

DEN BLÅ BY

► DEL 2: GRUNDEVAND - APPENDIKS 2015

Udarbejdet af COWI for Københavns Kommune

BILAG 2



**SAMMEN
OM BYEN**

KØBENHAVNS KOMMUNE
Teknik- og Miljøforvaltningen



INDHOLD

COWI

Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby
Telefon 56 40 22 11
E-mail cowi@cowi.dk
Internet www.cowi.dk

BESKRIVELSE AF GRUNDVANDSRESSOURCEN MED HENSYN TIL KVALITET, MÆNGDE OG AKTUEL ANVENDELSE SAMT VURDERING AF ANVENDELSES MULIGHEDER

1	Indledning	3
2	Baggrund	4
2.1	Generelt	
2.2	Hydrogeologiske forhold	
3	Grundvandsressourcens størrelse	6
4	Grundvandets kvalitet	8
5	Muligheder for ressourcens anvendelse	10
5.1	Kriterier for acceptabel indvinding	
5.2	De forskellige anvendelser	
5.3	Bemærkninger vedr. de forskellige anvendelser	
6	Vudering af muligheder for supplerende indvinding	13
6.1	Inddeling i områder	
6.2	Forholdene i hvert af områderne	
	BILAG	
	Bilag A Oppumpninger, 2010	20
	Bilag B Potentialekort, oktober 2011	22
	Bilag C V1 og V2 kortlagte arealer pr. marts 2012	23
	Bilag D Områder for karakterisering af grundvandsressourcen	24

1 Indledning

I nærværende notat beskrives grundvandsressourcen i København og Frederiksberg kommuner mht. mængde, kvalitet og anvendelsesmuligheder. Ressourcens bæredygtighed, de statslige vandplaner, lovbundne afstandskrav samt ressourcens størrelse og kvalitet er sammenholdt.

Notatet indeholder en kvalificering af ressourceopgørelsen i de to kommuner samt en overordnet beskrivelse af indvindingsmuligheder i de forskellige områder af kommunerne.

Udarbejdelsen af notatet er igangsat i forbindelse med kommunernes arbejde med de kommunale vandhandleplaner og vil indgå i arbejdet med prioritering og konkret sagsbehandling i forhold til vandressourcen.

2 Baggrund

2.1 GENERELT

Kommunerne i Danmark har til opgave at forvalte udnyttelsen af grundvandsressourcerne inden for kommunegrænserne, herunder at udstede tilladelser efter bl.a. vandforsyningsloven og miljøbeskyttelsesloven. I forhold til håndtering af vand ved byggeri- og anlæg er generelle regler og retningslinjer i København og Frederiksberg kommune beskrevet i /8/og /9/.

I København og Frederiksberg kommuner er grundvandsressourcen meget knap og under pres, hvilket bl.a. fremgår af de statslige vandplaner /1/ og /2/. Samtidig er der mange forskellige interesser, som på forskellig vis ønsker at gøre brug af grundvandsressourcen i området.

Grundvandsressourcen udnyttes bl.a. til drikkevandsforsyning, og især Frederiksberg Forsynings indvinding på 2,5 mio. m³ vand om året præger potentialebilledet i store dele af Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune. Andre indvindinger trækker også i mindre målestok på grundvandsressourcen, se oversigten over oppumpninger i Bilag A.

Enkelte steder er grundvandet påvirket af større afdræninger for tørholdelse af infrastrukturanlæg, og der forekommer en del afværgepumpninger i området. Yderligere er interessen for grundvandskøling og indvinding af sekundavand voksende, og der forekommer allerede en del af denne type anlæg i Københavns Kommune.

Endelig kan det blive nødvendigt med midlertidig tørholdelse af byggegruber i forbindelse med diverse anlægsarbejder, men her vil grundvandet ofte reinfiltres for at undgå uacceptable påvirkninger af omgivelserne. Særligt kan nævnes, at grundvandssænkning i Indre By generelt er uønsket af hensyn til de gamle bygninger, som kan være funderet på træpæle og sætningssgivende aflejringer. For disse huse er det meget vigtigt med et højt

og stabilt vandspejl i de øvre jordlag. Omvendt kan en hævnning af grundvandspejlet medføre indsvivning af vand i kældre.

I forbindelse med udnyttelsen af grundvandsressourcen i området skal man være opmærksom på, at grundvandsressourcen i København og på Frederiksberg er præget af, at der har været mange aktiviteter gennem tiden og mange, som har bidraget til forurening af grundvandet. Beliggenheden ud til kysten gør desuden, at for kraftig oppumpning let kan føre til en forhøjelse af grundvandets saltindhold.

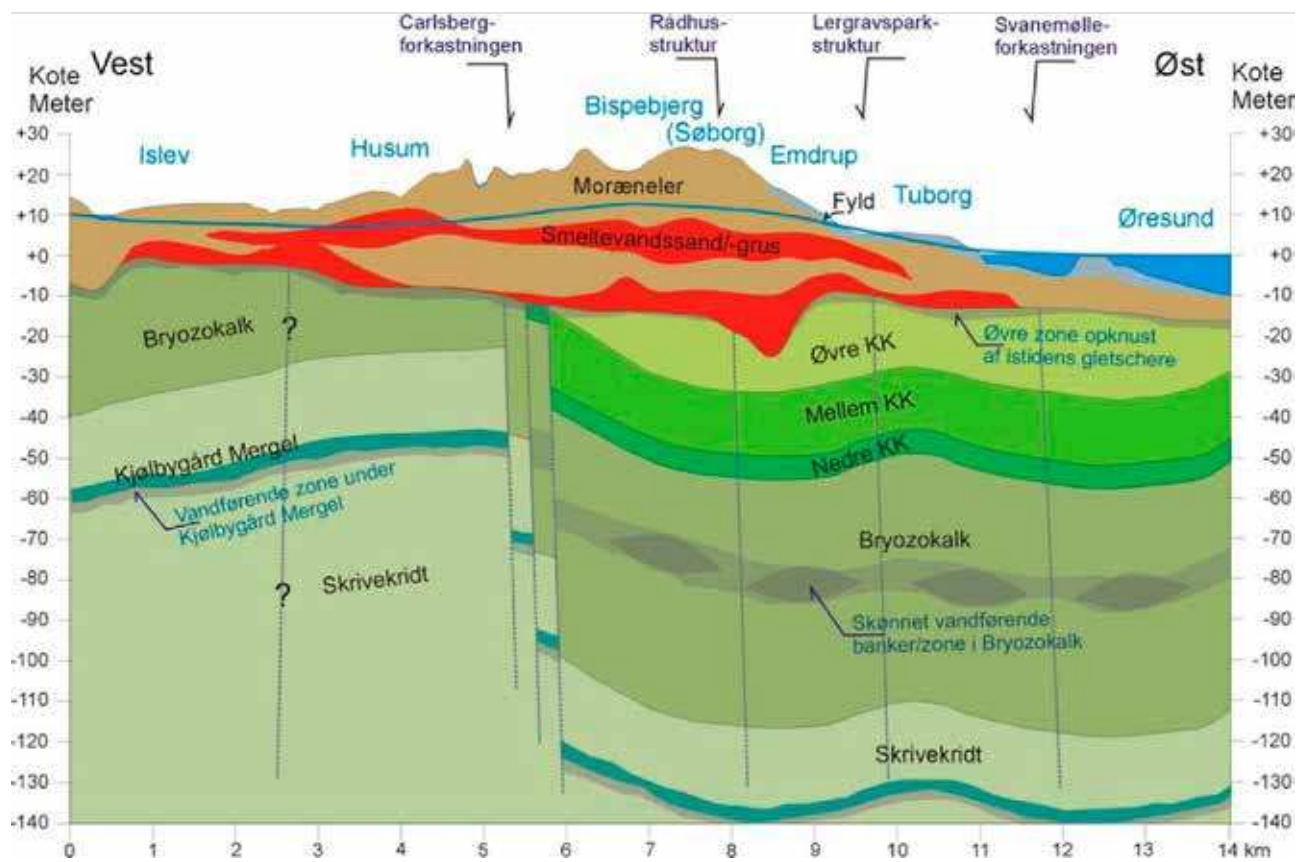
Oppumpning kan også have andre effekter på grundvandets kvalitet. Grundvandsmagasinet under København og Frederiksberg består af kalk, hvor et svingende grundvandsniveau under bestemte forhold kan medføre en uønsket frigivelse af nikkel og arsen.

