2
Kungälvs kommun ansvarar och kan påverka hela systemlösningen från källa till abonnent.	1	3	3	3	1	1	3
SUMMA	**24**	**26**	**28**	**26**	**21**	**23**	**23**

Kostnaderna för de olika alternativen finns sammanställda i Tabell 17. Bedömning enligt ovan beskriven skala medför att samtliga alternativ förutom Dösebacka erhåller värdet ”höga” kostnader. Drift/Underhåll och Avtal har inte bedömts enligt skalan. Däremot kan sägas att Alternativ 8 – Dösebacka bedöms som det billigaste alternativet eftersom det är en täkt som kommunen själv styr över, den är i drift idag och är placerad i anslutning till vattenverket. Alternativ 6b – Lysegården med upprustning av Lysegårdens vattenverk bedöms som det dyraste alternativet då höga kostnader kan förväntas uppstå gällande både anläggande, drift och avtal.

Tabell 17. Sammanställning av alternativens kostnader

Kostnad	Alt. 1(b) Köpa från Göteborg	Alt. 2 Råvatten från Ale kommun	Alt. 4 Råvatten från Drypesjön	Alt. 5 Råvatten från Romesjön	Alt. 6(a) (Kungälvs vattenverk)	Alt. 6(b) (Lysegården vattenverk)	Alt. 8 Dösebacka grundvatten
Anläggande	3	3	3	3	3	3	2
Poäng	3	3	3	3	3	3	2

Genom att använda Resultatet i Tabell 16 och Tabell 17 ovan och dividera respektive alternativs slutsumma med alternativets kostnadspoäng erhålls en bedömning som även tar hänsyn till kostnaderna för alternativen vid jämförelsen. Bedömningen i Tabell 18 kan ses som en mycket grov uppskattning av alternativens nytta/enhetskostnad.

Tabell 18. Resultat av poängsumman dividerat med bedömd kostnad, utan viktning.

	Alt. 1(b) Köpa från Göteborg	Alt. 2 Råvatten från Ale kommun	Alt. 4 Råvatten från Drypesjön	Alt. 5 Råvatten från Romesjön	Alt. 6(a) (Kungälvs vattenverk)	Alt. 6(b) (Lysegården vattenverk)	Alt. 8 Dösebacka grundvatten
Summa	24	26	28	26	21	23	23
Kostnad	3	3	3	3	3	3	2
Resultat	8	8,67	9,33	8,67	7	7,67	11,5

Alternativet med mest nytta/enhetskostnad är ***Alternativ 8 – Dösebacka grundvatten*** som uppvisar ett högre värde i jämförelse med de andra.

10.6.6 Viktning

I enlighet med beskrivningen av multikriterieanalysen i avsnitt 10.6.3, så har en viktning av huvudkriterierna ***kapacitet***, ***kvalitet, risker*** och ***leveranssäkerhet*** gjorts. Totalsumman för huvudkriterierna är 100 %. På samma sätt har en viktning av underkriterier gjorts för varje huvudkriterium. Viktningen gör det möjligt att ge ett större genomslag för kriterier som

anses vara av större betydelse för att uppnå en hållbar vattenförsörjning. Viktningen utgör därmed en betydelsefull förutsättning för resultatet av analysen som redovisas i avsnitt 10.6.7.

Följande vikter har satts för huvudkriterierna:

- ***Kapacitet*** ***40 %***
- ***Kvalitet*** ***20 %***
- ***Risker*** ***20 %***
- ***Leveranssäkerhet*** ***20 %***

Kapacitet anses vara det viktigaste huvudkriteriet eftersom det utgör den mest grundläggande förutsättningen för att möjliggöra en allmän vattenförsörjning. Detta kriterium utgör 40 % av totalsumman för huvudkriterierna.

Viktningen av underkriterier för kapacitet har gjorts med följande fördelning och motivering:

- ***Alternativet har kapacitet att klara Scenario 1*** ***33 %***
- ***Alternativet har kapacitet att klara Scenario 2*** ***33 %***
- ***Alternativet har kapacitet att klara Scenario 3*** ***33 %***

Att klara Scenario 1 och Scenario 2 är en rekommendation från arbetsgruppen för vattenförsörjningsplanen, varför dessa kriterier bedöms vara av lika stor vikt. Långsiktigt hållbara alternativ som uppfyller kapacitetskrav för Scenario 3 bör också belönas, därför har detta underkriterium fått samma vikt som övriga två underkriterier beträffande kapacitet.

Kvalitet anses vara ett betydelsefullt huvudkriterium eftersom råvattnets beskaffenheter har stor betydelse för beredningsmöjligheterna i vattenverken, dessutom är god råvattenkvalitet något som måste eftersträvas för att kunna uppnå en långsiktigt hållbar vattenförsörjning. Detta kriterium utgör 20 % av totalsumman för huvudkriterierna och anses därmed vara lika viktigt som ***risker*** och ***leveranssäkerhet.***

Viktningen av underkriterier för kvalitet har gjorts med följande fördelning och motivering:

- ***Alternativet har råvatten av god kvalitet*** ***50 %***
- ***Alternativet har råvatten av stabil kvalitet*** ***50 %***

Risker anses vara ett huvudkriterium av vikt eftersom förekomst av risker kan medföra att alternativ anses vara opassande eller otillförlitliga ur ett vattenförsörjningsperspektiv. Detta kriterium utgör 20 % av totalsumman för huvudkriterierna. ***Risker*** anses vara ett lika viktigt huvudkriterium som ***kvalitet*** och ***leveranssäkerhet***.

Viktningen av underkriterier för risker har gjorts med följande fördelning och motivering:

- *Alternativet är inte utsatt för stor risk* *50 %*

Risker i närheten av vattentäkter kan ha en stor påverkan och i värsta fall stoppa användningen av en vattentäkt. Därför bedöms underkriteriet beträffande om alternativet är utsatt för risk som det viktigaste.

- *Alternativet kan motstå/fördröja effekterna av en riskhändelse* *20 %*

Naturliga förutsättningar för att minska påverkan från olika riskhändelser är något som kan motivera till att ett alternativ höjs i en jämförelse med andra alternativ. Det är däremot inte lika väsentligt som förekomsten av själva risken och därför viktas detta underkriterium lägre än ovanstående underkriterium.

