

# Indsatsplan for grundvands- beskyttelse

2023 - 2034

**Forslag**

Udarbejdet af Teknik- og Miljøforvaltningen  
Område for Miljø og Byliv, Jord og Grundvand  
Forslag udarbejdet marts 2023

Foto: Københavns Kommune, 2023

# INDHOLD

<b>Forord</b>		<b>4</b>
<b>1. Indledning</b>		<b>5</b>
1.1	Indsatsplan i by	6
<b>2. Om indsatsplanen</b>		<b>7</b>
2.1	Baggrund	7
2.2	Indsatsplanens formål	7
2.3	Aktører og interessenter	8
<b>3. Grundvand i København</b>		<b>9</b>
3.1	Vandets kredsløb	9
3.2	Geologi og grundvandsressourcen	10
3.3	Vandføring og vandstand	13
3.4	Beskrivelse af indsatsområderne og arealanvendelsen	15
<b>4. Screening for historiske trusler mod grundvandsressourcen</b>		<b>17</b>
4.1	Historiske trusler - 1900-1929	18
4.2	Historiske trusler - 1930-1954	19
4.3	Historiske trusler - 1955-1971	20
4.4	Historiske trusler - 1972-2004	21
4.5	Trusselsbilledet i dag - perioden 2004-2022	22
4.6	Opsamling	23
<b>5. Problematiske stoffer i grundvand</b>		<b>24</b>
5.1	Klorid	24
5.2	Nikkel og Arsen	26
5.3	Klorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter	28
5.4	Pesticider og nedbrydningsprodukter	29
5.5	Oliekomponenter som BTEXN og MTBE	30
5.6	PFAS	32
<b>6. Trusler mod grundvandsressourcen</b>		<b>34</b>
6.1	Glatførebekæmpelse	34
6.2	Boringer og brønde	34
6.3	Håndtering af kemikalier og brændstof	35
6.4	Anlægsarbejder	35
6.5	Dræn	35
6.6	Jordforurening	35
<b>7. MÅLSÆTNINGER OG RETNINGSLINJER</b>		<b>37</b>
7.1	Målsætninger for grundvandsbeskyttelse	37
7.2	Retningslinjer	38
<b>8. HANDLINGSPLAN 2023-2026</b>		<b>39</b>
8.1	Valgte indsatser	39
8.2	Tidsplan	42
<b>9. Lov- og plangrundlag</b>		<b>43</b>
9.1	Lovhjemmel	43
9.2	Relation til anden planlægning	43
9.3	FN's verdensmål	44
9.4	Statens vandområdeplaner	44
9.5	Kommuneplan 2019	44
9.6	Vandforsyningsplan 2012	44
9.7	Offentliggørelse og høring	44
9.8	Miljøvurdering	45
9.9	Planperiode og revision	45
<b>10. Referencer</b>		<b>46</b>
<b>11. Ordliste</b>		<b>47</b>

<b>Bilag 1 - Resumé af grundvandskortlægningen</b>	<b>54</b>
1. Baggrund for kortlægningen	54
2. Indvinding i området	56
3. Gennemførte undersøgelser	57
I forbindelse med grundvandskortlægningen på Frederiksberg og i København er der udført en række undersøgelser, herunder sammenstilling af eksisterende data /3/, opstilling af en hydrostratigrafisk model /5/, kemisk kortlægning /4/ samt opstilling af en hydrologisk model /6/. Endvidere er der udarbejdet en kort redegørelse for sårbarhedskortlægningen og udpegningen af indsatsområderne /7/. Data fra Herlev-Glostrup kortlægningen omhandler de samme emner og er medtaget på kort i nærværende resumé.	57
4. Geologiske forhold og vigtige strukturer	57
5. Hydrologiske forhold	60
6. Grundvandsdannelse	63
7. Redoxforhold og vandtyper	63
8. Sårbarhedsvurdering	64
9. Grundvandskvalitet	66
<b>Referencer</b>	<b>77</b>

## FORORD

Det er med glæde at kommunen kan præsentere Københavns Kommunes første indsatsplan for grundvandsbeskyttelse.

Grundvand er en vigtig ressource, da den er grundlaget, for det vand vi drikker hver dag i Danmark. Vi tager det som en selvfølge, at vandet i hanen er rent og det skal vi også kunne i fremtiden, men det kræver, at vi passer godt på det nu og i fremtiden.

Grundvandet under en stor del af København anvendes til drikkevand i vores nabokommuner, Frederiksberg og Hvidovre. Derfor skal vi passe på det grundvand vi bor oven på, og være stolte over at man i en storby som København faktisk kan indvinde drikkevand.

I København får vi vores drikkevand fra andre kommuner, og håber, at de også har sat initiativer i gang som sikrer, at vi også om 5, 10 og 100 år har rent drikkevand i hannerne i Københavns Kommune.

Flere byområder i København er opført efter at man er begyndt at oppumpe grundvand til drikkevand. Vandstanden står derfor lavere end det naturlige niveau. Det er af stor betydning for bygninger og kældre at opretholde vandindvindingen, da vandstanden ellers vil stige, med risiko for oversvømmelse af kældre i visse del af kommunen.

Med denne indsatsplan for grundvandsbeskyttelse har vi sat fokus på grundvandet, og de indsatser, som skal udføres i løbet af de kommende 4 år. Der er lagt vægt på dialog og information, så vi i fællesskab bliver klogere på hvordan vi beskytter grundvandet og hele vandkredsløb, da grundvand, klimatilpasning, søer, åer og spildevand hænger sammen.

Grundvand er også en ressource som i stadig større grad er en del af den grønne omstilling, i form af varmeindvinding og køling. Vi skal afveje tingene så der er plads til de bæredygtige løsninger, men uden at gå på kompromis med grundvandskvaliteten eller -kvantiteten.

Med denne plan er indsatserne for grundvandsbeskyttelse lagt frem, og jeg ser frem til godt samarbejde og engagement fra borgere, organisationer og ikke mindst lokaludvalgene, som har bidraget til arbejdet.

## 1. INDLEDNING

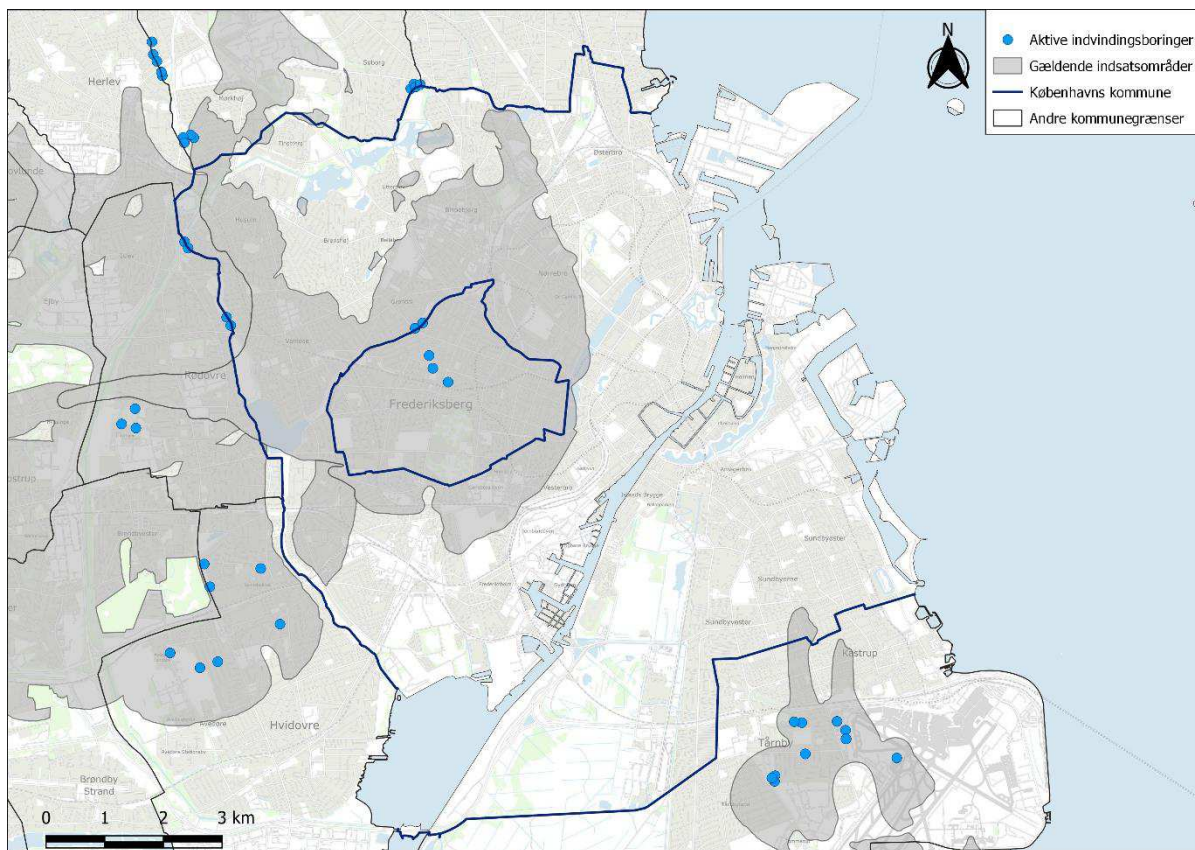
I Danmark er vandforsyningen baseret på grundvand, der kun behøver at gennemgå simpel behandling med iltning og filtrering, inden det kan sendes ud til forbrugerne. Drikkevandet er generelt af høj kvalitet.

Der er dog ikke ubegrænset adgang til grundvand af en tilstrækkelig god drikkevandskvalitet. I de senere år har det været nødvendigt at lukke en række vandforsyningsboringer, fordi grundvandet ikke længere kan overholde kvalitetskravene på grund af menneskeskabt forurening. Forurening med pesticider og PFAS er det største problem, men også nitrat, klorerede opløsningsmidler og andre stoffer volder problemer. Det grundvand, der indvindes til drikkevand, er typisk regnvand, der faldt for 30-50 år siden, og efter nedsivning igennem jorden har optaget forurening og derfor stammer mange af de problematiske stoffer fra "fortidens synder".

København er en fuldt udbygget storbykommune, og grundvand dannes derfor i områder, der udnyttes til en blanding af beboelse, industri, kontorerhverv, detailhandel, institutioner og kolonihaver. Der er hverken landbrug eller skov i Københavns Kommune, men en række større og mindre grønne arealer. Det grundvand, der findes under København indvindes til drikkevand i primært Frederiksberg Kommune, men også i Hvidovre, Rødovre, Herlev, Gladsaxe samt Tårnby kommuner. Drikkevandet til Københavns Kommune indvindes på tilsvarende vis i andre kommuner på Sjælland. Grundvand går således på tværs af kommunegrænser, og denne indsatsplan er derfor udarbejdet i samarbejde med nabokommunerne, specielt Frederiksberg og Gladsaxe.

Planen er opdelt i en planperiode på 4 år for perioden 2023 - 26, samt en perspektivperiode på 8 år fra 2027 - 2034, da effekten af flere af indsatserne først ville kunne ses efter mange år.

Formålet med indsatsplanen er at skabe overblik over, hvilke initiativer der skal iværksættes for at opnå beskyttelse af grundvandsressourcen. Planen angiver, hvilke stoffer der truer grundvandet, hvilke indsatser der skal implementeres, hvem der er ansvarlig for at gennemføre de forskellige indsatser, og hvornår de skal gennemføres. Indsatsplanen omhandler primært indsatser, der skal gennemføres i indsatsområderne i Københavns Kommune, som det ses på figur 1-1.



Figur 1-1: Den statslige udpegning af indsatsområder i forbindelse med grundvandskortlægningen.

## 1.1 Indsatsplan i by

Vandforsyningsstrukturen i Danmark er decentral, hvor drikkevandet produceres på lokale vandværker. Der er ca. 2.600 almene vandforsyninger i Danmark af meget forskellig størrelse. De største vandforsyninger leverer vand til flere hundrede tusinde mennesker hver dag, mens de mindste leverer vand til få ejendomme. Denne struktur betyder, at vandindvindingen er spredt udover hele landet i både land og by. Samtidig er truslerne mod grundvandsressourcen af meget forskellig karakter afhængig af, om der er tale om vandindvinding i en bykommune eller en landkommune. I en bykommune som København er truslerne ofte i form af fortidens synder (tankstationer, renserier, industri mv.), mens i en landkommune er truslerne ofte i form af pesticider fra landbrug, gartneridrift mv. Det betyder, at der er behov for grundvandsbeskyttelse i både land og by, men behovet kan være forskelligt og tilsvarende foregår implementering af indsatser forskelligt. I denne indsatsplan er der i særlig grad brug for samarbejder på tværs af kommunegrænser og samarbejde med Region Hovedstaden og andre involverede parter og ikke behov for indgåelse af lodsejeraftaler, frivillige aftaler mv.

Det er vigtigt at prioritere grundvandet i Storkøbenhavn højt, da grundvandet dels indgår som en vigtig ressource i drikkevandsforsyningen, og dels at ophør af indvindingerne centralt i København eller nabokommunerne kan have større samfundsmæssige omkostninger i form af skader fra f.eks. oversvømmelse af kældre, regnvand, der samler sig på terræn pga. højtstående grundvand og andre udfordringer. Men også at der i så fald skal hentes vand længere ude, hvorved presset på grundvandsressourcen, som Københavnerne er afhængige af, også vil blive påvirket.

## 2. OM INDSATSPLANEN

### 2.1 Baggrund

Staten har siden 2000 kortlagt de nuværende og fremtidige områder med drikkevandsinteresser i Danmark, den såkaldte statslige grundvandskortlægning. Grundvandskortlægningen er et landsdækkende projekt, der indsamler viden til at sikre Danmarks fremtidige drikkevandsforsyning. Her kortlægges kvaliteten, sårbarheden og udbredelsen af grundvandsmagasinerne under ca. 40 % af Danmarks areal.

Grundvandskortlægningen i Københavns Kommune har fundet sted i to omgange - første gang i forbindelse med Herlev/Glostrup kortlægningsområde i perioden 2012-2014 og senest i perioden 2018 til 2020 i Frederiksberg/København kortlægningsområde. Kortlægningen omfatter en analyse af geologiske, hydrologiske og grundvandskemiske data, herunder udpegning af indsatsområder (IO) og nitratfølsomme indvindingsområder (NFI). Efter statens kortlægning er det kommunernes opgave at udarbejde indsatsplaner for de udpegede indsatsområder. De udpegede indsatsområder i Københavns Kommune fremgår af Figur 1-1.

#### Faktaboks 2-1. Indsatsområder

##### Faktaboks om Indsatsområder

Indsatsområde (IO) er områder, hvor der skal laves en indsats for grundvandsbeskyttelse. IO afgrænses på baggrund af en vurdering af arealanvendelsen og den naturlige beskyttelse. IO afgrænses kun inden for NFI og vil således altid være mindre end eller lig med arealet af NFI.

#### Faktaboks 2-2. Nitratfølsomme indvindingsområder

##### Faktaboks om Nitratfølsomme indvindingsområder

Nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) viser hvor grundvandsmagasinet er sårbart overfor nitrat. NFI vurderes ud fra grundvandsmagasinet's geologiske sårbarhed over for nitrat. Nitratsårbarhed inddeles i tre kategorier:

- Magasiner med stor sårbarhed har generelt mindre end 5 meter reduceret ler og oxideret vandtyper. Indgår altid i NFI
- Magasiner med nogen sårbarhed har 5 - 15 meter reduceret ler over indvindingsmagasinet og svagt reduceret vandtype. Indgår i NFI efter en konkret vurdering
- Magasiner med lille sårbarhed har mere end 15 meter reduceret ler og reduceret vandtyper. Indgår ikke i NFI

I bilag 1 er beskrevet den detaljerede metode til vurdering af sårbarhed, som anvendes ved udpegning af sårbare områder og indsatsområder.

### 2.2 Indsatsplanens formål

Indsatsplanens formål er at afhjælpe og forebygge forurening af grundvandsressourcen i Københavns Kommune i henhold til bekendtgørelsen om indsatsplaner. Cirka 1/4 af grundvandet under Københavns Kommune benyttes til drikkevandsforsyning.



Indsatsplanens hovedformål er at sikre et overblik over, hvilke initiativer der skal iværksættes for at opnå beskyttelse af den nuværende og fremtidige drikkevands- og grundvandsressource. Indsatsplanen er derfor med til at sikre, at vi både nu og i fremtiden kan indvinde grundvand til drikkevand i Københavns Kommune.

I henhold til Vandforsyningslovens § 13 skal kommunerne udarbejde en indsatsplan for grundvandsbeskyttelse i indsatsområder (IO) udpeget i forbindelse med grundvandskortlægningen.

I henhold til Bekendtgørelse om indsatsplaner (BEK nr. 912 af 27/6/2016) skal planen som minimum indeholde:

1. Et resumé af den kortlægning, der lægges til grund for indsatsplanen
2. En angivelse af de områder, hvor en indsats skal gennemføres
3. En angivelse af de foranstaltninger, der skal gennemføres, samt retningslinjer for de tilladelser og andre afgørelser, der kan meddeles, og som har betydning for beskyttelsen af vandressourcen
4. En angivelse af i hvilket omfang, der skal gennemføres overvågning, og hvem der skal gennemføre overvågningen
5. En detaljeret opgørelse over behovet for beskyttelse for alle relevante forureningskilder.
6. En tidsplan for gennemførelse af både den samlede indsatsplan og de enkelte foranstaltninger.

### **2.3 Aktører og interessenter**

Til at bistå Københavns Kommune med udarbejdelse af indsatsplanen er der i henhold til Vandforsyningsloven nedsat et koordinationsforum, der består af følgende parter:

- Frederiksberg Kommune
- Gladsaxe Kommune
- Hvidovre Kommune
- Frederiksberg Forsyning
- HOFOR
- Region Hovedstaden
- Dansk Byggeindustri (del af Dansk Industri)
- Lokaludvalg - Nørrebro, Bispebjerg, Brønshøj-Husum, Vanløse, Valby, Kongens Enghave, Vesterbro
- Miljøpunkt Nørrebro
- Danmarks Naturfredningsforening
- Fællesforeningen af grundejere i København.

Undervejs i planprocessen er der afholdt to workshops i koordinationsforum, hvor trusler og behov for indsatser samt forslag til indsatser er drøftet. Københavns Kommune har endvidere samarbejdet med Frederiksberg Kommune og Gladsaxe Kommune om fælles indsatser. Der er udpeget dels lokale indsatser, som gælder for grundvandsbeskyttelsen i København, dels fælles indsatser som gælder på tværs af Københavns Kommune og nabokommunerne.

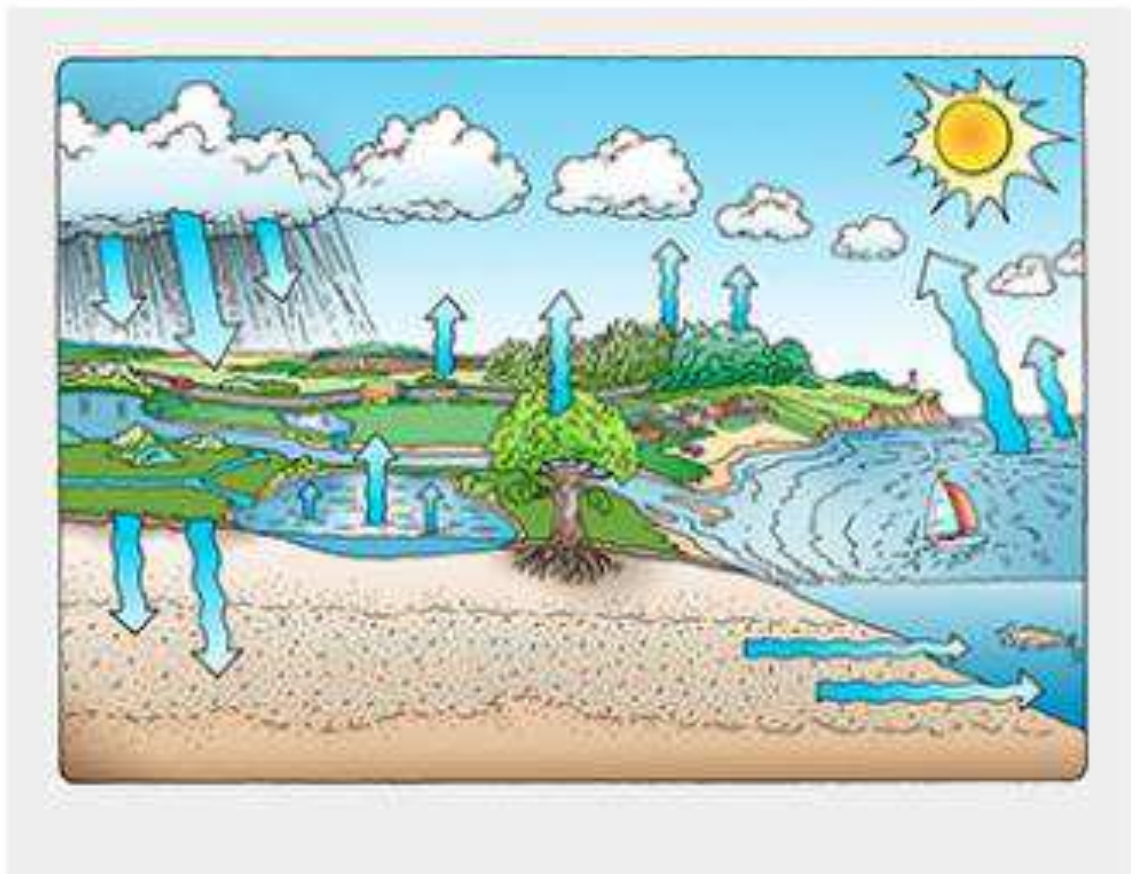
### 3. GRUNDVAND I KØBENHAVN

#### 3.1 Vandets kredsløb

Grundvandet under København er en del af vandets kredsløb og dannes ved, at regnvand siver ned igennem jordens forskellige lag. Vand der falder på ubefæstede arealer fx i parker og lign. nedsiver til grundvandet eller strømmer af til søer, åer eller havet. Regn der falder på overfladen vil være 30-50 år om at sive ned igennem jordlagene inden det indvindes til drikkevand. I et byområde som København er der en høj grad af befæstelse, hvilket betyder at meget af vandet løber i kloak i stedet for at sive ned til igennem jordlagene. Dette kan betyde, at grundvandsdannelsen er mindre og det kan medføre flere overløb af vand til åer og kyster, når det regner meget.

Når vi indvinder grundvand til drikkevand, falder vandspejlet i undergrunden. Det kan påvirke søer og moser, som får mindre vand fra grundvandet, og dermed har højere risiko for at tørre ud.

I Figur 3-1 fremgår principperne for vandkredsløbet med de forskellige dele, der indgår.

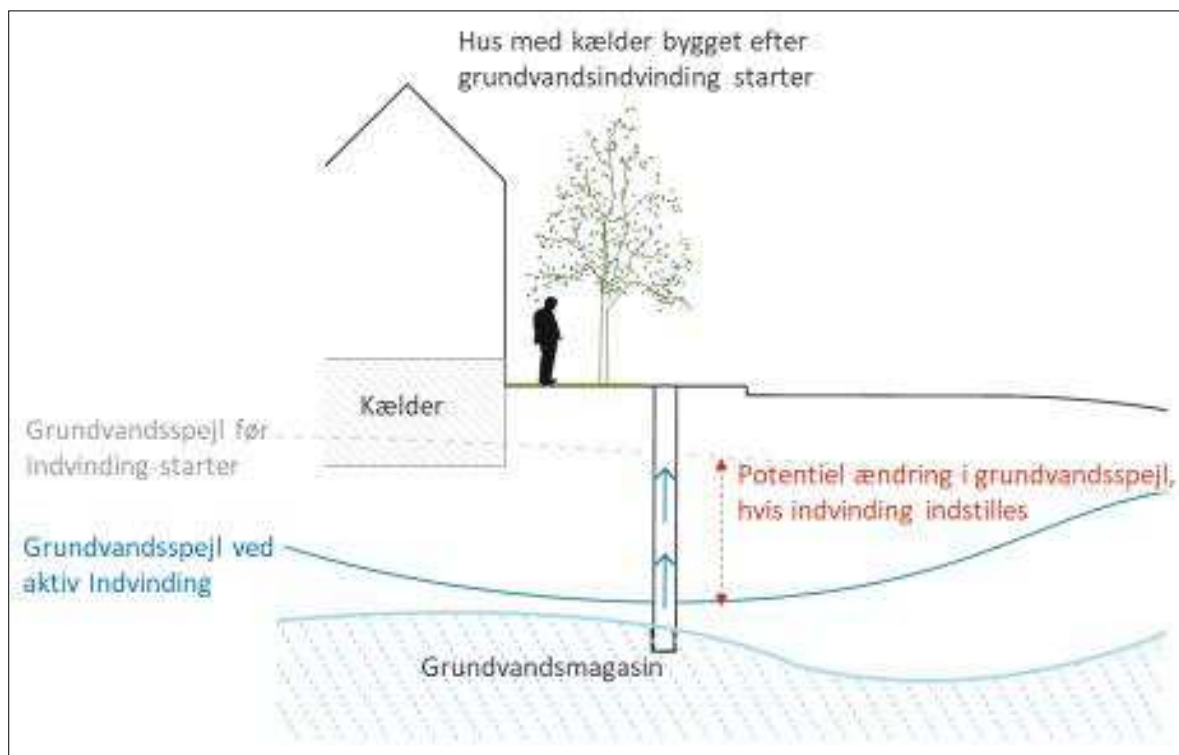


Figur 3-1: Princip for vandets kredsløb.

Der har været indvundet grundvand i Københavnsområdet siden 1847, hvor Carlsberg blev grundlagt. Med introduktionen af grundvandsindvinding begyndte grundvandsniveauet at falde. Faldet var i høj grad betinget af indvindingen på Frederiksberg, da Københavns Kommune generelt hentede sit vand uden for byen. Større virksomheder og institutioner indvandt dog vandet direkte fra undergrunden i København. På Frederiksberg begyndte man at indvinde vand til drikkevandsformål i 1869.

Den lavere vandstand har medført, at der er blevet bygget boliger med kældre på arealer, der tidligere var fugtige, men er tørret ud pga. vandindvindingen. I de senere år er der registreret flere problemer med stigende terrænnært grundvand f.eks. i kældre, som blandt andet skyldes klimaændringer i form af øget nedbør, men også reduktion i grundvandsindvindingen til drikkevand og virksomheder, når borerer må lukkes pga. forurening eller når afværgeoppumpninger stoppes. I områder med meget ler i de øverste meter kan regnvandet have svært ved at sive ned. Hvis grundvandsspejlet samtidig står højt, kan det medføre at regnvandet støver op ved jordoverfladen.

På figur 3-2 er vist hvordan vandstanden potentielt kan hæves, hvis man stopper for oppumpning af grundvand. Derved kommer vandstanden til at stå over bunden af kælderen, og dermed bidrage til en fugtig kælder.



Figur 3-2: Påvirkning af grundvandsspejlet ved indstilling eller reducere af grundvandsindvinding.

Hvis vandindvindingen fremtidssikres ved at beskytte grundvandsressourcen, vil dette bidrage til at forebygge uheldige grundvandsstigninger pga. ophør af grundvandsindvinding. Højtstående grundvand kan give permanente skader, fx i form af skimmelsvamp i sokler på huse, opfugtning/oversvømmelse i kældre mv.

For at sikre en bæredygtig vandforsyning er det nødvendigt at man fokuserer på hele vandets kredsløb, så man fortsat kan indvinde drikkevand i tilstrækkelige mængder og af god kvalitet. Ved at indvinde drikkevandet lokalt spredes presset på vandressourcen samtidig med at transportafstande mellem boring og forbrug af drikkevand reduceres. Når der ikke pumpes så hård fra borerne, mindskes risikoen for at trække forureninger ned i grundvandet og når vandets ikke skal transporteres så langt, kan man spare energi og risikoen for utætheder undervejs der kan forurene vandet reduceres.

### 3.2 Geologi og grundvandsressourcen

De regionale grundvandsforekomster, der udnyttes til drikkevand, under Frederiksberg og Københavns kommuner findes i kalk og kridtlag, som ligger fra 10 – 12 m u.t. og dybere. Lagene stammer

fra tiden langt før Istiden (over 60 mio år siden). Det kaldes det primære grundvandsmagasin. Vandføringssevnen i disse lag er typisk bedst i de øverste 20 meter, hvor påvirkning fra gletsjerbevægelser i istiden har givet sprækker i kalklagene, hvor grundvandet kan løbe. Udover dette findes der flere betydende strukturer, hvor der også ses god vandføringssevne. Det er bl.a. ved forkastninger, hvor lagene har forrykket sig i forhold til hinanden, og vandet lettere kan strømme i den zone. Under København og Frederiksberg findes Carlsbergforkastningen, som er meget vandgivende.

#### Faktaboks 3-1. Koter og meter under terræn

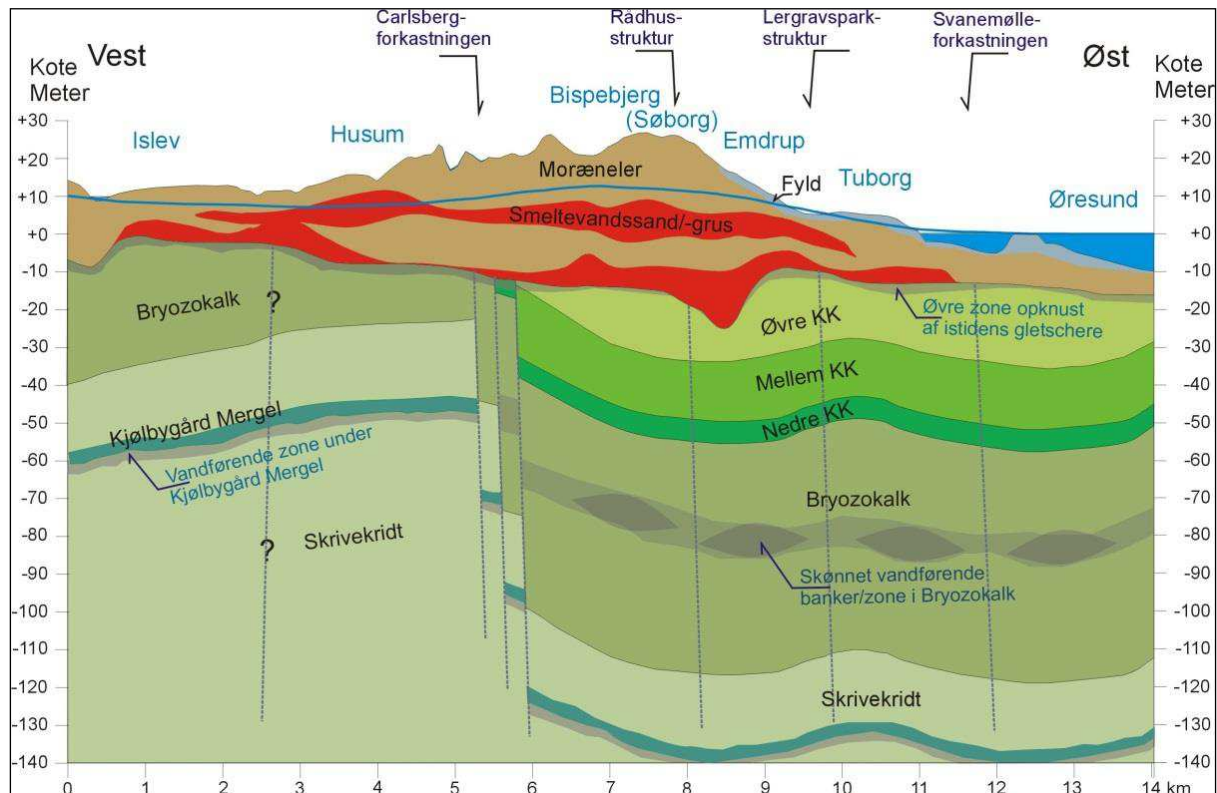
##### Faktaboks - m u.t. og koter

*m u.t.* betyder meter under terræn, og angiver hvor dybt der er ned til grundvandsspejlet fra terrænoverfladen

Kote angiver højden for et bestemt terrænpunkt. Kote angives i meter DVR90.