Endelig er der naturområder, som kan blive påvirket af vandindvinding, og indvindingen i kommunerne på Sjælland lægger generelt et stort pres på vandløb og søer, som f.eks. kan komme til at lide af vandmangel i sommerperioder, se også de statslige vandplaner /1/ og /2/.

2.2 HYDROGEOLOGISKE FORHOLD

Den geologiske lagserie i Københavnsområdet består øverst som oftest af fyld, med en særlig stor mægtighed i områderne nær havnen. Herunder træffes kvartære aflejringer bestående af vekslende lag af moræneler og smeltevandssand, underlejret af kalk, som igen er underlejret af skrivekridt. Den geologiske opbygning er skitseret i Figur 1.

Der ses i Københavnsområdet flere forskellige strukturer og forkastningszoner, hvoraf Carlsbergforkastningen er en af de mest markante



FIGUR 1 Geologisk snit gennem København og Frederiksberg kommuner/4/ og /5/.

forkastninger. Øst for Carlsbergforkastningen består den øvre kalk af Københavnerkalk fra Danien, som er opdelt i øvre, mellem og nedre Københavnerkalk. Herunder træffes bryozokalk også fra Danien og skrivekridt fra Senon. Vest for Carlsberg forkastningen mangler Københavnerkalken, og der træffes formentlig bryozokalk umiddelbart under de kvartære aflejringer.

Grundvandet indvindes typisk fra den øvre del af kalken samt ovenliggende lag af sand og grus. Der findes dog også vandførende lag i den nedre Københavnerkalk og i bryozokalken, men her vil der være risiko for, at vandet er meget salt. Der foreligger dog kun en begrænset viden om vandets kvantitet og kvalitet i den nedre del af kalken. Det forventes dog at grundvandsdannelsen til den nedre kalk er ret lille, hvilket lægger en begrænsning på, hvor meget vand der kan indvindes bæredygtigt fra den nedre kalk.

3 Grundvandsressourcens størrelse

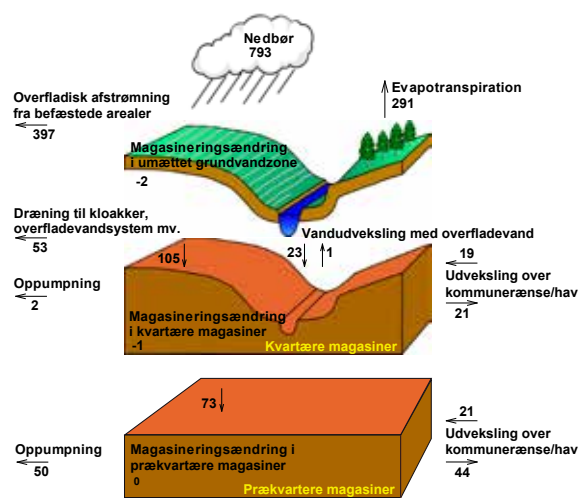
Grundvandsressourcens størrelse defineres ud fra både kvantitet, kvalitet samt kriterier for bæredygtig vandindvinding.

For beskrivelse af grundvandsressourcens kvantitet, er der opstillet en overordnet vandbalance for Københavns- og Frederiksberg Kommuner, se Tabel 1 og Figur 2.

Vandbalancen er opstillet med udgangspunkt i Københavns- og Frederiksberg Kommunes grundvandsmodel /8/, og nedbør samt fordampning er beregnet som middel over årene 1989 til 2004, dvs. i alt 15 år. Modellen er desuden opdateret med de seneste oplysninger om oppumpningerne inden for kommunegrænserne.

	MM/ÅR	MIO.M ³ /ÅR
Nedbør	793	77,7
Fordampning fra ikke befæstede arealer	-291	-28,5
Overfladisk afstrømning fra befæstede arealer	-397	-38,9
Grundvandsdannelse	105	10,3
Oppumpning	-52	-5,1
Dræning til kloakker, overfladevand mv.	-53	-5,2
Indstrømning over kommunegrænsen/hav	62	6,1
Udstrømning over kommunegrænsen/hav	-65	-6,4
Magasinering	-3	-0,3

TABEL 1 Vandbalance for København og Frederiksberg kommuner, mm/år



FIGUR 2 Skematisk vandbalance for København og Frederiksberg kommuner, mm/år

For opstilling af vandbalancen er der således foretaget en gennemgang af den nuværende anvendelse af grundvandsressourcen, idet der er taget udgangspunkt i anvendelsen i 2010. I Bilag A ses en oversigt over de aktive oppumpninger i området i 2010.

Den samlede netto oppumpning udgjorde i 2010 i alt 52 mm/år, svarende til ca. 5,1 mio. m³/år. Af denne oppumpning har Frederiksberg Forsyning en tilladelse til indvinding af 2,5 mio. m³/år til drikkevand, som de om muligt udnytter fuldt ud. Yderligere indvindes knap 1,0 mio. m³/år til drikkevandsformål fra HOFORs kildeplads X til Islevbro Vandværk samt Søborg Vandværk lige nord for kommunegrænsen. HOFOR har også tidligere haft indvindingsboringer inden for Københavns Kommune ved kildeplads XIII, men indvindingen fra borerne inden for kommunen er lukket ned grundet forurening. Endelig oppumpes netto ca. 0,2 mio. m³/år fra afværgeanlæg uden reinfiltration og ca. 1,5 mio. m³/år oppumpes i forbindelse med indvinding af sekundavand og dræning af permanente konstruktioner (herunder Godsbanen, Passagerbanen, Øresundsforbindelsen og Helsingørmotorvejen ved Ryparken Station).

Af vandbalancen fremgår det, at ca. halvdelen af nedbøren antages at afstrømme overfladisk til spildevandssystemet, og lidt mere end 1/3 af nedbøren fordamper. Grundvandsdannelsen til den mættede zone udgør ca. 105 mm, svarende til i alt ca. 10,3 mio. m³/år. Heraf oppumpes ca. halvdelen, jf. ovenfor.

Det må forventes, at der fremover vil ske en del ændringer i klimaet. Klimaforandringerne forventes at betyde en større årlig nedbør, men nedbøren vil falde i færre, og mere ekstreme regnhændelser, primært sidst på sommeren. Der forventes 25-55% mere vinternedbør, mens nedbøren i sommermånederne vil falde med 0-40%. Yderligere forventes det, at vandstanden i havet vil stige med op mod 1 m, og at der vil forekomme højere vandstande ved stormflod /7/.

Klimaforandringerne forventes at give vandstandsstigninger i grundvandsmagasinet helt ude ved kysten, mens der vil forekomme et mindre fald i grundvandsstand i resten af området inden for Københavns- og Frederiksberg kommuner. Faldet i grundvandsstand skyldes en mindre grundvandsdannelse grundet højere fordamning og større overfladisk afstrømning. Der kan således potentielt komme yderligere pres på grundvandsressourcen fremover, men ændringerne i grundvandsmagasinet forventes først at slå væsentligt igennem om 50-100 år. Vandstandsstigningen i havet kan visse steder betyde en større indtrængning af saltvand i de kystnære områder, hvilket kan ske inden for en kortere tidshorisont.

4 Grundvandets kvalitet

Der udføres en omfattende grundvandsovervågning i Frederiksberg Kommune jf. bl.a. /6/ og /7/. Yderligere er grundvandets kvalitet i Københavns og Frederiksberg Kommuner gennemgået i /3/. I det følgende gives en overordnet beskrivelse af grundvandets kvalitet som primært tager udgangspunkt i ovennævnte referencer, og hvortil der henvises for en uddybende beskrivelse.

I den nordligste del af området, ned til Vanløse og Bispebjerg, er grundvandskvaliteten generelt god, set i forhold til indvinding til drikkevandsforsyning. I de sydøstlige dele af området, op til Indre By og Valby er grundvandet generelt salt eller saltpåvirket, og er i mange tilfælde påvirket af flere hundrede års menneskelige aktiviteter. I det mellemliggende område er grundvandskvaliteten meget varierende, og er nogle steder kraftigt saltpåvirket og/eller påvirket af pyritoxidation. I tillæg til disse meget generelle træk forekommer der mange større eller mindre forureninger over hele området.

Med de meget varierende forhold, som skyldes samspil af flere årsager, vil det være sådan, at vandkvaliteten i en bestemt boring typisk ikke kan forudsiges med sikkerhed. Der vil kunne forekomme boringer med relativt god vandkvalitet i områder, som ellers har dårlig kvalitet, og omvendt. Vurderingen af grundvandsressourcens generelle anvendelighed kan derfor kun baseres på de overordnede tendenser, der fremgår af det foreliggende materiale.