- *Riskhändelser kan reduceras/elimineras* *30 %*

Hanterbarheten av risken från ett tekniskt, fysiskt eller juridiskt perspektiv är något som även kan spela stor roll för olika alternativs lämplighet. Underkriteriet anses viktigare än möjligheten till att motstå/fördröja effekterna av en riskhändelse. Detta eftersom en eliminering eller reducering av risken innebär att sannolikheten för inträffande sänks eller tas bort istället för att tillfälligt motarbetas. Underkriteriet viktas dock lägre än underkriteriet beträffande om alternativet är utsatt för risk.

Leveranssäkerhet anses vara ett huvudkriterium som ska ha klar betydelse i bedömningen av respektive alternativs lämplighet som reservvattenlösning. God leveranssäkerhet tyder på ett robust system med bra förutsättningar för att klara ytterliga händelser och störningar. Detta kriterium utgör 20 % av totalsumman för huvudkriterierna och anses därmed vara lika viktigt som ***risker*** och ***kvalitet.***

Viktningen av underkriterier för leveranssäkerhet har gjorts med följande fördelning och motivering:

- *Alternativet innebär att leverans kan ske från annan råvattenkälla vid förorening i Göta älv* *30 %*

Att alternativet innebär att leverans kan sker trots produktionsstopp i Kungälvs vattenverk anses vara mest prioriterat, eftersom detta scenario kan få allra alvarligast konsekvenser samtliga brukare i kommunen.

- *Alternativet innebär att leverans fortfarande kan ske vid avbrott som omöjliggör leverans ut från Kungälvs vattenverk* *40 %*

Möjligheten till leverans vid förorening i Göta älv rankas näst högst då även detta scenario kan få stora konsekvenser för samtliga brukare i kommunen. Denna händelse

bedöms dock inte som lika kritisk som ett stopp i vattenproduktion eftersom det förväntas finnas större råvattenreserver än renvattenreserver att tillgå.

- ***Alternativet innebär att leverans fortfarande kan ske vid ledningsbrott*** ***20 %***

Att alternativet kan klara leverans vid händelse av ledningsbrott rankas som de tredje viktigaste kriteriet. Denna händelse förväntas inte i normalfallet påverka samtliga brukare och avbrottet bedöms inte bli lika långvarigt som för ovan nämnda kriterier. Detta kriterium måste det alltid finnas beredskap för oavsett alternativ.

- ***Kungälvs kommun ansvarar och kan påverka hela systemlösningen från källa till abonnent*** ***10 %.***

Att kommunen ansvarar för och kan påverka hela systemlösningen anses inte lika viktigt som övriga kriterier eftersom det erfarenhetsmässigt inte har funnits stora problem beträffande dessa frågor. Dessutom kan kommunen, i relativt stor utsträckning, påverka och jobba för att lösa frågor beträffande rådighet.

10.6.7 Analys av resultat med viktning

En sammanställning av resultaten med viktning, utan kostnader visas i Tabell 19. Drypesjön är även med viktning det alternativ som erhåller högst summerad poäng men samtliga alternativ ligger fortfarande nära varandra (18-23,3 poäng).

Tabell 19. Sammanställning av bedömningar av alternativa reservvattenlösningar med hänsyn till viktningskriterierna.

Kriterium	Alt. 1(b) Köpa från Göteborg	Alt. 2 Råvatten från Ale kommun	Alt. 4 Råvatten från Drypesjön	Alt. 5 Råvatten från Romesjön	Alt. 6a (Kungälvs vattenverk)	Alt. 6b (Lysegården vattenverk)	Alt. 8 Dösebacka grundvatten	Viktning
Vattnets kvalitet	*1,5*	*1,5*	*1,5*	*1*	*2,5*	*2,5*	*2*	*20 %*
Risker	*1,9*	*2*	*2,8*	*2,8*	*1*	*1*	*1,3*	*20%*
Alternativet har kapacitet att täcka upp för vattenbehovet	*2,33*	*2,67*	*2,67*	*2,33*	*2*	*2*	*2*	*40%*
Alternativet innebär att	*2,3*	*2*	*2*	*2*	*1,8*	*2,6*	*2*	*20%*

leverans fortfarande kan ske vid ett avbrott								
SUMMA med viktning	**20,7**	**21,7**	**23,3**	**20,9**	**18,6**	**20,2**	**18,6**	

Alternativ 4 – Råvatten från Drypesjön är det alternativ som genomgående erhåller höga poäng även vid andra viktningar. Alternativet erhåller högst värde om samtliga huvudkriterier viktas lika, om huvudkriteriet ***Risker*** värderas högst (40 % och övriga kriterier 20 % vardera) och om huvudkriteriet för leveranssäkerhet viktas högst (40 % och övriga kriterier 20 % vardera). Däremot kommer Drypesjön enbart på andra plats om kvalitét viktas högst (40 %, och övriga kriterier 20 % vardera). Detta kan förklaras av att ***Alternativ 6b - Lysegården*** som då hamnar på första plats, består av grundvatten med en bättre och stabilare kvalitet än ett ytvatten. Skillnaden är dock extremt liten eftersom Alternativ 6a - ***Lysegården*** kommer efter Drypesjön. Det som slår igenom är ***Alternativ 6b***:s höga poäng inom leveranssäkerhet, för delkriteriet beträffande avbrott i Kungälvs vattenverk.

Genom att vikta kapaciteten högst av huvudkriterierna kommer alternativen som består av ytvatten att lyftas fram, även om kapaciteten i sig är okänd. I förhållanden till kapaciteten hos grundvattenalternativen kommer det ändå att väga över. På samma sätt så lyfts, som tidigare nämnt, grundvattenalternativen av en högre viktning av ***Kvalitet***, då dess kvalitet är bättre och stabilare än ytvatten under förutsättning att magasinet inte förorenas eller påverkas negativt.

En högre viktning av kriteriet som hanterar levererassäkerheten ger minst spridning av alternativen då poängen i detta huvudkriterium har minst spridning. Detta beror på att fyra av sju alternativ har samma bedömningspoäng inom detta huvudkriterium, och även om avbrott i vattenverket viktas högst dras de två alternativ som har höga poäng i det delkriteriet ner av lägre poäng i delkriteriet om avtal.

För huvudkriteriet för kapacitet har samtliga tre scenarios viktats lika. Om man däremot skulle säga att eftersom alla ändå uppfyller Scenario 1 kan den nedprioriteras till 10 % till förmån för ***Scenario 3*** som då blir 57 %. Resultatet blir att samtliga alternativ får lägre poäng men skillnaden mellan de två översta alternativen (***Alternativ 2*** och ***Alternativ 4***) och övriga ökar.