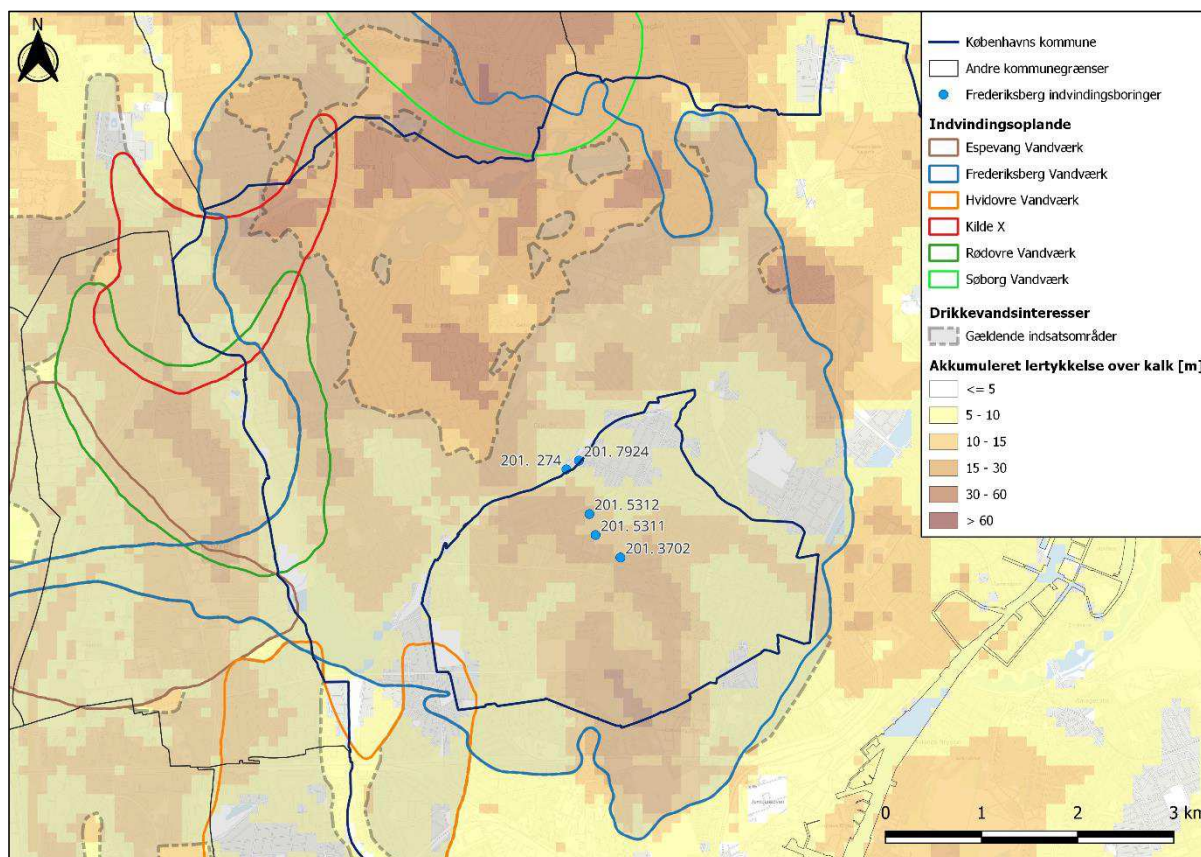
DVR90 står for Dansk Vertikal Reference 1990, hvor havniveau er fastsat til kote 0 m DVR90

Princippet for den geologiske opbygning i København fremgår af Figur 3-3, hvor den nævnte forcastning også er illustreret. Som det fremgår af figuren, består de øverste 10 - 30 m af vekslede lag af moræneler og sand/grus. I kote ca. - 10 m DVR90 møder man kalken, som kan have lidt forskellig struktur. Der er såkaldt bryozokalk vest for Carlsbergforkastningen og Københavns Kalk øst for forcastningen. Vandforsyningsboringerne til Frederiksberg Forsyning står i Carlsbergforkastningen, som er meget vandførende. Man kan ikke se Carlsbergforkastningen på jordoverfladen.



Figur 3-3: Princip for geologien i Københavnsområdet.

Lerlagene over kalken er tætte lag, der virker vandstandsende, så forurenende stoffer ikke så let kan nedrive til kalken (det primære grundvandsmagasin). Den samlede lertykkelse over kalklagene indikerer, om grundvandet er godt eller dårligt beskyttet mod forureninger fra jordoverfladen. Det har stor betydning for den naturlige beskyttelse af grundvandet. Af Figur 3-4 fremgår den akkumulerede lertykkelse over kalken.



Figur 3-4. Akkumuleret lertykkelse over kalkmagasinet.

Den gennemsnitlige lertykkelse over kalkmagasinet inden for indvindingsoplandet til Frederiksberg Forsyning er mellem 5 og 30 meter, men der findes mange, større eller mindre områder, hvor lerdækket over kalkmagasinet er under 5 meter. I disse områder er drikkevandsressourcen særlig sårbar overfor forureningstrusler fra terræn. De øverste 3-5 meter af lerlagene er ofte fyldt med sprækker og yder derfor en dårligere beskyttelse, da vandet hurtigere bevæger sig nedad mod kalklagene i disse områder.

Ler fungerer som filter for forurening. Dels kan lerpartiklerne optage næringsstoffer og visse forureningsstoffer. Dels transporteres vand sværere igennem ler end sand, da lerpartiklerne i jorden er pakket tæt og 'klistrer' til hinanden. Samlet betyder det, at der kan nå at ske omsætning af nogle af de stoffer, der kan være skadelige i drikkevandet.

De steder, hvor lerlag adskilles af sand-/gruslag, er grundvandsressourcen mere sårbar overfor forurening. Sandet har nemlig ikke den samme filtrerende effekt som ler, og vandet transporteres desuden hurtigt herigennem. De områder, hvor sandlag ligger i direkte kontakt med kalken, kan der derfor opstå "motorveje" for forureninger ned til grundvandet.

Der står ofte også grundvand i sand-/gruslagene, der er mere terrænnære og kaldes sekundære grundvandsmagasiner. Disse magasiner er ofte mere udsat for forurening og benyttes derfor ikke til drikkevandsindvinding.

#### **Faktaboks - grundvandsmagasiner**

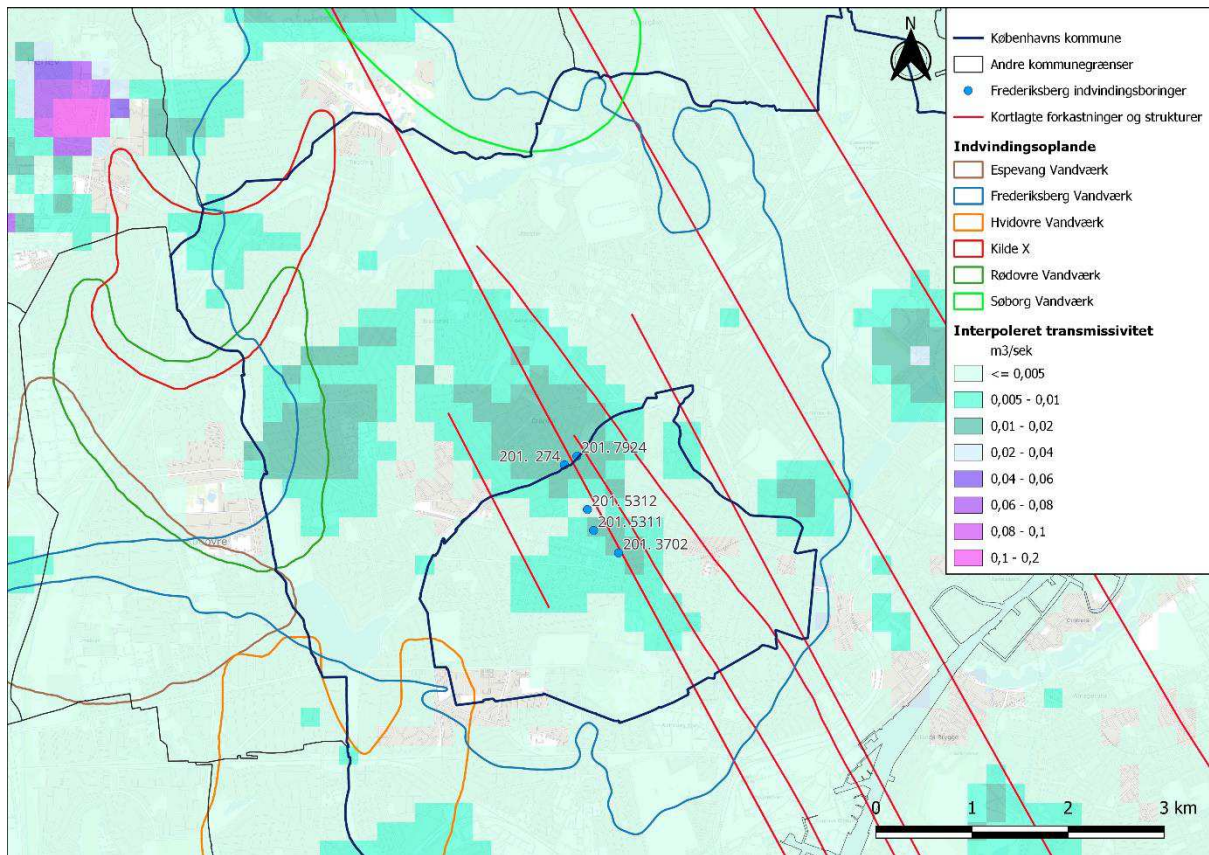
*Terrænnært grundvand* defineres ved det første vandspejl, som man møder, når der graves. Dette vandspejl varierer typisk afhængig af hvornår og hvor meget det har regnet. Nogle steder findes der ikke terrænnært grundvand.

*Sekundært grundvandsmagasin*, er typisk de sandlag, der ligger under det terrænnære grundvand, og er adskilt af lerlagene. Vandet anvendes ikke til drikkevand, da det ikke er så godt beskyttet mod overfladeforureninger.

*Primære grundvandsmagasin* er typisk kalklagene, der ligger under det sekundære magasin, og er adskilt via lerlag. Vandet anvendes til drikkevand, da kalklagene ofte er meget vandførende og bedre beskyttet.

### **3.3 Vandføring og vandstand**

Opknusningen af kalken langs Carlsbergforkastningen medfører høj vandføringsevne langs forkastningen, hvilket også træder tydeligt frem på **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**, hvor transmissiviteten er vist. Den meget høje vandføringsevne udgør grundlaget for Frederiksberg Vands drikkevandindvinding. De fem aktive indvindingsboringer er alle placeret centralt i forkastningszonen.



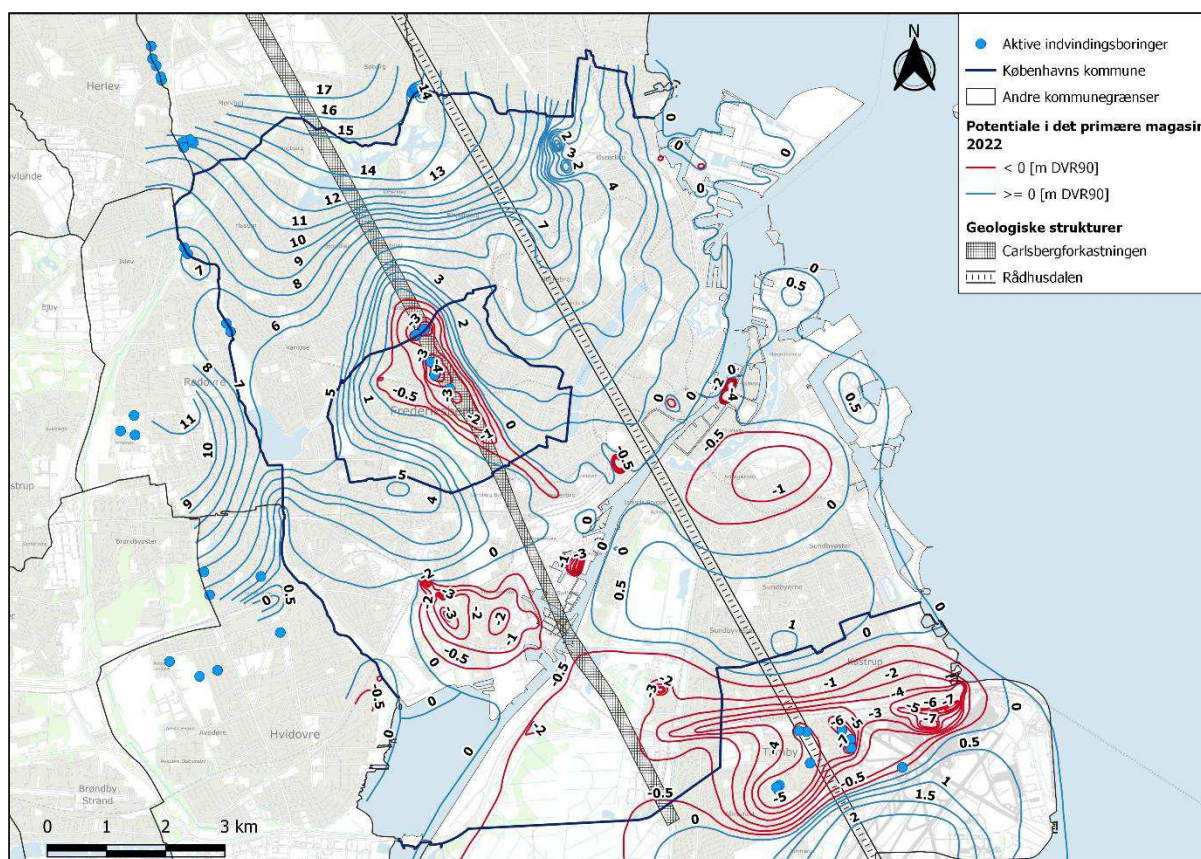
Figur 3-5. Interpoleret transmissivitet i kalkmagasinet (primært den øvre del af kalkmagasinet).

### Faktaboks 3-3. Transmissivitet

#### Faktaboks

Transmissivitet er et mål for et vandførende lags evne til transport af vand vandret og angives typisk i m<sup>2</sup>/sek. eller m<sup>2</sup>/t. Jo højere værdi desto bedre kan geologiske lag lede vand. Det er størst for grus/opsprækket kalk, mindre for sand og mindst for silt og ler.

Overordnet strømmer grundvandet ud mod havnen, men er meget styret af Frederiksberg Vands indvindingsboringer i den nordlige del af Københavns Kommune. Det fremgår af potentiale linjer på figur 3-6 at de store sænkninger primært ses omkring Frederiksberg Vands boringer og syd for kommunegrænsen i Tårnby. De øvrige sænkninger i Københavns Kommune relaterer sig primært til midlertidige grundvandssænkninger i forbindelse med anlægsarbejder.



Figur 3-6. Potentialeforhold i kalken - april 2023

På Figur 3-6 ses grundvandspotentialet i kalkmagasinet, som betegnes, som det primære grundvandsmagasin. Potentialet er vist for april 2021. Grundvandet forventes at ligge højest om foråret inden vækstsæsonen går i gang.

#### Faktaboks 3-4. Grundvandspotentiale

##### Faktaboks

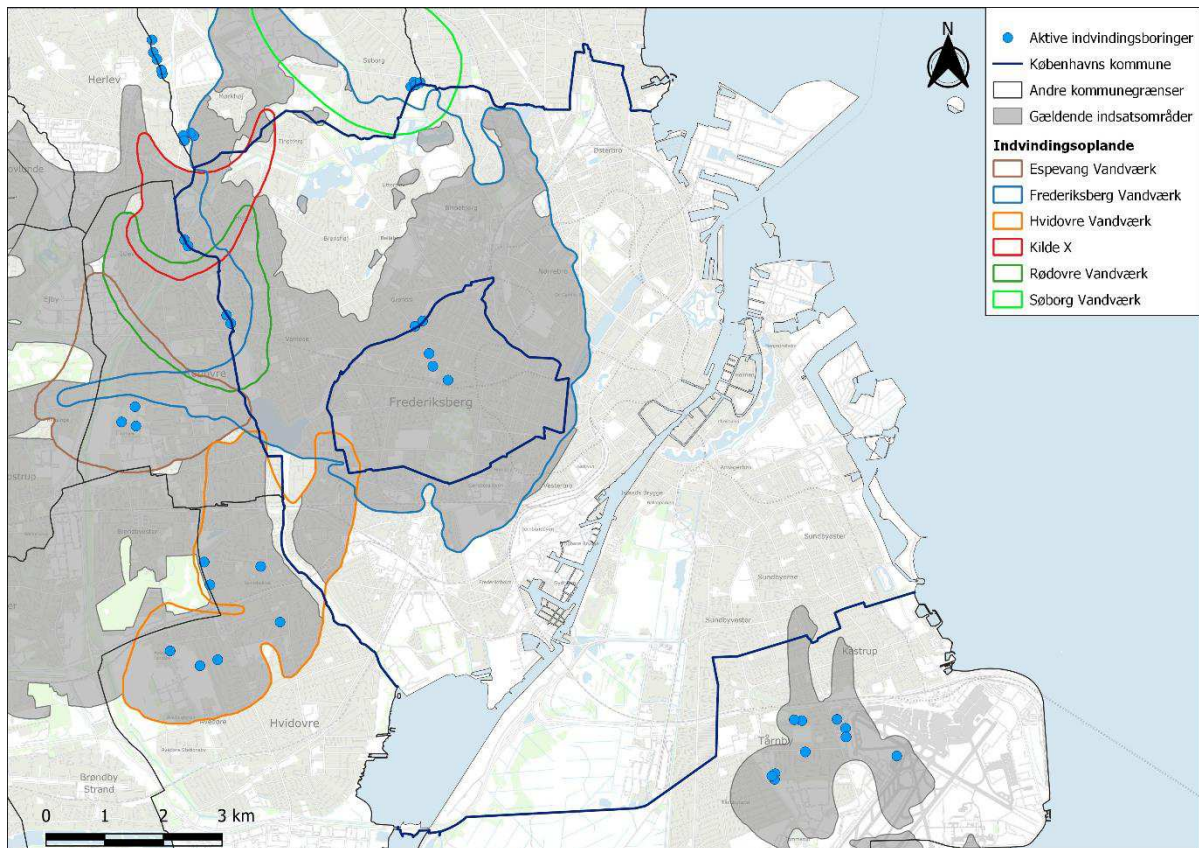
Grundvandspotentialet er et udtryk for grundvandets potentielle energi/tryk, og angives i meter over havniveau. Grundvandspotentialet vises gennem et potentialekort med optegnede potentialelinjer. Vandet strømmer mod en lavere vandstand.

### 3.4 Beskrivelse af indsatsområderne og arealanvendelsen

Miljøstyrelsen udarbejdede i 2015 en grundvandskortlægning for Herlev-Glostrup området, der inkluderede 3 mindre indsatsområder i Københavns Kommune. Det drejer sig om indvindingsopland til Hvidovre vandværk, Rødovre Vandværk og Islebro Vandværk. Siden er Rødovre Vandværk og udvalgte borerer nedlagt.

I 2019 udarbejdede Miljøstyrelsen grundvandskortlægningen for Frederiksberg og udpegede en stor del af det nordlige del af Københavns Kommune som indsatsområde. Det er kun Frederiksberg Forsyning, der har vandindvindingsboringer beliggende i Københavns Kommune. Boringernes placering fremgår af figur 3-7, sammen med de tilhørende indvindingsoplande.





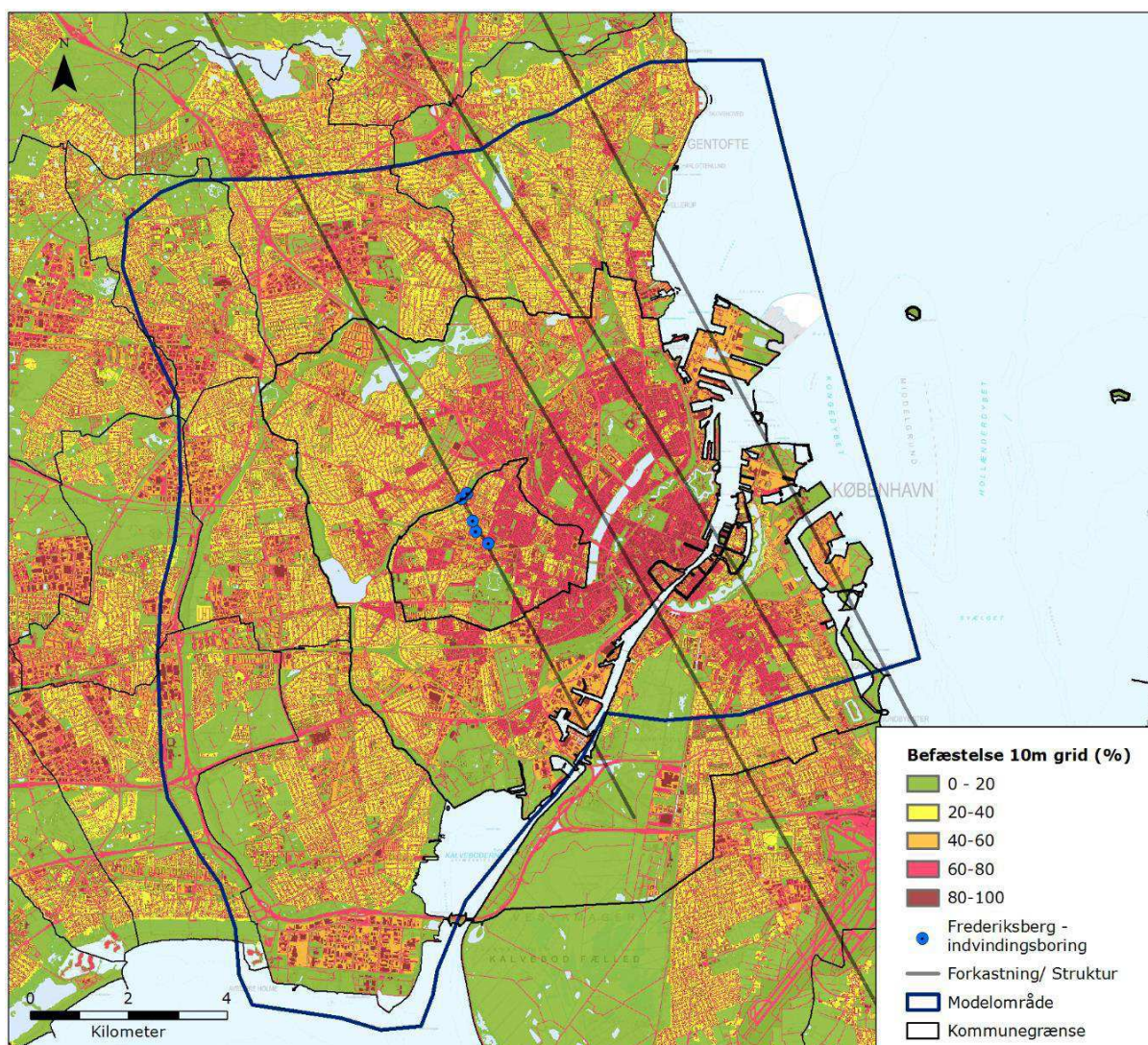
Figur 3-7. Indsatsområde og indvindingsoplade til vandforsyning med udbredelse i Københavns Kommune.

#### Faktaboks 3-5. Indvindingsoplade

##### Faktaboks

Indvindingsoplade (IOL) er det område i grundvandsmagasinet, som strømmer til en indvindingsboring. Indvindingsoplade er afgrænset til 200 års transporttid til boringen.

København er en fuldt udbygget storbykommune, og grundvand dannes derfor i områder, der udnyttes til en blanding af beboelse, industri, kontorerhverv, detailhandel, institutioner og kolonihaver. Der er hverken landbrug eller skov i Københavns Kommune, men en række større og mindre grønne arealer. På Figur 3-8 ses befæstelsesgraden, som i indre by er tæt på 100 %. De grønne arealer har en befæstelsesgraden på mellem 0 - 20 %.



Figur 3-8. Befæstelsesgraden i Københavns Kommune.

## 4. SCREENING FOR HISTORISKE TRUSLER MOD GRUNDVANDSRESSOURCEN

I forhold til indsatsplanlægning er det vigtigt at vide om forureninger, som ses i grundvandet skyldes fortidens synder, eller om det er trusler, der også findes i dag.

Truslerne mod grundvandet som findes i Københavns Kommune, stammer fra en lang periode. Gennem hele 1900-tallet er området blevet udbygget, der er etableret nye områder ud mod vandet ved opfyld og der har været mange grundvandsindvindinger til industriformål som bryggerier, vaskerier, fabrikker mv.

De forskellige grundvandsindvindinger gennem tiden har givet forskellige strømningsmønstre nede i kalkmagasinet, hvilket f.eks. kan betyde, at forureninger i et område kan have strømmet i forskellige retninger afhængigt af grundvandsindvindingen.

For at kunne forstå indholdet af forureningsstoffer i grundvandet i dag, er der udarbejdet 4 nedslag i de sidste 100 år, som viser grundvandsindvindinger, potentialekort i kalkmagasinet og

overfladeaktiviteter. Datagrundlaget for detaljerede overfladeaktiviteter findes kun for Københavns Kommune. Dog har der været meget industri inden for Frederiksberg Kommune, som har bidraget til den samlede grundvandskvalitet, der ses i dag, men som ikke er med på kortene.

Først med loven om kemikalieaffaldsdepoter fra 1983 og derefter med jordforureningsloven fra 1999 begyndte man mere systematisk, at registrere lokaliteter der kunne være forurenede (V1-kortlagte) og lokaliteter, hvor der var dokumenteret forurenede (V2-kortlagte). Det betød, at man fik et bedre overblik, samt at antallet af registrerede forurenede grunde steg.

På baggrund af oplysninger om historisk kortlagte virksomheder i Københavns Kommune, er der foretaget en screening af de historiske trusler overfor grundvandet.

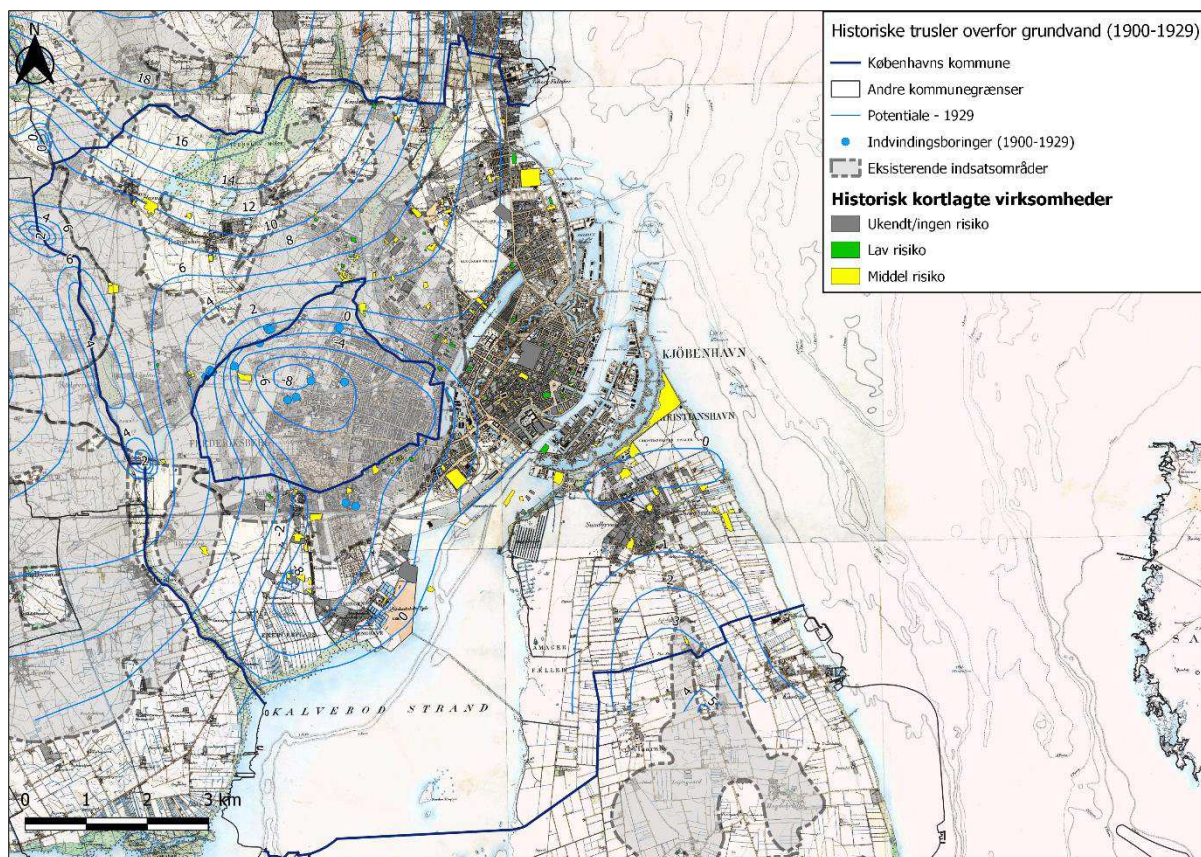
Formålet med screeningen er at lokalisere områder, der potentielt kan have bidraget til forurening af grundvandsressourcen i forskellige perioder af byens udvikling. De historisk kortlagte virksomheder er blevet tildelt sandsynlige stofgrupper efter typen af aktivitet i virksomheden samt driftsperioden, delvist baseret på Region Hovedstadens brancheliste for kortlægning af muligt forurenede arealer /12/. Stofgrupperne er tildelt risikokategorier efter risiko over for grundvandet, med klorerede opløsningsmidler og pesticider værende "høj", BTEXN, MTBE, Cyanid "middel", og olie, tjære og tungmetaller "lav". Klassificeringen er baseret på de respektive stofgruppers evne til at binde sig til jordpartiklerne og mobilitet jorden, og deraf hvor stor risikoen er for om de ender i grundvandet; tungere oliestoffer og tungmetaller udvaskes i langt mindre grad end f.eks. klorerede opløsningsmidler og deres nedbrydningsprodukter.

Screeningen er koblet med historiske indvindinger og grundvandspotentialer for de fire tidsperioder 1900-1929, 1930-1954, 1955-1971 og 1972-2004. Desuden præsenteres anden historisk arealanvendelse, der kan have medført grundvandsforurening, f.eks. tidligere fyldpladser.

#### **4.1 Historiske trusler - 1900-1929**

I perioden fra 1900 til 1929 er trusselsniveauet generelt lavt, illustreret ved det relativt lave antal kortlagte virksomheder. Der er ingen virksomheder med aktiviteter i perioden 1900-1929, som er klassificeret kortlagt med *høj* risiko over for grundvandsressourcen. Den potentielt forurenende virksomhedsaktivitet er i denne periode primært koncentreret omkring Amagerbro, Indre By og Nørrebro, som det fremgår af Figur 4-1.

Der har været indvundet grundvand i Københavnsområdet siden 1847, hvor Carlsberg blev grundlagt. Herefter stiger indvindingen støt efterhånden som området udbygges og forskellige industrier får behov for vand. På Frederiksberg begyndte man at indvinde vand til drikkevandsformål i 1869. Med introduktionen af grundvandsindvinding begyndte grundvandsniveauet at falde. Grundvandspotentialer anno 1929 viser den markante grundvandssænkning på baggrund af den store vandindvinding. Den største afsænkning ses i den centrale del af Frederiksberg, hvor grundvandsspejlet ligger i kote -8 m.



Figur 4-1. Screening af historisk kortlagte virksomheder 1900-1929, grundvandspotentiale i 1929 og historisk vandindvinding. Grundkort er høje målebordsblade, som dækker perioden 1870-1899.

Det fremgår af kortet (Figur 4.1), at der ikke har været så mange potentielle trusler i den periode og flere områder med grundvandsindvinding findes i områder med lav befæstelse uden mange virksomheder. Det fremgår, at strømmingen både har retning mod Carlsberg lige syd for Frederiksberg kommunegrænse og mod indvindingen centralt på Frederiksberg. Især findes der i området syd for Frederiksberg en del potentielle trusler, som kan have haft retning mod Carlsberg-indvindingen.

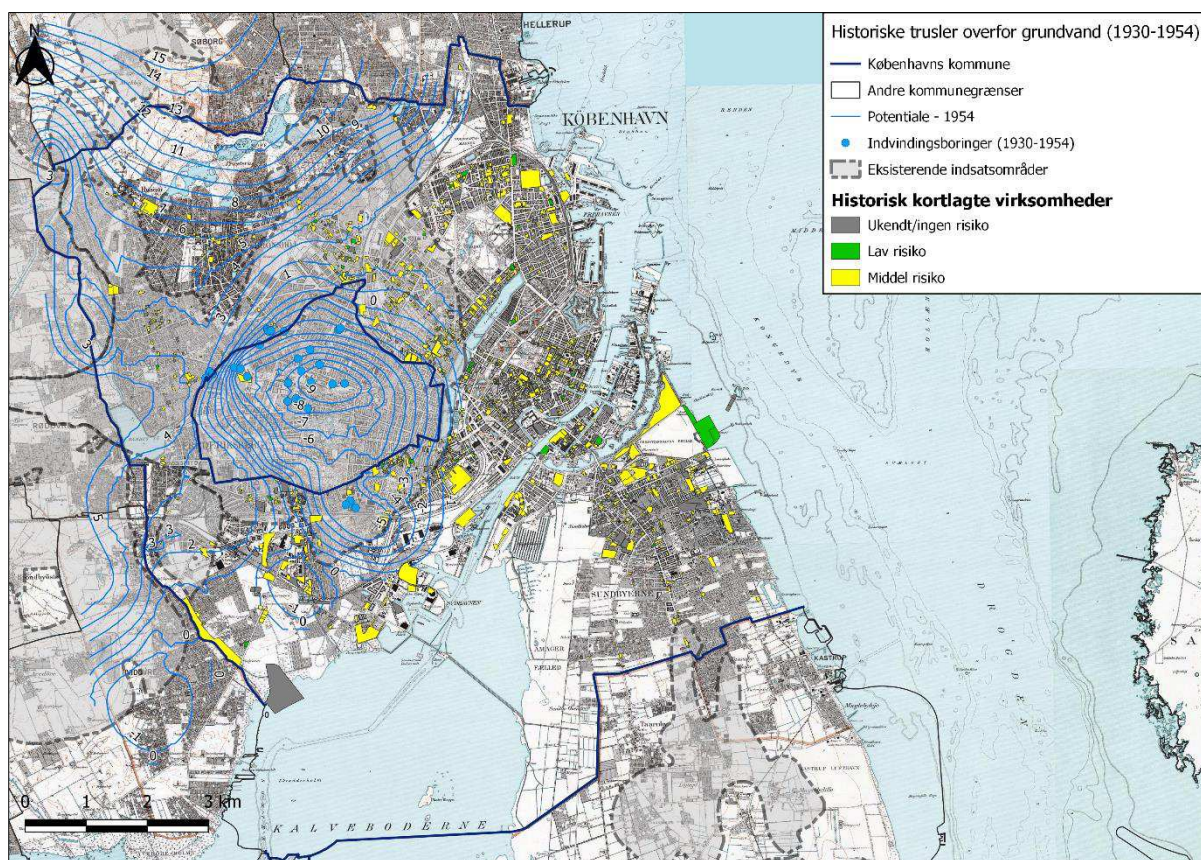
#### 4.2 Historiske trusler - 1930-1954

Antallet af historisk kortlagte virksomheder med aktiviteter i perioden 1930-1954 er øget markant ift. den foregående periode. Meget af den industrielle aktivitet er stadig placeret i den nordlige del af Amager, Indre by og Nørrebro, men også på Vesterbro og i Valby ses øget aktivitet, jf. Figur 4-2. Klorerede opløsningsmidler er på dette tidspunkt anvendes endnu ikke i stor stil, og desuden anvendes eller fremstilles der, ifølge screeningen, ikke pesticider i virksomhederne i perioden.