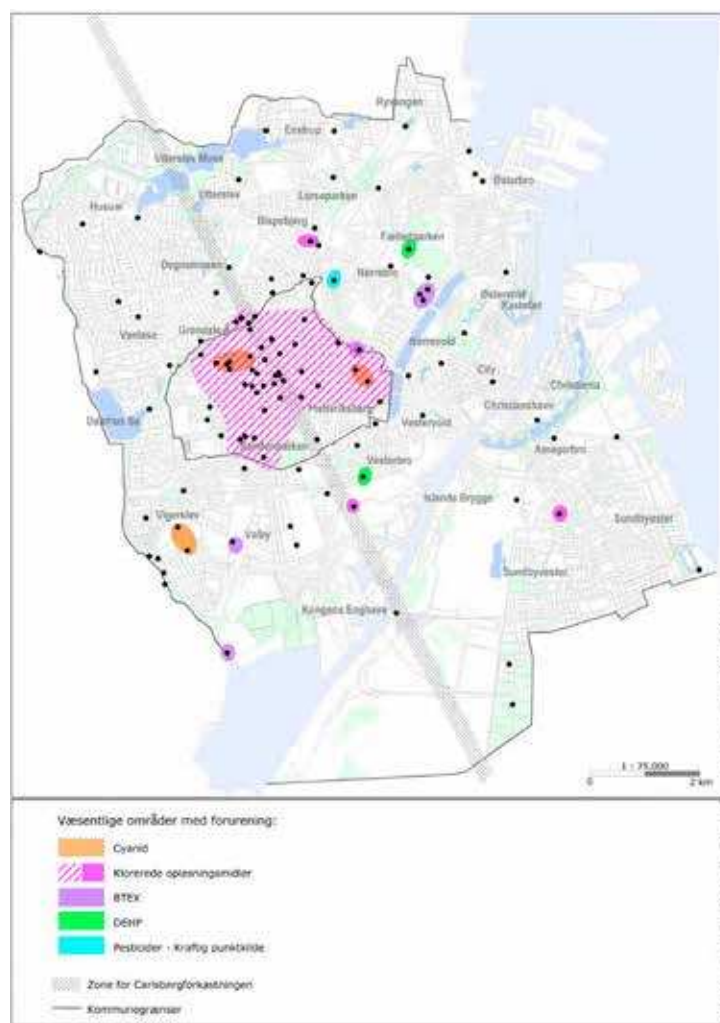
En af de hovedparametre, som kan afgøre vandets anvendelighed, er kloridindholdet. For denne gennemgang er vandkvaliteten groft opdelt i fersk hhv. salt eller saltpåvirket. Her betragtes salt eller saltpåvirket grundvand som uegnet til drikkevandsforsyning, uagtet at der i sådanne

områder måske i en periode kunne indvindes en vis mængde vand, som overholdt kravene til drikkevandskvalitet. Sandsynligheden taler imidlertid for, at der vil være tale om en forholdsvis kort periode, og at en sådan indvinding ikke vil være langtidsholdbar.

En anden væsentlig parameter i vurderingen er forekomsten af miljøfremmede stoffer i grundvandet. I store dele af byområdet er der konstateret en større eller mindre grad af forurening af grundvandet i det primære magasin, se figur 3.

Det skal nævnes, at der i forbindelse med forundersøgelserne til Cityringen/12/ blev konstateret en kraftig forurening ved Halmtorvet på Vesterbro, som stammer fra det gamle Vestre gasværk. Der blev her fundet høje koncentrationer af bl.a. benzen og cyanid. Forureningen fremgår ikke af figur 3, som er fra kortlægningen foretaget i 2007 /3/.

På trods af alle bestræbelser på at holde (eller bringe) forureningen under kontrol, må det forventes, at der kan forekomme miljøfremmede stoffer de fleste steder i området. Dette illustreres også af Bilag C, der viser de måske forurenede og forurenede områder i kommunen (V1 og V2 kortlagte arealer). Et areal betegnes som kortlagt på vidensniveau V1 (måske forurennet), hvis der er tilvejebragt en faktisk viden om aktiviteter på arealet eller aktiviteter på andre arealer, der kan have været kilde til jordforurening på arealet. Betegnes et areal som



FIGUR 3 Samtolkning af miljøfremmede stoffer /3/

kortlagt på vidensniveau V2, er der tilvejebragt et dokumentationsgrundlag, der peger hen på, at jordforureningen er af en sådan art og koncentration, at forureningen kan have skadelig virkning på mennesker og miljø.

Ved etablering af nye indvindinger vil der typisk være usikkerhed om vandkvaliteten, indtil der har været indvundet i nogen tid. Områder, hvor der er konstateret miljøfremmede stoffer i nævneværdigt omfang, forekommer derfor mindre egnede til etablering af nye indvindinger for drikkevandsforsyning.

I forhold til eksisterende indvindinger til drikkevandsforsyning er der en noget større sikkerhed for hvilke stoffer, der vil forekomme, i det mindste på kort og mellemlang sigt. Det skyldes, at der har været indvundet vand i mange år, og at væsentlige ændringer af vandkvaliteten typisk sker gradvist. Derfor kan der i mange tilfælde opretholdes en eksisterende indvinding til drikkevandsforsyning i et område, hvor man i dag ikke umiddelbart ville vælge at etablere en ny.

I alle tilfælde forudsætter opretholdelsen af indvinding til drikkevandsforsyning under de skitserede forhold, at der tages alle relevante forholdsregler for ikke at bringe vandkvaliteten yderligere i fare. Afhængig af situationen vil det omfatte bl.a. at vandspejlet ikke sænkes til under kalkens overflade (af hensyn til frigivelse af bl.a. nikkel), at afværganlæg ved kendte forureninger opretholdes/etableres, at der sikres en pumpning, som ikke fører til risiko for op- eller indtrængning af saltvand, o.s.v. Det er generelt forudsat, at sådanne hensyn tages for alle nye projekter, i det omfang det er relevant i enkelte projekt.

5 Muligheder for ressourcens anvendelse

5.1 KRITERIER FOR ACCEPTABEL INDVINDING

Kriterierne for acceptabel indvinding tager udgangspunkt i, at indvindingen skal være bæredygtig. I de statslige vandplaner fra 2014 er defineret en indikator på forringet vandbalance, ved en udnyttelsesgrad på over 35 % af det grundvand, der dannes. Udnyttelsesgraden i København og på Frederiksberg er her vurderet til at være ca 50% , hvilket peger på, at der skal foretages en vurdering af, om indvindingen påvirker overfladevand uacceptabelt.

Desuden skal følgende kriterier fremhæves:

- › Grundvandsstanden bør ikke sænkes til under kalkens overflade og helst holdes så konstant som muligt under indvinding (primært p.g.a. risiko for forhøjede indhold af nikkel og arsen)
- › Saltvandsgrænsen bør ikke trækkes længere ind i landet, særligt bør vandskellet imellem havnen og Frederiksberg Forsyning (ved Vesterbro), ikke forrykkes, da det potentielt kan give problemer med saltvandsindtrængning.
- › Grundvandet i terrænnære lag bør ikke sænkes, der hvor det medfører risiko for sætninger, særligt i Indre By
- › Eksisterende indvindinger må ikke påvirkes
- › Naturområder må ikke påvirkes

5.2 DE FORSKELLIGE ANVENDELSER

For rationelt at beskrive en prioritering af de mange tænkelige anvendelser af grundvandsressourcen, er anvendelserne samlet i grupper. De grupper af anvendelser, der bruges i den følgende gennemgang er:

- › Drikkevandsforsyning, herunder alt vand, der for nuværende eller fremover skal kunne anvendes til drikkevand.
- › Sekundavand. Som udgangspunkt behøver dette vand ikke at overholde kravene til drikkevandskvalitet.
- › Lodret jordvarme, omfatter her anlæg som indrettes med et større antal lodrette borer, hvori der cirkulerer kølevæske, men hvor der ikke oppumpes eller infiltreres vand.
- › ATES-anlæg omfatter her anlæg, hvor der indvindes grundvand, som bruges i et køle- og/eller varmeanlæg, og som derefter reinfiltres. Tilsvarende anlæg, hvor ikke alt vand reinfiltres, falder ind under kategorien sekundavand, se ovenfor.
- › Permanent grundvandssænkning.