Resultatet av multikriterieanalysen och genomförd viktning anses lyfta fram ***Alternativ 4 – Råvatten från Drypesjön***, då denna får höga poäng oavsett viktning. ***Alternativ 2 – Råvatten från Ale kommun*** erhåller också höga poäng och har i alla bedömningar utom en samma poäng som ***Alternativ 4***. Skillnaden ligger i bedömningen av ”Risker” där ***Alternativ 2*** erhållit ”Osäkra” medan ***Alternativ 4*** erhållit ”Goda”. Som nämnt ovan har dock ***Alternativ 2 – Råvatten från Ale kommun*** ytterligare två kriterier som klassats som osäkra, medan ***Alternativ 4 – Råvatten från Drypesjön*** enbart har ett.

Kostnaderna för de olika alternativen är de som använts ovan för resultatet utan viktning. Genom att använda Resultatet i Tabell 17 och Tabell 19 och dividera respektive alternativs slutsumma med alternativets kostnadspoäng erhålls en bedömning som även tar hänsyn till kostnaderna för alternativen vid jämförelsen. Bedömningen i Tabell 20 kan ses som en

mycket grov uppskattning av alternativens nytta/enhetskostnad, med hänsyn taget till viktningen ovan.

Tabell 20. Resultat av poängsumman dividerat med bedömd kostnad, med viktning.

	Alt. 1(b) Köpa från Göteborg	Alt. 2 Råvatten från Ale kommun	Alt. 4 Råvatten från Drypesjön	Alt. 5 Råvatten från Romesjön	Alt. 6a (Kungälvs vattenverk)	Alt. 6b (Lysegården vattenverk)	Alt. 8 Dösebacka grundvatten
Summa	20,7	21,7	23,3	20,9	18,6	20,2	18,6
Kostnad	3	3	3	3	3	3	2
Resultat	6,91	7,22	7,76	6,98	6,2	6,73	9,3

Alternativet med mest nytta per enhetskostnad är ***Alternativ 8 – Dösebacka grundvatten*** som uppvisar ett högre värde i jämförelse med de andra. Detta uppkommer till följd av att alternativet har ”Måttliga” kostnader och samtliga andra ”Höga”. Detta innebär att oavsett resultat med eller utan viktning kommer Dösebacka alltid vara det som får högst nytta per enhetskostnad. Dock ska det tas med i beaktande att detta är en grov bedömning av alternativens nytta per enhetskostnad, och att de uppskattade kostnaderna enbart inkluderar kostnader för anläggande, inte drift eller underhåll.

11 Slutsatser

11.1 Prioriterade och icke prioriterade vattenförekomster

Kungälvs kommun har endast ett fåtal vattenresurser av den kapacitet som behövs för att ordna den allmänna vattenförsörjningen. Därmed inte sagt att flera av vattenförekomsterna i kommunen skulle kunna användas till småskaliga gemensamma och enskilda lösningar. Vilka av förekomsterna som är värda att prioritera ur ett planeringsperspektiv är även det en avvägning mot kapaciteterna och behovet av dem som vattentäkt.

Kungälvs kommun arbetar redan med behovet av att skydda de befintliga vattentäkterna vilka även är de som identifieras som prioriterade vattenförekomster. Dessa förekomster är:

- Göta älv
- Dösebacka grundvattentäkt
- Drypesjön och Duvesjön
- Lysegården grundvattentäkt
- Pjäxedammen, Smörsundsdammen och Käftedammarna

Ovanstående vattenförekomster klassas redan idag som skyddade områden i och med deras befintliga vattenskyddsområden även om dessa idag inte är upprättade enligt dagens standard och metodik. Undantagna är Göta älv, Drypesjön och Duvesjön som i dagsläget saknar vattenskydd. Arbete pågår dock för att uppdatera och förbättra skyddet för dessa vattenförekomster. Arbetet med vattenskydd för Göta älv drivs på regional nivå medan Kungälvs kommun äger frågan beträffande vattenskydd för Drypesjön och Duvesjön.

11.2 Framtida enskilda vattenförsörjningen

Kungälvs kommun har påbörjat en stor utbyggnad av VA-nätet inom kommunen och avser att inkludera fler områden i kommunen till den allmänna VA-anläggningen. Detta kommer på sikt innebära att flera tusen personer som idag har enskilda lösningar med bristande funktion och kvalitet kommer erhålla säkert dricksvatten och minskad miljöpåverkan i sin närmaste miljö. Då de naturliga förutsättningarna i Kungälvs kommun, framför allt längs kusten, är mindre bra för grundvattenuttag på grund av saltvatteninträngning får detta ses som en stor vinst gällande inte bara hälsoaspekten men även sett utifrån social hållbarhet.

På samma sätt kommer antalet enskilda avlopp minska och belastningen på miljö och framförallt kusten kommer att minska.

Enskilda lösningar kommer alltid att finnas och fungera olika bra. Kommunen måste i sin dialog med fastighetsägare med enskilda lösningar vara tydlig med respektive fastighetsägares ansvar och skyldigheter. Men kommunen ska även kunna användas som rådgivare för frågor gällande enskilda lösningar.

11.3 Framtida allmänna vattenförsörjningen

Kungälvs kommun har med beslutet att bygga Kungälvs vattenverk bestämt sig för att den ordinarie allmänna dricksvattenförsörjningen ska ske från Göta älv via Kungälvs vattenverk. De allmänna täkterna Marstrand och Lysegården finns kvar tills vidare.

Eventuellt behov av nödvattenförsörjning kommer att ske från tankar, men en detaljerad plan för hur detta ska gå till saknas idag.

Multikriterieanalysen för reservvattenalternativen har visat att det finns ett antal möjligheter som bör undersökas noggrannare innan förslag till beslut om reservvatten kan lyftas fram. Analysen förespråkar resultatmässigt de två alternativen med råvatten från ytvatten: Drypesjön och råvatten från Sköldsån i Ale kommun. Mycket är oklart kring alternativen och dess kapacitet varför närmare och noggrannare undersökningar av alternativen bör göras innan beslut om vilket reservvattenalternativ som ska användas tas.