Indvindingen i København og på Frederiksberg toppede omkring 1930 med en samlet indvinding på 6 mio. m<sup>3</sup>/år /13/, men var også høj i den efterfølgende periode. På den centrale del af Frederiksberg var der, jf. Figur 4-2, en sænkning af grundvandspejlet ned til kote -9 m, hvilket svarer til ca. 13 m under det oprindelige niveau, inden vandindvindingen startede. Grundvandsniveauet i kalken synes at være lavest i perioden fra 1940 til 1980 med det laveste niveau i begyndelsen af 1950'erne og 1970'erne. Selvom indvindingen samlet set var højest omkring 1930, så har den fortsatte grundvandsindvinding i hele perioden givet de store afsænkninger. Sænkningen betød, at den øverste del af kalken blev tørlagt. Tørlægning af kalken medførte iltning af metal- og svovlforbindelser (pyrit) som ved efterfølgende stigning af grundvandsstand kan have forårsaget stigninger i grundvandets indhold af sulfat og nikkel.

**Faktaboks**

Nikkel og arsen findes som urenheder i pyrit/jernsulfid ( $\text{FeS}_2$ ) og frigives, når pyrit oxideres (ilttes). Når pyriten ilttes dannes desuden sulfat fra sulfid. Pyritoxidation kan forekomme i de områder, hvor der er frit vandspejl i det primære grundvandsmagasin, kombineret med geologiske, anlægsrelaterede eller boringsrelaterede huller i dæklaget. Frit vandspejl forefindes, når vandspejlskoten ligger lavere end koten for det primære grundvandsmagasin. Pyrit findes især i kalkbjergarter.



Figur 4-2. Screening af historisk kortlagte virksomheder 1930-1954, grundvandspotentiale i 1954 og historisk vandindvinding. Grundkort er lave målebordsblade, som dækker perioden 1901-1971.

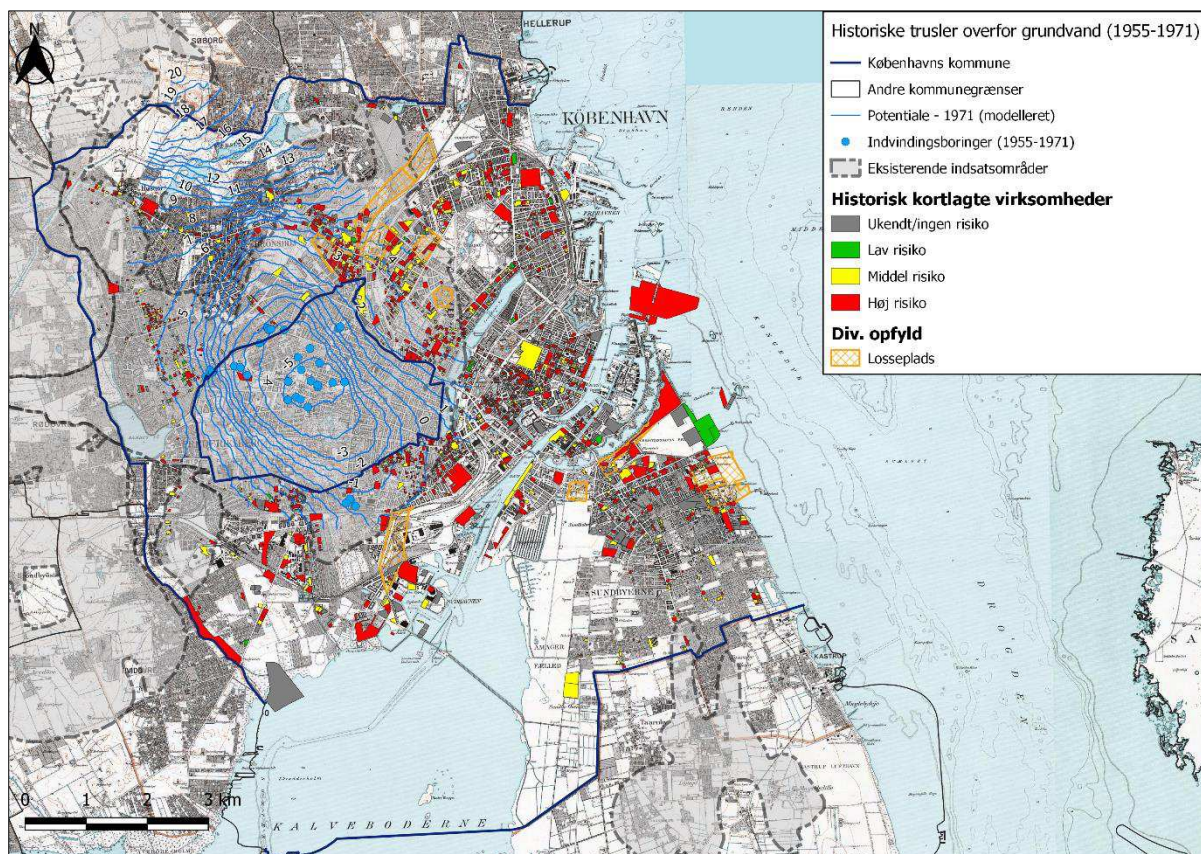
Indvindingen i denne periode koncentrerer sig om Frederiksberg Kommune og Carlsberg, men strømningsmønstret ligner overordnet det samme som i forrige periode, hvor der også er strømningsretning mod Carlsberg. Det fremgår at der i denne periode er kommet mange flere potentielle trusler med middel risiko.

**4.3 Historiske trusler - 1955-1971**

I perioden 1955-1971 øges de potentielt grundvandsforurenende aktiviteter markant, herunder en storstilet anvendelse af klorerede opløsningsmidler i forbindelse med en lang række industrielle aktiviteter, f.eks. metalforarbejdning, trykkeri, maskinfabrik osv. Aktiviteterne er fortsat koncentreret omkring Amagerbro, Indre By, Nørre-, Øster- og Vesterbro, samt Valby, jf. Figur 4-3.

Det ses, at grundvandssænkningen i denne periode er aftaget, således at sænkningen i det centrale Frederiksberg er til maksimalt kote -5 m, hvilket dog stadig er en væsentlig sænkning. Carlsberg standsede al indvinding af betydning i starten af 1970'erne. Registreringen af aktive indvindinger er baseret på digitalisering af diverse arkivmateriale og dækker ikke hele København.

Grundvandspotentialet er modelleret for denne periode, og i der kan derfor være usikkerheder forbundet med potentialekortet. I modelkørslen er Carlsberg stadig aktiv. Desuden er den geografiske udbredelse også begrænset til Frederiksberg og den nordvestlige del af Københavns Kommune, hvilket komplicerer vurderingen af virksomhedernes trussel over for grundvandsressourcen.



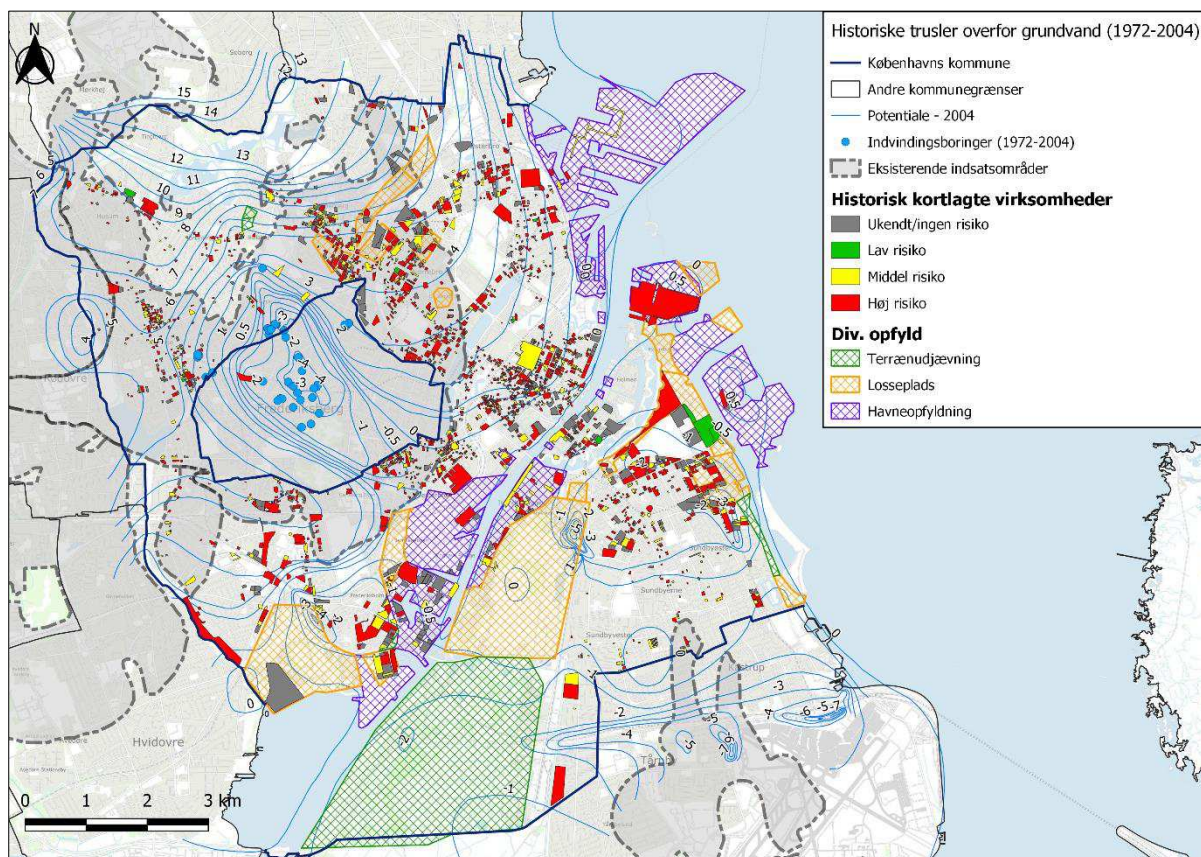
Figur 4-3. Screening af historisk kortlagte virksomheder 1955-1971, grundvandspotentiale i 1971 (modelleret) og historisk vandindvinding. Grundkort er lave målebordsblade, som dækker perioden 1901-1971.

Det vurderes at denne periode har været årsag til de fleste af de forureninger, som ses i grundvandet under København og Frederiksberg i dag på grund af den store anvendelse af klorerede opløsningsmidler i denne periode. Strømningsmønsteret ligner i form det samme som i forrige periode.

#### 4.4 Historiske trusler - 1972-2004

Risikobilledet for perioden 1972-2004 ligner den foregående periode. Dette skyldes bl.a., at det anvendte datasæt er mangelfuldt, hvad angår årstal for virksomhedernes ophør, og det derfor er vanskeligt at afgøre, om en virksomhed reelt har aktiviteter i denne periode. Det er fortsat særligt de virksomheder, der sandsynligvis anvender klorerede opløsningsmidler, der udgør den største risiko. Aktiviteten er koncentreret i de samme områder som tidligere nævnt, med en forøget aktivitet i området omkring Sydhavnen, jf. Figur 4-4.

Vandindvindingen er på dette tidspunkt på sit laveste i de undersøgte perioder, med omtrent 3 mio. m<sup>3</sup> årligt, altså halvt så meget som i 1930'erne. Dette giver også udslag i markant mindre grundvandssænkning, til maksimalt kote -4 m.



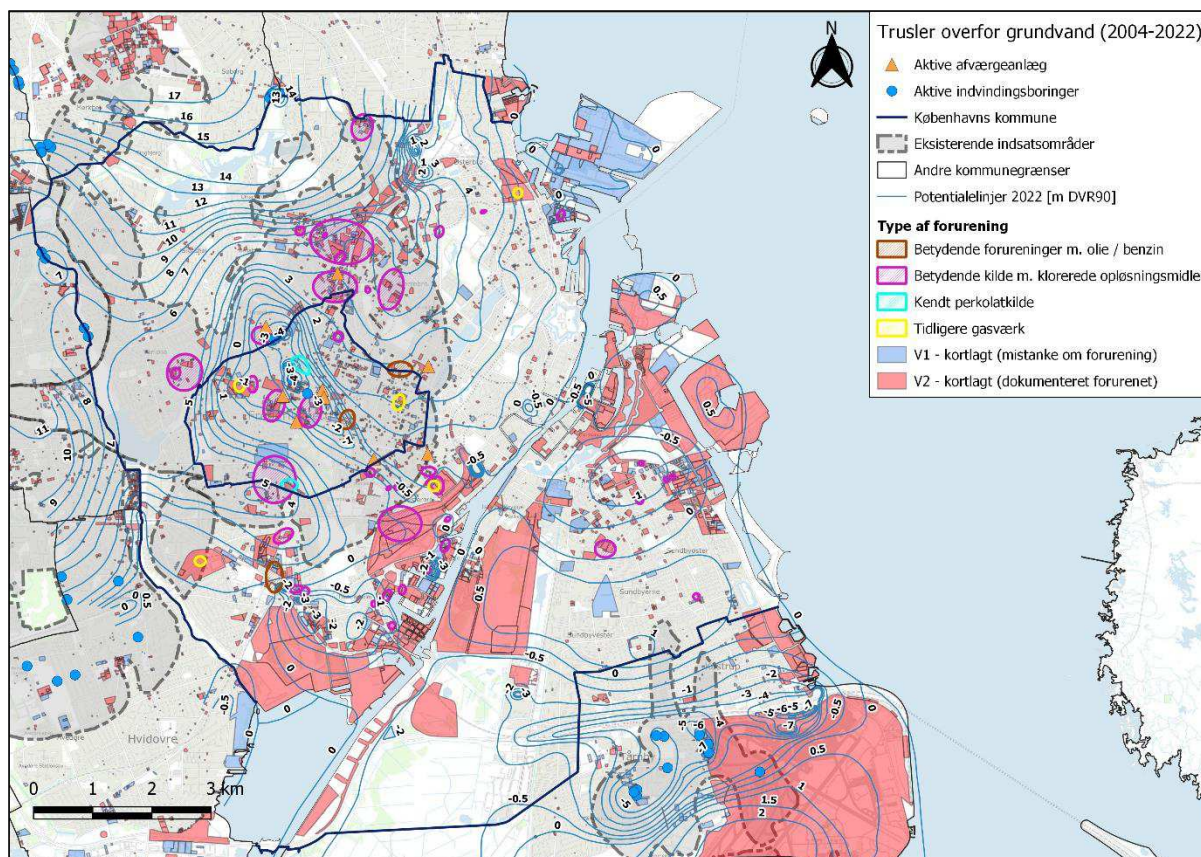
Figur 4-4. Screening af historisk kortlagte virksomheder 1972-2004, grundvandspotentiale i 2004 og historisk vandindvinding. Grundkort er nutidigt skærmbillede fra kortforsyningen.

Med udvidelse af infrastrukturen, og tættere bebyggelser ses en større sænkning på Nordamager, samt afdræning af Øresundsmotorvejen og Godsforbindelsesbanen i Valby, der påvirker grundvandsstrømmene kraftigt i deres nærområde.

#### 4.5 Trusselsbilledet i dag - perioden 2004-2022

Denne periode ligner meget de foregående mht. strømningsbilledet, som primært går mod Frederiksberg Forsynings indvindingsboringer.

Det er samlet vist på Figur 4-5. hvordan truslerne fra de forurenede lokaliteter fordeler sig i dag med den nuværende grundvandsindvinding. På langt flere lokaliteter end tidligere er der et kendskab til potentielle forureninger (V1- kortlagt) eller der er konstateret en forurening (V2-kortlagt). Mange af de større forurenede lokaliteter ligger syd for indsatsområdet, men mange af kilderne til klorerede opløsningsmidler er fortsat inden for indsatsområdet, og i nærheden af Frederiksberg Forsynings indvindingsboringer.



Figur 4-5. Kortlagte virksomheder og grundvandspotentialet og grundvandsindvinding som i dag

#### 4.6 Opsamling

Som det fremgår af gennemgangen, stammer kilderne til de forureninger, som i dag truer grundvandet primært fra aktiviteter i perioden 1955 og op til 1980-erne, hvor klorerede opløsningsmidler i høj grad bliver udfaset.

Det vurderes derfor, at det primært er fortidens aktiviteter på de forskellige virksomheder/industrier, som har forårsaget det forureningsbillede, som i dag ses i grundvandet.

Det fremgår også at flere af de aktiviteter, der i screeningen er vægtet med høj risiko, ikke fremstår som kortlagte forurenede lokaliteter i dag. Hvilket vil sige, at selv om en aktivitet kan have betydet en høj risiko, så betyder det ikke at aktiviteten har givet anledning til en forurening.

I tillæg til de nævnte aktiviteter, så ses i dag indhold i grundvandet af PFAS og pesticider, som ikke har været med i den historiske screening.



## 5. PROBLEMATISKE STOFFER I GRUNDVAND

I en storby som København stammer de forurenende stoffer i grundvandet både fra tidligere aktiviteter i form af industri, renserier, tankstationer, gartneridrift mv., og fra nuværende aktiviteter.

Af nuværende aktiviteter, der påvirker grundvandet, er det f.eks. når der saltes i vintermånederne, private anvender pesticider i haverne og kolonihaverne eller ved bygge- og anlægsarbejder, hvor det er nødvendigt at sænke grundvandet f.eks. ved metrobyggeriet og etablering af dybe parkeringskældre. Når grundvandet sænkes i forbindelse med bygge- og anlægsprojekter, kan forureningerne trækkes fra de øvre jordlag til de nedre jordlag, som er i kontakt med det primære grundvandsmagasin, eller den naturlige strømningsretning ændres, hvorved forurening spredes til nye områder.

Den kemiske sammensætning af grundvandet er et produkt af alle de processer, som vandet har været igennem fra overflade til grundvandsmagasin. I forbindelse med kortlægningen er der indhentet data fra et antal boringer, der overvåger grundvandskvaliteten. I dette afsnit gennemgås de naturlige og miljøfremmede stoffer, der findes i grundvandet, som er en trussel over for grundvandsressourcen i København og Frederiksberg.

Der er kun fokuseret på det område, hvor indsatsområderne findes i Københavns Kommune, som herefter benævnes indsatsområdet.

For at få et mere præcist billede af tilstanden af grundvandet er forskellige dimensionerende stoffer gennemgået i det følgende.

De stoffer, som er i fokus i forhold til mulige trusler mod drikkevandskvaliteten i København, er primært:

- Klorid
- Nikkel
- Arsen
- Klorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter
- Pesticider og nedbrydningsprodukter
- Oliekomponenter, som benzen og MTBE
- PFAS

Der findes også andre stoffer som f.eks. cyanid, som kan være en trussel dog primært i nærheden af tidligere gasværker, der nogle steder kan være en trussel. Som en del af grundvandskortlægningen er sulfat og nitrat desuden medtaget, da disse parametre indgår som en del af sårbarhedsvurderingen, som er gennemgået i bilag 1 (resume af grundvandskortlægningen). Disse nævnes ikke yderligere i dette afsnit, men der henvises til bilag 1.

Hvert af de nævnte stoffer vil blive gennemgået, herunder en beskrivelse af, hvor stoffet kommer fra, og hvilken indflydelse det har på grundvandskvaliteten i Københavns Kommune.

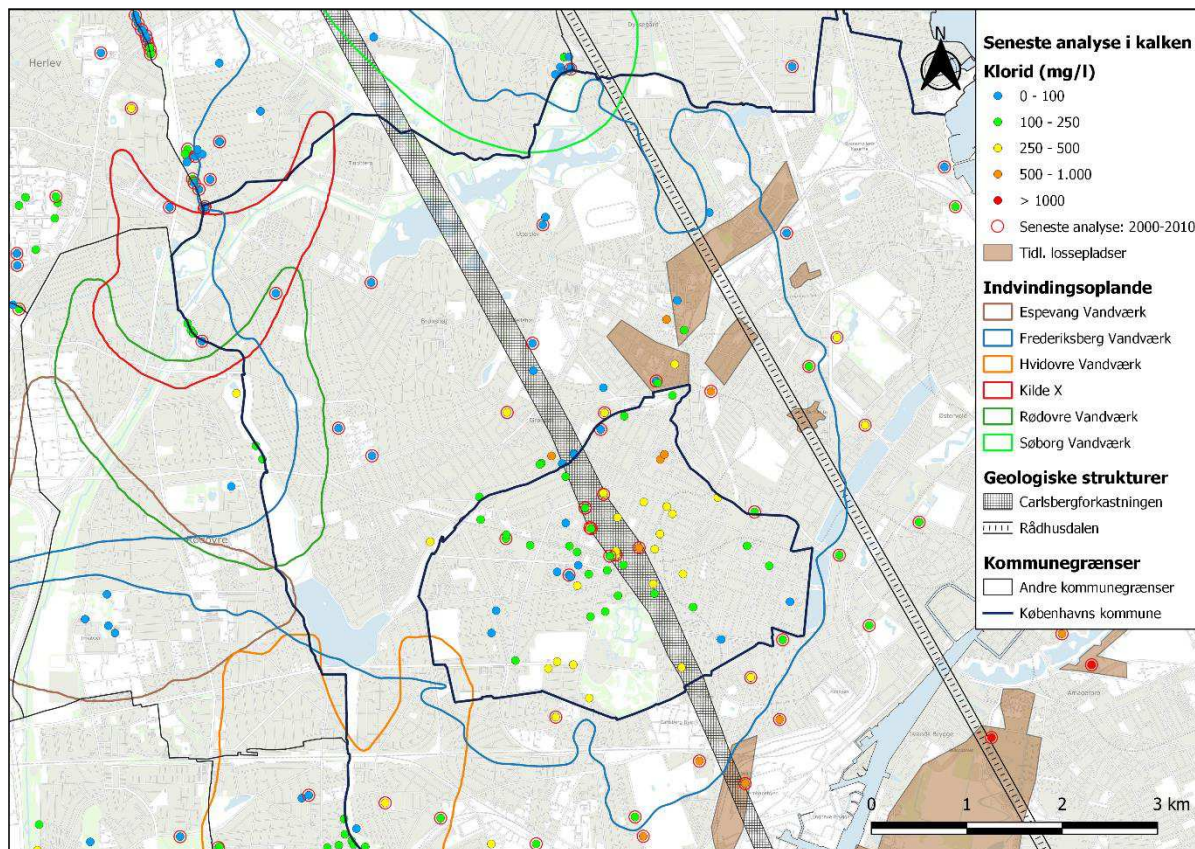
### 5.1 Klorid

Forhøjet indhold af klorid kan i danske grundvandsmagasiner være forårsaget af en eller flere af følgende processer:

- Opdrængning af tidligere tiders (residualt) havvand fra dybereliggende dele af kalkmagasinet, når der indvindes grundvand.
- Indtrængning af nutidigt (recent) havvand som følge af grundvandsindvinding
- Nedsivning fra menneskeskabte kilder f.eks. vejsaltning og lossepladser.

I indsatsområdet vurderes alle tre processer at være årsagerne.

Af Figur 5-1 fremgår koncentrationen af klorid i kalkmagasinet inden for indsatsområdet for København Kommune. Resultaterne er vist for seneste analyse til og med 2021. Analyser markeret med rød cirkel indikerer, hvor seneste analyse er ældre end 2010.



**Figur 5-1: Indhold af klorid i kalkmagasinet vist sammen med tidligere lossepladser, nuværende indvindingsoplande, samt beliggenheden af Carlsbergforcastningen og Rådhusdalen. Kvalitetskriteriet for klorid i drikkevand er 250 mg/l.**

Koncentrationen af klorid er forhøjet over kvalitetskriteriet for drikkevand (250 mg/l) i flere boringer i indsatsområdet, særligt inden for Frederiksberg Kommune, ved Lygten på Nørrebro (tidligere losseplads) og i den sydøstlige del af indsatsområdet, hvor der er fundet op mod 7.000 mg/l. Generelt er koncentrationen af klorid lavere i den nordvestlige del af indsatsområdet og højere i den østlige og sydlige del af området.

I helt upåvirket grundvand er koncentrationen normalt under 20-30 mg/l alt efter, hvor i landet og hvor meget påvirkning der f.eks er fra havet. Grænsen for indhold i upåvirket grundvand er brugt i flere kemiske grundvandskortlægninger og er beskrevet i /14/. Typisk kan overfladepåvirkning medføre koncentrationer op til ca. 75-100 mg/l, mens højere koncentrationer med stor sandsynlighed skyldes marine aflejringer, påvirkning fra lossepladser og vejsalt eller evt. en decideret saltvandsgrænse i grundvandsmagasinet.

Tiltagende kloridkoncentrationer skyldes ofte overindvinding af grundvand, men i boringerne i Københavns Kommunes indsatsområde vurderes et væsentligt bidrag at komme fra menneskeskabte forureningskilder fra overfladen som tidligere lossepladser og vejsalting /1/. I den sydlige del kan det dog også skyldes saltvandsindtrængning fra havneområderne. Foruden bidrag fra glatførebekæmpelse vurderes det, at indvindingen fra Carlsberg bryggeriet har medført et bidrag fra residualt havvand og en mulig transport via Carlsbergforcastningen fra havnen også har påvirket

grundvandet med klorid. Den geologiske formation Carlsbergforkastningen er nærmere beskrevet i bilag 1, og beliggenheden ses blandt andet på Figur 5-1.

Mulige indsatser overfor klorid i grundvandet vurderes primært at være begrænsning i brug af vejsalt.

## **5.2 Nikkel og Arsen**

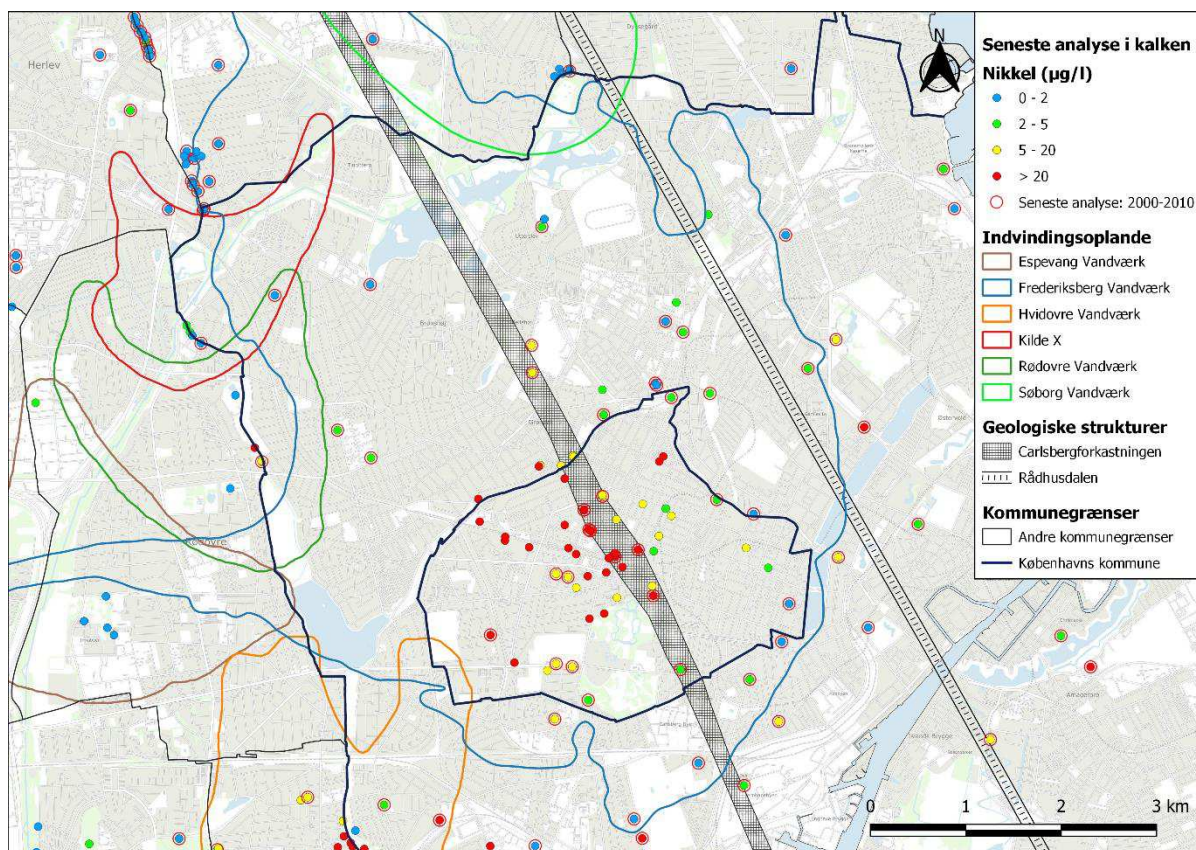
Den væsentligste kilde til forhøjet indhold af nikkel i grundvandet vurderes at skyldes iltning af pyritholdige jordlag (pyrit er jernsulfid, som kan indeholde spor af nikkel - Faktaboks 4-1). Dette kan forekomme, når grundvandsspejlet, som følge af vandindvinding, sænkes til under de pyritholdige jordlag, som f.eks. er smeltevandssand og kalk. Herved kan der trænge luft ned til lagene, hvorved pyrit iltes. Når grundvandet så stiger igen, eller der sker nedsivning igennem kalken frigives sulfat og nikkel.

I indsatsområdet er det primært kalklagene, som indeholder pyrit. Lufttransport til disse lag kan ske i områder, hvor grundvandspotentialet ligger dybere end toppen af kalklagene. I dag er dette område noget mindre end tidligere, hvor vandindvindingen var større, se afsnit 4. Dette betyder, at der kan være områder med forhøjede indhold af nikkel/arsen i grundvandet, som skyldes tidligere tiders indvinding med lavere grundvandsspejl, men hvor der ikke i dag er lufttransport til lagene.

Koncentrationen af nikkel er vist på Figur 5-2. Resultaterne er vist for seneste analyse til og med 2021. Analyser markeret med rød cirkel indikerer, hvor seneste analyse er ældre end 2010.

Det ses tydeligt, at koncentrationen af nikkel er forhøjet og over kvalitetskriteriet for drikkevand (20 µg/l) i de boringer, som ligger i området ved indvindingsboringerne på Frederiksberg og ved indvindingsboringerne til Hvidovre Vandværk mod sydvest.

Indsatser overfor forhøjet nikkel er typisk sløjfning af boringer, som ikke er lufttætte og dermed tilfører luft til grundvandsmagasinet og ellers sikre jævn indvinding, således at grundvandet ikke sænkes dybere end toppen af kalklagene.



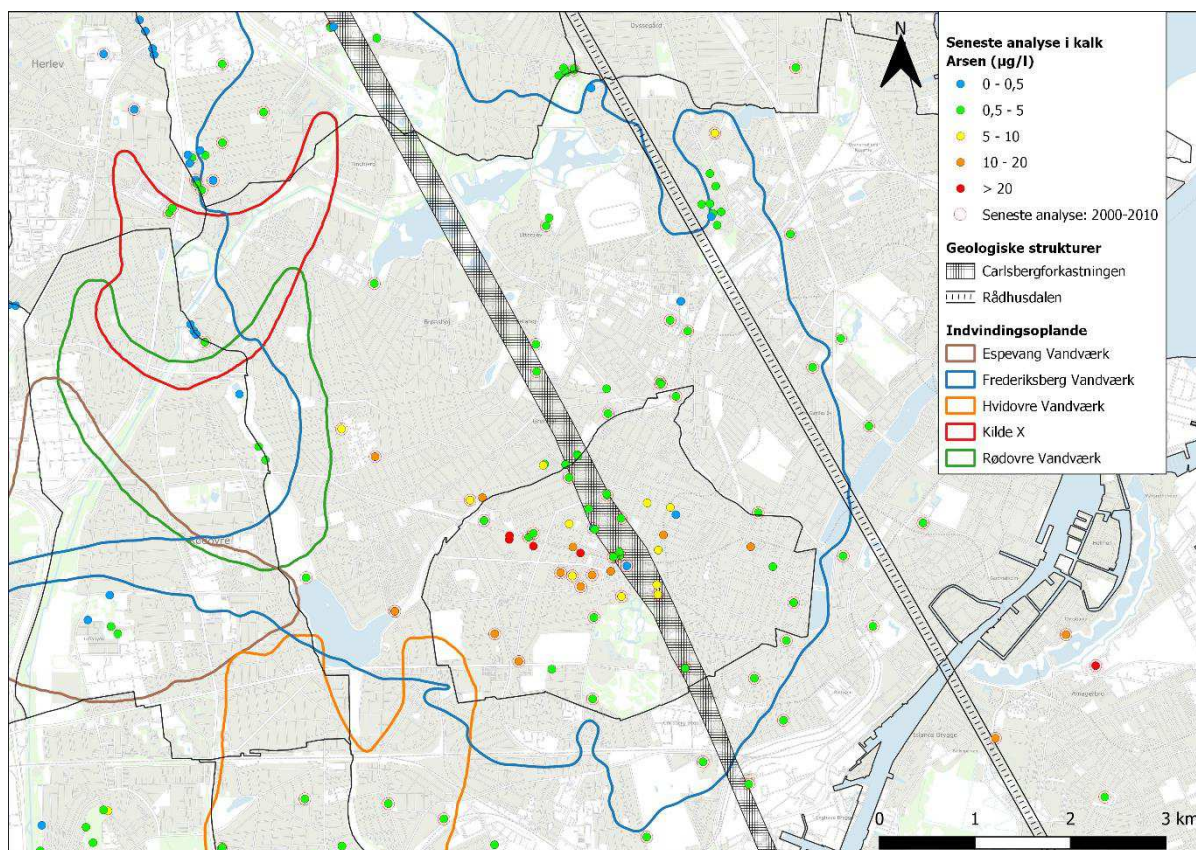
**Figur 5-2: Indhold af nikkel i kalkmagasinet vist sammen med indvindingsoplande, samt beliggenheden af Carlsbergforkastningen og Rådhusdalen. Kvalitetskriteriet for nikkel i drikkevand er 20 µg/l.**

Arsen er et naturligt forekommende stof, der ligesom for nikkel kan skyldes sænkning af grundvandsspejlet, hvorved kalkmagasinet ilttes. Arsen frigives, når de jernhydroxider der dannes i forbindelse med iltning, igen reduceres ved stigende grundvandsspejl. Endvidere kan arsen stamme fra menneskelige aktiviteter som træimprægnering, kunstgødning og afbrænding af kul. Der ses også nogle gange arsenforurening fra gasværker, som muligvis kan stamme fra oplag af kul. Kvalitetskriteriet for arsen i drikkevand er på 5 µg/l.