5.3 BEMÆRKNINGER VEDR. DE FORSKELLIGE ANVENDELSER

Indvinding til drikkevand

For anvendelse til drikkevandsforsyning gælder som udgangspunkt, at vandet skal have en kvalitet, som gør, at det overholder kravene til kvaliteten af drikkevand efter iltning og filtrering. Der kan også være tale om at benytte videregående vandbehandling, f.eks. kulfiltrering, men det vil over-

vejende være for at behandle mindre overskridelser af kravene, og det vil især ske på eksisterende drikkevandsforsyninger. I tilfælde, hvor der på forhånd ventes betydelige problemer med vandkvaliteten, f.eks. høje kloridindhold eller kraftig forurening, vil man typisk ikke ønske at etablere drikkevandsforsyning.

Opretholdelse af den eksisterende vandindvinding i København og på Frederiksberg er ønskelig af både tekniske, økonomiske og miljømæssige grunde.

Byen er etableret i takt med, at indvindingen af grundvand har medført sænkning af grundvandet. Et ophør af den nuværende vandindvinding kan derfor få uacceptable konsekvenser i form af oversvømmede kældre og risiko for oversvømmelse af tekniske anlæg mv. Da der under alle omstændigheder skal indvindes – eller bortledes – grundvand, er nyttiggørelse af ressourcen teknisk og økonomisk hensigtsmæssig.

Grundvandsressourcen i hovedstadsområdet er dog kvantitativt under pres bl.a. på grund af en begrænset grundvandsdannelse. Selvom vandforbruget igennem en årrække er reduceret i København og på Frederiksberg, vil byen altid have et ganske betydeligt behov for vand. Den vandmængde, som kan indvindes i byen, kan erstatte grundvand, som ellers skal indvindes uden for byen.

Det er ønskeligt at reducere den negative påvirkning af naturen, som vandindvindingen giver anledning til uden for byen. Derfor er opretholdelse af indvindingen i byen også miljømæssigt ønskelig.

Indvinding til sekundavand

Anvendelse af vand til sekundavand omfatter anvendelser, hvor der ikke stilles så høje krav til vandkvaliteten, som der gør ved drikkevandsforsyning. Det kan f.eks. være kølevand eller forskellige industrielle anvendelser. Der kan være meget forskel på, hvilke kvalitetskrav, der stilles ved de forskellige anvendelser, men fælles for dem alle er, at vandet udledes til recipient eller kloak efter brug. Fordi kravene til vandkvalitet ikke altid er høje, kan der i nogle tilfælde ske indvinding fra forholdsvis dybtliggende magasiner, hvorved påvirkningen af potentialebilledet nær indvindingen bliver væsentligt mindre/ubetydelig sammenholdt med påvirkningen ved indvinding fra et højereliggende magasin.

Lodrette jordvarmeanlæg

Ved etablering af det, der i denne sammenhæng kaldes lodrette jordvarmeanlæg, bores der et antal borer, oftest til en dybde på mere end 50 m. I disse borer cirkulerer der kølevæske, som i mange tilfælde er vand, der er frostsikret. Disse anlæg udveksler ikke vand med grundvandsmagasinet, og påvirker derfor ikke ressourcens mængde, men der sker naturligvis en termisk påvirkning. Hvis der benyttes frostsikring eller andre kemikalier i anlægget, gælder der et afstands krav på 300 m til indvindingsboringer til almen vandforsyning. Kommunerne kan dog skærpe afstandskravet, hvis det skønnes nødvendigt at sikre en drikkevandsforsyning mod forurening.

Grundvandskøling

For et ATES-anlæg etableres der borer i et grundvandsmagasin, og der indvindes grundvand, som reinfiltres i det samme magasin efter brug i et

varme- eller køleanlæg. ATES-anlæg arbejder med rent vand, og er derfor ikke omfattet af de afstands krav, der gælder for lodrette jordvarmeanlæg. Op- og nedpumpningen af vand medfører en ændring af potentialebilledet i omegnen af de borer, hvor der indvindes og reinfiltres, mens der i større afstand normalt ikke ses nævneværdig påvirkning. Det kan i mange tilfælde være en begrænsende faktor for etablering af disse anlæg, at der skal være en passende stor afstand mellem de borer, hvor der indvindes hhv. infiltreres, fordi der ellers kan ske en termisk "kortslutning" i grundvandsmagasinet, så anlægget ikke kommer til at fungere optimalt. ATES-anlæg vil i større eller mindre grad påvirke vandstands niveauet og strømningsforholdene lokalt. Yderligere vil der lokalt ske en påvirkning af grundvandstemperaturen. Der kan desuden være risiko for iltning af grundvandsmagasinet, hvis vandstanden sænkes til under overfladen af grundvandsmagasinet, hvilket bl.a. vil betyde risiko for pyritoxidation med forhøjede koncentrationer af nikkel og arsen til følge. Endelig er der risiko for oprængning eller indtrængning af saltvand samt risiko for mobilisering af eventuelle forurenings i nærområdet. ATES-anlæg bør derfor indrettes og drives således, ovennævnte påvirkninger og risici minimeres.

I forbindelse med udførte modelberegninger af påvirkningerne fra et tænkt ATES-anlæg, som udnytter de dybe kalklag i Carlsbergforkastningen, blev der modelleret betydelige vandstandssænkninger også i de øvre kalklag. Dette vurderes at skyldes, at der ikke forventes en væsentlig lagdeling af kalken her, idet forkastningszonen forventes strække sig over hele kalkhorisonten og ned i den underliggende skrivekridt. Vandstandssænkningerne og de ændrede strømningsforhold vurderes umiddelbart at kunne udgøre en risiko for Frederiksberg Forsynings indvindingsboringer i området.

Grundvandssænkning

Grundvandssænkning omfatter mange forskellige typer af anlæg, som har det til fælles, at de har til formål at sænke grundvandsspejlet lokalt, typisk af hensyn til en bygning, en dybtliggende vej, jernbane eller sti.

Københavns Kommune vedtog i 2005, at der som udgangspunkt ikke gives tilladelse til nye anlæg for permanent grundvandssækning. Ved permanente anlæg kan det indvundne vand dog i nogle tilfælde benyttes som sekundavand, således som det også sker i flere tilfælde i Københavns-området.

Andet

Ved vurdering af de potentielle anvendelser af grundvandsressourcen kan der også være andre forhold end den indvundne mængde og vandets anvendelse, som får betydning. I Københavns-området vil det typisk være to generelle faktorer: hensynet til de naturforhold, som evt. kan blive påvirket og hensynet til at opretholde det naturlige, upåvirkede grundvandsspejl i den indre by. Der kan dog også være flere hensyn, som må inddrages, f.eks. risikoen for at mobilisere en forurening eller risikoen for at ændre et potentialebillede, så saltvandsindtrængning fremmes. De sidstnævnte hensyn vil dog være knyttet til udformningen af det enkelte projekt.

6 Vurdering af muligheder for supplerende indvinding

6.1 INDELING I OMRÅDER

For at kunne give en praktisk anvendelig beskrivelse af, hvordan der kan prioriteres mellem de forskellige anvendelser af grundvandsressourcen, er Frederiksberg og Københavns kommuner inddelt i 11 områder. Områderne er valgt som sammenhængende områder, der i forhold til anvendelsen af grundvand har nogenlunde ensartede karakteristika, og som tilsammen dækker hele Københavns og Frederiksberg kommuner.

OMRÅDE NR.	OMRÅDE BETEGNEISE PÅ KORT
1	Grundvandsressourcer udnyttet til almen vandforsyning
2	Uudnyttet grundvandsressource, nordlig del
3	Uudnyttet grundvandsressource, sydlig del
4	Indre by
5	Kystnær, salt eller saltpåvirket ressource, Østerbro
6	Kystnær, salt eller saltpåvirket ressource, Kongens Enghave
7	Kystnær, salt eller saltpåvirket ressource, Vestamager
8	Kystnær, salt eller saltpåvirket ressource, Nordøstamager
9	Ressourcen i Natura 2000 - områder
10	Dræning - Valby
11	Dræning - Nordamager

TABEL 2 Inddeling i områder til brug for prioritering af ressorens anvendelse.

Inddelingen i områder er vist på kortet i Bilag D, og områderne er kort nævnt i Tabel 2

Baggrunden for afgrænsningen af områderne samt en karakteristik af grundvandsressourcen inden for de enkelte områder fremgår af afsnit 6.2.