12 Åtgärdsförslag

Förestående avsnitt beskriver det behov av åtgärder som finns för Kungälvs kommun både gällande den framtida allmänna och enskilda vattenförsörjningen. De identifierade åtgärderna som föreslås listas i följande punkter:

- Ta fram en beredskapsplan innefattande bl.a. nödvattenhantering
- Ta fram en regional modell för reserv- och nödvatten
- Utreda möjligheterna att ta råvatten från Drypesjön
- Utreda möjligheterna att ta råvatten från Dösebacka grundvattentäkt
- Utreda möjligheterna att ta råvatten från Ale kommun
- Utreda möjligheterna att erhålla renvatten från Göteborg
- Teckna avtal för vattenleverans mellan Kungälv och Stenungssund
- Utreda klimatförändringarnas inverkan på Kungälvs samlade vattenförsörjning
- Utveckla säkerheten för gemensamma och enskilda vattentäkter:
    - Utöka information och rådgivning beträffande enskild vattenförsörjning
    - Se över riktlinjer gällande bedömning av enskilda vattentäkter
    - Inventera viktiga strategiska vattentäkter för enskild vattenförsörjning
    - Inventera vattentäkter enligt vattenförvaltningsförordningen

För att göra det möjligt att planera in föreslagna åtgärder så görs en bedömning beträffande respektive åtgärds prioritet och resursåtgång. För dessa kriterier används en poängskala med tre steg enligt:

Bedömning för Prioritet

Bedömning	*Förklaring*	*Poäng*
Hög prioritet	*Åtgärden bör utföras inom 1-3 år*	*3*
Måttlig prioritet	*Åtgärden bör utföras inom 3-5 år*	*2*
Låg prioritet	*Åtgärden bör utföras inom 5-10 år*	*1*

Bedömning för Resursåtgång

Bedömning	*Förklaring*	*Poäng*
Låg resursåtgång	*Åtgärden kräver mellan 0-200 timmars arbete*	*3*
Måttlig resursåtgång	*Åtgärden kräver mellan 200-500 timmars arbete*	*2*
Hög resursåtgång	*Åtgärden kräver över 500 timmars arbete*	*1*

Vissa åtgärder är mer omfattande än andra och olika åtgärder kommer resursmässigt att belasta olika verksamheter inom kommunen. Olika åtgärder behöver inte nödvändigtvis ha inbördes beroenden, vilket innebär att flera åtgärder kan ske inom samma tidshorisont. Graderingen beträffande prioritet och resursåtgång är i första hand tänkta att utgöra ett stöd i planeringen av åtgärderna. Under avsnitt 12.13 följer en sammanställning beträffande bedömningar för samtliga föreslagna åtgärder.

12.1 Beredskapsplanering

Det har slagits fast att Kungälvs kommun har ett förestående behov av en planering för att beskriva hur kommunen behöver agera i situationer som innefattar begränsningar i möjligheterna till vattenleverans. I dagsläget finns endast viss information och vissa instruktioner att tillgå i form av en så kallad beredskapspärm. En övergripande beredskapsplan ses därför som ett prioriterat förslag till åtgärd som behöver få utrymme i kommande budgetplanering. Planen behöver bland annat innefatta följande:

- Beslutssystem för stängning av råvattenintaget i Göta älv
- Reglering av vattenleverans mot abonnenter och grannkommuner
- Informationsspridning vid olika scenarion
- Upprättande av nödvattenplan
- Åtgärder vid förorening eller utsläpp i närhet av vattentäkter

En kommunal beredskapsplan behöver även belysa det regionala perspektivet och innehållet i planen bör därför anpassas till GR:s regionala planering beträffande vattenförsörjning. Det är viktigt att informationen som tas upp i beredskapsplanen är känd för alla parter som kan tänkas beröras, såsom exempelvis grannkommuner, abonnenter och avtalskunder.

Beredskapsplanering	
Prioritet	Hög
Resursåtgång	Hög

12.2 Modell för reservvattenförsörjning

Det har framkommit att det i dagsläget saknas en tydlig och samlad bild beträffande Kungälvs kommuns möjligheter till reservvattenförsörjning. Dessutom behöver effekterna av potentiella framtida reservvattenbidrag från omgivande kommuner (Göteborg, Stenungsund, Tjörn och Ale) undersökas. Därför ingår framtagandet av en modell med avseende på reservvattenförsörjning som ett av åtgärdsförslagen för den allmänna vattenförsörjningen. En sådan modell är av intresse för att säkra upp kommunens behov av reservvatten och kan

samtidigt vara av värde för övriga kommuner inom regionen. Modellen är tänkt att ge ytterligare underlag till de systemförslag som tas upp i denna plan samtidigt som olika lösningar kan prövas i kombination med varandra.
Förutsättningar som bör ingå och prövas i modellen är:

- Stödmatning till och från Stenungsund
- Stödmatning till och från Göteborg
- Ytterligare uttag i Lysegården
- Grundvattenmagasin i Dösebacka
- Överföring av råvatten från Drypesjön till Kungälvs vattenverk
- Överföring av råvatten från Ale kommun till Kungälvs vattenverk

Regional modell för reserv- och nödvatten	
Prioritet	Måttlig
Resursåtgång	Måttlig

12.3 Utredning beträffande råvatten från Drypesjön

Ett av de reservvattenalternativ som anses vara intressanta att undersöka vidare är att förse Kungälvs vattenverk med råvatten från Drypesjön. Ett förslag på åtgärd är därför att ta fram en undersökning beträffande kapacitet och möjlighet till ökat uttag från sjön. I en sådan undersökning bör också ingå studier kring möjligheterna att använda vatten från Drypesjöns omgärdande sjöar och sjösystem, som en resurs för framtida reservvattenförsörjning.

Det finns idag ingen utförlig riskanalys beträffande Drypesjön som reservvattentäkt. De bedömningar som gjorts i denna vattenförsörjningsplan har genomförts i syfte att på ett mycket förenklat sätt värdera den samlade risken för alternativet. Därför behöver en utförligare riskanalys inkluderas i denna åtgärd. Dessutom behöver en mer ingående kostnads-nytto-analys tas fram för att bättre bedöma alternativet.