Indholdet af arsen i grundvandet er vist på Figur 5-3. Forhøjet indhold af arsen ses i boringer i den centrale og vestlige del af Frederiksberg og er for mange boringers vedkommende sammenfaldende med forhøjet indhold af nikkel.

Endvidere er der målt forhøjede arsenkoncentrationer på Amager, som sandsynligvis skyldes de mange deponier og opfyldningsområder her, se f.eks. Figur 4-2.

Indsatser overfor arsen vurderes bl.a. at være de samme som for nikkel.



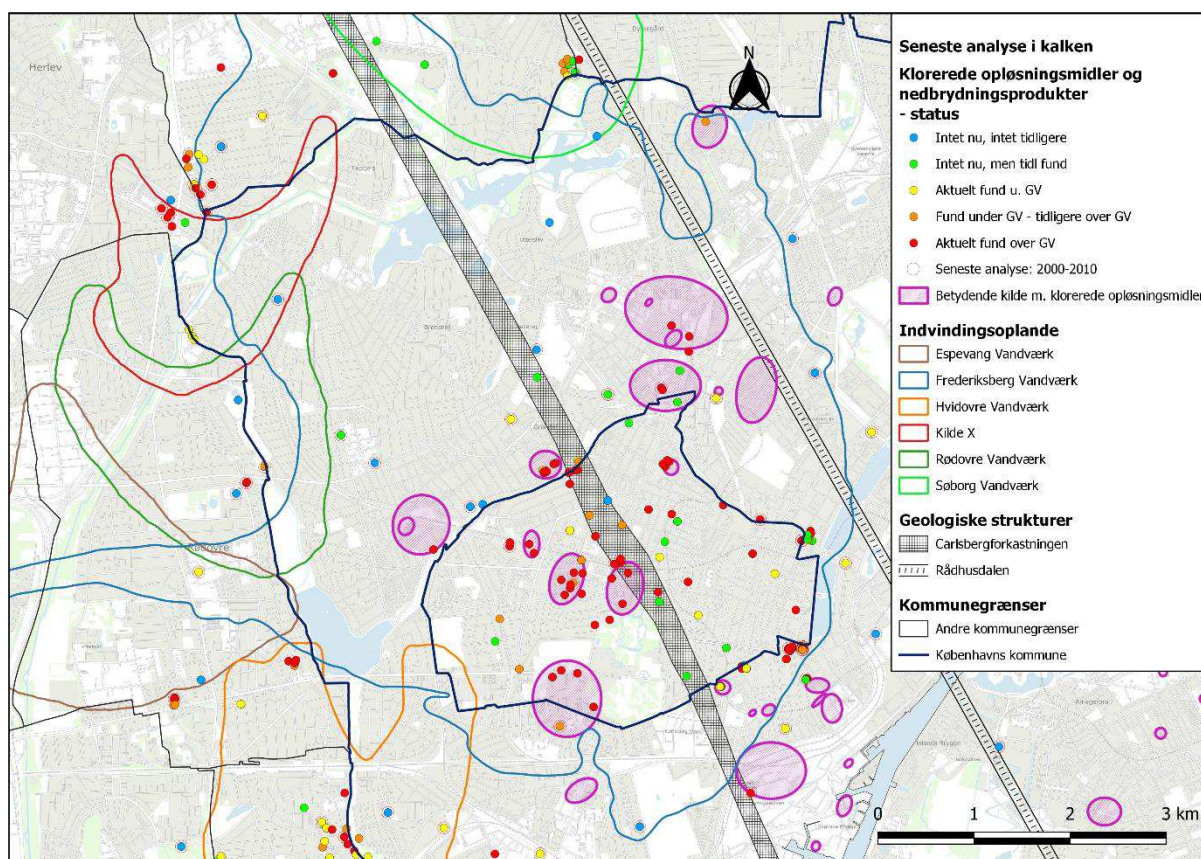
Figur 5-3. Indhold af arsen i kalkmagasinet vist sammen med indvindingsoplande, samt beliggenheden af Carlsbergforcastningen og Rådhusdalen. Kvalitetskriteriet for nikkel i drikkevand er 5 µg/l.

### 5.3 Klorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter

Forureningskilder til klorerede opløsningsmidler stammer primært fra renserier, metalforarbejdende industri, autoværksteder, farve-/lakindustri og garverier, men stofferne har også været anvendt i andre brancher. Den primære anvendelsesperiode er 1960-1980, og stofferne er udfaset i 1990-erne. Klorerede stoffer og deres nedbrydningsprodukter vurderes at udgøre en af de største trusler mod grundvandet i Københavns og Frederiksberg kommuner og den fremtidige drikkevandsproduktion for drikkevandsindvindingerne i indsatsområdet. Som det fremgår af gennemgangen af de historiske trusler, så findes der mange potentielle kilder til klorerede opløsningsmidler, som stammer fra virksomheder, der har været aktive i perioden 1955-1971, se afsnit 4-3.

Status på fund af klorerede opløsningsmidler i den seneste analyse fra udvalgte boringer er vist på Figur 5-4. Kortet indikerer, hvorvidt der i boringerne er påvist overskridelser af grundvandskvalitetskriterier for ét eller flere af de klorerede opløsningsmidler eller nedbrydningsprodukter. De typiske stoffer der fører til overskridelser i indsatsområdet, er tetrachlorethylen (PCE) og trichlorethylen (TCE) samt de to nedbrydningsprodukter cis-1,2-dichlorethylen (cis-1,2-DCE) og vinylklorid. For de tre førstnævnte stoffer er drikkevandskvalitetskriteriet 1 µg/l, mens det for vinylklorid er 0,2 µg/l.

I en stor del af boringerne i indsatsområdet ses overskridelser for ét eller flere af de klorerede opløsningsmidler samt deres nedbrydningsprodukter i den seneste analyse fra hver boring, samt i indvindingsoplandet til Kilde X og Hvidovre Vandværk. Der ses altså en betydelig forurening med klorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter i det primære grundvandsmagasin under København og Frederiksberg, hvilket udgør et potentielt problem for de mange indvindinger i området. Der foretages vandbehandling med kulfiltrering på Frederiksberg Vandværk, som fjerner de klorerede kulbrinter, inden drikkevandet sendes ud til forbrugerne.



Figur 5-4. Status for fund af klorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter i kalkmagasinet vist sammen med indvindingsoplande, samt beliggenheden af Carlsbergforkastningen og Rådhusdalen. Kvalitetskriteriet for enkeltstoffer i grundvand er  $1 \mu\text{g/l}$  og for summen  $3 \mu\text{g/l}$ .

#### 5.4 Pesticider og nedbrydningsprodukter

Pesticider har i en årrække været skyld i, at mange vandindvindingsboringer i Danmark er lukket. Når der findes pesticider og nedbrydningsprodukter i grundvandet eller i drikkevandsboringer, er det ofte levn fra tidligere tiders brug, men der kan også være "nye" stoffer, som dukker op og som evt. stadig anvendes.

Pesticidrester i grundvandet skyldes ikke kun landbrugets brug af sprøjtemidler, men også anvendelse af sprøjtemidler i fx haver, langs veje og jernbaner, parker, golfbaner, idrætsanlæg mv. Derfor findes der også pesticider i grundvandet under Københavns Kommune.

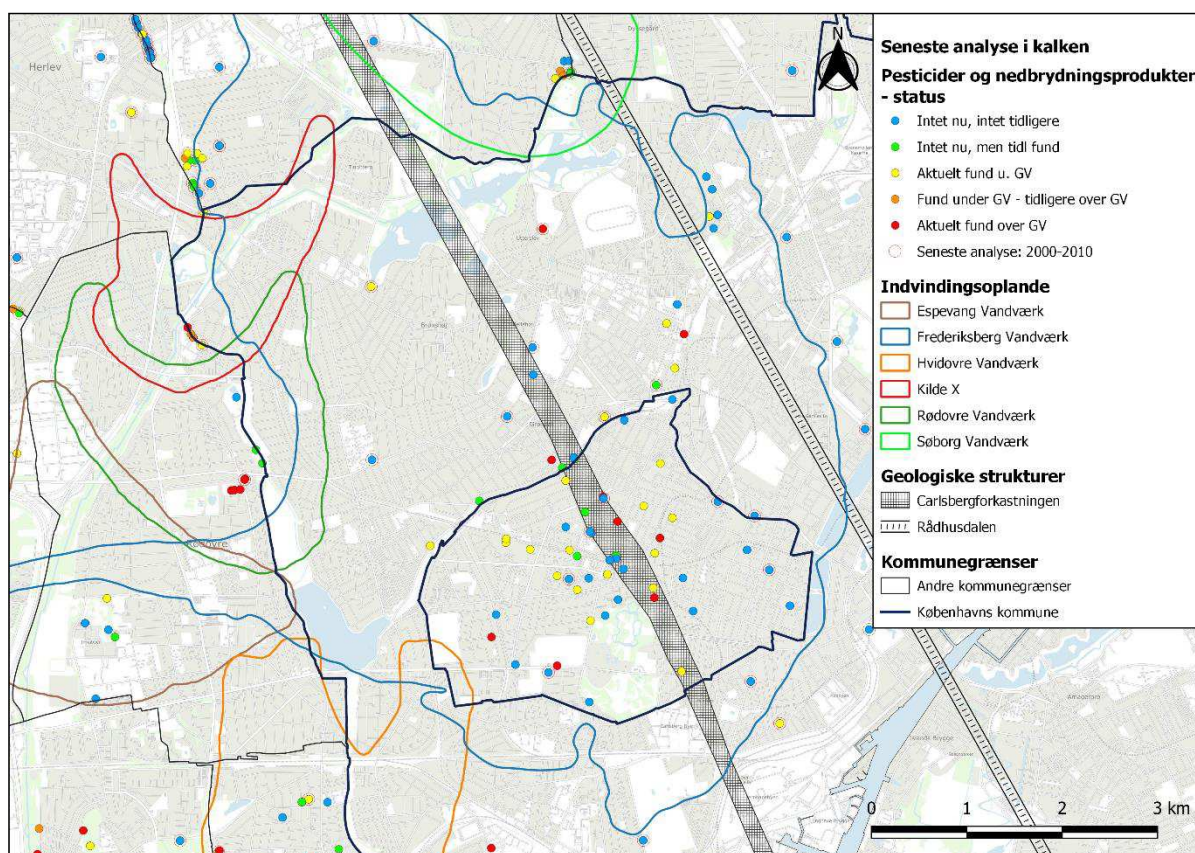
I de seneste år er der blevet målt for flere "nye" stoffer, som ikke tidligere er indgået i måleprogrammerne for drikkevandsforsyninger, og der er fundet flere, som kan vise sig at være en større trussel mod drikkevandsindvindingen end f.eks. klorerede opløsningsmidler, som forholdsvis nemt kan fjernes ved kulfiltrering.

I 2018 er pesticidnedbrydningsproduktet DMS (N,N-Dimethylsulfamid) fundet i kalkmagasinet i flere indvindingsoplande i indsatsområdet. DMS anvendt i forbindelse med afgrøder har været udfaset siden 2007 og denne anvendelse vurderes heller ikke at være relevant i københavnsområdet. Fund i grundvandet i indsatsområdet vurderes derfor primært at stamme fra andre anvendelser end i forbindelse med afgrøder. Stoffet har været anvendt som svampemiddel i træimprægning, vakuuminprægning, træbeskyttelse, trærenovering, grundingsolie mod råd, svamp og skimmel osv. eller bekæmpelse af kaniner, mus, rotter, muldvarpe, mosegrise mm. Anvendelsen som fungicid/svampemiddel i f.eks. træbeskyttelse er stort set udfaset i nye produkter, som kan købes, men træbeskyttelse med stoffet anvendes med stor sandsynlighed stadig, da mange

borgere kan have ældre træbeskyttelse i liggende på lager, som de anvender. Estimeret anvendelsesperiode 1966-2015 (eller til i dag).

På Figur 5-5 fremgår den aktuelle status for fund af alle typer af pesticider og nedbrydningsprodukter i kalken. Udover DMS har der gennem tiden været fundet spor af phenoxysyrer som dichlorprop og mechlorprop ved Frederiksberg Vands to nordlige indvindingsboringer. Disse typer af stoffer indgår f.eks. i plænerensmidler også den dag i dag.

I oplandet til Kilde X og Hvidovre Vandværk er der i analyser fra 2018-2021 fundet overskridelser af kravværdien for drikkevand på 0,1 µg/l i flere boringer på baggrund af DMS. Desuden er der i Rødovre Vandværks opland set overskridelser i ældre analyser fra 2013. Her er det dog dichlorprop og mechlorprop, der fører til overskridelser. På Frederiksberg ses også enkelte boringer med overskridelser i analyser fra 2019 - her også pga. DMS.



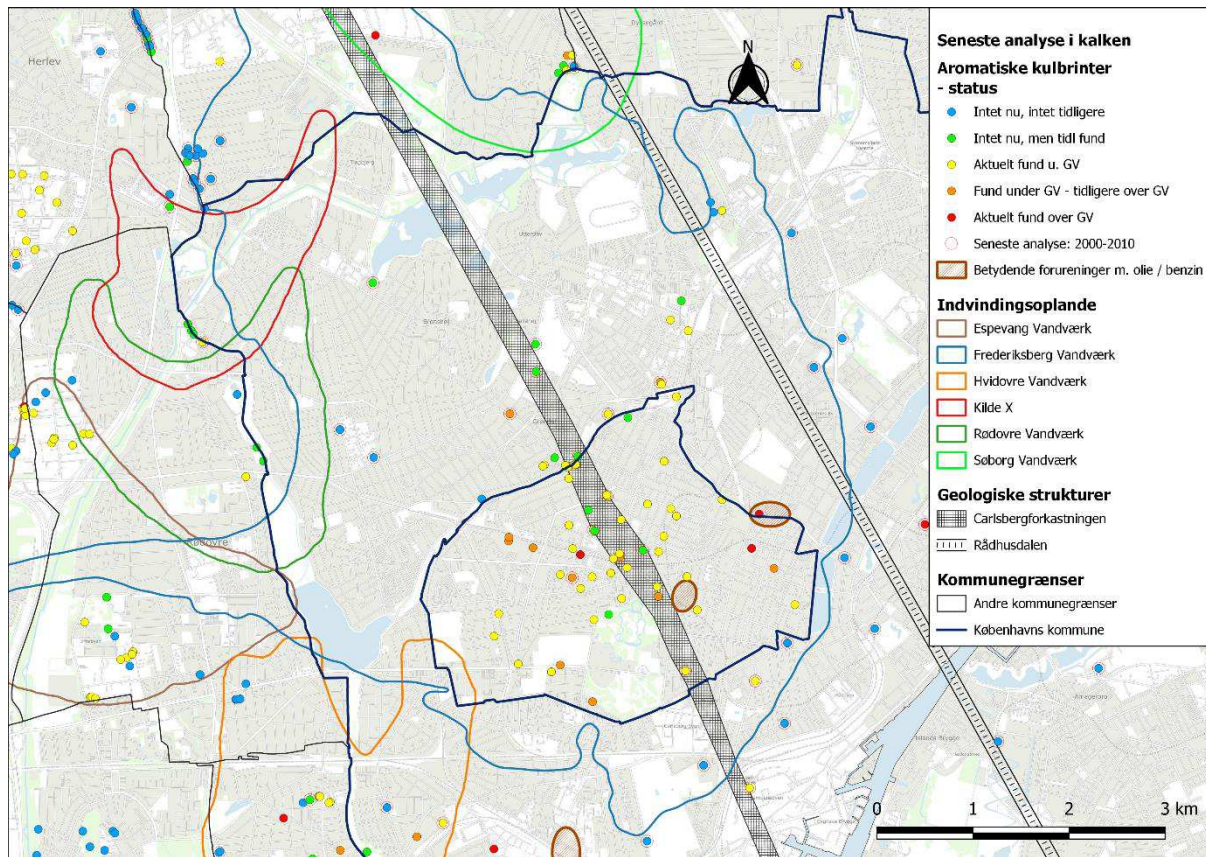
Figur 5-5. Status for fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i kalkmagasinet vist sammen med indvindingsoplande, samt beliggenheden af Carlsbergforkastningen og Rådhusdalen. Kvalitetskriteriet for enkeltstoffer af pesticider i drikkevand er 0,1 µg/l.

Indsatser overfor pesticider og svampemidler kan være kampagner overfor private borgeres anvendelse af plænemidler eller træbeskyttelse.

## 5.5 Oliekomponenter som BTEXN og MTBE

BTEXN er en samlebetegnelse for de aromatiske kulbrinter **B**enzen, **T**oluen, **E**thylbenzen, **X**ylener og **N**aphtalen. Stofferne er alle stærkt flygtige og anvendes til en lang række industrielle formål, som opløsningsmidler og tilsætningsstoffer til mange kemikalier. Forureninger med BTEXN forventes især i forbindelse med metalforarbejdning, gasværker, autoværksteder og servicestationer. Status på fund af BTEXN i den seneste analyse fra hver boring er vist på Figur 5-6.

Indholdet af BTEXN er generelt ikke nogen trussel mod grundvandsressourcen i indsatsområdet, og der ses kun enkelte borer med fund af ét eller flere af stofferne over grundvandskvalitetskriteriet (1 µg/l for benzen, 2 µg/l for naphthalen og 5 µg/l for xylener og toluen). Desuden er overskridelserne generelt beskedne i omegnen af 1-4 µg/l.

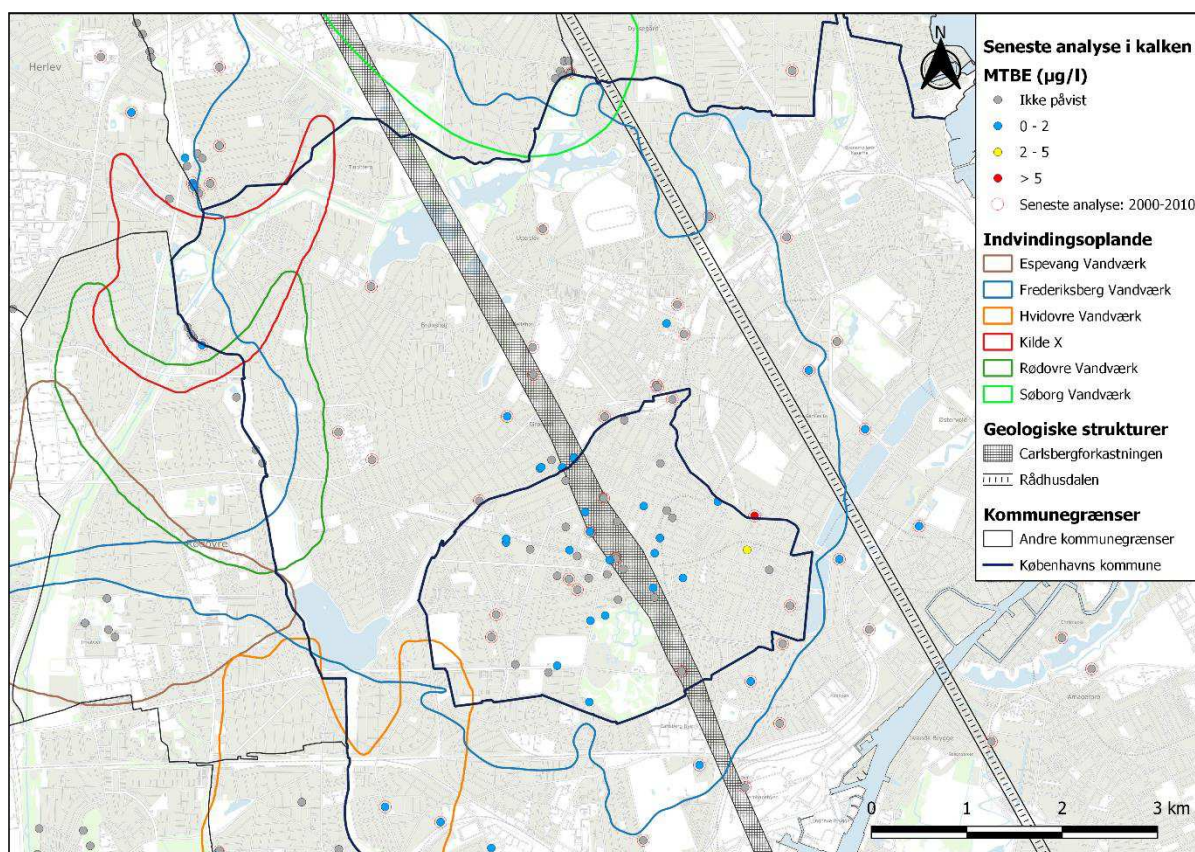


Figur 5-6. Status for indhold BTEXN i kalkmagasinet vist sammen med indvindingsoplande, samt beliggenheden af Carlsbergforcastningen og Rådhusdalen.

MTBE har siden slutningen af 1980'erne i stort omfang været anvendt som additiv til benzin. På grund af stoffets høje vandopløselighed og lave nedbrydningsrate under iltfrie forhold (anaerobe), udgør det en potentiel risikofaktor for grundvandet. Af Figur 5-7 fremgår indholdet af MTBE i kalkmagasinet.

Der er fundet lave koncentrationer af MTBE i flere borer beliggende spredt i indsatsområdet, og kun ét fund over kvalitetskriteriet for drikkevand på 5 µg/l. MTBE vurderes ikke umiddelbart at udgøre en trussel mod vandindvindingen i indsatsområdet.





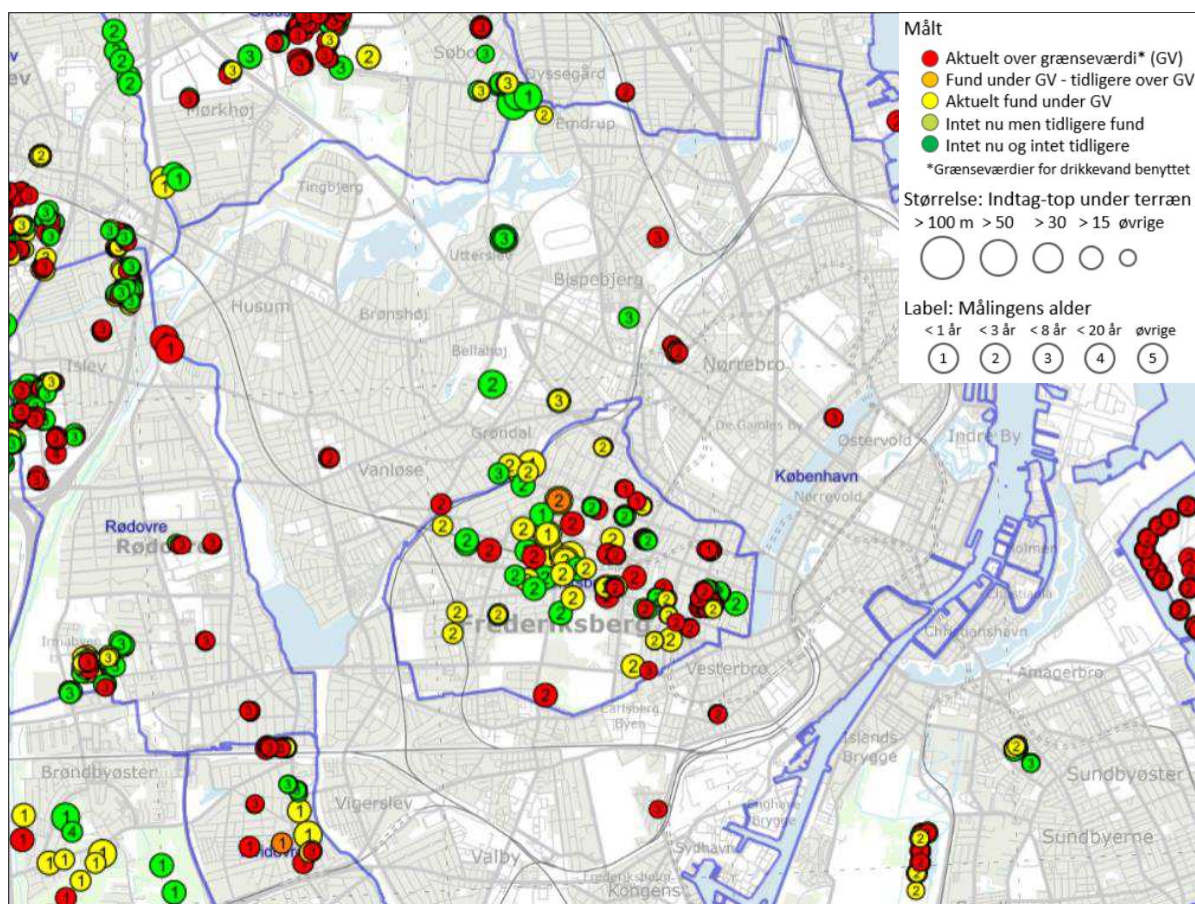
Figur 5-7. Indhold af MTBE i kalkmagasinet vist sammen med indvindingsoplande, samt beliggenheden af Carlsbergforkastningen og Rådhusdalen. Kvalitetskriteriet for MTBE i grundvand er 5 µg/l.

## 5.6 PFAS

Perfluorerede stoffer (PFAS) består af en stor gruppe syntetisk fremstillede fluorstoffer, som har været brugt siden begyndelsen af 1950'erne. Det generelle drikkevandskvalitetskrav for summen af PFAS er på 0,1 µg/l, men kvalitetskravet er ændret til 0,002 µg/l for summen af de typer, som anses som de mest sundhedsskadelige bl.a. PFOS. På baggrund af det ændrede kvalitetskrav har vandforsyningerne udført målekampagner for at undersøge, om der ses overskridelser i forhold til de nye krav. Regionerne er desuden ved at undersøge hvilke typer af kilder, som kan være årsagerne til indhold i grundvandet. En af de største kilder ser ud til at være brandslukningsmidler i områder, hvor der har været brandøvelser eller brande.

Af Figur 5-8 fremgår status for fund af PFAS i grundvandet i alle typer af borer og dybder. Det ses, at der mange steder ses overskridelser i grundvandet over kvalitetskriteriet. Der ses dog ikke overskridelser i de borer, som leverer drikkevand.

PFAS vurderes at udgøre en af de største trusler mod indvindingerne. Da der i øjeblikket foregår mange undersøgelser i centralt regi, hvor årsagerne kortlægges, er det på nuværende tidspunkt svært at planlægge konkrete indsatser.



Figur 5-8: Status for PFAS i grundvandet i alle prøver.

## 6. TRUSLER MOD GRUNDVANDSRESSOURCEN

I dette afsnit er beskrevet de indsatsområder, som Københavns Kommune vurderer, er de vigtigste at fokusere på for at beskytte grundvandsressourcen. For hvert indsatsområde beskrives de aktiviteter, der kan medføre risiko for forurening af grundvandet, samt de handlinger som kommunen vil gennemføre i de kommende år for at imødegå truslen. I afsnit 7 beskrives de konkrete indsatser det er valgt til gennemførelse i planperioden.

Afsnittet omfatter en beskrivelse af følgende indsatsområder:

- Fælleskommunale indsatser
- Glatførebekæmpelse
- Boringer og brønde
- Håndtering af kemikalier og brændstof
- Anlægsarbejder og materialer (byggeri)
- Dræn
- Jordforurening

### 6.1 Glatførebekæmpelse

I forbindelse med bekæmpelse af glatte veje om vinteren bliver der spredt vejsalt på veje og pladser. En del af dette vejsalt (natriumchlorid - NaCl) ledes til dræn og til regnvands- eller spildevandsledninger, men en del ender også utilsigtet i omgivelserne. Herfra siver noget af saltet ned til grundvandet og kan påvirke kvaliteten af grundvandet.

Københavns Kommune har en glatførestrategi for de offentlige veje i kommunen. Vejene er ind delt i A- og B- veje, hvor kommunen glatførebekæmper præventivt og snerydder A-vejene og cykelstierne først, da de har højest prioritet, og glatførebekæmper B-veje, så snart der er konstateret glatføre. Glatførebekæmpelse sker primært ved anvendelse af vejsalt som tømiddel.

Indsatser er blandt andet at mindske brugen af vejsalt om tømiddel og undersøge mulighederne for at optimere kommunens brug af tømidler og informere private og boligforeninger om risikoen ved brug og opbevaring af vejsalt. Københavns Kommune har igangsat en undersøgelse om anvendelse af andre miljøvenlige glatførebekæmpelsesmidler i form af f.eks. kaliumformiat (middel der nedbrydes og ikke skader grundvandet?).

### 6.2 Boringer og brønde

I Københavns Kommune er der mange boringer og brønde, der gennem tiden er udført i forbindelse med byggerier, forureningsundersøgelser eller andre typer af projekter. Flere af disse står tilbage og benyttes ikke i dag. Boringerne kan udgøre en risiko for forurening af grundvandet, hvis de ikke er udført eller vedligeholdt korrekt eller ikke er sløjfet forsvarligt efter endt brug. Denne type boringer kan betyde risiko for direkte transport af terrænnært vand ned til grundvandsmagasinerne.

Boringer fra f.eks. bygge- og anlægsprojekter der ikke længere benyttes udgør en risiko for grundvandet. Ved at sløjfe disse boringer, kan der ikke længere strømme vand ned i boringerne, som har direkte kontakt til grundvandet. Boringerne kan oftest ikke genbruges, da de er gamle eller ikke er placeret hensigtsmæssig for nye projekter. Boringerne udgør en konstant trussel mod grundvandet. I indsatsområdet i København skønnes der at være 2 - 300 ubenyttede boringer.

Indsatser kan blandt andet omfatte lokalisering, tilsyn, sløjfning mv. Derudover prøver kommunen at formidle kontakten mellem entreprenører, så de kan genanvende hinandens boringer.

### **6.3 Håndtering af kemikalier og brændstof**

På servicestationer og ved byggepladser håndteres og oplagres kemikalier og brændstof, som kan udgøre en trussel over for grundvandet, hvis der sker spild eller lækage fra utætte beholdere. Virksomheder kan gøre meget for at forebygge forurening. Tank- og beholderanlæg skal opfylde kravene til sikkerhed og trykprøvning m.m. Desuden skal det sikres, at befæstede arealer, hvor der oplagres kemikalier og brændstof, er i god tilstand, således at der ikke kan sive vand igennem. Indsatser omfatter blandt andet tilsyn og kampagner.

### **6.4 Anlægsarbejder**

Ved bygge- og anlægsarbejder anvendes forskellige typer af materialer med en række additiver (tilsætningsstoffer), som f.eks. gør at beton hælder hurtigere, ændre flydeevne eller lign. De additiver, der anvendes, kan indeholde en række stoffer, som kan true grundvandskvaliteten, hvis stofferne kommer i kontakt med jord eller grundvand. Det kan være svært at gennemskue, hvilke stoffer der er i additiverne. Databladene for materialerne viser kun de helt nødvendige oplysninger grundet fabriks hemmeligheder, og derfor kan der være risiko for at grundvandet forurenes uden det vides. Indsatser omfatter blandt andet samarbejder med industrien eller dialog med byggebranchen, om neddrøsing af additiver og brug af de mest miljøvenlige additiver.