6.2 FORHOLDENE I HVERT AF OMRÅDERNE

For hvert af områderne er de væsentligste forhold vedr. grundvandsressourcens kvantitet og kvalitet beskrevet i det følgende.

6.2.1 OMRÅDE 1- GRUNDVANDSRESSOURCER UDNYTTET TIL ALMEN VANDFORSYNING

Området er primært afgrænset ud fra Københavns kommunegrænse og det grundvandsdannende opland for 2010 til Frederiksberg Forsynings drikkevandsindvinding. Området omfatter desuden dele af indvindingsoplandene til Rødovre Vandværk, Hvidovre Vandforsyning, Søborg Vandværk og HOF-OR's kilde X og kilde XIII.

Hele den til rådighed værende grundvandsressource i området anses for udnyttet til igangværende indvindinger. Heri indgår både drikkevandsforsyning samt et antal afværgeanlæg. Enhver forøgelse af (netto-) indvindingen vil påvirke naboer negativt og/eller bringe vandkvaliteten (yderligere) i fare.

Grundvandskvaliteten er temmelig varierende. I dele af området er grundvandskvaliteten påvirket af et større antal forureninger, og kræver derfor avanceret vandbehandling for at kunne anvendes til drikkevand. I andre dele af området, primært i den nordlige del, er dette ikke nødvendigt. Ud over forureningerne udgør især risikoen for indtrængende saltvand

(fra dybere lag eller fra havet) samt iltning af de øvre kalklag (med høje nikkelindhold til følge) betydende trusler mod vandkvaliteten.

6.2.2 OMRÅDE 2- UDNYTTET GRUNDVANDSRESSOURCE, NORDLIG DEL

Området er afgrænset af "Område med drikkevandsinteresser"(OD) samt Københavns kommunegrænse. Mod øst er området justeret, så det grænser op til område med saltpåvirket grundvand, jf. Københavns Kommunes grundvandsplan 2005 /4/.

Der skønnes, at være en udnyttet grundvandsressource i området, idet der jf. potentialekortet, se Bilag B, strømmer grundvand ud mod kysten. Ved etablering af en større indvinding vil der dog være en risiko for påvirkning af Utterslev Mose og Emdrup Sø, hvilket skal vurderes nærmere.

Grundvandskvaliteten i det primære magasin vurderes umiddelbart egnet til drikkevandsforsyning.

På baggrund af modelberegninger er det vurderet, at der er en udnyttet ressource til stede, i størrelsesordenen <200.000 m³/år, som muligvis kan indvindes i områdets nordligste del uden uacceptable følgevirkninger. Sandsynligvis kan vandet anvendes til drikkevandsforsyning.

6.2.3 OMRÅDE 3- UDNYTTET GRUNDVANDSRESSOURCE, SYDLIG DEL

Mod nord grænser området op til "Område med drikkevandsinteresser" (OD) og mod syd mod Indre By. Mod vest grænser området op til det grundvandsdannende opland til Frederiksberg Forsynings indvinding og mod øst til område med saltpåvirket grundvand,

Området har begrænsede drikkevandsinteresser, men der skønnes at være en uudnyttet grundvandsressource, idet der i h.t. potentialekortet strømmer grundvand ud mod kysten.

Grundvandskvaliteten i det primære magasin er noget varierende. I nogle delområder er der konstateret forhøjet indhold af chlorid, ligesom der også er konstateret nogle forureninger. Bedømt ud fra antallet af V1- og V2-kortlagte grunde i området er der dog et relativt begrænset antal trusler mod vandkvaliteten.

På baggrund af modelberegninger vurderes det, at der er en uudnyttet ressource i størrelsesordenen $200.000 \text{ m}^3/\text{år}$, som muligvis kan indvindes f.eks. i området omkring Fælledparken uden uacceptable følgevirkninger. På baggrund af den varierende vandkvalitet skønnes vandet umiddelbart kun at være egnet til sekundavand.

6.2.4 OMRÅDE 4- INDRE BY

Området omfatter Indre By. I dette område accepteres det ikke, at grundvandsspejlet sænkes i de overfladenære lag. Der er omfattende erfaring for, at indvinding i kvartære lag og de øvre dele af kalken fører til sænkning af grundvandsspejlet i overfladenære lag, medmindre der gøres tiltag for at modvirke dette.

Øget netto-indvinding i dette område accepteres derfor ikke.

Grundvandskvaliteten er meget varierende i området. Overvejende er der dog tale om, at vandkvaliteten er påvirket af mange hundrede års menneskelig aktivitet, og/eller at vandet er salt eller saltpåvirket.

6.2.5 OMRÅDE 5- KYSTNÆR, SALT ELLER SALTPÅVIRKET RESSOURCE, ØSTERBRO

Området afgrænses mod øst af kystlinjen og mod vest svarer afgrænsningen omtrent til område med saltpåvirket grundvand, jf. Københavns Kommunes grundvandsplan 2005 /4/. Denne grænse er dog justeret noget i forhold til grundvandsanalyser foretaget i forbindelse med forundersøgelserne til Cityringen, som viste saltvandspåvirkede boringer lidt længere inde i landet /12/.

I dette område tyder potentialeforholdene på, at der strømmer grundvand ud mod havet, og erfaringsmæssigt er der ofte god hydraulisk kontakt mellem kalkmagasinet og havet. Det vurderes derfor, at der kan indvindes sekundavand nær kysten uden væsentlige påvirkninger af potentialebilledet længere inde i land.

Det må påregnes, at grundvandet i det primære magasin vil være salt eller saltpåvirket.

På baggrund af modelberegninger vurderes det, der er en uudnyttet ressource, op til i størrelsesordenen 0,3 til 0,5 mio. m³/år, som sandsynligvis kan indvindes nær kysten, uden mærkbare påvirkninger længere inde i landet.

6.2.6 OMRÅDE 6- KYSTNÆR, SALT ELLER SALTPÅVIRKET RESSOURCE, KONGENS ENGHAVE

Dette område er primært afgrænset af kystlinien og afgrænsningen af område med saltpåvirket grundvand, jf. Københavns Kommunes grundvandsplan 2005 /4/. Yderligere grænser området op til det grundvandsdannende opland til Frederiksberg Forsynings drikkevandsindvinding samt til Indre By.

I dette område tyder potentialeforholdene på, at der sker en lille eller ingen udstrømning til havet, og at der sker indtrængning af havvand mod permanent drænende anlæg længere inde i land. Øget (netto-) indvinding i dette område må ventes at øge tendensen til, at der sker indtrængning af havvand i området, hvilket er uønsket.

Det må påregnes, at grundvandet i det primære magasin vil være salt eller saltpåvirket.

6.2.7 OMRÅDE 7- KYSTNÆR, SALT ELLER SALTPÅVIRKET RESSOURCE, VESTAMAGER

Området er afgrænset af kystlinien mod vest og grænser op til Natura 2000 området mod syd. Mod øst er grænsen trukket ud fra både saltvands-påvirkede borer jf. /3/ samt jf. område med saltpåvirket grundvand /4/. Yderligere grænser området op til Indre By mod nord.

Potentialebilledet i området er ret fladt og styres tilsyneladende af dræningen i hele området. I et vist omfang vil en indvinding i området føre til, at der skal bortledes mindre vand ved dræningen. Grønjordssøen er beliggende i den østlige del af området, og kan potentielt påvirkes i forbindelse med en indvinding. Søen vurderes dog til en vis grad at være hydraulisk adskilt fra det nedre magasin, hvorfor risikoen for en påvirkning formentlig ikke er særlig stor.

Det må påregnes, at grundvandet i det primære magasin vil være salt eller saltpåvirket.

På baggrund af modelberegninger vurderes det, der sandsynligvis kan indvindes en moderat ressource i området med beskedne sænkninger af potentialet til følge. På grund af de geologiske forhold ventes sænkningerne kun i beskedent omfang at slå igennem til de terrænnære lag. På grund af vandkvaliteten ventes det, at vandet må anvendes som sekundavand.

6.2.8 OMRÅDE 8- KYSTNÆR, SALT ELLER SALTPÅVIRKET RESSOURCE, NORDØSTAMAGER

Området er afgrænset af kystlinien mod øst, grænser op til Indre By mod vest. Mod syd er grænsen trukket langs området med saltpåvirket grundvand, jf. Københavns Kommunes Grundvandsplan 2005 /4/.