Utredning beträffande råvatten från Drypesjön	
Prioritet	Hög
Resursåtgång	Måttlig

12.4 Utredning beträffande råvatten från Dösebacka grundvattentäkt

Reservvattenalternativet som innefattade användande grundvatten från Dösebacka erhöll högst nytta per enhetskostnad av samtliga utredda alternativ. Det finns idag befintliga anläggningar för upptag av grundvatten vid Dösebacka. För att se till att befintliga anläggningar (pumpar, brunnar etc.) kan tas till vara på bästa sätt, så anses det lämpligt att utreda förutsättningarna för alternativet inom snar framtid. För att slå fast vilka möjligheter som finns att använda Dösebacka grundvattentäkt som reservvattenresurs så krävs en kapacitetsutredning för täkten. Utredningen bör belysa vilken möjlighet till uttag som finns under förutsättning att infiltrationen upphör. Förslagsvis kan detta utföras genom att en utförligare utredning med provpumpning genomförs. Dessutom behöver möjligheterna till att använda grundvatten i Kungälvs vattenverk undersökas.

Det finns idag ingen utförlig riskanalys beträffande Dösebacka som reservvattentäkt. De bedömningar som gjorts i denna vattenförsörjningsplan har genomförts i syfte att på ett förenklat sätt värdera den samlade risken för alternativet. Därför behöver en utförligare riskanalys inkluderas i denna åtgärd. Dessutom behöver en mer ingående kostnads-nytto-analys tas fram för att bättre bedöma alternativet.

Utredning beträffande råvatten från Dösebacka grundvattentäkt	
Prioritet	Hög
Resursåtgång	Måttlig

12.5 Utredning beträffande råvatten från Ale kommun

När analys av alternativen utfördes utan hänsyn till kostnader så fick alternativet beträffande att använda råvatten från Ale kommun den näst högsta totalpoängen. För att vidare kunna bedöma möjligheterna till att erhålla reservvatten från Ale kommun så krävs undersökning beträffande förutsättningarna för uttag ur Sköldsån och upprättande av erforderliga anläggningar, därför föreslås att en sådan undersökning tas fram.

Det finns idag ingen utförlig riskanalys beträffande råvattenuttag från Ale kommun. De bedömningar som gjorts i denna vattenförsörjningsplan har genomförts i syfte att på ett förenklat sätt värdera den samlade risken för alternativet. Därför behöver en utförligare riskanalys inkluderas i denna åtgärd. Dessutom behöver en mer ingående kostnads-nytto-analys tas fram för att bättre bedöma alternativet.

Utredning beträffande råvatten från Ale kommun	
Prioritet	Måttlig
Resursåtgång	Måttlig

12.6 Utredning beträffande renvatten från Göteborg

Sett ur ett regionalt perspektiv skulle en sammankoppling mellan Kungälvs och Göteborgs vattensystem potentiellt sett kunna vara ett bra sätt för att uppnå ökad redundans för båda kommunerna. Alternativet fick inte den högsta totalpoängen i gjorda bedömningar men anses ändå kunna utgöra ett viktigt komplement till de vattenresurser som ligger inom Kungälvs kommun. Detta motiverar att alternativet ses över och utredas ytterligare. Det som behöver utredas är i synnerhet lösningens kostnader och kostnadsfördelningen mellan kommunerna samt vilken ledningssträckning som är mest fördelaktig sett till olika förutsättningar.

Utredning beträffande renvatten från Göteborg	
Prioritet	Måttlig
Resursåtgång	Måttlig

12.7 Avtal med Stenungsund gällande vattenleverans

Arbete för att uppnå upprättande av avtal beträffande mellankommunal vattenförsörjning är av stor vikt. I synnerhet behövs snarast ett avtal beträffande vattenleverans till/från Tjörn och Stenungsund utarbetas och antas. Detta avtal bör även reglera frågor rörande stödmatning från Stenungsund mot Kungälv.

Avtal med Stenungsund gällande vattenleverans	
Prioritet	Hög
Resursåtgång	Låg

12.8 Utredning beträffande klimatförändringar

Att klimatet förändras är ett faktum. Som en viktig del i det långsiktiga strategiska arbetet rörande Kungälvs vattenförsörjning så krävs en bättre kunskap beträffande klimatförändringarnas inverkan på allmänna och enskilda vattenresurser samt tillhörande anläggningar. Därför rekommenderas att en utredning tas fram i ämnet. Utredningen bör behandla klimatförändringarnas påverkan med avseende på följande punkter:

- Råvattenkvalitet och råvattenkapacitet för allmän och enskild vattenförsörjning
- Funktion och tillgänglighet för anläggningar inom allmän och enskild vattenförsörjning
- Krav på beredskap och åtgärdsplanering

Utredning beträffande klimatförändringar	
Prioritet	Hög
Resursåtgång	Måttlig

12.9 Information och rådgivning beträffande enskild vattenförsörjning

Miljö- och byggnadsnämnden har enligt förvaltningslagen och miljöbalken en skyldighet att genom rådgivning information och liknande verksamhet skapa förutsättningar för att balkens ändamål ska kunna tillgodoses. Fastighetsägaren, brunnsägaren eller en ägarförening är ansvariga verksamhetsutövare och därmed ansvariga för driften, vattenkvaliteten och skötsel av de enskilda anläggningarna. För att förbättra rådgivningen bör en översyn och utvärdering ske av hur miljö- och byggnadsnämnden på bästa sätt når fram med information om skötsel, provtagning och så vidare.

Information och rådgivning beträffande enskild vattenförsörjning	
Prioritet	Hög
Resursåtgång	Låg

12.10 Riktlinjer gällande bedömning för enskilda vattentäkter

Miljöenhetens nuvarande handläggningsrutiner för bedömning av vattenförsörjning av nya bostäder behöver revideras.

Riktlinjer gällande bedömning för enskilda vattentäkter	
Prioritet	Hög
Resursåtgång	Låg

12.11 Inventera strategiska vattentäkter

Kommunen behöver inventera mindre vattentäkter som kan vara strategiskt viktiga resurser ur ett samhällsbyggnadsperspektiv.

Inventera strategiska vattentäkter	
Prioritet	Hög
Resursåtgång	Låg

12.12 Inventera vattentäkter enligt vattenförvaltningsförordningen

Enligt vattenförvaltningsförordningen (2004:660) som bygger på EU:s ramdirektiv för vatten, så har kommunerna ett ansvar att tillse att vattentäkter som inte är kommunala, men som försörjer fler än 50 personer eller där vattenuttaget är mer än 10 m^3/dag, har god kemisk status och god kvantitativ status och ett långsiktigt skydd. För att detta ska kunna genomföras krävs att en inventering sker.