### **6.5 Dræn**

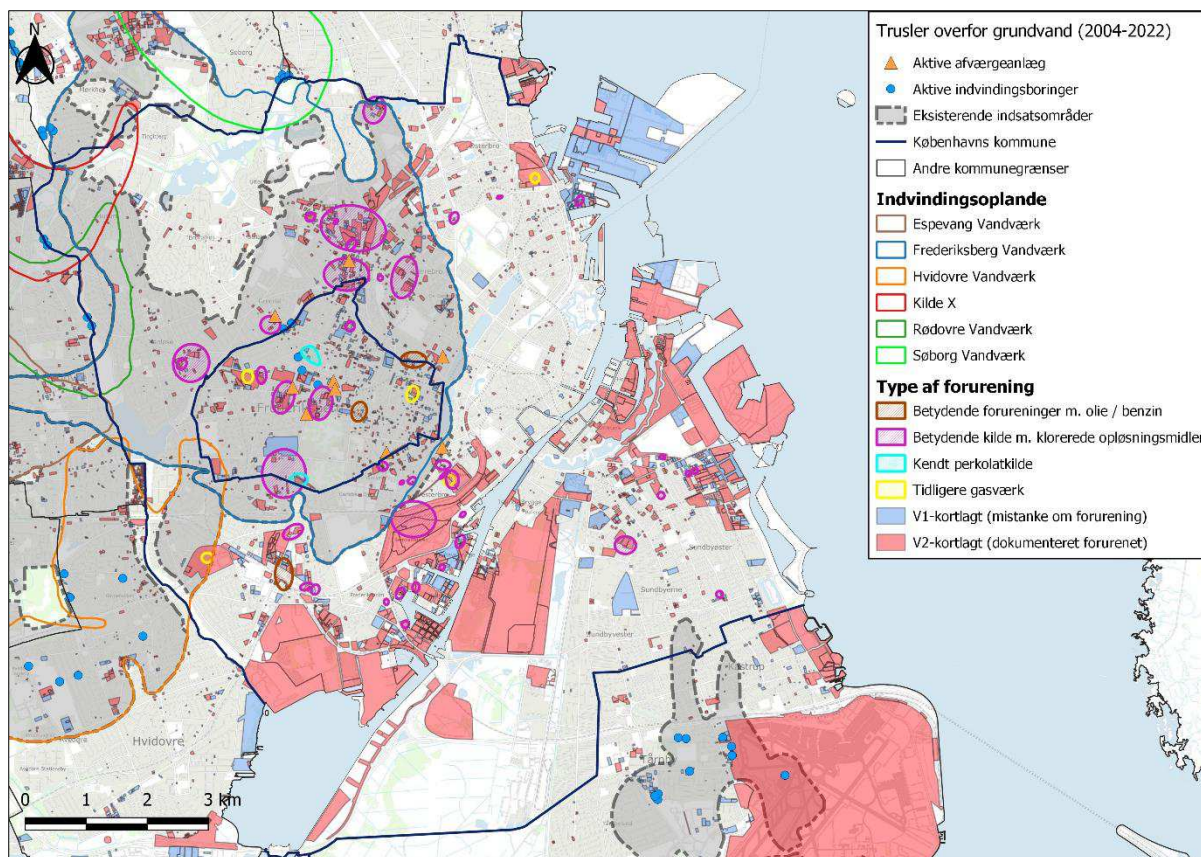
Der findes forskellige større dræn i Københavns Kommune, som ikke alle er kortlagt præcist i forhold til størrelse og hvor meget vand de håndterer. Betydningen af disse dræn for grundvandet er derfor ukendt, men kan i nogle områder styre det terrænnære grundvandsspejl i større eller mindre grad.

Indsatser kan være at kortlægge store tværgående kommunale dræn og ledningstraceer med drærende effekt for at afdække, hvordan de påvirker grundvandet i dag

### **6.6 Jordforurening**

I Københavns Kommune er der mange lokaliteter som er registrerede som forurenede på baggrund af tidligere industrier og virksomheders aktiviteter, som er beskrevet i kapitel 5. Det er Region Hovedstadens opgave at sikre drikkevandsressourcerne mod de eksisterende forureninger, der truer nuværende og fremtidige indvindinger af drikkevand, sikre indeklimaet i boliger samt sikre borgerne mod kontakt med kraftigt forurenede jord. Regionen har derfor en væsentlig rolle i indsatsplanlægningen.

Figur 6-1 viser kortlagte forureninger og områder med betydende kilder til grundvandsforurening.



Figur 6-1: Kortlagte forureninger og områder med betydende kilder til grundvandsforurening

Region Hovedstadens arbejde med kortlægning og oprensning af jordforurening, afværgelse af grundvandsforureninger mv. er væsentlige elementer i grundvandsbeskyttelsen og de indsatser, som prioriteres. Københavns Kommune arbejder for, at Region Hovedstaden prioriterer et højt beskyttelsesniveau af jord og grundvand i København ved følgende handlinger:

- Fortsat komme med høringssvar, hvis relevant, ved f.eks. Region Hovedstadens strategi for jordforureningsområdet.
- Fortsat sikre et tæt samarbejde mellem Region Hovedstaden, Miljøstyrelsen og kommunen om løsning af opgaver inden for jord og grundvand og indsatser i forhold til grundvandsressourcen.
- Opfølgning på om planlagte indsatser gennemføres.

Herudover er der en række af kommunens opgaver som myndighed på området, der bidrager til grundvandsbeskyttelsen, herunder udstedelse af påbud til forurenere om oprensning af jordforureninger og tilladelse til at foretage bygge- og anlægsaktiviteter på kortlagte arealer via jordforureningslovens regler (§ 8).

## 7. MÅLSÆTNINGER OG RETNINGSLINJER

I dette kapitel beskrives kommunens målsætninger og retningslinjer for grundvandsbeskyttelse.

### 7.1 Målsætninger for grundvandsbeskyttelse

Kommunen har udarbejdet nogle målsætninger for grundvandsbeskyttelse, der gælder for hele kommunen. De er angivet i Tabel 7-1, med konkretiseret af de enkelte målsætninger. Målsætningerne er godkendt af Borgerrepræsentationen i 2015 i Den blå By /15/, bilag 2: Grundvand.

Tabel 7-1. Københavns Kommunes fire målsætninger for grundvandsbeskyttelse

A	B	C	D
<p><i>Grundvandet skal beskyttes mod forringelser både i forhold til kvalitet og kvantitet</i></p>	<p><i>Forankre indsatsen for beskyttelse af grundvandet hos borgere og virksomheder i KK</i></p>	<p><i>Bruge grundvandsressourcen under hensyntagen til det samlede vandkredsløb</i></p>	<p><i>Påvirkning af grundvandsressourcen må ikke føre til unødige gener i byen</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projekter, der kan reducere importen af drikkevand, har høj prioritet.</li> <li>• Ved midlertidig grundvandssænkning skal effekten på grundvandet minimeres under hensyn til tekniske og økonomiske muligheder.</li> <li>• Områder med særlige drikkevandsinteresser (OSD) og indvindingsoplande til almen vandforsyning uden for disse, skal som udgangspunkt friholdes for nye virksomheder eller anlæg, der medfører en væsentlig fare for forurening af grundvandet.</li> <li>• Grundvandsforurening skal forebygges gennem tilsyn, oprensning af grundvandstruende jordforurening ved byggeprojekter og ved akut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konsekvenser ved brug af pesticider og andre uønskede stoffer er kendt hos borger og virksomheder i kommunen, som led i nedbringelse af forbruget.</li> <li>• Indsatsen for bevarelse af grundvandsressourcen forankres hos borgere og virksomheder i KK.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projekter som bidrager til at spare på energien og nedsætte CO2-udledning har høj prioritet, i særdeleshed fællesprojekter, så der er færre aktører.</li> <li>• Inddrage grundvandsressourcen i lokale initiativer til at understøtte grøn vækst søges fremmet.</li> <li>• Bæredygtig udnyttelse af grundvand, der ikke umiddelbart indgår i drikkevandsforsyning, skal fremmes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• I indvindingsområder til almen drikkevandsforsyning, eller som påtænkes udnyttet til almen drikkevandsforsyning, gives kun mulighed for indvinding til sekundærvandsformål, hvis det kan godtgøres ikke at påvirke den almene vandforsyning.</li> <li>• Kommunen vil fremme nedsivning og lokal afledning af regnvand (LAR) under hensyntagen til grundvandsressourcen.</li> <li>• Ønsker øget overvågning af vandets kredsløb, som følge af klimaforandring, herunder grundvandsstigninger.</li> </ul>

<p>forurening samt gennem nedbringer af pesticid- og kemikalieforbrug.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ønsker at reducere forbruget af pesticider for at skåne grundvandet mod nedsivning af sprøjtemidler</li> </ul>			
--	--	--	--

## 7.2 Retningslinjer

I de følgende afsnit beskrives retningslinjer i kommunen, der vedrører grundvandsbeskyttelsen.

Den blå by /15/

1. Der gives som udgangspunkt ikke tilladelse til indvinding af sekundavandsformål inden for områder, med eksisterende almen drikkevandsforsyning, eller som påtænkes udnyttet til almen drikkevandsforsyning.
2. Som udgangspunkt bør grundvandskøleanlæg mv. designes med hydraulisk og termisk balancering som mål af hensyn til bevarelse af ressourcen.
3. Jordvarmeanlæg kan som udgangspunkt etableres alle steder, når afstandskrav til drikkevandsindvinding overholdes.
4. Uden for den naturlige kystlinje kan der infiltreres med vand fra havnen.
5. Som udgangspunkt ønskes infiltration af grundvand i lukkede systemer, da det er mindre indgribende overfor grundvandskvaliteten. Infiltration i åbne systemer udelukkes dog ikke.
6. I Indre By gives der ikke tilladelse til sænkning af grundvand af hensyn til fundament på træpæle og lignende.
7. KK tillader at nedsive urensset vand fra hustage, der ikke er belagt med problematiske belægninger (f.eks. kobber og zink) samt fra private terrasser.
8. Nedsivning af vand fra overflader i lavrisiko områder (f.eks. lukkede baggården uden motoriseret trafik, parkering og erhvervsaktivitet, samt altaner, offentlige parker, og stier, kan som udgangspunkt tillades ved en forudgående rensning. Dette kan f.eks. ske ved nedsivning gennem filterjordbede.
9. KK tillader som udgangspunkt ikke nedsivning af vand fra højrisiko områder som f.eks. veje og parkeringsarealer, gårde med motoriseret trafik m.v. kortlagte arealer, oplagspladser af farligt affald og private parker og haver, hvor der er risiko for at der saltes og bruges pesticider.
10. Der kan undtages ved rensemetoder der lever op til krav om en acceptabel vandkvalitet inden nedsivning.
11. Ved behandling af ansøgninger til tilladelse efter § 19 i MBL prioriteres generelt beskyttelse af grundvand uanset den aktuelle status til drikkevandsinteresser.

## 8. HANDLINGSPLAN 2023-2026

Handlingsplanen omfatter de konkrete indsatser, der vil blive sat i værk for at opfylde Københavns Kommunes mål for beskyttelse af grundvandsressourcen.

Indsatserne vil være primært inden for indsatsområdet. Nogle af indsatserne er af mere generel karakter og vil derfor også have effekt på grundvandet uden for indsatsområdet.

Planen er inddelt i en 4-årig handleperiode (2023-2026) og en 8-årig perspektivperiode (2027-2034). Det er indsatserne i handleperioden, i tabel 8-1 – 8-4, det er planlagt at gennemføre. Perspektivperioden, Tabel 8-5 skal betragtes som mulige kommende indsatser, der kan ændres hen af vejen.

### 8.1 Valgte indsatser

Indsatserne er opdelt i 4 kategorier:

*Forebyggende:* Indsatser har fokus på forebyggelse via tilsyn samt udveksle data og erfaringer, for fremadrettet at forbedre og effektivisere indsatser og vilkår.

*Overvågende:* Indsats, der følger udviklingen af grundvandskvalitet og/eller -kvantitet, så man kan sætte ind i tide, hvis det skønnes nødvendigt.

*Oplysende:* Indsatser i form af kampagner og informationsmøder, som skal bidrage til at ændre folks adfærd i en mere miljøvenlig retning

*Afhjælpende:* indsatser, som har en direkte effekt ved at fjerne forureningen eller en mulig forurening.

For hver indsats er angivet hvilken målsætning det understøtter, en kort beskrivelse af indsatsen, den ønskede effekt, de ansvarlige aktører for gennemførelse af indsatsen samt hvornår det er planlagt at udføre indsatsen.

Tabel 8-1. Forebyggende indsatser

Indsatstema	Mål	Indsats	Effekt	Ansvarlig	Tidsplan
1. Glatførebekæmpelse	A	Igangsæt politisk proces om brug af alternative midler til glatførebekæmpelse / reduktion af salt	Øge viden og konsekvenser samt de tilknyttede omkostninger	Københavns Kommune (Vintertjenesten)	2023
2. Data fælles med andre kommuner	A	Koordinering med nabokommuner om indsamling af pejledata, erfaringsudveksling, behov for overvågning (opfølgning på indsatsplan)	Forbedre vidensgrundlag i kommunen	Københavns Kommune i samarbejde med Frederiksberg og Gladsaxe og vandforsyningerne	Løbende
3. Boringer - tilsyn	A	Fokuseret tilsyn med entreprenører, bygherre, rådgivere m.v.	Håndhævelse overfor entreprenører, bygherre, rådgiver ved bygge- og anlægsarbejde	Kommunen (Jord og Grundvand)	2024 - 26



Indsatstema	Mål	Indsats	Effekt	Ansvarlig	Tidsplan
4. Håndtering og oplag af kemikalier	A, B	Udføre intensiveret fokustilsyn med eksisterende servicestationer og olieudskillere specielt i indsatsområder	Håndhævelse overfor virksomhederne	Kommunen (Virksomheder og VVM)	2024 og 2026
5. Dræn	A, C, D	Kortlægge og undersøge store dræn for at afdække hvordan de påvirker grundvandsstand og grundvandskvalitet. Til brug for sekundavand og planlægning af klimaprojekter	Overblik over omfanget	Kommunen i samarbejde med forsyningerne	2024 - 25

Tabel 8-2. Overvågende indsatser

Indsatstema	Mål	Indsats	Effekt	Ansvarlig	Tidsplan
6. Klimaovervågning	D	Udarbejde plan for strategisk placering af kommunens egne overvågningsboringer og udføre pejlinger	Sikre at boringer placeres optimalt i forhold til måling af vandstand og vandkvalitet	Kommunen (Jord og Grundvand /Klima/Vand og Natur)	2024
7. Anlægsarbejder og materialer	A	Undersøge om byggematerialer udvaskes ved anvendelse i store anlægsprojekter	Øge viden og kendskab i samarbejde med Dansk Industri (DI) og entreprenører	Kommunen (Jord og Grundvand)	2024 - 26

Tabel 8-3. Oplysende indsatser

Indsatstema	Mål	Indsats	Effekt	Ansvarlig	Tidsplan
8. Fælleskampagner	B	Gennemføre kampagne med nabokommunerne om 'Vandets kredsløb' eller 'Pesticider'	Adfærdsændring hos målgruppen	Kommunen Vandforsyningerne bidrager økonomisk	2025
9. Workshops med ansøgere	B	Workshop med info og dialog med entreprenører, rådgivere	Opnå større forståelse af hindringsopgaver	Kommunen (Jord og Grundvand)	2024

Tabel 8-4. Afhjælpende indsatser

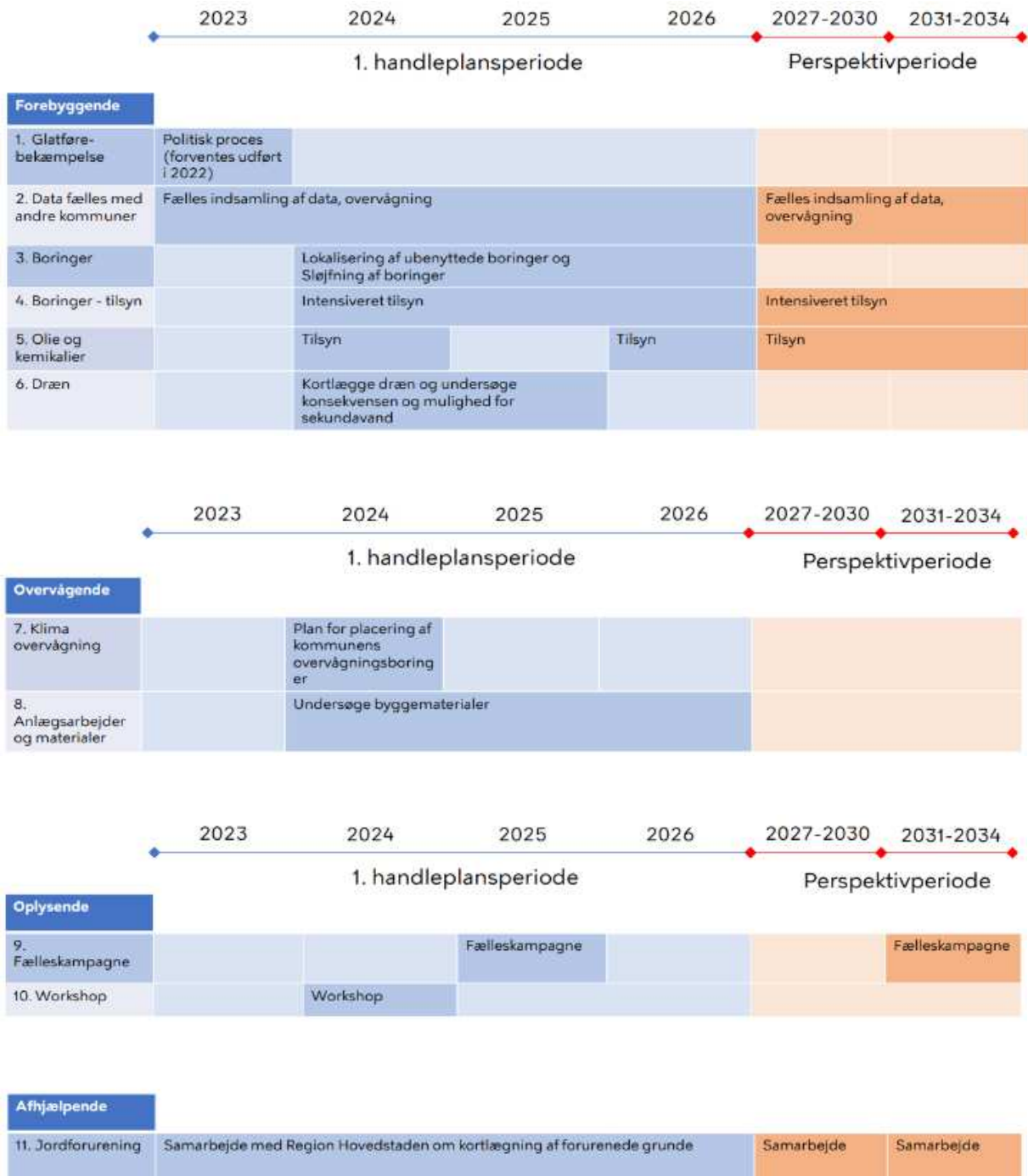
Indsatsstema	Mål	Indsats	Effekt	Ansvarlig	Tidsplan
10. Jordforurening	A	Samarbejde med region H om oprensning af kortlagte forureninger.	Prioritering af oprensning af jordforurening	Region H	2023 - 26
11. Boringer	A	Lokalisere ubenyttede boringer og sløjfedem	Lukning af boringer der ikke anvendes og undgå nedsivning langs boringen	Kommunen (Jord og Grundvand)	2024 - 26

Tabel 8-5. Perspektivperioden

Indsatsstema	Mål	Indsats	Effekt	Ansvarlig	Tidsplan
12. Boringerviden	A	Gennemgå Best Practice i forhold til metode for sløjfning af boringer	Forbedre sløjfning af boringer	Kommunen	
13. Lokale kampanjer	B	Igangsætte information rundt om i Kommunen f.eks. på genbrugsstationer, byttecentraler, via lokaludvalg og deres nyhedsbreve, på skoler/institutioner	Øge vidensniveau om vandets kredsløb og/eller pesticider	Kommunen i samarbejde med lokaludvalg	
14. Kommunens boringer	A	Udarbejde og udføre arbejdsgange for vedligehold og drift af Kommunens egne boringer	Sikre at boringerne er vedligeholdt og tætte	Kommunen	
15. Oplysning til borgerne om kommunens tiltag	B	Informere borgerne om de konkrete steder i kommunen hvor vi ikke bruger pesticider, begrænser saltning m.v.	Inspirere borgerne ved at vise hvordan kommunen gør	Kommunen	
16. Data	B + C + D	Undersøge hvordan pejle- og analysedata gøres mere tilgængelige så de kan bruges mere aktivt interne og eksternt.	Øge brug af eksisterende data så vurderinger og modellering forbedres	Kommunen	

## 8.2 Tidsplan

Af nedenstående oversigt fremgår tidsplanen for indsatser i planperioden, hvor indsatserne er fordelt mellem forebyggende, overvågende, oplysende og afhjælpende indsatser. Derudover er perspektivperioden vist, da flere af indsatserne vil være løbende eller gentages med jævne mellemrum.



## 9. LOV- OG PLANGRUNDLAG

### 9.1 Lovhjemmel

Indsatsplaner udarbejdes af kommunen i henhold til vandforsyningslovens § 13 og/eller § 13 a. For indsatsområder udpeget af staten skal kommunerne udarbejde en indsatsplan, jf. vandforsyningslovens § 13. I øvrige områder kan kommunen i henhold til vandforsyningslovens § 13a udarbejde en indsatsplan til grundvandsbeskyttelse i det omfang, dette vurderes at være nødvendigt for at sikre kommunens interesser.

Indsatsplanen for grundvandsbeskyttelse i Københavns Kommune er udelukkende vedtaget efter vandforsyningslovens § 13.

I Indsatsplanbekendtgørelsen fastlægges proceduren for vedtagelse og stiller indholdsmæssige krav til indsatsplanen.

Det fremgår af vandforsyningslovens § 11a at det er Staten som kan udpege følgende:

- Områder med særlige drikkevandsinteresser (OSD),
- Områder med drikkevandsinteresser,
- Indvindingsoplande til almene vandforsyninger uden for områder med særlige drikkevandsinteresser,
- Nitrat følsomme indvindingsområder (NFI)
- Indsatsområder, hvor en særlig indsats til beskyttelse af vandressourcerne er nødvendig til sikring af drikkevandsinteresserne mod forureningskilder.

#### *Påbud*

Når der er vedtaget en indsatsplan, har Borgerrepræsentationen mulighed for at pålægge (påbyde) en grundejer rådighedsindskrænkninger eller andre foranstaltninger, der er nødvendige for at sikre drikkevandsinteresserne efter miljøbeskyttelseslovens § 26 a. Det er en betingelse, at der er vedtaget en indsatsplan efter vandforsyningslovens § 13 eller § 13 a. Der kan kun pålægges rådighedsindskrænkninger eller andre foranstaltninger, hvis det er nødvendigt for at opfylde målet med indsatsplanen, for så vidt angår forurening med nitrat eller pesticider.

Inden da skal der være forsøgt at opnå en frivillig aftale, før der udstedes et påbud efter miljøbeskyttelseslovens § 26 a.

Kommunen kan med hjemmel i vandforsyningslovens § 36 give påbud om sløjfning af ubenyttede boringer og brønde.

### 9.2 Relation til anden planlægning

Indsatsplanen er en sektorplan på linje med kommunens vandforsyningsplan, spildevandsplan og klimatilpasningsplan og indgår nederst i det samlede planhierarki. Det betyder, at indsatsplanen skal indordne sig under andre kommunale, regionale og statslige planer og ikke være i modstrid med retningslinjer og tiltag i de øvrige sektorplaner.

Staten udstikker de overordnede retningslinjer for planlægningen i Danmark, mens det er kommunernes opgave at omsætte de overordnede statslige retningslinjer til konkret fysisk planlægning gennem kommuneplaner, lokalplaner og sektorplaner.

Københavns Kommune vil gennem planlægningen løbende sikre, at der er overensstemmelse mellem mål og retningslinjer inden for de forskellige sektorplaner og regulering af øvrige områder, der kan have konsekvenser for grundvandsbeskyttelsen i kommunen.

### **9.3 FN's verdensmål**

FN har fastsat 17 verdensmål for en mere økonomisk, social og miljømæssig bæredygtig verden. Målene sætter en fælles global retning for, hvordan vi i 2030 kan skabe en verden i bedre bæredygtig balance.

Mål nr. 6 drejer sig om rent vand og sanitet, for at sikre at alle har adgang til vand og sanitet, og at dette forvaltes bæredygtigt. Indsatsplanen bidrager til dette verdensmål ved at udpege de indsatsområder, der skal iværksættes for at der nu og i fremtiden er grundvand af god kvalitet, som kan indvindes til drikkevand.

### **9.4 Statens vandområdeplaner**

Vandområdeplanerne udarbejdes af staten og er en samlet plan for vandmiljøet i hele Danmark. Vandområdeplaner beskriver, hvordan vi vil nå målsætningen om god økologisk tilstand i de danske vandløb, kystvande, søer og grundvand i overensstemmelse med EU's vandrammedirektiv. Perioden for de næste vandområdeplaner løber fra 2021 til 2027. Vandområdeplanerne beskriver hvordan Danmark implementerer EU's vandrammedirektiv.

I forbindelse med vandområdeplanlægningen er der for grundvand udarbejdet en basisanalyse og supplerende tilstandsvurderinger, der redegør for den kvantitative og kemiske tilstand af terrænnære, regionale og dybe grundvandsforekomster. Miljømålet er at opnå "god tilstand" for alle forekomsterne.

Grundvandet under Københavns Kommune opfylder ikke miljømålet om god tilstand. Kommunens indsatsplan for grundvandsbeskyttelse skal bidrage til opfyldelsen af miljømål for grundvand, særligt i forhold til en kvalitative (kemiske) tilstand.

### **9.5 Kommuneplan 2019**

Kommuneplanen er en samlende plan for kommunens arealplanlægning. Kommuneplanen indeholder rammer og retningslinjer for anvendelse og udvikling af alle områder i Københavns Kommune og danner grundlaget for lokalplanlægningen i kommunen.

I Kommuneplanen redegøres for hvordan grundvandsbeskyttelsen er varetaget i planlægningen for arealanvendelsen.

### **9.6 Vandforsyningsplan 2012**

Københavns Kommunes vandforsyningsplan fra 2012 giver et overblik over vandforsyningen til Københavns Kommune og giver administrationsgrundlaget for kommunens sagsbehandling på vandforsyningsområdet.

Vandforsyningsplanen opstiller en række mål for reduktion af vandforbruget og vandspild i Københavns Kommune fra vandet pumpes op til det leveres ved forbrugers taphane.

Derudover er udgangspunktet i vandforsyningsplanen at vandforsyningen af Københavns Kommune skal være baseret på indvinding af grundvand, som ved en simpel vandbehandling med iltning og dobbelt filtrering overholder kvalitetskravene til drikkevand.

Grundvandet indvindes ikke i Københavns Kommune, men målet bidrager til indsatsplaner i andre kommuner.

### **9.7 Offentliggørelse og høring**

Forslag til Indsatsplan for grundvandsbeskyttelse 2023-2026 er offentliggjort på Københavns Kommunes hjemmeside og samtidig hermed sendt i høring fra den xx til den xx 2023.

Når høringsperioden er slut, vurderer Københavns Kommune, i hvilket omfang eventuelt indkomne bemærkninger skal indarbejdes i den endelige plan. Derefter godkender Borgerrepræsentationen den endelige indsatsplan.

### **9.8 Miljøvurdering**

I henhold til Lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter (VVM) (lovbekendtgørelse nr. 1976 af 27. oktober 2021) skal Københavns Kommune afgøre, om der skal foretages en miljøvurdering af Forslag til Indsatsplan for grundvandsbeskyttelse 2023-2026.

Københavns Kommune har vurderet, at Forslag til Indsatsplan for grundvandsbeskyttelse 2023-2026 ikke er omfattet af Lov om miljøvurdering af planer og programmer og konkrete projekter (VVM). Indsatsplanen fastlægger ikke rammer for fremtidige anlæg eller arealanvendelser og er jf. lovens § 2, stk. 1 derfor ikke omfattet af loven.

### **9.9 Planperiode og revision**

Der følges op på indsatsplanen hvert 4. år, da flere af indsatserne tidsmæssigt rækker ud over handlingsplanens periode. Desuden er mange indsatser vurderet ud fra forudsætninger, som er under fortsat udvikling. Det er vigtigt, at indsatserne i indsatsplanen altid baserer sig på inddragelse af nyeste viden.

## 10. REFERENCER

- /1/ Miljøministeriet, Naturstyrelsen. Redegørelse for Herlev-Glostrup. Afgiftsfinansieret grundvandskortlægning. 2014.
- /2/ Frederiksberg Kommune. Risikovurdering af klorid fra menneskeskabte kilder. Rambøll, januar 2014.
- /3/ Miljøstyrelsen. Opstart. Grundvandskortlægning i Frederiksberg og Københavns kommuner. Rambøll, november 2018.
- /4/ Miljøstyrelsen. Grundvandskemi Frederiksberg. Rambøll, juli 2020.
- /5/ Miljøstyrelsen. Grundvandskortlægning på Frederiksberg og i København. Hydrostratigrafisk model. Rambøll, december 2020.
- /6/ Miljøstyrelsen. Hydrologisk model for København og Frederiksberg. Rambøll, oktober 2020.
- /7/ Miljøstyrelsen. Sårbarhedsvurdering i indvindingsopland til Frederiksberg Vandværk. Miljøstyrelsen, januar 2021.
- /8/ Miljøstyrelsen 2020. Nitratsårbarhed og afgrænsning af NFI og IO.
- /9/ Hansen, B. og Thorling, L., 2018. Kemisk grundvandskortlægning. Geovejledning 2018/2. GEUS 2018. Tilgængelig online (15-12-2019): [https://www.geovejledning.dk/2018\\_2/](https://www.geovejledning.dk/2018_2/).
- /10/ Rambøll, 2010. Frederiksberg Kommune. Nikkel/Arsen - fase 2. Rapport udarbejdet februar 2010.
- /11/ Rambøll, 2007. Frederiksberg Kommune. Klorerede opløsningsmidler. Varighed af forurening med klorerede opløsningsmidler. April 2007.
- /12/ Miljøcenter Roskilde. Branchelisten. Excel ark med forureningsindeks. Under løbende udvikling. Version februar 2009.
- /13/ Lars Møller Markussen. 2002. Grundvandsforhold i København. Dansk Geoteknisk Forening, DGF-Bulletin nr. 19.
- /14/ Klitten, K., Larsen, F. og Sonnenborg, T. Saltvandsgrænsen i kalkmagasinerne i Nordsjælland. Resume af delprojekternes resultater og konklusioner samt perspektivering. Hovedrapport, 2006.
- /15/ Københavns Kommune, Teknik og Miljøforvaltningen, Den Blå By - Københavns Kommunes Vandhandleplan 2015, Del 2. Grundvand.

## 11. ORDLISTE

Ord	Forklaring
Alment vandforsyningsanlæg	Vandforsyningsanlæg (privat eller kommunalt), der forsyner mindst 10 ejendomme.
Aromatiske kulbrinter	Dækker bl.a. over stofferne benzen, toluen, xylener og naftalen. Stammer fra olie- og benzinprodukter.
Arsen (As)	Giftigt grundstof, se også uorganiske sporstoffer.
Artesisk grundvandsmagasin	Se spændt grundvandsmagasin.
ATES-anlæg	<b>ATES-anlæg</b> (Aquifer Thermal Energy Storage) er et udbygget grundvandskøleanlæg, som anvender grundvand til køling om sommeren, og den akkumulerede varmeenergi fra sommerkølingen bliver brugt til opvarmningen om vinteren.
BAM	Forkortelse af 2,6-dichlorbenzamid, der er et nedbrydningsprodukt fra pesticidet dichlobenil. Stoffet findes blandt andet i midlerne Prefix og Casoron, som blev forbudt i 1997.
Benzen	Tilhører gruppen af monoaromatiske kulbrinter, også kaldet BTEX. Benzen er kræftfremkaldende og findes i forbindelse med forureninger fra benzintanke og forskellige industrier. Der skal kun analyseres for stoffet, hvis der i det grundvandsdannende opland findes en risiko for forurening med stoffet.
Beredskabsplan	Plan, hvor opretholdelse af samfundsmæssige forhold i krise- og krigssituationer er beskrevet. Beredskabsplanen indeholder et afsnit om vandforsyning, og hvordan arbejdsprocedurer og alternative forsyningsmuligheder er ved unormale vandforsyningsforhold.
BNBO Boringsnære beskyttelsesområder	Boringsnære beskyttelsesområder er defineret som fagligt og administrativt udpegede nærområder til borer til almene vandforsyninger, hvor der er en særlig risiko for forurening af det grundvand, som bruges til drikkevand.
Boring	Udføres maskinelt med boreværktøj, normalt med diameter 10-70 cm. Fores med stål- eller plastrør. Dybden kan variere fra 5-10 meter til 200 meter.
Bryozokalk	Bryozokalk er en kalktype der består hovedsageligt af skeletstumper af bryozoaer, der var nogle små mosdyr, der levede i kolonier. Den øverste del af bryozokalken er ofte knust på grund af påvirkning af isen under sidste istid.
Bæredygtig vandindvinding	Vandindvinding som ikke forringer vandkvalitet, recipienter mv. ved opretholdelse i en længere periode.
Carlsbergforkastningen	Carlsbergforkastningen er en af de mest markante forkastninger i Østsjælland og løber SØ-NV igennem Frederiksberg. Det antages i dag, at Carlsbergforkastningen har karakter af en "trappeforkastning", hvor forskydningen imellem lagene på de to sider af forkastningszonen er foregået i flere trin. For skrivekridtlagserien har Carlsbergforkastningen betydet, at skrivekridtet ligger op til 60 m højere på vestsiden end på østsiden af forkastningen.
Danienkalk	Kalktype aflejret i den første del af den geologiske tid Tertiær, som starter for ca. 65 millioner år siden.
DGU-nr.	Boringens "ID-nummer". En vandindvindingsboring skal altid have et DGU-nr. monteret på boringen og synligt for den, der pejler eller udtager vandprøver. Herved undgås forveksling af fx analyser. Boringnummer kan oplyses hos GEUS (Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse). DGU-nr. følger boringen, også hvis den sløjfes, idet oplysninger om jordlag, analyser mv. vil blive gemt i et landsregister hos GEUS.
Drikkevand	Det vand, der leveres til forbrugerne og som tappes fra vandhaner i ejendomme.
Dæklag	Den jordtykkelse, der er over grundvandsmagasinet og som til en vis grad beskytter mod forurening. Jo tykkere dæklaget er, jo længere tid tager det for forureningen at nå grundvandet.