Potentialebilledet i området er ret fladt, og der synes kun at ske begrænset grundvandsstrømning. I den nordøstlige del af området skønnes det, at der kan indvindes mindre mængder sekundavand uden uønskede følger. Længere sydpå og ind mod Indre By må det påregnes, at en (netto-) indvinding vil føre til øget indtrængning af saltvand og uacceptable

påvirkninger af potentialet i Indre By.

Det må påregnes, at grundvandet i det primære magasin vil være salt eller saltpåvirket.

6.2.9 OMRÅDE 9- RESSOURCEN I NATURA 2000 - OMRÅDER

Dette område er afgrænset af kommunegrænsen mod syd og afgrænses af Natura 2000 området.

dette område vil der være særligt fokus på, at en eventuel indvinding af grundvand ikke påvirker naturforholdene, især vådområderne. For enhver indvinding må det derfor påvises, at dette ikke er tilfældet. Potentialebilledet styres i øvrigt af den permanente afvanding af området.

Det må påregnes, at grundvandet i området vil være saltpåvirket eller salt i store dele af området. I nogle dele af området kan der være ferskvand over saltvand, og indvinding vil kunne forstyrre denne balance.

Modelberegninger kombineret med erfaringer fra midlertidig grundvandssænkning for Kalvebod Miljøcenter tyder på, at der kan indvindes en mindre ressource uden uacceptabel påvirkning af omgivelserne.

6.2.10 OMRÅDE 10- DRÆNING - VALBY

Området er afgrænset af Københavns kommune-grænse mod vest og grænser op til indvindingsoplandene til Hvidovre Vandforsyning og Frederiksberg Forsyning mod nord. Yderligere grænser området op til område med saltpåvirket grundvand, jf. Københavns Kommunes Grundvandsplan 2005 /4/.

Hele den til rådighed værende grundvandsressource anses for udnyttet til igangværende dræning af permanente anlæg, anden dræning, afværgeanlæg, indsivning til kloakker, udsivning til havet, m.v. En del af dette vand udnyttes som sekundavand (f.eks. passagerbaneforbindelsen).

Enhver forøgelse af (netto-)indvindingen vil påvirke naboer negativt og/eller bringe vandkvaliteten i (yderligere) fare. Hvis der påbegyndes indvinding til andre formål, vil denne indvinding i et vist omfang betyde mindre bortledning af grundvand fra drænanlæg m.v. og dette forhold kan muligvis give plads for en mindre indvinding.

Det må påregnes, at grundvandet i området kan være saltpåvirket eller salt i store dele af området. Det vand, der eventuelt indvindes, må påregnes at

være sekundavand.

6.2.11 OMRÅDE 11- DRÆNING - NORDAMAGER

Området er afgrænset af Københavns kommunegrænse mod syd og grænser mod øst og vest op til områder med saltpåvirket grundvand, jf. Københavns Kommunes Grundvandsplan 2005 /4/ samt justeret i forhold til /3/. Yderligere grænses op til Indre by mod nord.

Hele den til rådighed værende grundvandsressource anses for udnyttet af gangværende bortledning via permanente anlæg for grundvandssænkning (herunder Øresundsforbindelsen), dræning, afværganlæg, indsvivning til kloakker, udsivning til havet, m.v. En del af dette vand udnyttes som sekundavand (fra Øresundsforbindelsen). En forøgelse af (netto-)indvindingen vil påvirke naboer negativt (f.eks. Tårnby Forsyning) og/eller bringe vandkvaliteten i (yderligere) fare, primært for saltvandsindtrængning. Det er dog sådan, at hvis der påbegyndes indvinding til andre formål, vil denne indvinding i et vist omfang betyde mindre bortledning af grundvand fra drænanlæg m.v.

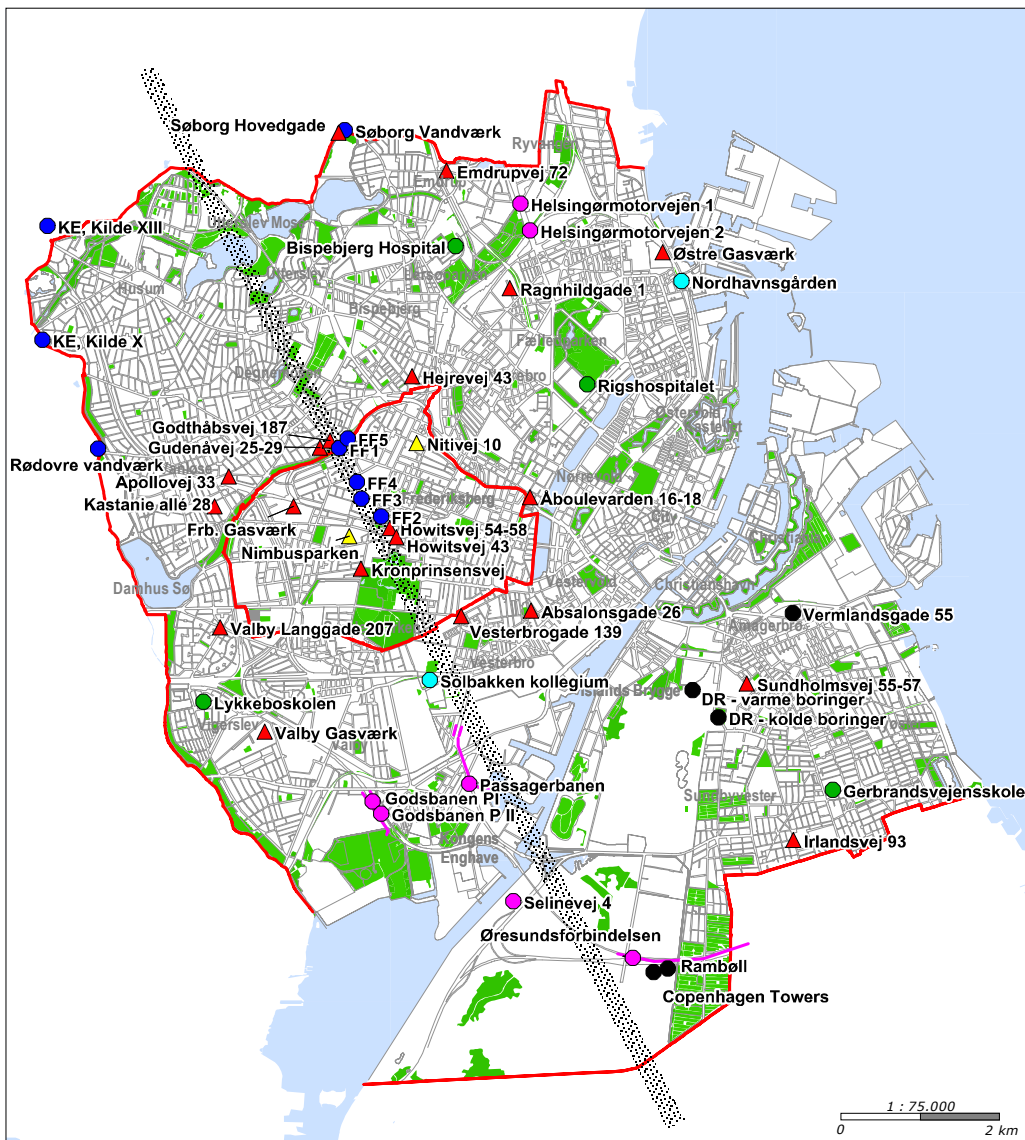
Det må påregnes, at grundvandet i området vil være saltpåvirket eller salt i dele af området. I nogle dele af området kan der være ferskvand over saltvand, og at indvinding vil kunne forstyrre denne balance.

Det skønnes, at en begrænset ressource kan indvindes i området uden uacceptable påvirkninger af omgivelserne, primært fordi en forholdsvis diffus dræning derved kan konverteres til andre formål, primært til sekundavand.