Inventera vattentäkter enligt vattenförvaltningsförordningen	
Prioritet	Hög
Resursåtgång	Låg

12.13 Sammanställning över åtgärdsförslag

Tabell 21 visar en sammanställning över respektive åtgärdsförslags bedömda prioritet och resursåtgång. Bedömningen är tänkt att utgöra ett stöd i planeringen av åtgärderna.

Tabell 21. Sammanställning över respektive åtgärdsförslags prioritet och resursåtgång

Åtgärd	Prioritet	Resursåtgång	Poängsumma
Beredskapsplanering	Hög	Hög	4
Modell för reservvattenförsörjning	Måttlig	Måttlig	4
Utredning beträffande Drypesjön	Hög	Måttlig	5
Utredning beträffande Dösebacka grundvattentäkt	Hög	Måttlig	5
Utredning beträffande reservvatten från Ale kommun	Måttlig	Måttlig	4
Utredning beträffande reservvatten från Göteborg	Måttlig	Måttlig	4
Avtal med Stenungsund beträffande vattenleverans	Hög	Låg	6
Utredning beträffande klimatförändringar	Hög	Måttlig	5
Information och rådgivning beträffande enskild vattenförsörjning	Hög	Låg	6
Riktlinjer gällande bedömning för enskilda vattentäkter	Hög	Låg	6
Inventera strategiska vattentäkter	Hög	Låg	6
Inventera vattentäkter enligt vattenförvaltningsförordningen	Hög	Låg	6

KUNGÄLVS KOMMUN

13 Levandegöra

Vattenförsörjningsplanen ska revideras en gång per mandatperiod och i samband med detta beslutas i Kommunstyrelsen. Revideringen ska säkerställa att samtliga delar av planen är aktuella och att tillkommande relevant information lyfts in. Eventuella förslag på revideringar ska lämnas till den person på VA-teknikenheten som utsetts till ansvarig för vattenförsörjningsplanen. En sådan person ska vid varje tillfälle finnas utsedd.

De investeringar som vattenförsörjningsplanen medför ska arbetas in i VA-verksamhetens årsbudget, vilken beslutas politiskt varje år.

14 Uppföljning

Uppföljning beträffande vattenförsörjningsplanens resultat sker genom att effekter av föreslagna åtgärder följs upp och bedöms. Målsättningen för vattenförsörjningsplanen bör vara att de mest prioriterade åtgärderna genomförs. Ytterligare en viktig del att följa upp är hur planen används inom kommunens verksamhet.

15 Referenser

Aqualog. (2009). Utredning av VA-status samt vattentillgång för Ulvesund, Kungälvs kommun, 2009-10-02.

Bergab. (2001). ***Kungälvs kustzon, Undersökning av grundvattentillgång.***

Bergab. (2013). ***Gullbringa Golf & Country Club Hydrogeologiskt utlåtande.***

DHI. (2014). ***PM 2014:1 - Framtida huvudledningsnät i Kungälvs vattendistributionssystem.*** Göteborg .

DHI. (2015). ***Modellering av Dösebackas anläggning för konstgjord infiltration - Optimering av infiltration och uttag (Uppdragsnummer 12802822).*** Göteborg: DHI Sverige AB.

EU. (2000). Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG. ***2000/60/EG***(22.12.2000 SV). Europeiska gemenskapernas officiella tidning. Hämtat från http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5c835afb-2ec6-4577-bdf8-756d3d694eeb.0011.02/DOC_1&format=PDF den 27 januari 2016

GF Konsult. (1998). ***Stenungsunds kommun - Skyddsplan för ytvattentäkt Stora Hällungen (Uppdragsnummer 215468).*** Göteborg: GF Konsult AB.

GR. (2014). Vattenförsörjningsplan för Göteborgsregionen. Göteborg : Göteborgsregionens kommunalförbund . Hämtat från http://www.grkom.se/download/18.351453e1148ec696bc576480/1424273145348/RVFP_GR_huvudrapport_15-09-2014_tryck.pdf den 28 januari 2016

Göteborgs Stad. (2012). Miljörapport - En beskrivning av miljötillståndet i Göteborg. Göteborg, Västra götaland, Sverige. Hämtat från http://www.e-magin.se/v5/companyfolder/Goteborg_Stad_671/Miljorapport(1-2013)/Miljorapport.pdf den 17 december 2015

Göteborgsregionens kommunalförbund. (den 28 02 2016). ***Vattenskyddsområde för Göta älv***. Hämtat från Vattenskydd - GR: http://www.grkom.se/toppmenyn/dettajobbargrmed/miljosamhallsbyggnad/miljo/vattenvard/vattenskyddsomrade.4.1e5c8b7b131d3ab063580003512.html

Havs- och vattenmyndigheten. (2015). ***www.havochvatten.se***. Hämtat från https://www.havochvatten.se/hav/samordning–fakta/data–statistik/officiell-statistik/officiell-statistik–havs–och-vattenmiljo/nitrat-i-grundvatten.html den 15 december 2015

Hulling , R. (2015). Ansökan om tillstånd till urbruktagande av grundvattentäkt på fastigheten Kungälv Kastellegården 1:22 enligt 11 kap. miljöbalken (1998:808). Göteborg: Stangdell & Wennerqvist.

Kretslopp och vatten. (2013). Svar på fråga kring dricksvattenförsörjning av Kungälv från Göteborg. ***KS2013/703.*** Göteborg.

Kungälvs kommun (A). (2014). Avtal om vattenleverans (Dnr: KS2013-1922-1). Kungälv.

Kungälvs kommun (A). (2015). Sammanträdesprotokoll - Kommunfullmäktige (Dnr KS2013/564). Kungälv. Hämtat från http://www.kungalv.se/siteassets/dokument/kommun-och-politik/protokoll-och-handlingar/protokoll/kommunfullmaktige/2015/2015-02-05.pdf den 4 februari 2016

Kungälvs kommun (B). (2014). Intentionsavtal om utbyggnad av VA-system (Dnr: KS2014-129-6). Kungälv.

Kungälvs kommun (B). (2015). Verksamhetsrapport tertial 2 2015 - Kommunledningssektor. Kungälv. Hämtat från http://www.kungalv.se/siteassets/dokument/kommun-och-politik/ekonomi/tertialrapprot-2-2015/kommunledningssektorn.pdf den 11 mars 2016

Kungälvs kommun (C). (2014). Byggnation av vattenverk vid Dösebacka (Dnr: KS2014/881). Kungälv: Kommunfullmäktige.