Ord	Forklaring
Filter	Et filter er en fysisk anordning. Filtret er et rør eller en del af et rør i hvilket, der er slidser. Gennem disse kan grundvandet trænge ind i boringen. Filtret dækker et bestemt interval i en boring (bestemt ved top og bund). Omgives ofte af en gruskastning. Benyttes også som betegnelse for sandfilter til rensning af vandet for jern og mangan i lukke og åbne sandfiltre på vandværket.
Forsyningsikkerhed	Sikkerhed for at vandforbruget leveres.
Forsyningsstruktur	Beskrivelse af de vandforsyningsanlæg, der leverer vandforbruget.
Geoenergi	Geoenergi er energi der fås ved at indvinde jordens varme og omdanne den til energi.
Geologi	Læren om jordens og undergrundens opbygning og sammensætning.
GEUS	Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser (GEUS) har et arkiv med samtlige borejournaler i Danmark. Her kan borejournal og boreprofil rekvireres, hvis vandværket har mistet de oprindelige fra boringens udførelse eller blot ønsker nyere udgaver.
GRUMO	De tidligere amter overvågede grundvandet i hele landet. Det foregik under et program kaldet GRUMO. Programmet var en del af den nationale overvågning af hele vandmiljøet, NOVA 2003. Det startede som del af Vandmiljøplanen i 1987. GRUMO-programmet omfattede over tusind boringer, der er fordelt på 67 steder over hele landet, de såkaldte GRUMO-områder. GRUMO-område 13, som ligger i den nordlige del af Frederiksberg Kommune og i Københavns Kommune op mod Utterslev mose er en del af Frederiksberg Vands indvindingsopland. Grundvandsovervågningen i GRUMO-område 13 er i dag tilrettelagt i det nuværende NOVANA-program, som Miljøcenter Roskilde står for udførelsen af. Mindst en gang årligt indsender statens miljøcentre analysedata fra bl.a. det Nationale Grundvandsovervågningsprogram og vandværkernes råvandskontrol til GEUS, som er det Nationale datacenter for Grundvandskemi. GRUMO skal sikre viden om grundvandets tilstand og udvikling med henblik på fremtidig justering af vandværkernes boringskontrol.
Grundvand	Overskudsnedbør (nettonedbør), som er sivet gennem de øvre umættede jordlag og derefter befinder sig i mættede (dvs. helt vandfyldte) jordlag. Fx sand med vandfyldte porer eller kalk med vandfyldte sprækker.
Grundvandsbeskyttelse	Beskyttelse af grundvandet ved at rydde op og regulere arealanvendelsen over grundvandsmagasinet.
Grundvandsdannelse	Grundvand dannes ved, at nedbør der falder på ubefæstede arealer, siver ned gennem jordlagene. Det grundvand der indvindes til drikkevand på Frederiksberg har været mange undervejs (40-50 år).
Grundvandskvalitet	Beskrivelse af grundvandets indhold og koncentration af forskellige stoffer.
Grundvandsmagasin	Afgrænset vandførende lag, hvorfra det kan indvindes vand.
Grundvandsmodel	IT-model, der ud fra aktuelle data beskriver strømningsforholdene i grundvandsmagasinet. Modellen er et værktøj til bl.a. at beregne vandspejl og grundvandsstrømning ved forskellige oppumpninger.
Grundvandspotentiale	Grundvandspotentiale, grundvandstryk, grundvandsspejl, grundvandsstand refererer til det samme, nemlig beliggenheden af overfladen af grundvandet i undergrunden. Beliggenheden er bestemmende for om grundvandsmagasinet er frir, spændt eller artesisk.
Grundvandsressource	Den samlede mængde af grundvand.
Grundvandsspejl	Grundvandets niveau i fx en boring eller i grundvandsmagasinet. Omregnes ofte til meter over havniveau eller anden defineret standard. Koten angiver grundvands-potentialet i det lag, som boringens filter står i.
Grundvandssænkning	Når der oppumpes grundvand, sænkes grundvandsspejlet i undergrunden. Udbredelsen af afsænkningen afhænger af de geologiske forhold. I forbindelse med

Ord	Forklaring
	anlægsprojekter kan det være nødvendigt at sænke grundvandsspejlet midlertidigt af hensyn til byggeriet.
Grundvandstryk	Grundvandstryk, grundvandspotentialer, grundvandsspejl, grundvandsstand refererer til det samme, nemlig beliggenheden af overfladen af grundvandet i undergrunden. Beliggenheden er bestemmende for om grundvandsmagasinet er frir, spændt eller artesiske.
Hydrogeologi	Læren om grundvandet i jorden.
Højest tilladelig værdi	Koncentration, som de enkelte stoffer i drikkevandet skal overholde.
Indsatsområde	Udpeget i grundvandskortlægningen. I indsatsområder gøres en særlig indsats for at beskytte og sikre drikkevandsinteresserne.
Indsatsplan	I en indsatsplan beskrives hvilke tiltag, der skal sættes i værk for at beskytte grundvandet. Indsatsplanen udarbejdes på baggrund af detaljerede oplysninger om grundvandsmagasin, sårbarhed og aktiviteter i indvindingsoplandet.
Indsatsplanlægning	Indebærer kortlægning af grundvandet beliggenhed og beskyttelse samt planlægning af dets udnyttelse. Ændringerne til vandforsyningsloven blev tilføjet i 1998, og forpligter kommunerne til at udføre denne opgave, men åbner også mulighed for, at vandforsyningen selv kan udarbejde indsatsplaner. På baggrund af indsatsplanen iværksættes grundvandsbeskyttende foranstaltninger.
Indvindingsopland	Område, hvor grundvandet til en indvindingsboring dannes ved, at overskuds- nedbøren siver ned og bliver til grundvand. Størrelsen på indvindingsoplandet er afhængig af den tilladte indvindingsmængde.
Indvindingsstrategi	Den overordnede plan for, hvordan vandindvindingen skal tilrettelægges og styres.
Indvindingstilladelse	Tilladelse til at foretage vandindvinding givet af de tidligere amter og i dag af kommunen. I tilladelsen indgår gyldighedsperiode og vandmængde, der må indvindes.
Kildeplads	Det område hvor et vandforsyningsanlægs indvindingsboringer er placeret. Typisk vil det være et nærområde omkring boringerne som fx kan være indhegnet.
Kildepladszoner	Områder på 300 meter omkring indvindingsboringer udpeget af det tidligere Københavns Amt i Regionplan 1997. Kildepladszoner er udpeget i områder med drikkevandsinteresser, men har samme restriktioner på arealanvendelse som områder med særlige drikkevandsinteresser. Disse områder er erstattet med boringsnære beskyttelsesområder (BNBO).
Klorerede opløsningsmidler	Organiske opløsningsmidler, der indeholder klor. Omfatter bl.a. stofferne trichlorethylen, tetrachlorethylen, 1,1,1-trichlorethan og dichlormethan. Disse stoffer bruges bl.a. som affedningsmidler til kemisk rensning af tøj og som opløsningsmidler i maling og lak. Stofferne er tungere end vand, og et spild på jordoverfladen vil hurtigt trænge ned i jorden og videre til grundvandet. Nedbrydningen er langsom. Stofferne er giftige og kræftfremkaldende.
Klorid/Chlorid (Cl)	Stammer fra saltvandsindtrængning eller saltholdige jordlag. Klorid kan, i høje koncentrationer, give smagsproblemer. Vandet smager salt ved ca. 400 mg/l – risiko for tæring i varmtvandssystemer, især hvis hydrogencarbonat-/bikarbonatindholdet er lavt. Højest tilladelige værdi i drikkevand: 250 mg/l
Kote	Kote betegner højden for et bestemt terrænpunkt. I Danmark regnet fra Dansk Vertikal Reference 1990.
Kulfiltrering	Filtrering ved aktivt kul er en internationalt anerkendt og almindelig anvendt metode til rensning af drikkevand. Aktivt kul fremstilles af organisk materiale med et højt kulstofindhold, som aktiveres (enten ved damp eller kemisk aktivering) til et filtermaterialeprodukt med et stort overfladeareal, der giver gode sorptionsegenskaber (binding). Det er

Ord	Forklaring
	egnet til tilbageholdelse af flere miljøfremmede stoffer, blandt andet klorerede opløsningsmidler og deres nedbrydningsprodukter.
Kvalitetskrav for drikkevand	Se kvalitetskriterier for drikkevand.
Kvalitetskriterier for drikkevand	Kvalitetskriterier for drikkevand er fastsat af hensyn til borgernes sundhed. Normalt fastsættes kriteriet for det enkelte stof ud fra en "tolerabel daglig indtagelse", hvor kun 10 % af denne må stamme fra drikkevandet, hvis stoffet også kan forekomme i fødevarer og luften. De gældende kvalitetskrav til drikkevand er beskrevet i den til enhver tid gældende udgave af "Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg" p.t. nr. 1449 af 11. december 2007. I bekendtgørelsen er angivet vandkvalitetskrav for drikkevandets hovedbestanddele og organiske mikroforureninger ved afgang fra vandværk, indgang til ejendom og ved forbrugers taphane. For uorganiske sporstoffer (som nikkel, arsen med videre) er vandkvalitetskravene kun angivet for indgang til ejendom og ved forbrugers taphane. Typisk er vandkvalitetskravet et maksimalt tilladeligt indhold af det pågældende stof.
Kvartære aflejringer	Jordlag, som er aflejret i forbindelse med istiden.
København Kalk	Københavnerkalken blev aflejret i sen Danien for mellem 63 og 60 millioner år siden. Københavnerkalken er helt specielt for Københavnsområdet og findes ikke andre steder, hvilket også har givet den dens navn. København Kalk er en slamkalksten med et indhold af kalksandskalk, der udgøres af finkornede kalkkorn.
LAR-løsninger	Anlæg til lokal afledning af regnvand.
Miljømål	Miljømål for god tilstand skal fastsættes i statens vandplaner.
Miljømålsloven	Miljømålsloven fastlægger rammerne for beskyttelsen af overfladevand og grundvand og er implementeringen af EU's Vandrammedirektiv i Danmark. Formålet er at opnå en generel "god kvalitet" i grundvand og overfladevand, herunder god vandføring i søer, åer og vandløb. Miljømålsloven lægger med udgangspunkt i direktivet op til vandressource- og naturplanlægning i et helhedsperspektiv.
Moniteringsboring	Boring, der placeres mellem en eventuel forureningskilde og indvindingsboringer, så vandkvaliteten og eventuel forurening kan opdages inden den når kildepladsen.
Moræneler	Usorteret aflejring bestående af ler, sand, grus og sten. Moræneler er aflejret under istiden direkte fra en gletscher.
MTBE (Methyl-tertiær-butylether)	MTBE er et organisk stof, der har erstattet bly i benzin. Stoffet genfindes i dag i grundvandet pga. nedsivning fra benzintanke. Stoffet nedbrydes meget langsomt og giver drikkevandet afsmag og dårlig lugt. Højest tilladelige værdi i drikkevand: 5 µg/l
Naphtalen	Anses ikke for at være kræftfremkaldende, men kan ved hudkontakt give rødme og irritation. Tilhører PAH-gruppen. Højest tilladelige værdi i drikkevand: 2 µg/l
Naturlig beskyttelse	Forskellige naturgivne forhold som geologi (ler, sand eller kalk), magasin type (spændt eller frit), dybde af magasin, reduktionskapacitet (evnen til at omdanne nitrat) samt den geologiske kompleksitet er bestemmende for den naturlige beskyttelse af et grundvandsmagasin.
Nedbrydningsprodukt	Det stof, som moderstoffet bliver nedbrudt til.
Nedsivning	Grundvand dannes af nedbør, der nedsiver gennem jordlag. Med ordet nedsivning kan også menes nedsivning af forurenende væsker/stoffer til grundvandet.
Nettonedbør	Den regnmængde, der siver ned i jorden. Dvs. nedbøren minus fordampning fra jordoverflade, bevoksning mv.

Ord	Forklaring
Nikkel (Ni)	Nikkel er et naturligt forekommende stof i de geologiske lag. Da nikkel er letopløseligt, transporteres det hurtigt til grundvandet fra en forureningskilde med tungmetaller. Ændringer i indhold af stoffet kan derfor indikere en forurening med tungmetaller. Indhold af nikkel kan også indikere, at der har været grundvandssænkning i området, hvor de geologiske lag iltes og frigiver nikkel. Nikkel kan fremkalde allergi og eksem. Højst tilladelige værdi ved indgang til ejendom: 20 µg/l.
NOVANA	Det Nationale program for Overvågning af Vandmiljøet og Naturen. NOVANA startede 1. januar 2004 som en revideret udgave af det tidligere National Overvågningsprogram af Vandmiljøet - NOVA-2003.
OD-områder	Områder med drikkevandsinteresser.
OMB	Område for Miljø og Byliv, som et område/afdeling i Københavns Kommune
Område med drikkevandsinteresser	Områder hvor der kan foregå en betydelig vandindvinding, men på grund af eksempelvis grundvandets naturlige kvalitet har områderne en mindre strategisk betydning end områder med særlige drikkevandsinteresser.
Område med særlige drikkevandsinteresser	Disse områder er udpeget i seneste regionplan og dækker de grundvandsmagasiner, der har størst betydning for drikkevandsforsyningen. I disse områder må den nuværende arealanvendelse ikke ændres til noget mere grundvands-truende og arealanvendelse, der kan være med til at beskytte grundvandet, skal fremmes. Der skal gøres en særlig indsats for at beskytte grundvandet i OSD-områderne
Organiske mikroforureninger	Begrebet dækker over en lang række af stoffer fra klorholdige opløsningsmidler til PAH-forbindelser, pesticider, phenoler, phtalater, detergenter, monomerer og stoffer indeholdt i olieprodukter. Undersøgelser af organiske mikroforureninger planlægges i forhold til de forureningskilder, der kan være i vandværkets opland.
OSD-områder	Områder med særlige drikkevandsinteresser
PFAS	Er fluorstoffer. De bliver brugt til at gøre produkter som regntøj, sko, stegepander og mange andre ting vand- og fedtafvisende. Fluorstofferne kan ophobe sig i kroppen og i miljøet i mange år.
PAH	PAH, polycykliske aromatiske hydrocarboner, dækker over en gruppe på mere end 100 stoffer, hvor der i almindelighed bliver undersøgt for op til 30 forskellige. Stofferne blev først fundet som bestanddele af kultjære og sod, hvorfor de også kaldes tjærestoffer. Stofferne forekommer både som miljøforurening og som procesforurening.
Pejling	Måling af grundvandsspejlets niveau i en boring.
Perfluorede stoffer	Se under PFAS
Pesticider	Pesticider er en fælles betegnelse for insekticider (behandling mod insektangreb), herbicider (behandling mod ukrudt) og fungicider (behandling mod gær- og skimmelsvampe). En lang række pesticider giver vandet afsmag og kan være giftige. Nogle nedbrydningsprodukter efter pesticider har vist sig endnu mere giftige end det oprindelige stof, men de sundhedsskadelige effekter er ikke altid kendt. De hyppigst forekommende forureninger er Atrazin og nedbrydningsprodukterne DIP-atrazin, DE-atrazin og Hydroxy-atrazin samt Dichlorbenil og nedbrydningsproduktet 2,6 dichlorbenzamid (BAM). Højst tilladelige værdi i drikkevand for hvert enkelt stof: mellem 0,03 og 0,1 µg/l, afhængig af stoffet. Summen af pesticider i drikkevand skal være < 0,5 µg/l
Potentialekort	Kaldes også vandrejsningskort. Hydrogeologisk kort over grundvandets strømning og højdeforhold. Grundvandets højde angives i meter over

Ord	Forklaring
	havniveau. Viser også grundvandets strømningsretninger og grundvandskel. Benyttes til bestemmelse af et vandværks indvindingsopland.
Primære grundvandsmagasin	Det mest betydende grundvandsmagasin, hvorfra der foregår vandindvinding. Typisk anvender man de dybere magasiner i områder, hvor der også findes mere terrænnære grundvandsmagasiner, da de oftest er bedre beskyttet.
Prækvartærkort	Kort over sammensætning og højdeforhold for de jordlag, som er ældre end istiderne, dvs. mere end 1,8 mio. år gamle. Disse kort giver vigtige oplysninger i vurderingen af de geologiske forhold, grundvandsmagasiner og jordlagenes evne til at yde naturlig beskyttelse.
Punktkilder	Forureningskilder, der kan lokaliseres til en enkelt grund.
Pyrit	Kemisk forbindelse jernsulfid ( $\text{FeS}_2$ ), som kan findes i jordlagene. Ved afsænkning af grundvandspejlet iltens forbindelse, og der kan frigives jern og sulfat samt eventuelt nikkel, der har været bundet i forbindelsen.
Pyritoxidation	Nikkel og arsen findes som urenheder i pyrit/jernsulfid ( $\text{FeS}_2$ ) og frigives, når pyrit oxideres (iltens). Pyritoxidation kan forekomme i de områder, hvor der er frit vandspejl i det primære grundvandsmagasin, kombineret med geologiske, anlægsrelaterede eller boringsrelaterede huller i dæklaget. Frit vandspejl forefindes, når vandspejlskoten ligger lavere end koten for det primære grundvandsmagasin. Pyrit findes især i kalkbjergarter.
Råvand	Vand direkte fra boringen, altså ubehandlet grundvand.
Råvandsanlæg	Fællesbetegnelse for boringer, råvandsstationer og råvandsledninger.
Sekundavand	Vand, som ikke er egnet til drikkevand, da det ikke opfylder kvalitetskravene.
Skrivekridt	Skrivekridt er en hvid, blød kalkbjergart der i Danmark blev aflejret i slutningen af Kridttiden. Skrivekridtet er dannet af mikroskopiske kokkolitter, som er kalkskaller af mikroskopiske alger.
Smeltevandssand/grus	Jordlag af sand eller grus aflejret ved isens tilbagesmeltning under istiden.
Sprøjtemidler	Kemiske stoffer til bekæmpelse af skadedyr, ukrudt, svampe og insekter. Se pesticider.
Spændt grundvandsmagasin	Betegnelse for et grundvandsmagasin, hvor vandet står under tryk. Vandets trykniveau ligger over det vandførende lags øvre begrænsning. Over det vandførende lag findes et vandstandsende lerlag af en vis tykkelse. På grund af lerlagets tykkelse og trykforhold, er spændte grundvandsmagasiner ikke nær så sårbare overfor forurening som frie magasiner. Hvis vandspejlets trykniveau ligger over terræn betegnet magasinet som artesiske.
Statens vandområdeplaner	Miljømålsloven udgør rammen for den fremtidige administration af vand og natur, der skal udfyldes via de statslige vandområdeplaner. Med planerne bliver der sat fokus på hele vandkredsløbet og vandforsyningen kommer til at indgå i en bredere sammenhæng som en del af kommunens forvaltning af vand- og naturområdet.
Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ )	Sulfat i grundvandet kan skyldes pyritoxidation, indikere indflydelse fra salt grundvand eller indikere udsivning fra losseplads. Sulfat kan, som klorid, give bitter smag, samtidig med at det i forbindelse med magnesium kan virke afførende. Sulfat virker tærende på især kobberrør og varme-forzinkede jernrør. Højest tilladelige værdi i drikkevand: 250 mg/l
Sårbarhed	Betegnelse for, hvor godt de overliggende jordlag beskytter grundvandet mod nedsivning af forurening.
Terrænkote	Terrænhøjde i meter over normalvandstanden i havet.
Tetrachlorethylen	Se Klorerede opløsningsmidler.
Tetreachlormethan	Se Klorerede opløsningsmidler.

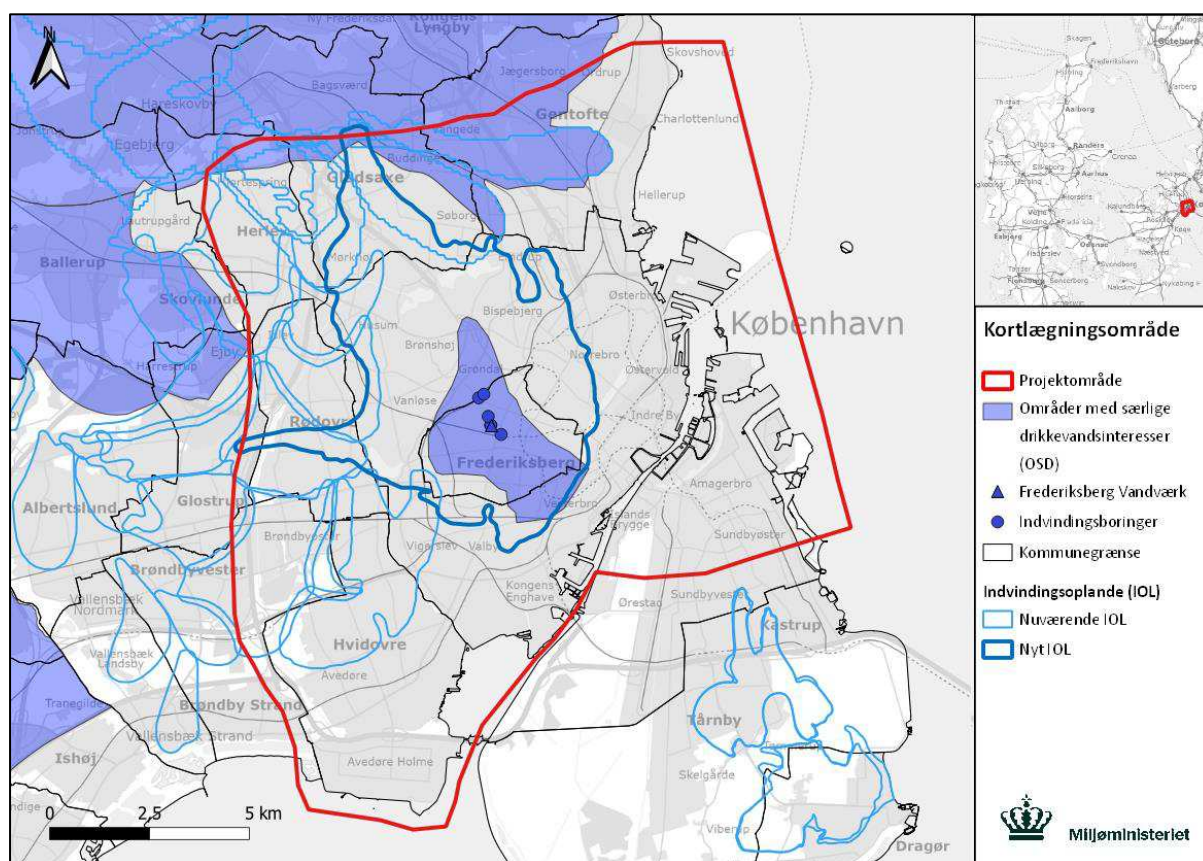
Ord	Forklaring
Transmissivitet	Et mål for et vandførende lags hydrauliske ledningsevne. Angives sædvanligvis i m <sup>2</sup> /sek. eller m <sup>2</sup> /t. Jo højere værdi desto bedre kan aflejringen lede vand. Er størst for grus/opsprækket kalk, mindre for sand og mindst for silt og ler.
Transmissivitetskort	Kort, der viser de vandførende lags hydrauliske ledningsevne.
Trichloretylen	Se Klorerede opløsningsmidler.
Trichlormethan	Se Klorerede opløsningsmidler.
Trykforøger	Pumpestation, som forøger trykket.
Umættet zone	Zonen over grundvandsspejlet, hvor porer og hulrum i jord/sediment ikke er mættet med vand.
V1-kortlagt lokalitet	Et areal betegnes som kortlagt på vidensniveau 1 (V1), 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.
V2 kortlagt lokalitet	Et areal betegnes som kortlagt på vidensniveau 2 (V2), hvis der er tilvejebragt et dokumentationsgrundlag, der gør, at det med høj grad af sikkerhed kan lægges til grund, at der på arealet er en jordforurening af en sådan art og koncentration, at forureningen kan have skadelig virkning på mennesker og miljø.
Vandbalance	Nedbør = fordampning + overfladisk afstrømning + underjordisk afstrømning + ændring i vandbeholdning. Gælder for et nedbørsopland.
Vandbehandlingsanlæg	Anlæg, hvori råvandet underkastes behandling med henblik på dets anvendelse til drikkevand.
Vandforsyningsanlæg	Dette består af vandindvindingsanlægget samt hovedforsynings- og stikledninger og eventuelle pumper på ledningerne. Et vandforsyningsanlæg kan bestå af flere vandindvindingsanlæg, der leverer vand til samme ledningsnet. Vandforsyningsanlæg indvinder og/eller leverer vand efter tilladelse fra en kommunalbestyrelse i henhold til vandforsyningsloven.
Vandforsyningsstruktur	Forsyning fra boring via vandværk til forbruger. På Frederiksberg er forsyningsstrukturen central, hvor én vandforsyning forsyner hele kommunen.
Vandværk	Anlæg hvor behandling af råvandet udføres eller hvor vand opbevares, hvorefter vandets kvalitet opfylder krav til drikkevandskvaliteten. Vandværk anvendes som synonym med vandforsyningsanlæg og er ofte anvendt i betegnelsen for den juridiske enhed, hvor til forbrugeren afregnes.
Vinylchlorid	Er et nedbrydningsprodukt fra klorerede opløsningsmidler, se denne.

## BILAG 1 - RESUMÉ AF GRUNDVANDSKORTLÆGNINGEN

Her gives et resumé af de 2 kortlægninger Københavns Kommune har modtaget fra Miljøstyrelsen. Det drejer sig om grundvandskortlægningen Herlev-Glostrup fra december 2015, som går ind over den vestlige del af Københavns Kommune, samt sårbarhedsvurdering i indvindingsopland til Frederiksberg Forsyningværk fra januar 2021, der omfatter den centrale og nordvestlige del af kommunen.

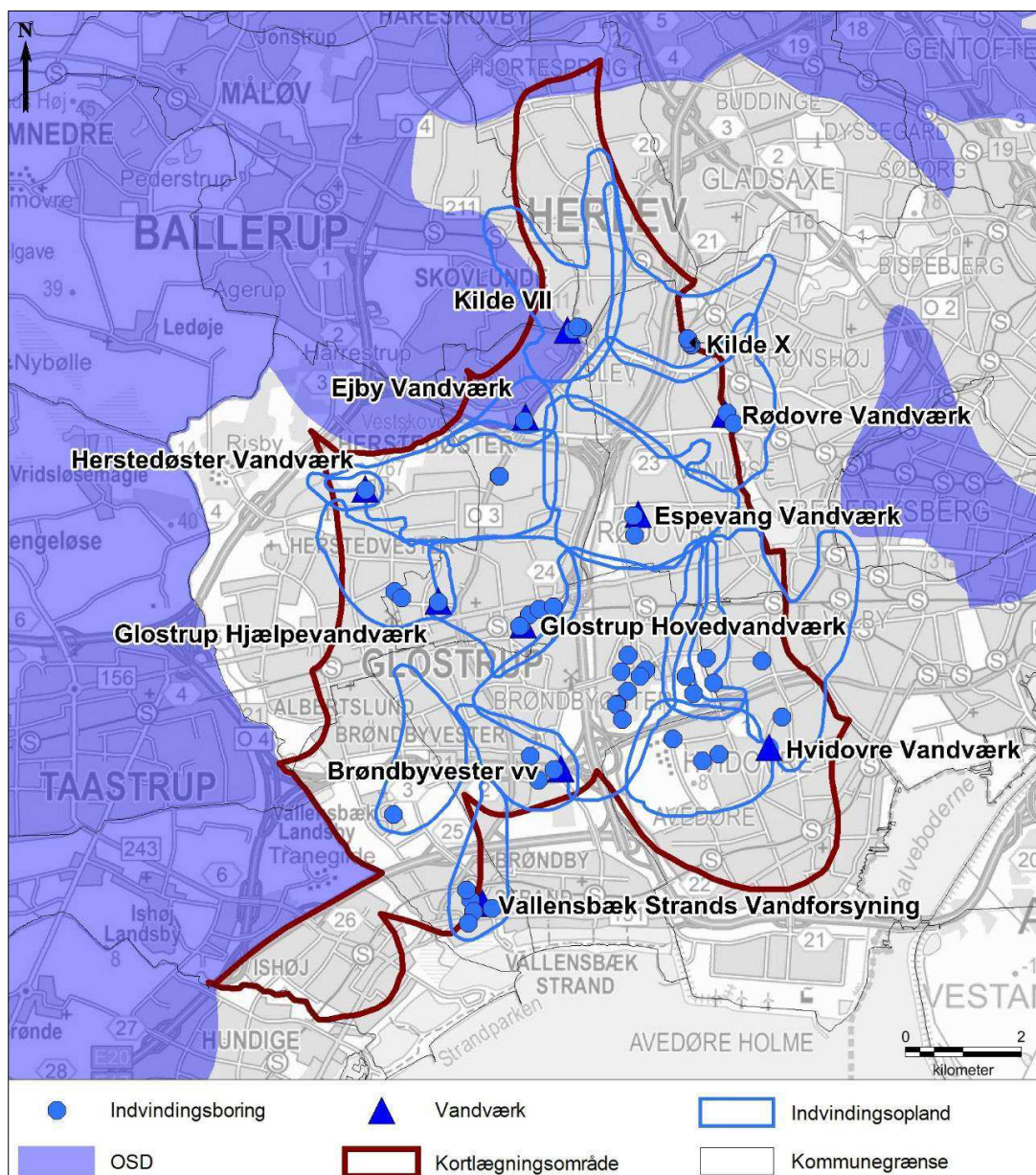
### 1. Baggrund for kortlægningen

I januar 2021 modtog Københavns Kommune sårbarhedsvurdering for indvindingsoplandet til Frederiksberg Forsyning fra Miljøstyrelsen (MST) /7/. Her i vurderer MST nitratfølsomheden og udpeger nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) og indsatsområder (IO) inden for indvindingsopland til Frederiksberg Forsyning og det eksisterende OSD i Københavns og Frederiksberg kommuner. På Figur 0-1 er vist indvindingsoplandet til Frederiksberg Forsyning samt indsatsområdet (Nyt IO), som er sammenfaldende med det nitratfølsomme indvindingsområde. Begge områder er udpeget af MST.



Figur 0-1: Kortlægningsområdet Frederiksberg, hvor indvindingsoplandet til Frederiksberg Forsyning fremgår.

I grundvandskortlægningen Herlev-Glostrup, som berører den vestlige dele af Københavns Kommune, har MST på tilsvarende vis udpeget Indsatsområde og nitratfølsomt indvindingsområde. Også her er områderne identiske. På Figur 0-3 ses indsatsområderne (nuværende NFI) i Københavns Kommune. Herlev-Glostrup Kortlægningsområde dækker Brøndby, Ballerup, Albertslund, Glostrup, Herlev, Rødovre, Hvidovre, Vallensbæk og Københavns kommuner og fremgår af Figur 0-2.



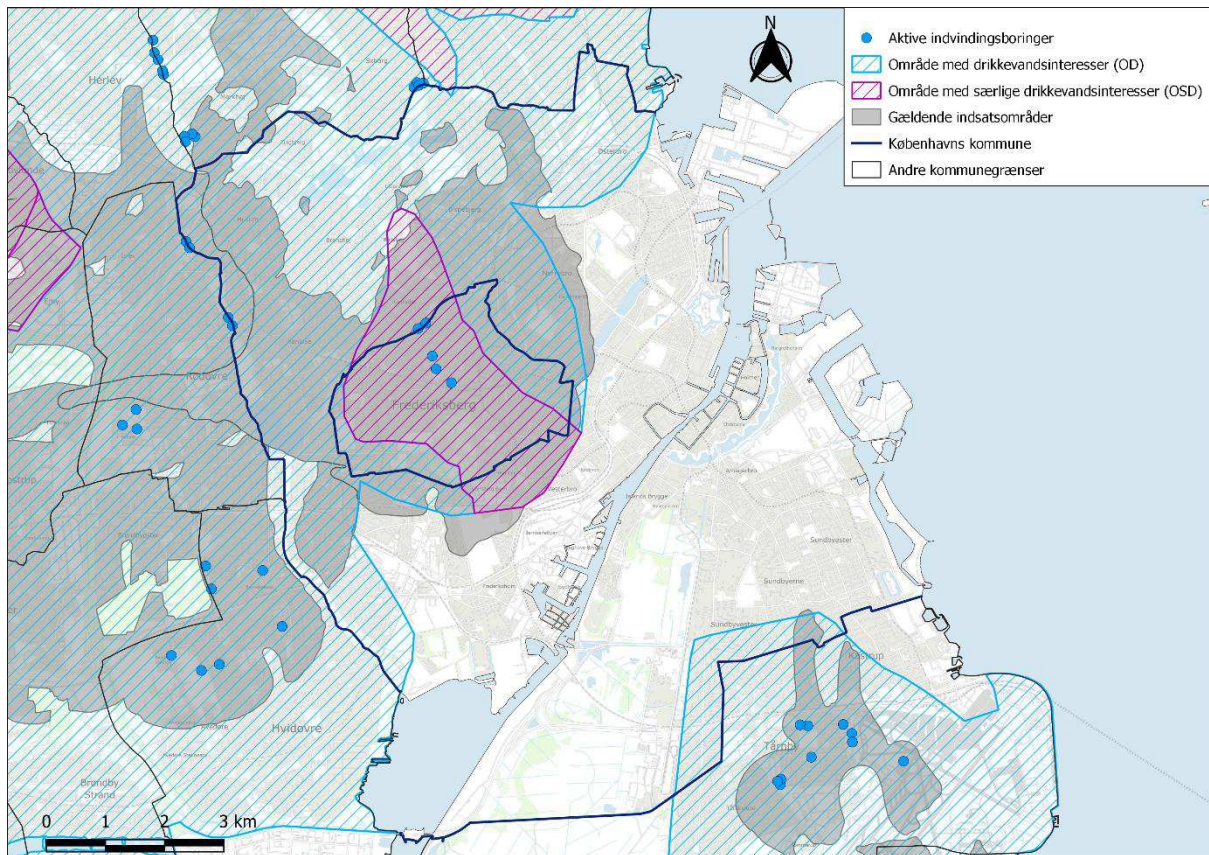
Figur 0-2 Oversigt over Herlev-Glostrup kortlægningsområde. På kortet er vandværkernes placering og borer med tilhørende oplande /1/.