7 Referencer

- /1/ Miljøministeriet, Naturstyrelsen (2011, rev. 2014). Vandplan 2009 – 2015. Køge Bugt. Hovedvandopland 2.4. Vanddistrikt Sjælland.
- /2/ Miljøministeriet, Naturstyrelsen (2011, rev. 2014). Vandplan 2009 – 2015. Øresund. Hovedvandopland 2.3. Vanddistrikt Sjælland
- /3/ Københavns Kommune, Miljøkontrollen. Kortlægning af grundvandskvalitet. Rambøll, april 2007.
- /4/ Københavns Kommunes grundvandsplan 2005. Miljøkontrollen. Rambøll, september 2005.
- /5/ Grundvandsplan for perioden 2009-2010. Frederiksberg Kommune. Oktober 2009.
- /6/ Frederiksberg Kommune, Bygge-, Plan og Miljøafdelingen. Overvågning af drikkevandsressourcen. Årsrapport 2011-Udkast. Niras. December 2011.
- /7/ Frederiksberg Kommune, Bygge-, Plan og Miljøafdelingen. Overvågning af drikkevandsressourcen. Årsrapport 2010. Niras. September 2011.
- /8/ Håndtering af vand ved byggeri- og anlæg. Regler og retningslinjer. Københavns Kommune. Juni 2011.
- /9/ Håndtering af vand ved byggeri- og anlæg. Regler og retningslinjer. Frederiksberg Kommune. August 2011.
- /10/ Københavns Klimatilpasningsplan. Københavns Kommune 2011.
- /11/ Hydrogeologisk model for København og Frederiksberg. Opstilling og anvendelse af en integreret hydrogeologisk model for Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune. December 2006. Rambøll, januar 2007
- /12/ Metroselskabet I/S, 2009. Tender design. Cityringen MCW. Project Information. CAS 2009.

BILAG A



Bilag A

Oppumpninger 2010

Grundvandsressourcen Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune

Udgivet af: Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune

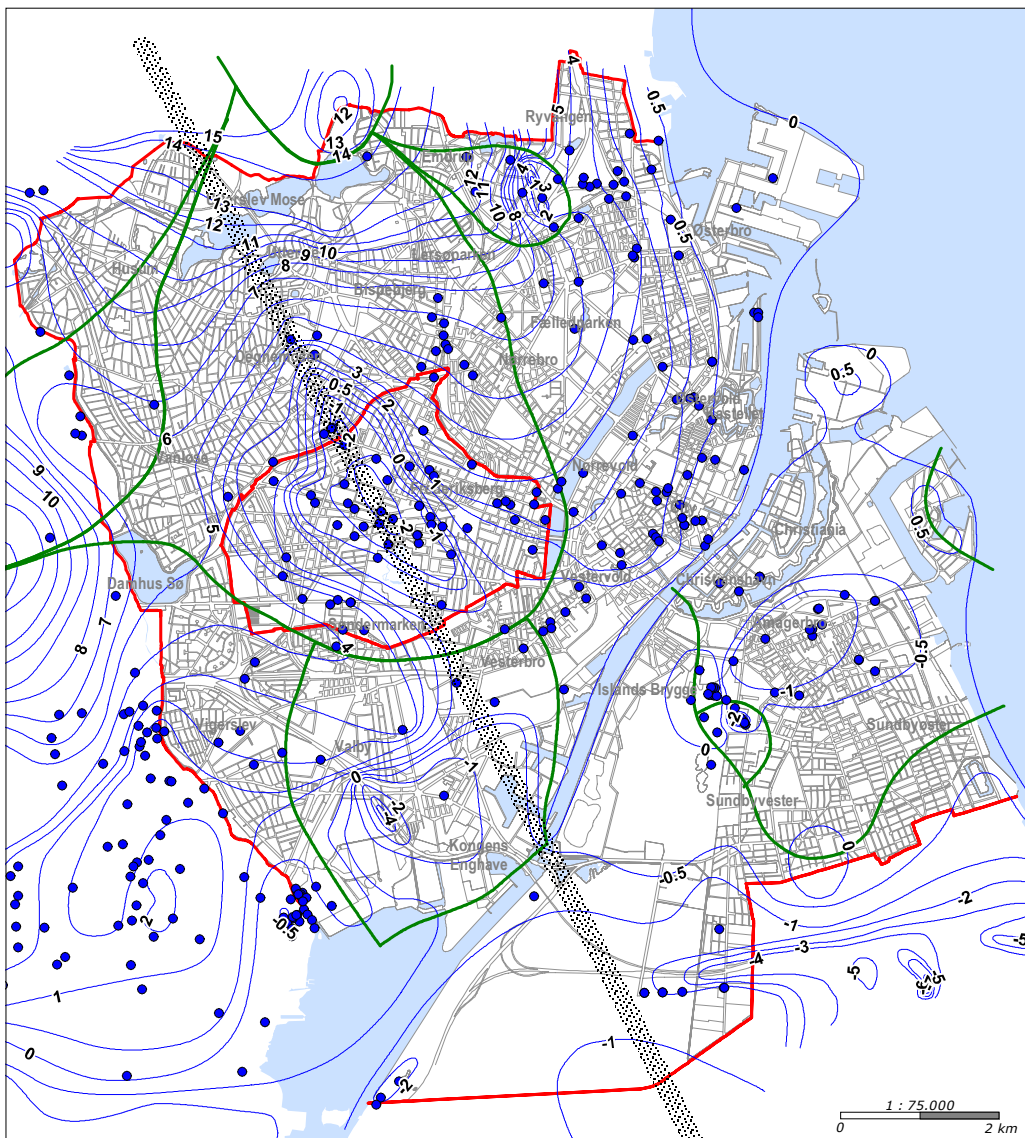


- ▲ Afværg
- ▲ Afværg med reinf.
- ATES
- Dræning
- Nødforsyning
- Sekundavand
- Drykkevandforsyning
- Carlsbergforcastningen

Oppumpning og infiltration af grundvand

LOKALITET	FORMÅL	OPPUMPET M ³ I 2010	INFILTRERET M ³ I 2010
Åboulevarden 16-18	Afværge	6,600	
Absalonsgade 26	Afværge	7,900	
Apollovej 33	Afværge	6,000	
Emdrupvej 72	Afværge	76,200	
Gasværksgrunden på Finsensvej	Afværge	20,000	
Godthåbsvej 187	Afværge	200	
Gudenåvej 25-29	Afværge	7,700	
Hejrevej 43	Afværge	1,400	
Howitsvej 43	Afværge	800	
Howitsvej 54-58	Afværge	20	
Irlandsvej 93	Afværge	2,000	
Kastanie allé 28	Afværge	1,430	
KE, Kilde XII	Afværge	0	
Kronprinsensvej MF4	Afværge	10,200	
Østre Gasværk	Afværge	22,000	
Ragnhildgade 1	Afværge	0	
Sundholmsvej 55-57	Afværge	700	
Valby Gasværk	Afværge	52,200	
Valby Langgade 207	Afværge	1,500	
Vesterbrogade 139	Afværge	500	
Nimbusparken	Afværge med reinf.	36,200	36,200
Nitivej 10 (M24+M25)	Afværge med reinf.	26,300	26,300
AGA, Vermlandsgade	ATES	0	
Copenhagen Towers	ATES	300,000	300,000
DR grundvandskøling, kolde borer	ATES	100,000	100,000
DR grundvandskøling, varme borer	ATES	100,000	100,000
Rambøll, Hannemans allé 53	ATES	0	
Godsbanen, Pumpe I	Dræning	468,543	
Godsbanen, Pumpe II	Dræning	102,901	
Helsingørsmotorvejen	Dræning	140,000	
Øresundsforbindelsen	Dræning	747,673	
Passagerbanen	Dræning	17,000	
ReRGS 90 Grøften, Selinevej 4	Dræning	15,570	
Bispebjerg Hospital	Nødforsyning	46,000	
Gerbrandsvejensskole	Nødforsyning	0	
Lykkeboskolen	Nødforsyning	0	
Rigshospitalet	Nødforsyning	0	
Nordhavsgården	Sekundavand	0	
Solbakken kollegium, Rektorparken 18	Sekundavand	2,200	
Frederiksberg Forsyning, FF1	Vandforsyning	699,164	
Frederiksberg Forsyning, FF2	Vandforsyning	522,804	
Frederiksberg Forsyning, FF3	Vandforsyning	306,099	
Frederiksberg Forsyning, FF4	Vandforsyning	352,653	
Frederiksberg Forsyning, FF5	Vandforsyning	548,668	
KE, Kilde X	Vandforsyning	147,500	
Søborg Vandværk	Vandforsyning	723,697	
I ALT		5,620,322	562,500