Kungälvs kommun (C). (2015). ***Befolkningsprognos 2015-2019 med utblick mot 2024.*** Kungälv.

Kungälvs kommun (D). (2014). ***Egenkontroll med driftinstruktioner Lysegårdens VV, Anläggningsbeskrivning - Beskrivning av Lysegårdens VV, EK-4.1.***

Kungälvs kommun (D). (2015). ***VA-översikt.*** Kungälv.

Kungälvs kommun (E). (2015). Lokala föreskrifter för att skydda människors hälsa och miljön. Kungälv. Hämtat den 03 december 2015

Kungälvs kommun (F). (2015). Tillstånd för spridning av bekämpningsmedel inom Lysegårdens golfbana, fastigheten Lysegården 1:1 i Kungälvs kommun (Dnr: MOBNM-2015-764). Kungälv.

Kungälvs kommun (G). (2015). Yttrande över tillstånd för fortsatt och utökad täkt av grus och berg med tillhörande verksamheter samt jordframställning på fastikheterna Sandlid 1:1 och 1:2 i Kungälvs kommun (Dnr: KS2014/2303). Kungälv.

Kungälvs kommun. (1996). ***Vattenöversikt för Kungälvs kommun.***

Kungälvs kommun. (2005). ***Egenkontroll med driftinstruktioner Marstrands vattenverk.***

Kungälvs kommun. (2012). Konsekvensbeskrivning av översiktsplanen - Antagen av kommunfullmäktige 2012-01-19. Kungälv . Hämtat från http://www.kungalv.se/contentassets/5410e69f8bf74561a896bb620a2c6cad/konsekvensbeskrivning.pdf den 28 januari 2016

Kungälvs kommun. (2016). ***Risk- och sårbarhetsanalys Kungälvs kommun 2016-2019.*** Kungälv.

Livsmedelsverket . (2015). ***www.livsmedelsverket.se***. Hämtat från http://www.livsmedelsverket.se/matvanor-halsa–miljo/egen-brunn/dricksvattenkvalitet—egen-brunn/ den 15 december 2015

Livsmedelsverket (A). (2015). ***www.livsmedelsverket.se***. Hämtat från http://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/metaller1/uran/ den 15 december 2015

Livsmedelsverket (B). (2015). ***www.livsmedelsverket.se***. Hämtat från http://www.livsmedelsverket.se/om-oss/press/nyheter/pressmeddelanden/nya-regler-om-radioaktivitet-i-dricksvatten/ den 15 december 2015

Livsmedelsverket. (2001). ***Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten (SLVFS 2001:30).***

Livsmedelsverket. (2005). ***Beredskapsplanering för dricksvatten.***

Livsmedelsverket. (2009). ***Kemisk riskprofil för dricksvatten - rapport 14.***

Länsstyrelsen (A). (1992). Skyddsområde och skyddsföreskrifter för Kungälvs kommuns vattentäkt vid Lysegården. ***14 FS 1992:7.*** Göteborg: Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohus län.

Länsstyrelsen (A). (2015). ***www.lansstyrelsen.se***. Hämtat från http://www.lansstyrelsen.se/vastragotaland/sv/miljo-och-klimat/halsoskydd/radon/pages/radon.aspx den 15 december 2015

Länsstyrelsen (B). (1992). Skyddsområde och skyddsföreskrifter för Kungälvs kommuns vattentäkt vid Dösebacka. ***14 FS 1992:4.*** Göteborg: Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohus län.

Länsstyrelsen (B). (2015). ***VISS Vatteninformation Sverige***. (Länsstyrelsen, Producent) Hämtat från http://www.viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterEUID=SE642741-127770 den 17 december 2015

Länsstyrelsen. (1991). Skyddsområde och skyddsföreskrifter för Kungälvs kommuns ytvattentäkt vid Marstrand (Koön) . ***14 FS 1991:61.*** Göteborg : Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohus län .

Länsstyrelsen. (2004). ***Radon - en sammanställning över radonsituationen i kommunerna i Västra Götalands län.*** Länsstyrelsen Västra Götlands län.

Länsstyrelsen. (2009). Åtgärdsprogram för Södra Östersjöns vattendistrikt 2009-2015. Vattenmyndigheten i Södra Östersjöns vattendistrikt vid Länsstyrelsen Kalmar län. Hämtat från http://www.vattenmyndigheterna.se/SiteCollectionDocuments/sv/sodra-ostersjon/beslut-ap/AP_SO_webb.pdf den 17 december 2015

Länsstyrelsen. (2010). ***Skydd av vattentäkter med lokala hälosskyddsföreskrifter - Rapport 2010:61.*** Länsstyrelsen i Västra Götlands län.

Länsstyrelsen. (2013). Regionala underlag för områden av riksintresse för dricksvattenförsörjning i Västra Götalands län - Göteborgs Stads anläggningar för dricksvattenförsörjning. Hämtat från http://www.lansstyrelsen.se/vastragotaland/SiteCollectionDocuments/Sv/samhallsplanering-och-kulturmiljo/planfragor/riksintresse/underlag-dricksvattenforsorjning-gbg.pdf den 17 december 2015

Mark- och miljödomstolen. (2013). Dom rörande ansökan om tillstånd för gemensam grundvattentäkt för uttag av dricksvatten till maximalt 140 fastigheter vid Rörtången i Kungälvs kommun. ***M2425-10.*** Vänersborg: Vänersborgs tingsrätt.

Mark- och miljödomstolen. (2016). Dom i ärende: Ansökan om tillstånd till urbruktagande av grundvattentäkt på fastigheten Kastellegården 1:22 i Kungälvs kommun (Målsnummer: M3199-15). Vänersborg .

Miljökemigruppen (A). (2007). ***Råvattenkvalitet vid Dösebacka vattenverk, Kungälv.***

Miljökemigruppen (B). (2007). ***Flockningsprocess vid Marstrands vattenverk.***

Miljökemigruppen. (2015). ***Dricksvattenberedning vid Marstrands vattenverk - En processkemisk genomlysning (Projektnummer 2015P109).*** Göteborg: Miljökemigruppen i Sverige AB.

Norconsult. (2011). ***Råvattenkvalitet Göta älv (Uppdragsnummer 1013567).*** Göteborg.