Da kortlægningen af Frederiksberg og København er den nyeste og dækker den største del af indsatsområdet i København, er det primært denne, som er beskrevet i det følgende.

De kort, som vises dækker også data fra den del af Herlev-Glostrup kortlægningen, der ligger i og tæt ved Københavns Kommune, så resuméet dækker begge grundvandskortlægninger.

Af Figur 0-3 fremgår de udpegede indsatsområder og områder med drikkevandsinteresser.





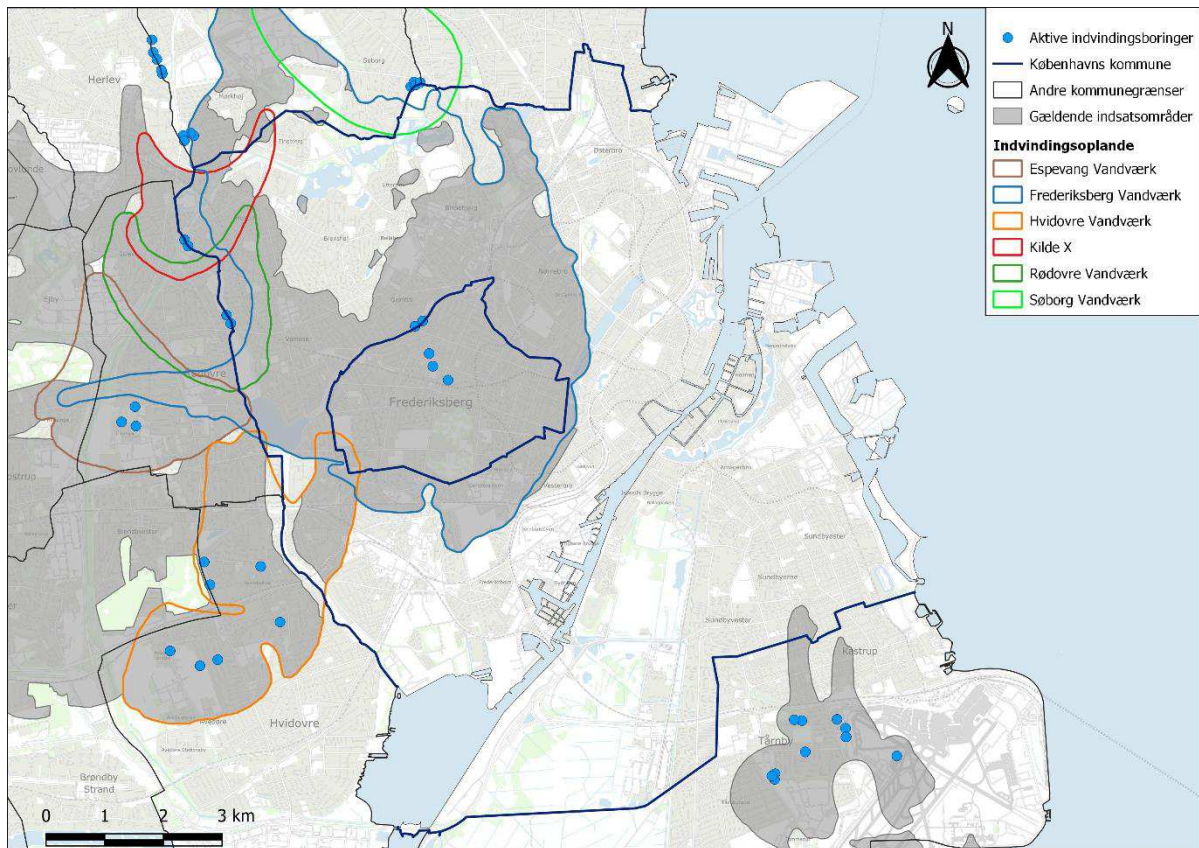
Figur 0-3: Det endelige udpegningsgrundlag for indsatsplanlægningen.

Mod syd ved kommunegrænsen til Tårnby, er der også udpeget et lille indsatsområde. Dette er ikke medtaget i denne indsatsplan, men kan ses i indsatsplanen for Tårnby Kommune, 2020 /29/.

## 2. Indvinding i området

Det er kun Frederiksberg Forsyning, der har vandindvindingsboringer beliggende i Københavns Kommune, men indvindingsoplandene til Hvidovre Vandværk og HOFORs kildeplads X strækker sig ind i Københavns Kommune, hvilket fremgår af Figur 1-1.

Også indvindingsoplandet til det tidligere Rødovre Vandværk strakte sig ind under Københavns Kommune. Vandværket blev nedlagt i 2021, hvilket bevirker at indvindingsoplandenes udstrækning er ændret. Da vandindvindingen er stor i Københavns Området, er det fortsat relevant at beskytte området, da grundvandet med alt sandsynlighed indvindes til en anden vandforsyning i stedet.



Figur 0-4: Indvindingsoplande til vandforsyning med udbredelse i Københavns Kommune.

Frederiksberg Forsyning har fem indvindingsboringer, tre inden for Frederiksberg Kommune og to lige nord for kommunegrænsen i Københavns Kommune. Boringernes placering fremgår af figur 1-4. Den samlede tilladelse til indvinding er på 2,5 mio. m<sup>3</sup>/år.

Al drikkevandsindvindingen sker fra kalkmagasinet også for naboforsyningerne.

### 3. Gennemførte undersøgelser

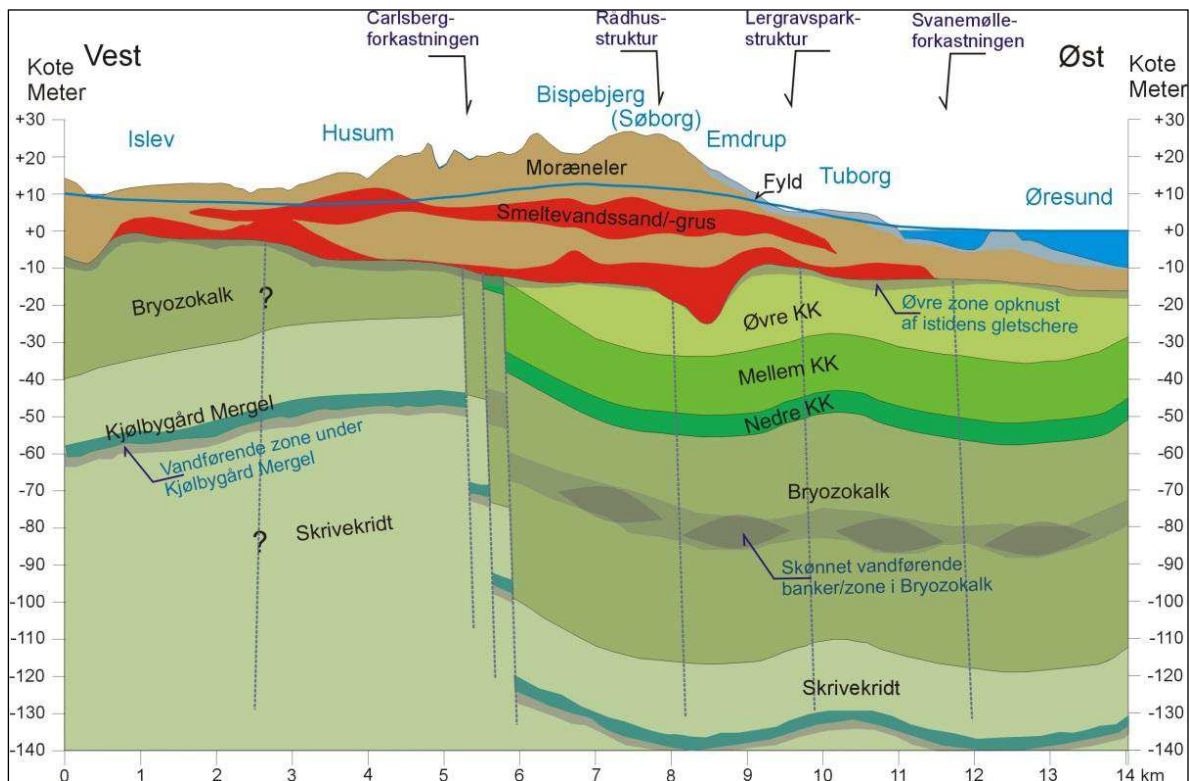
I forbindelse med grundvandskortlægningen på Frederiksberg og i København er der udført en række undersøgelser, herunder sammenstilling af eksisterende data /3/, opstilling af en hydrostratigrafisk model /5/, kemisk kortlægning /4/ samt opstilling af en hydrologisk model /6/. Endvidere er der udarbejdet en kort redegørelse for sårbarhedskortlægningen og udpegningen af indsatsområderne /7/. Data fra Herlev-Glostrup kortlægningen omhandler de samme emner og er medtaget på kort i nærværende resumé.

### 4. Geologiske forhold og vigtige strukturer

De regionale grundvandsforekomster under Frederiksberg og Københavns kommuner findes i de prækvartære kalkbjergarter (aflejringer, som stammer fra tiden før istiderne), som består af en lagfølge med skrivekridt nederst efterfulgt af Danienkalk, som i området udgøres af bryozokalk efterfulgt af et lag af København Kalk. Overordnet vurderes den geologiske model for Københavnsområdet at kunne illustreres som vist på Figur 0-5. Lagserien indeholder følgende enheder:

- Ferskvandsaflejringer – fra perioden efter istiderne (fremgår ikke som selvstændigt lag på figuren)
- Kvartære aflejringer – fra istiderne (Smeltevandssand/-grus og Moræneler)

- Grønsand og grønsandskalk fra Selandien, som kun findes i enkelte områder og ikke fremgår af figuren.
- København Kalk fra Danien (nedr/Mellem/Øvre KK)
- Bryozokalk fra Danien
- Skrivekridt fra Senon.



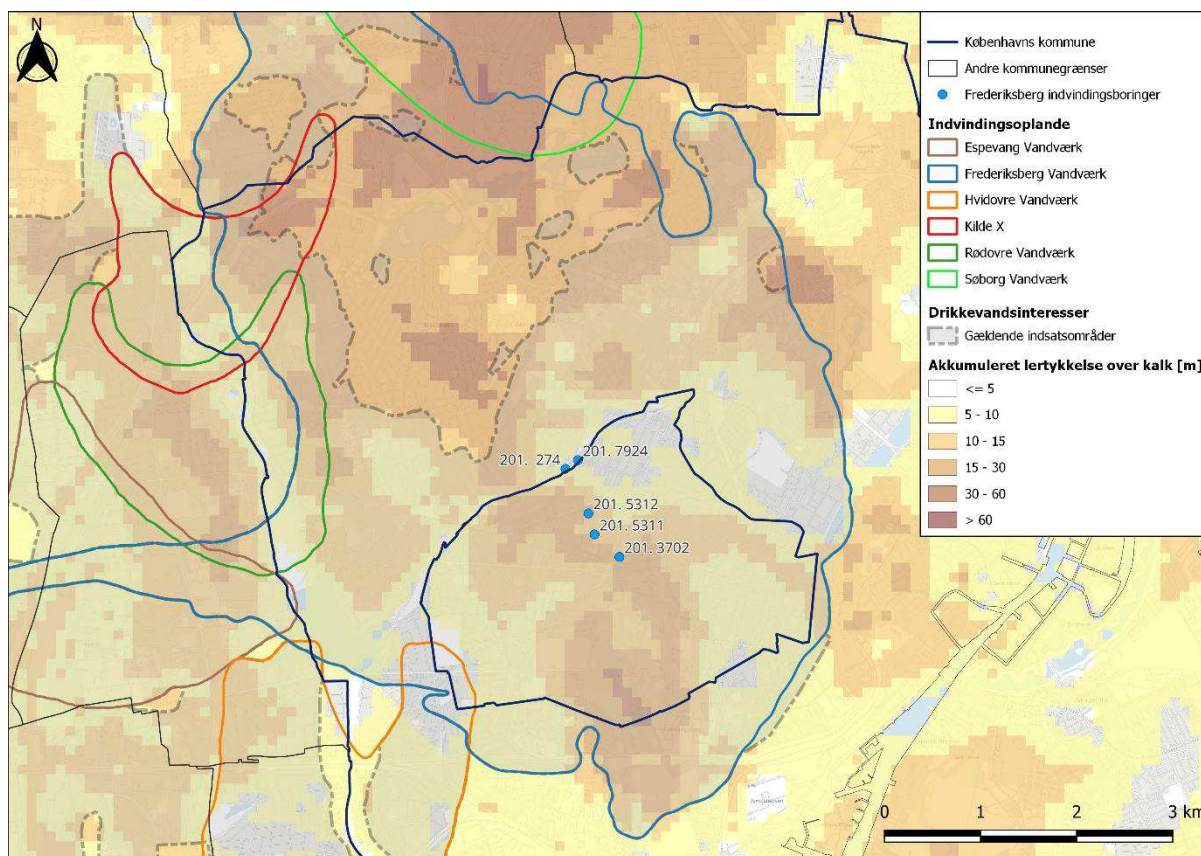
Figur 0-5: Princip for geologien i Københavnsområdet. Carlsbergforkastningen vil i nogle områder ikke have form som en trappeforkastning som vist på skitsen men vil være mere som en fleksur.

Den vigtigste geologiske struktur i Københavnsområdet er Carlsbergforkastningen, som generelt har en meget høj vandføringsevne. Carlsbergforkastningen strækker sig tværs gennem København og Frederiksberg Kommune i nord/sydgående retning og alle Frederiksberg Forsynings indvindingsboringer er placeret i denne som vist blandt andet på **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**

### Lertykkelse

Af Figur 0-6 fremgår den akkumulerede lertykkelse over kalken, som er tykkelsen af de enkelte lerlag lagt sammen. Lerlagstykkelserne indikerer beskyttelsen af magasinet mod forureningstrusler fra jordoverfladen. Jo mere ler, desto bedre beskyttelse, da lerlag har en vandstandsende egenskab, der virker beskyttende. Lerlagstykkelserne er fremkommet ved modellering ud fra eksisterende boreprofiler.

Som det fremgår af Figur 1-6, er den gennemsnitlige lertykkelse over kalkmagasinet inden for indsatsområdet mellem 5 og 30 meter, men der findes mange, større eller mindre områder i modellen, hvor lerdækket over kalkmagasinet er under 5 meter. I disse områder er drikkevandsressourcen særlig sårbar overfor forureningstrusler fra terræn, da der ikke er noget særligt lerlag, som kan beskytte mod nedtrængning af forureninger fra jordoverfladen. Kriterierne for hvad der defineres som sårbart er beskrevet nærmere i afsnit 8



Figur 0-6: Akkumuleret lertykkelse over kalkmagasinet.

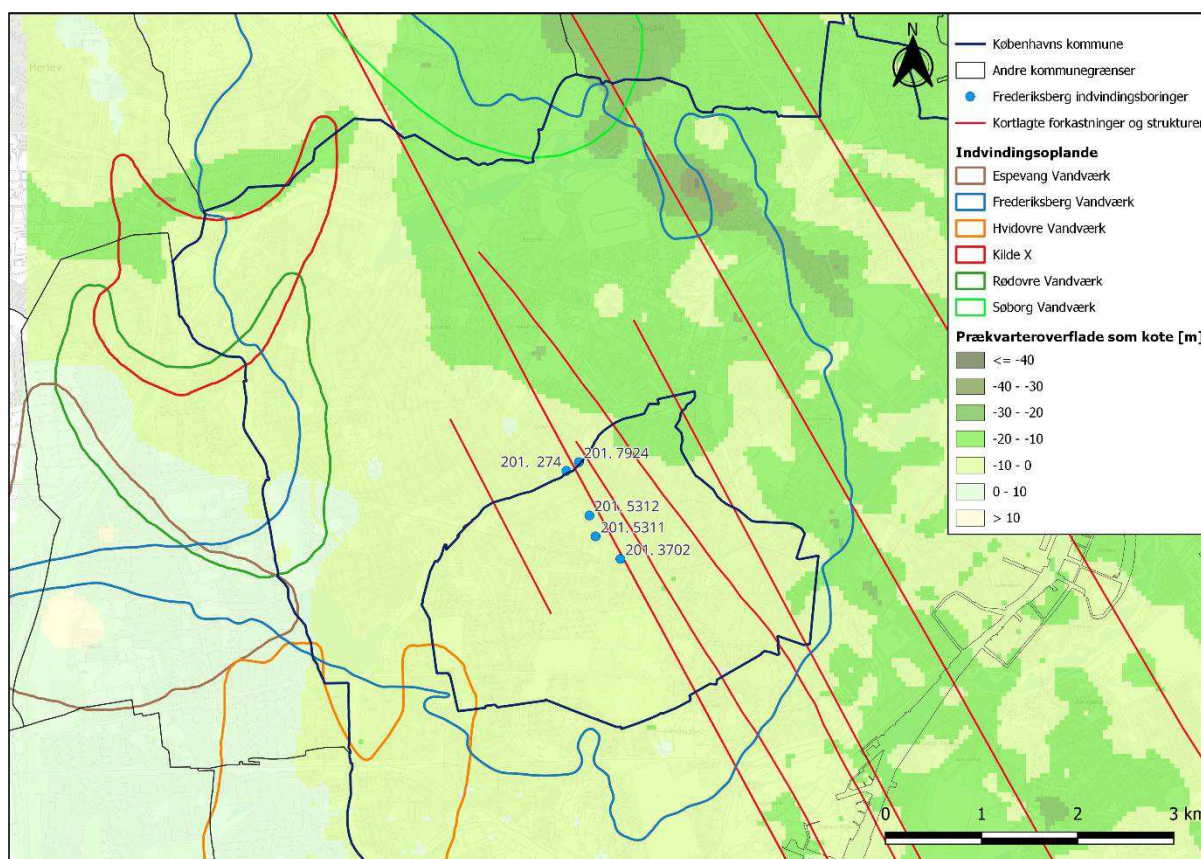
### Prækvarteroverflade

I den vestlige del af modelområdet findes prækvartæroverfladen (kalkoverfladen) omkring kote 0 til -10 meter DVR90, og i den østlige del findes dybere områder ned til kote -30 m DVR90. Overordnet udviser prækvartæroverfladen en svag hældning mod øst.

Af Figur 0-7 fremgår den prækvartæroverflades højdeforhold. Prækvartæroverfladen udgøres i hele indvindingsområdet af Danienkalk, enten af typen bryozokalk eller Københavns kalk.

Den vigtigste geologiske struktur i Københavnsområdet er Carlsbergforkastningen, som generelt har en meget høj vandføringsevne. Carlsbergforkastningen strækker sig tværs gennem Frederiksberg Kommune i nord/sydgående retning og alle Frederiksberg Forsynings indvindingsboringer er placeret i denne.

Udover Carlsbergforkastningen findes den såkaldte Rådhusdal, som er en markant dyb, sandførende dalstruktur, som ses øst for Frederiksberg Kommune som en retlinjet eller næsten retlinjet dalstruktur, der strækker sig fra Islands Brygge på Amager til den vestlige side af Peblinge Sø og længere mod nord.



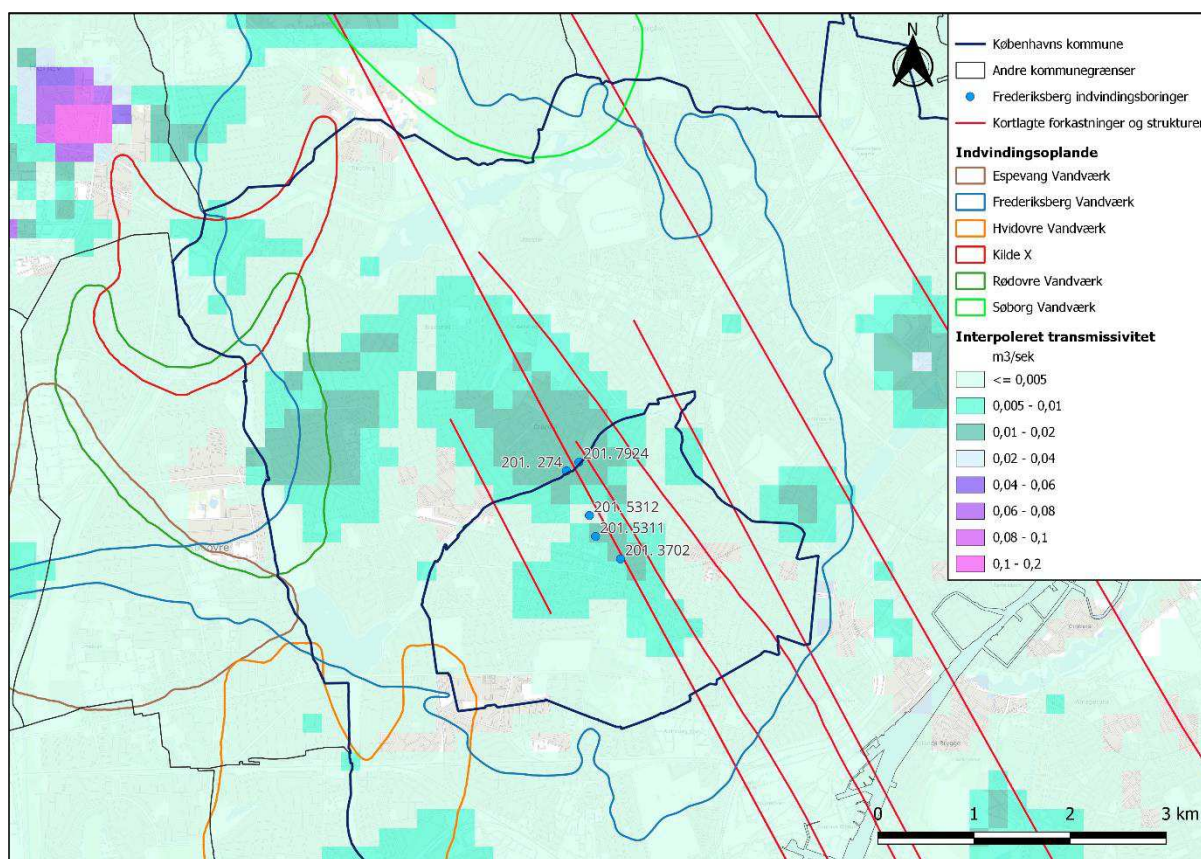
Figur 0-7: Prækvarteroverfladens højdeforhold vist sammen med kendte forkastninger og andre strukturer.

## 5. Hydrologiske forhold

Det primære grundvandsmagasin udgøres af de vandførende lag i kalkmagasinet, samt de meget udbredte sand- og grusaflejringer, der er aflejret direkte på kalkoverfladen (prækvarteret). Foruden det primære magasin findes der mere terrænnære grundvandsmagasiner, der typisk er de lag af smeltevandssand/-grus, som er adskilt via morænelerslag (se figur 1-4). Disse lag er ikke så udbredte, som kalkmagasinet.

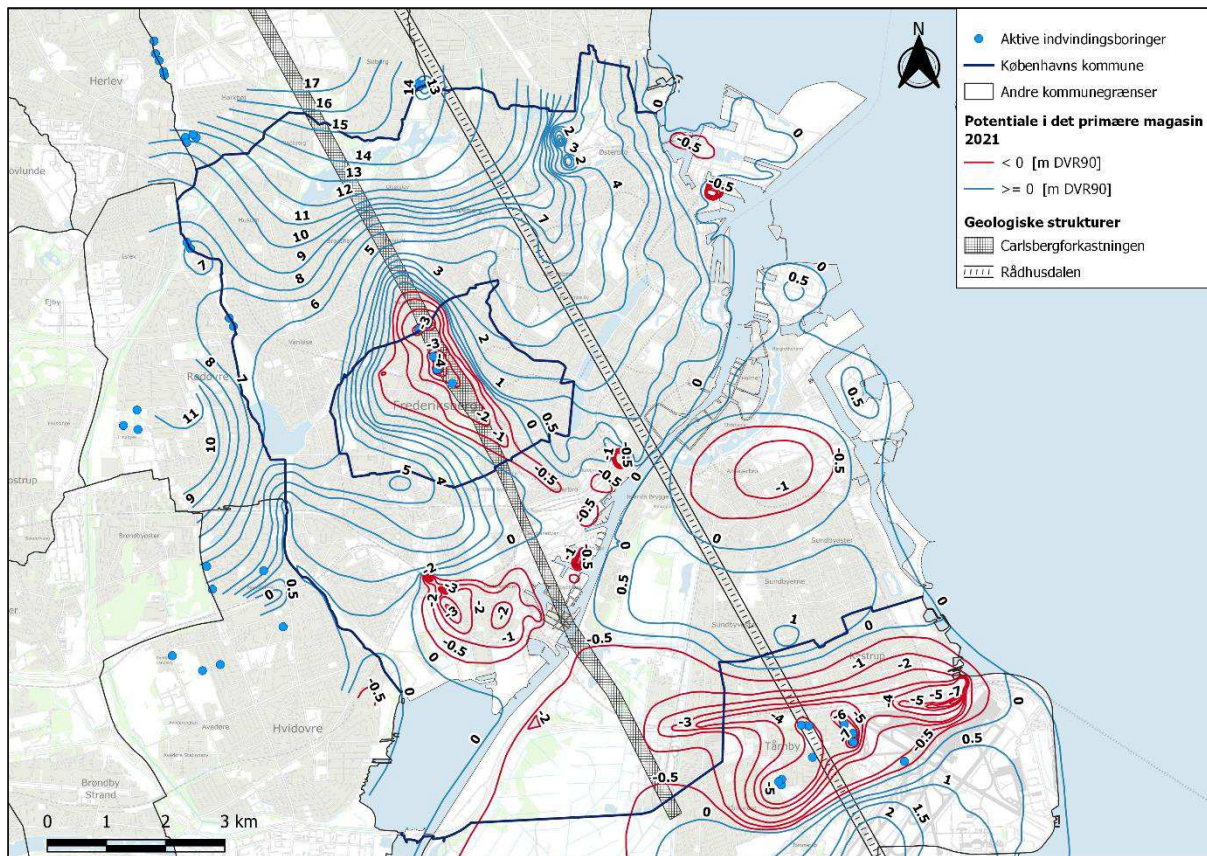
På **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** er vist transmissiviteten i kalken, der beskriver kalkens vandføringsevne i  $m^2/s$ . Jo højere værdi desto bedre kan vandet strømme i aflejringer. De øverste 10 meter af kalken vurderes generelt at være den mest vandførende del af kalken. I denne zone er kalken opknuet af isens bevægelser under istiden. Der kan dog forekomme områder, hvor en større del af transmissiviteten ligger i dybere zoner. Den opknuste zone er udbredt i hele kommunen, uanset om det er København Kalk eller Bryozokalk, der udgør kalkoverfladen.

Opknusningen af kalken langs Carlsbergforkastningen medfører høj vandføringsevne langs forkastningen, hvilket også træder tydeligt frem på **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** Den meget høje vandføringsevne udgør grundlaget for Frederiksberg Forsynings drikkevandindvinding. De fem aktive indvindingsboringer er alle placeret centralt i forkastningszonen.



Figur 0-8: Interpoleret transmissivitet i kalkmagasinet (primært den øvre del af kalkmagasinet).

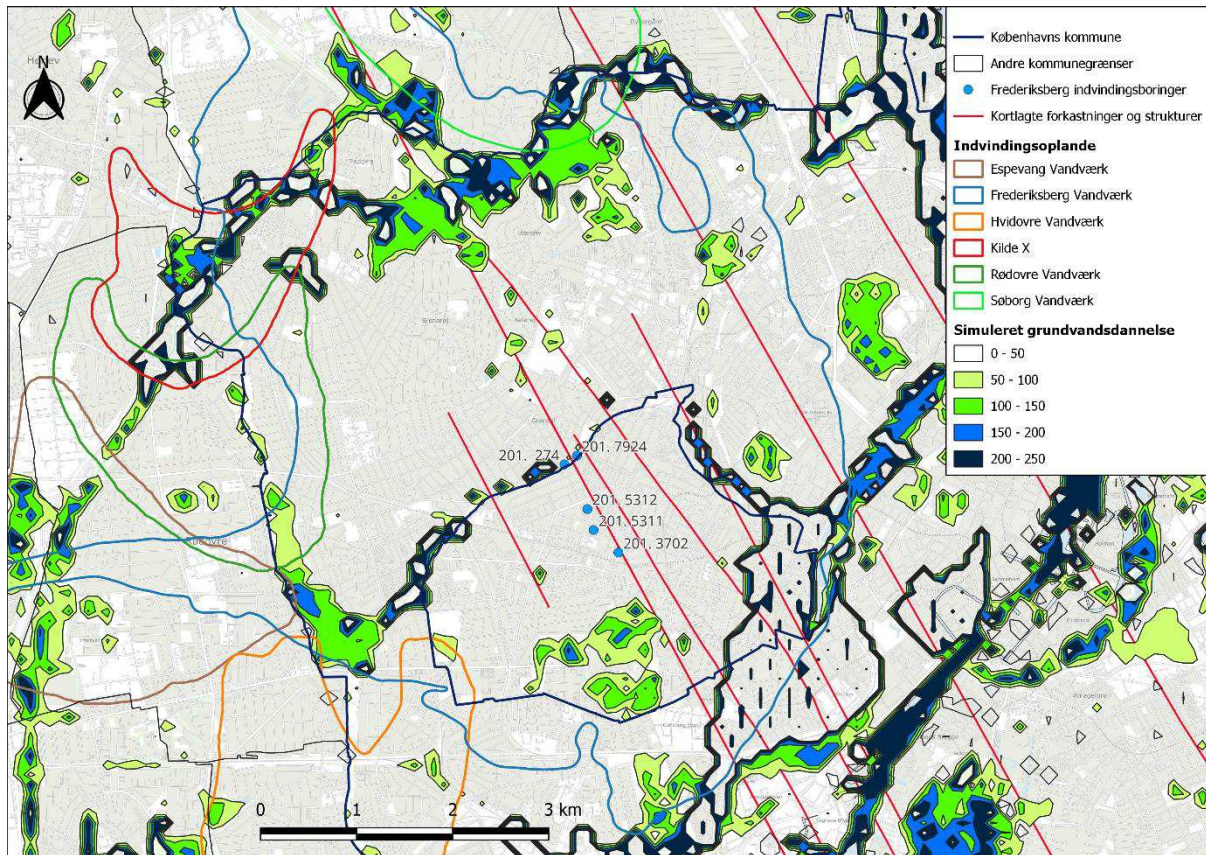
På **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** ses grundvandspotentialet i kalkmagasinet, som betegnes, som det primære grundvandsmagasin. Potentialet er vist for april 2021. Grundvandet forventes at ligge højest om foråret inden vækstsæsonen går i gang. Det fremgår af de røde linjer på figuren at de store sænkninger primært ses omkring Frederiksberg Forsynings boringer og syd for kommunegrænsen i Tårnby. De øvrige sænkninger i Københavns kommune relaterer sig primært til midlertidige grundvandssænkninger i forbindelse med anlægsarbejder. Overordnet strømmer grundvandet ud mod havnen, men er meget styret af Frederiksberg Forsynings indvindingsboringer i den nordlige del af Københavns Kommune.



Figur 0-9: Potentialeforhold i kalken - april 2021.

## 6. Grundvandsdannelse

På er vist den simulerede grundvandsdannelse til det øverste mættede grundvandsspejl som en årlig middelværdi for perioden 2007-2017. Det fremgår af figuren, at høje grundvandsdannelse ofte er tilknyttet grønne områder som Frederiksberg have, Damhusengen og Utterslev Mose. Den gennemsnitlige årlige grundvandsdannelse ligger på ca. 75 mm.