BILAG B



Bilag B

Grundvandspotentiale i primært magasin -
Oktober 2011

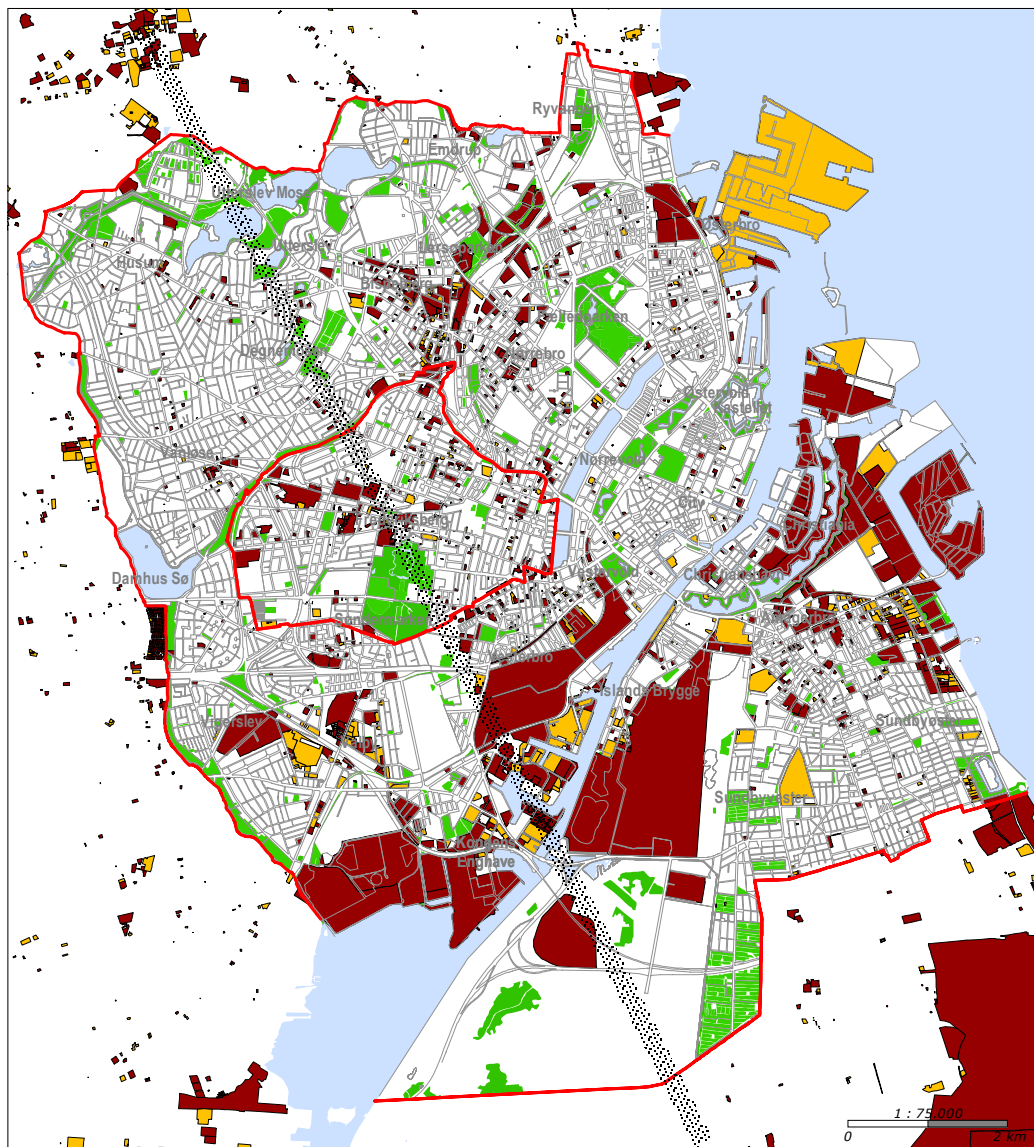
Grundvandsressourcen Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune

Udgivet af: Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune



- Pejlepunkt Oktober 2011
- Grundvandspotentiale (m)
- Oplandsgrænse
- ⋯ Carlsbergforkastningen

BILAG C



Bilag C

V1- og V2 kortlagte arealer pr. marts 2012

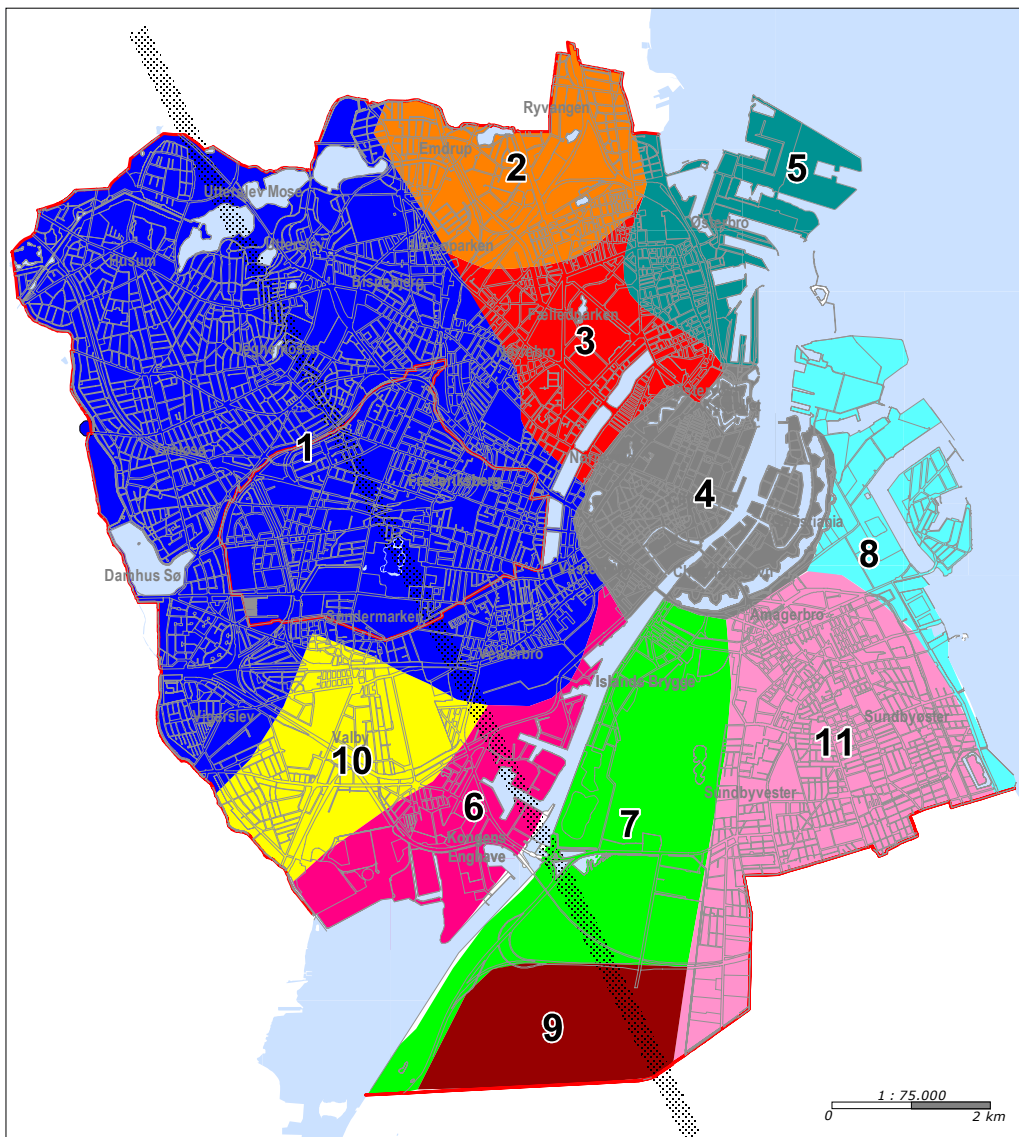
Grundvandsressourcen Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune

Udgivet af: Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune



- V1-kortlagte grunde
- V2-kortlagte grunde
- Carlsbergforkastningen

BILAG D



Bilag D

Områder for karakterisering af grundvandsressourcen

Grundvandsressourcen Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune

Udgivet af: Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune



- 1 Grundvandsressourser udnyttet til almen vandforsyning
- 2 Udnyttet - Nordlig del
- 3 Udnyttet - Sydlig del
- 4 Indre by
- 5 Kystnær, salt eller saltpåvirket - Østerbro
- 6 Kystnær, salt eller saltpåvirket - Kongens Enghave
- 7 Kystnær, salt eller saltpåvirket - Vestamager
- 8 Kystnær, salt eller saltpåvirket - Nordøstamager
- 9 Natura 2000
- 10 Dræning - Valby
- 11 Dræning - Nordamager
- Carlsbergforcastningen