Norconsult. (2013). ***Kungälv m.fl. vattenförsörjning. Principförslag för nytt vattenverk i Dösebacka, rev A.***

Ramböll. (2014). ***Mikrobiologiska säkerhetsbarriärer - Lägesrapport efter uppdatering av databas 2014 (Uppdragsnummer 1320009768).*** Uppsala: Ramböll Sverige AB. Hämtat från http://www.svensktvatten.se/Documents/Kategorier/Dricksvatten/Vattenverk%20och%20processer/Mikrobiologiska%20barria%CC%88rer-141210.pdf den 9 mars 2016

Ramböll. (2015). ***PM - Bedömning av maxdygn i Kungälv kommun 2014 och prognos till 2019.*** Göteborg .

Rosén, L. S. (2009). ***Multikriterieanalys (MKA) för hållbar efterbehandling av föroreande områden. Metodutveckling och exempel.*** Programmet Hållbar Sanering. Stockholm: Naturvårdsverket.

SFS. (2006). Lag (2006:412) om allmänna vattentjänster. Sverige. Hämtat från https://www.notisum.se/rnp/sls/lag/20060412.htm den 11 mars 2016

SGI. (2012). Skredrisker i Göta älvdalen i ett förändrat klimat. Linköping. Hämtat från http://www.swedgeo.se/globalassets/publikationer/gota-alvutredningen/gau_slutrapport_del3.pdf den 17 december 2015

SGU (A). (2016). ***www.sgu.se***. Hämtat från http://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-grundvattenmagasin-sv.html den 14 mars 2016

SGU (B). (2016). ***www.sgu.se***. Hämtat från http://www.sgu.se/om-geologi/vatten/ den 26 01 2016

SGU (C). (2016). ***www.sgu.se***. Hämtat från http://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-brunnar-sv.html den 26 januari 2016

SGU (D). (2016). ***www.sgu.se***. Hämtat från http://www.sgu.se/samhallsplanering/planering-och-markanvandning/grundvatten-i-planeringen/klimatforandringar/paverkan/ den 15 februari 2016

SGU. (2015). ***www.sgu.se***. Hämtat från http://www.sgu.se/grundvatten/brunnar-och-dricksvatten/dricksvattenforsorjning-i-kustnara-omraden/ den 15 december 2015

SMHI. (2011). Klimatanalys för Västra Götalands län (Rapportnr: 2011-45). Hämtat från http://www.lansstyrelsen.se/vastragotaland/SiteCollectionDocuments/Sv/miljo-och-klimat/klimat-och-energi/klimatanalys-smhi-vastragotaland.pdf den 17 december 2015

Socialstyrelsen. (2006). ***Dricksvatten från enskilda brunnar och mindre vattenanläggningar,.***

Stenungsunds kommun. (2006). Översiktsplan för Stenungsunds kommun . Stenungsund . Hämtat från http://stenungsund.se/download/18.4f2ee6e61333945c6538000641/1355188867807/3.+Intressen+och+anspr%C3%A5k.pdf den 5 februaari 2016

Sweco (A) . (2015). ***Solberga - Jörlanda överföringsledningar (Uppdragsnummer 1100115000).*** Göteborg: Sweco Environment AB.

Sweco (B). (2015). ***PM – Prognos vattenförsörjning 2015-2050.*** Göteborg: Sweco Environment AB.

Sweco (C). (2015). ***Lysegårdens vattentäkt - Hydrogeologi.*** Sweco Environment AB.

Sweco (D). (2015). ***Kungälv reservvatten - Alternativ Kastellegården.*** Göteborg: Sweco Environment AB.

Sweco (E). (2015). ***Lysegården vattenskyddsområde - TU med förslag till vattenskyddsområde och skyddsföreskrifter - Utkast (Uppdragsnummer 1311703000).*** Göteborg: Sweco Environment AB.

Sweco (F). (2015). ***Marstrands vattenskyddsområde - TU med förslag till vattenskyddsområde och skyddsföreskrifter - Utkast (Uppdragsnummer 1311703000).*** Göteborg: Sweco Environment AB.

Sweco (G). (2015). ***Lysegården vattentäkt: Kommentarer rörande yttrande från Sand och trä 2015-03-12 Dnr 551-19548-2014 (Uppdragsnummer 1312025000).*** Göteborg: Sweco Environment AB.

Sweco (H). (2015). ***Dösebacka vattenskyddsområde - TU med förslag till vattenskyddsområde och skyddsföreskrifter - Utkast (Uppdragsnummer 1311703000).*** Göteborg: Sweco Environment AB.

Sweco. (2010). ***Teknisk beskrivning (TB) till tillståndsansökan för uttag av grundvatten för vattenförsörjning (Uppdragsnummer 1351634).*** Vänersborg: Sweco Environment AB.

Vattenfall Vattenkraft AB. (2014). Ansökan om tillstånd enligt 11 kap miljöbalken för att renovera Ormoskärmen i Nordre älv, Kungälvs och Göteborgs kommuner, Västra Götelands län samt i samband med arbetena tillfälligt avika från vattenhushållningsbestämmelser för Göta älv, Göteborgsgrenen. ***TMN 2013/2320.*** Vänersborg .

VBB Viak. (1991). ***PM angående skyddsföreskrifter för Dösebacka grundvattentäkt.***

Viak AB. (1972). ***PM agående grundvattenförekomsten i Vallerdalen i Romelanda, Kungälvs kommun.***

Viak AB. (1973). ***Gurndvattenundersökningar vid Röd, Kungälvs kommun, Kareby.***

Viak AB. (1977). ***Skålldals vattentäkt, Hydrogeologisk beskrivning över föreslaget skyddsområde.***

WSP. (2014). ***PM-Lysegården - Synpunkter angående tillståndsansökan för fortsatt täktverksamhet (Uppdragsnummer 10203043).*** Göteborg: WSP Sverige AB.

WSP. (2015). ***Rörtången, VA-utredning Del 1 (Uppdragsnummer 10210548).*** WSP Sverige AB.

Västerbygdens vattendomstol. (1953). Dom A 56/1953. Vänersborg.

Övriga referenser

Dahlberg, Olle, Utredare Kretslopp och Vatten, mail den 9 februari 2016

Gierup, Jonas, Brunnsarkivet SGU, mail den 21 oktober 2014

Sondell, Maria, Projektledare VA-teknikenheten - Kungälvs kommun, intervju den 20 januari 2016

Wahlberg, Thor, Civilingenjör Processanläggningar Sweco, intervju den 26 februari 2016