Figur 0-10: Simuleret grundvandsdannelse til øverste mættede grundvandsspejl

## 7. Redoxforhold og vandtyper

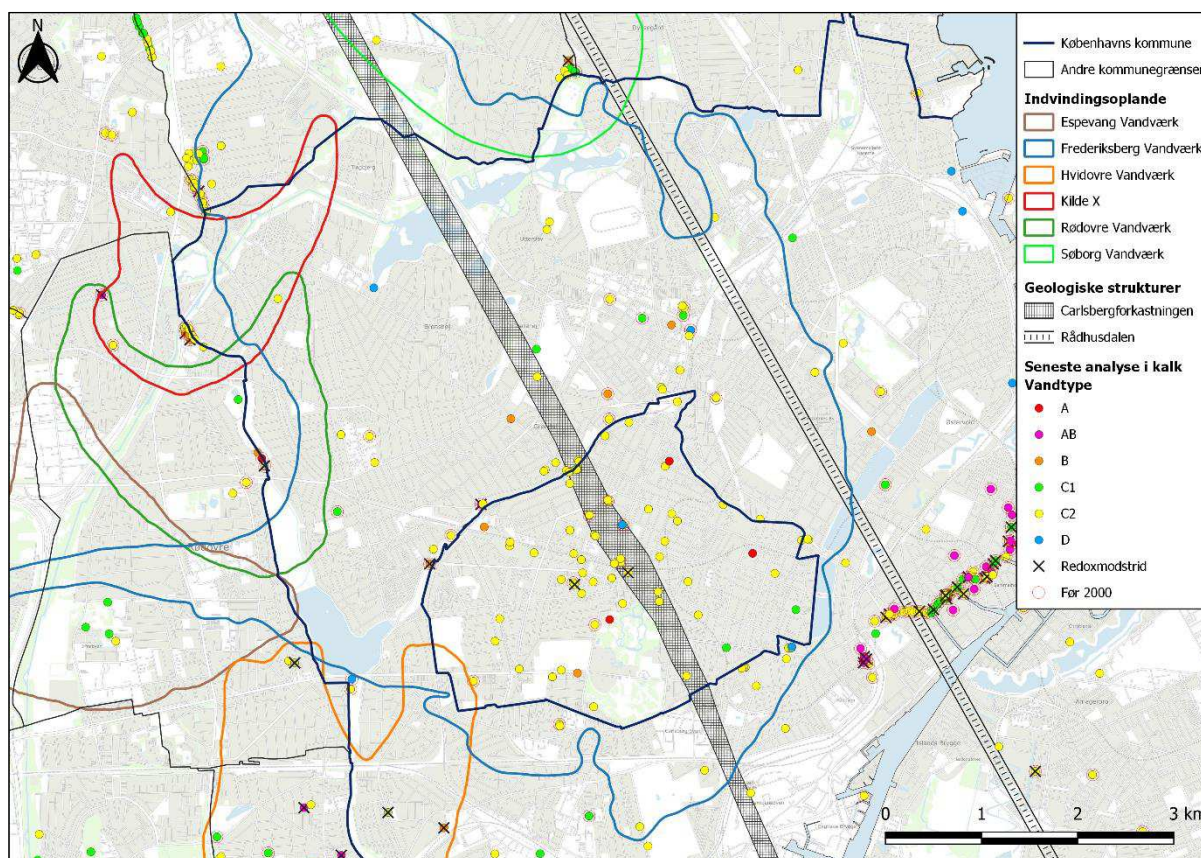
Vandtypebestemmelsen er beskrevet på baggrund af et WFS-udtræk (Web Feature Service) fra GEUS' kortsider med grundvandskemi og er vist i Figur 0-11.

Kort beskrevet indikerer vandtype A og B, at det er unge, oxiderede nitratsårbare vandtyper, mens C er svagt reduceret til reduceret, og vandtype D indikerer velbeskyttet ældre grundvand med lavt sulfatindhold, høj ionbytnings og oftest lav forvitring. Vandtypen D betegnes ikke som overfladepåvirket. For vandtype C skelnes der sårbarhedsmæssigt imellem, om der ses højt sulfatindhold (> 70 mg/l) C2, modsat lavt sulfatindhold (20 - 70 mg/l), C1. C2 indikerer større sårbarhed i grundvandsmagasinet end C1, da der i C2 er tegn på påvirkning fra overfladen, da en forhøjet sulfatkoncentration ofte indikerer pyritoxidation.

Vandtype X og Y kan bruges, når der er såkaldte redoxmodsatninger i prøven. Vandtype X indikerer redox-modsatning, hvor der fx er påvist nitrat over 1 mg/l (oxideret vandtype), mens koncentrationen af opløst jern er over 0,2 mg/l, som typisk ses i en reduceret vandtype. Der kan også være redox-modsatning, hvor nitrat er mindre end 1 mg/l (reduceret vandtype), mens koncentrationen af jern er mindre end 0,2 mg/l som typisk ses i en oxideret vandtype. Dette resulterer i en vandtype Y.



Det fremgår at vandtype C2 er dominerende, som er svagt reduceret grundvand, der som nævnt indikerer en vis sårbarhed.



Figur 0-11: Vandtypen bestemt i seneste analyse fra kalkmagasinet.

## 8. Sårbarhedsvurdering

Vurderingen af sårbarhed tager udgangspunkt i det eller de relevante drikkevandsmagasiner, der findes inden for kortlægningsområdet. Drikkevandsmagasiner er defineret som det drikkevandsmagasin eller de drikkevandsmagasiner, hvor det er vurderet, at hovedparten af drikkevandet til almene vandforsyninger indvindes fra eller, som vurderes at udgøre en fremtidig ressource /8/.

Kalkmagasinet er vurderet som drikkevandsmagasin inden for indsatsområder i Frederiksberg og Københavns Kommune. Vurderingen af nitratsårbarhed, NFI (Nitratfølsomt indvindingsområde) og IO (indsatsområde) er derfor foretaget for dette magasin.

I tabel 1.1 ses den normalt anvendte metodik til vurdering af sårbarhed /8/. Vurderingen af sårbarhed bygger bl.a. på dæklagsegenskaberne (lertykkelser) og vandkvaliteten (redoxforholdene). Den reducerede ler er iltfattig ler (blåler), som kan yde en bedre beskyttelse overfor nitrat og klorerede opløsningsmidler i forhold til den ilttrige ler (rødler). Bl.a. klorerede opløsningsmidler nedbrydes bedre under iltfattige forhold.

Tabel 0.1: Kriterier for vurdering af nitratsårbarhed baseret på dæklagegenskaber og grundvandskvalitet /8/.

Nitrat-sårbarhed	Egenskaber for dæklag og drikkevandsmagasin	Grundvandskvalitet
Lille	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt;15 m tykkelse af reducerede (grå) sammenhængende lerdæklag og/eller sammenhængende dæklag med højt organisk indhold (f.eks. gytje), evt. brunkul <b>eller</b></li> <li>Reduceret magasinbjergart indeholdende organisk materiale, pyrit og/eller evt. brunkul i tilstrækkelig højt niveau til at yde stor beskyttelse mod nedsivende nitrat</li> </ul>	Grundvand fra methanzonen og fra jern- og sulfatzonen. Vandtype C1 og D
Nogen	<ul style="list-style-type: none"> <li>5- 15 m tykkelse af reducerede (grå) sammenhængende lerdæklag og/eller sammenhængende dæklag med højt organisk indhold (f.eks. gytje), evt. brunkul <b>eller</b></li> <li>Reduceret magasinbjergart indeholdende organisk materiale, pyrit og/eller evt. brunkul i tilstrækkelig højt niveau til at yde nogen beskyttelse mod nedsivende nitrat</li> </ul>	Grundvand fra jern- og sulfatzonen. Vandtype C1 eller C2
Stor	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kun dæklag af oxideret, gulligt-gulbrunt sand og/eller ler <b>eller</b></li> <li>Tykkelse af reducerede, sammenhængende lerdæklag &lt; 5 m <b>og</b> magasinbjergart uden større nitratreduktionspotentialer.</li> </ul>	Grundvand fra ilt- og nitratzonerne. Vandtype A og B

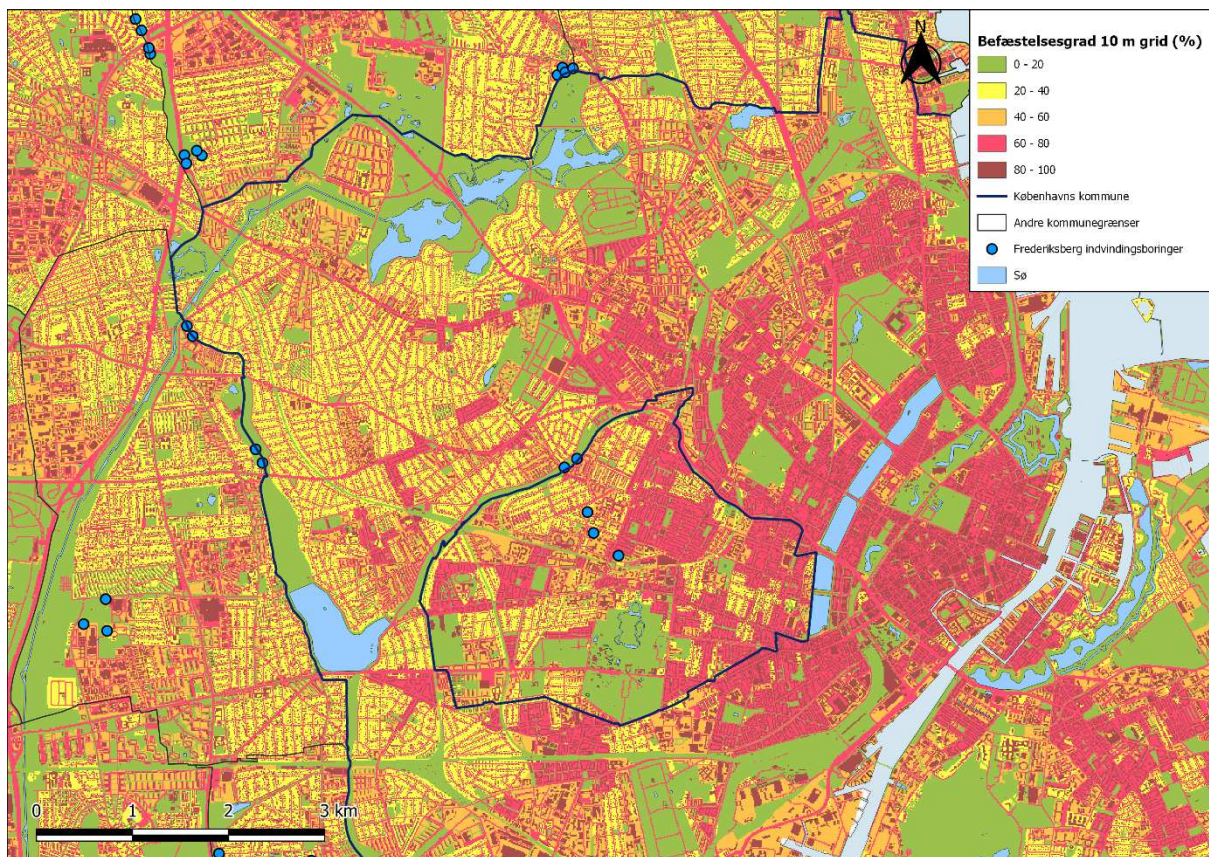
Grundvandskortlægningen i København er dog meget anderledes end hovedparten af grundvandskortlægninger, da arealanvendelsen inden for kortlægningsområdet hovedsageligt er bebyggede områder, herunder industri- og erhvervsområder/boligkvarterer/byarker m.m. Nitratudvaskningen vil derfor som udgangspunkt være meget begrænset. Vejledninger og procedurer brugt i grundvandskortlægningen til vurdering af sårbarhed og afgrænsning af NFI og IO er beskrevet ift. nitrat, men skønnes at være den samme for chlorerede opløsningsmidler, som er en større trussel i København /8/.

Grundet de særlige omstændigheder for København som beskrevet ovenfor, er tilstedeværelsen af trichlorethylen (TCE) brugt som parameter til vurdering af sårbarhed i stedet for nitrat. Fund af TCE i vandanalyser indikerer sårbarhed svarende til nogen eller stor, jf. Tabel 0.1, mens ingen fund kan indikere lille sårbarhed. Ingen fund kan dog også indikere at der ikke er punktkilder i området. Det er vurderet, at der overordnet set kan findes TCE i alle områder med < 5 m og 5-15 m ler, mens der ikke kan findes TCE i områder med > 15 m ler (**Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**). På den baggrund er det vurderet, at tykkelsen af reduceret ler kan oversættes direkte til de tre sårbarhedskategorier (se Tabel 0.1) Både nitrat og chlorerede opløsningsmidler omsættes under reducerede forhold og ikke i den iltrige ler. Store dele af indsatsområdet har en tykkelse af reduceret ler, som er mindre end 15 m.

Resultatet af sårbarhedskortlægningen er udpegning af NFI og IO, som er vist på Figur 0-3.

#### Befæstelsesgrad

I industriområder og i tæt bebyggelse, som i indre København, er stort set alt asfalteret eller bebygget, så her er befæstelsesgraden omkring 100 %. Når man kommer længere væk fra indre by, bliver befæstelsesgraden mindre, da der kommer mere og mere grønt i form af parker, haver og andre åbne arealer. På Figur 1-12 ses befæstelsesgraden, hvor parkerne fremgår tydeligt da de har befæstelsesgrad på 0 - 20 %.



Figur 0-12: Befæstelsesgraden i Københavns Kommune.

## 9. Grundvandskvalitet

Kvaliteten af grundvandet kan beskrives ved indholdet af naturligt forekommende stoffer og miljøfremmede stoffer, som har nået grundvandet fra forureningskilder. Grundvandet, der oppumpes fra indvindingsoplande eller indvindingsboringer i Københavns Kommune, behandles på vandværkerne, inden det sendes ud til forbrugerne.

Kvalitetskriterier for drikkevand er fastsat af hensyn til borgernes sundhed. De gældende kvalitetskrav til drikkevand er beskrevet i den til enhver tid gældende udgave af "Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg" p.t. nr. 1383 af 3. oktober 2022.

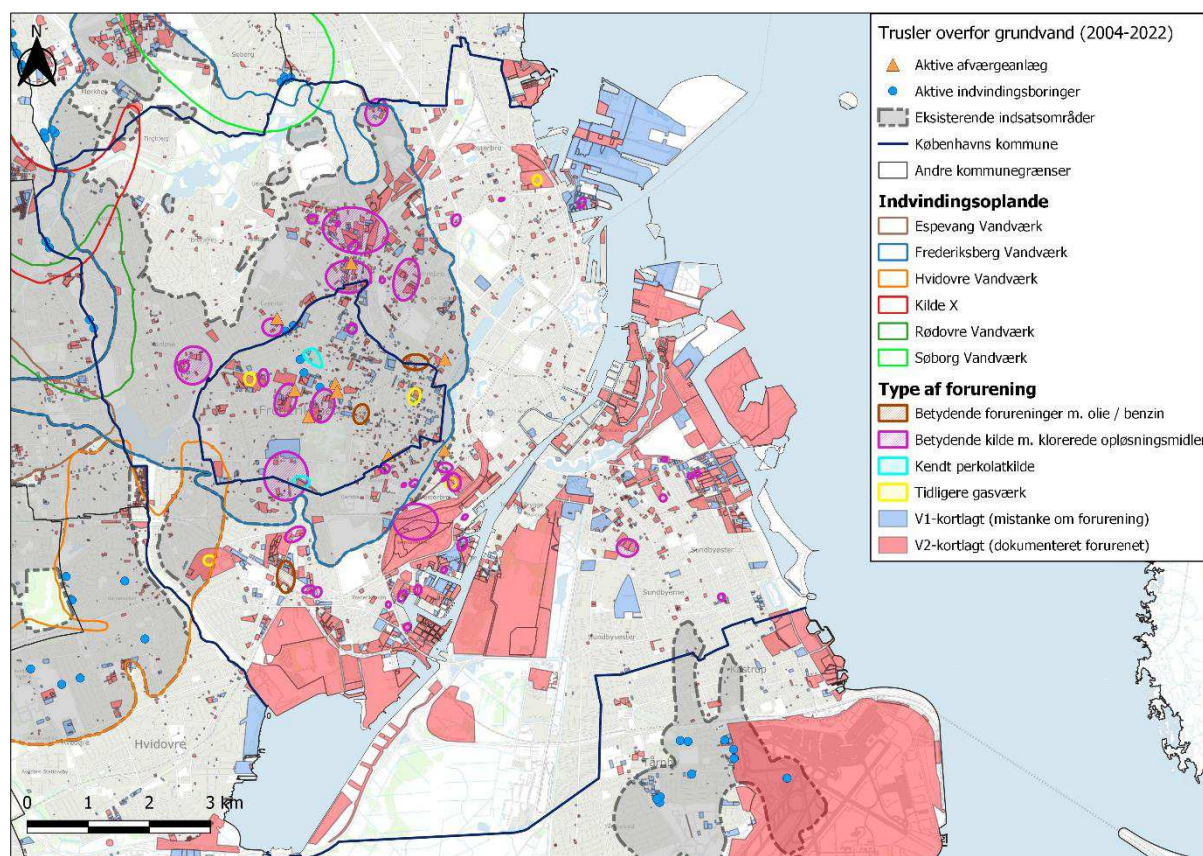
Ved vurderingen af grundvandskvaliteten er anvendt resultater, som stammer fra udtræk af Jupiterdatabasen og WFS-udtræk (Web Feature Service) fra GEUS' kortsider med grundvandskemi, med analyser fra årene 2000-2021. Der er kun vist resultater fra det primære grundvandsmagasin, kalken. Det er begrænset hvor mange boringer hvor i der udtages vandprøver, der indberettes i Jupiterdatabasen. Derfor kan udbredelsen af stofferne godt være større eller mindre end de viste resultater på figurerne. Data er vist for de kortlagte områder, som dækker indsatsområderne i den nordlige og vestlige del af Københavns Kommune. Dette er efterfølgende kaldet indsatsområdet.

Den naturlige grundvandskvalitet i indsatsområdet er præget af, at der har været indvundet grundvand i over 100 år i området. Grundvandet er generelt svagt reduceret (har et begrænset indhold af ilt), og flere steder står grundvandspotentialet lavere end toppen af kalkmagasinet. Grundvandspotentialet i kalken har tidligere ligget endnu lavere, da grundvandsindvindingen var større.

Grundvandet under København er truet af forurening med miljøfremmede stoffer fra mange forskellige menneskeskabte kilder, som f.eks.:

- Forurenede grunde
- Gamle fyld- og lossepladser
- Diffus forurening
- Utætte kloakker
- Virksomheder
- Brug af pesticider
- Olietanke
- Bygge- og anlægsaktiviteter.

Figur 0-13 viser hvilke forurenede grunde, der på nuværende tidspunkt er kortlagt samt aktive afværganlæg i indsatsområdet. På kortet er vist, hvilke typer af forureningskilder, der findes i området. De forureningspåvirkede områder er markeret ud fra viden om de kortlagte grunde, data fra overvågningsprogrammer og andre grundvandsundersøgelser.



Figur 0-133: Kortlagte forurenede lokaliteter i indsatsområdet samt i hele Københavns Kommune.

### Indhold af klorid

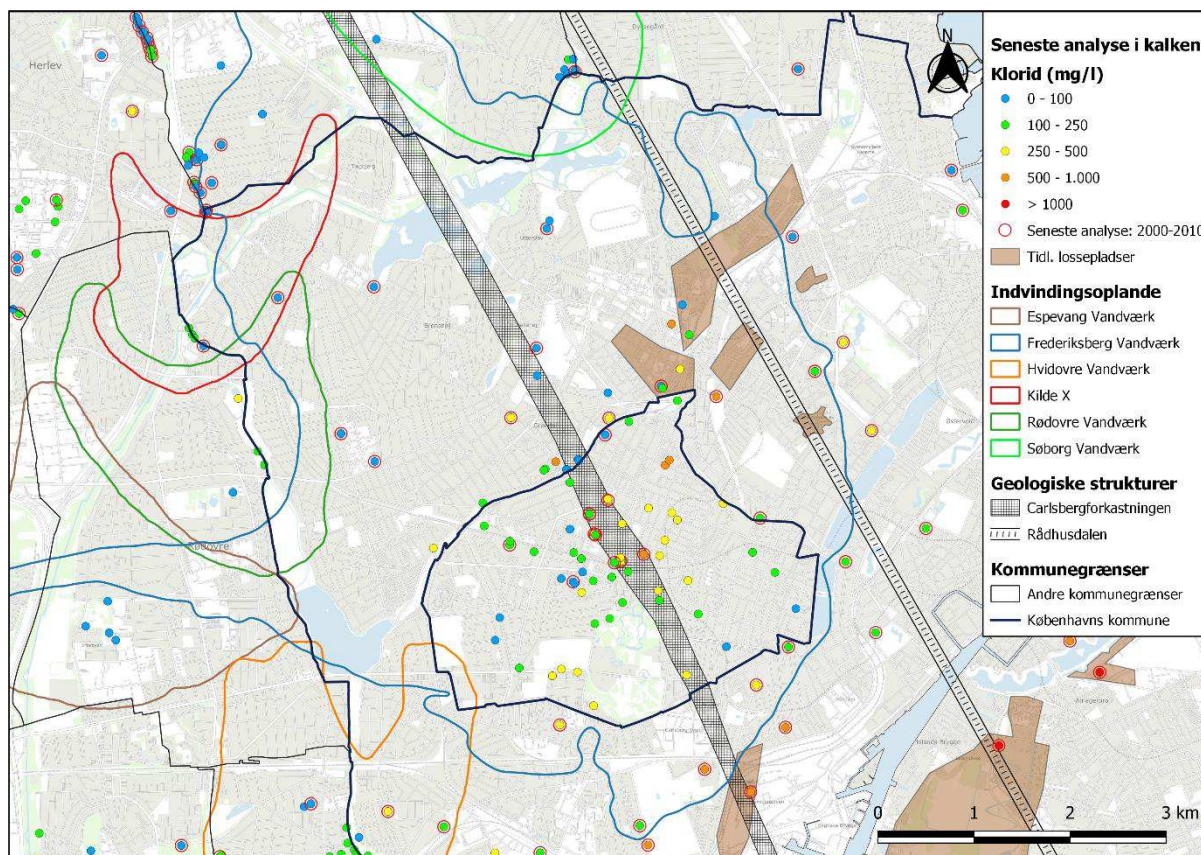
Der kan være flere kilder til klorid, herunder optrængning af residualt havvand fra dybereliggende prækvartære marine aflejringer, indtrængning af havvand og nedsivning fra menneskeskabte kilder. I indsatsområdet for Københavns Kommune er det sandsynligt, at alle ovenstående processer kan være kilde til forhøjet indhold af salt i grundvandet. Af Figur 0-14 fremgår koncentrationen af klorid i kalkmagasinet inden for indsatsområdet for Københavns kommune.

Alderen på seneste analyse er markeret for perioderne 2000-2010 (med cirkler) og 2010-2021.

Koncentrationen af klorid er forhøjet over kvalitetskriteriet for drikkevand (250 mg/l) i flere boringer i indsatsområdet, særligt inden for Frederiksberg Kommune og i den sydøstlige del af kortlægningsområdet, hvor der er fundet op mod 7.000 mg/l. Generelt er koncentrationen af klorid lavere i den nordvestlige del af kortlægningsområdet og højere i den østlige og sydlige del af oplandet. Det er meget få boringer i kalkmagasinet, som fremstår upåvirket af salt.

I helt upåvirket grundvand er koncentrationen normalt under 30 mg/l. Typisk kan overfladepåvirkning medføre koncentrationer op til ca. 75 mg/l, mens højere koncentrationer med stor sandsynlighed skyldes marine aflejringer eller evt. en decideret saltvandsgrænse i grundvandsmagasinet. Det er valgt at fastsætte en grænseværdi for klorid på 100 mg/l, til vurdering af om grundvandet er svagt saltpåvirket eller ej, ud fra ud fra antagelser om nedbørsbidrag og påvirkninger fra overfladen samt usikkerhederne herpå. Det kan diskuteres, hvor store usikkerheder der skal indlægges i grænsen for, hvornår grundvand er saltpåvirket eller ej, men grænsen er her sat højt (100 mg/l), for at foretage en sikker tolkning. Grænsen på 100 mg/l er endvidere anvendt i flere af de tidligere grundvandskortlægninger i andre områder i Danmark.

Tiltagende kloridkoncentrationer skyldes ofte overindvinding af grundvand, men i boringerne i Københavns Kommunes fokusområde vurderes et væsentligt bidrag at komme fra tidligere lossepladser og vejsaltning /2/.



Figur 0-144. Indhold af klorid i kalkmagasinet vist sammen med tidligere lossepladser, nuværende indvindingsoplande, samt beliggenheden af Carlsbergforkastningen og Rådhusdalen. Kvalitetskriteriet for klorid i drikkevand er 250 mg/l.

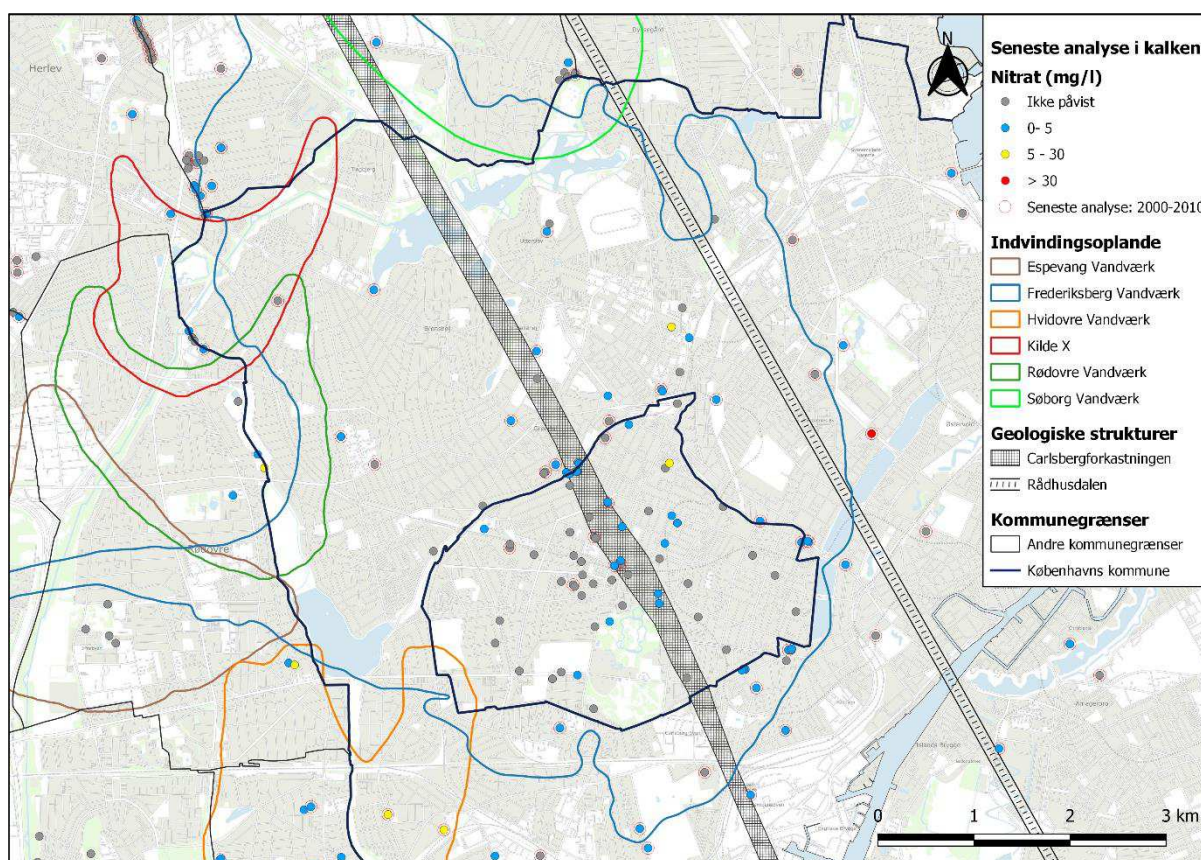
## Indhold af nitrat

Tilstedeværelse af nitrat kan vise at grundvandet er overfladepåvirket, sårbar og relativt ung vandtype. Nitrat kan nedbrydes (reduceres) i jordlagene undervejs til grundvandsmagasinet, men jordlagene besidder en begrænset nedbrydningskapacitet (reduktionskapacitet) - især sandede sedimenter. Inden for indsatsområdet forventes der ingen eller minimal nitratbelastning fra terræn, da der ikke forekommer landbrug i kommunen, og der derfor ikke tilføres kvælstofholdig gødning til jorden i nævneværdig grad.

Påvisning af nitrat i lave koncentrationer kan skyldes oxidation af ammonium i vandprøven før analyse, som kan medføre et falsk positivt billede af nitratkoncentrationen. Det er derfor vigtigt at sammenholde nitratfund med øvrige oplysninger som lertykkelse, boringsdybde, tidligere analyser og andre redoxparametre (f.eks. ilt, sulfat, jern, ammonium og methan), i forbindelse med sårbarhedsvurderingerne. Kravværdien for nitrat i drikkevand er 50 mg/l.

Koncentrationen af nitrat er vist i Figur 0-15. Alderen på seneste analyse er markeret for perioderne 2000-2010 og 2010-2021. I størstedelen af borerne i indsatsområdet er der ikke påvist nitrat, eller også er der påvist meget lave koncentrationer af nitrat (< 1 mg/l), som meget vel kan skyldes iltning af vandprøven. Den største koncentration er fundet i DGU 201. 6503 på Nørrebro, hvor der er påvist 40 mg/l i en prøve fra 2006. Kilden til nitrat i kortlægningsområdet er tidligere blevet vurderet til at kunne være specifikke forureninger eller på grund af gødning på diverse grønne arealer og parker.

Samlet set indikerer koncentrationen af nitrat i seneste analyser, at kalkmagasinet ikke er påvirket af nitrat fra terræn, fordi der ikke tilføres nitrat i området.



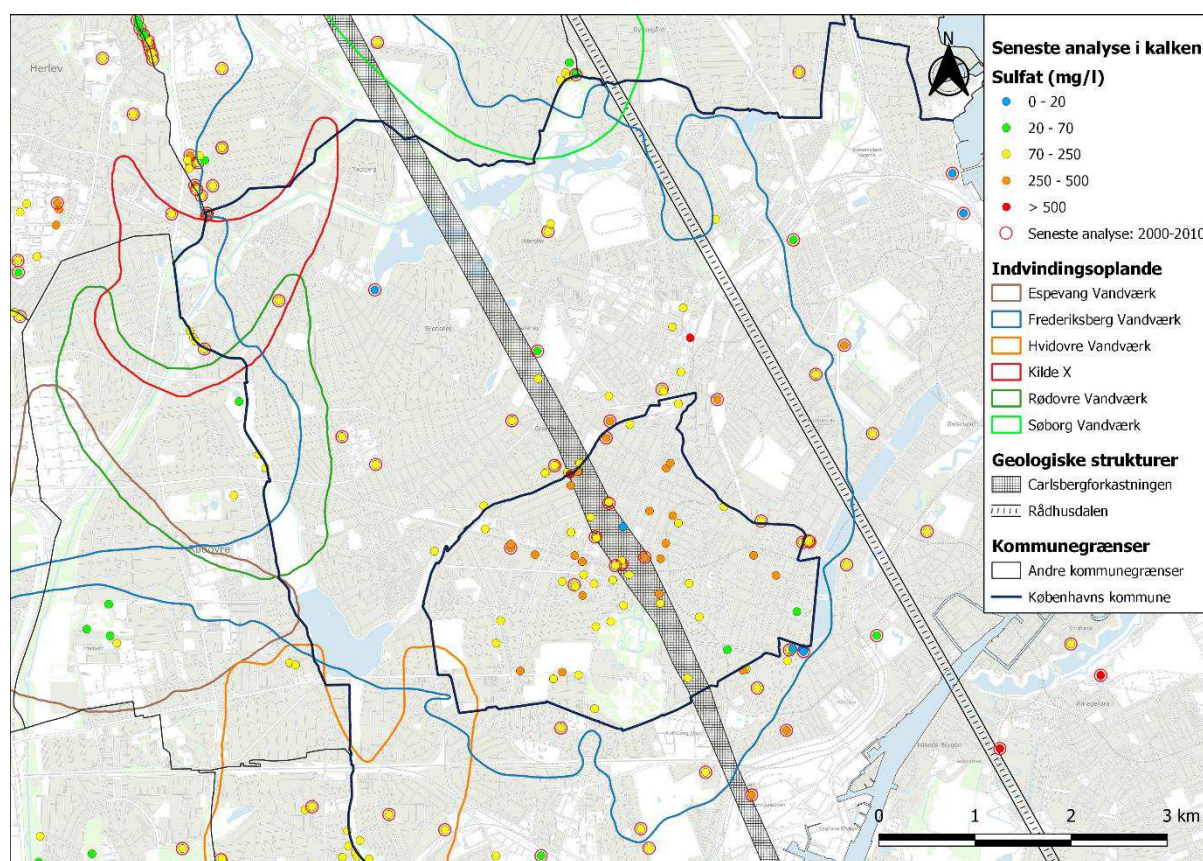
Figur 0-15. Indhold af nitrat i kalkmagasinet vist sammen med indvindingsoplande, samt beliggenheden af Carlsbergforkastningen og Rådhusdalen. Kvalitetskriteriet for nitrat i drikkevand er 50 mg/l.

### Indhold af sulfat

Ligesom nitrat er sulfat en vigtig parameter til vurdering af grundvandskvaliteten og magasinernes sårbarhed. I grundvandsmagasin, hvor der ikke sker sulfatreduktion, kan man typisk forvente et baggrunds niveau for sulfatindholdet på op til 50-60 mg/l /30/. Et forhøjet sulfatindhold kan være tegn på oxidation af pyrit ( $\text{FeS}_2$ ) med ilt eller nitrat.

Koncentrationen af sulfat er vist i Figur 0-16. Alderen på seneste analyse er markeret for perioderne 2000-2010 og 2010-2021.

Koncentrationen af sulfat er forhøjet over 70 mg/l i størstedelen af borerne inden for indsatsområdet. Særligt i området omkring indvindingsboringerne i Frederiksberg Kommune ses et stort antal borer, hvor sulfat er forhøjet. I knap halvdelen af borerne overskrides kvalitetskriteriet for drikkevand på 250 mg/l. I de resterende borer er koncentrationen af sulfat forhøjet til 70-250 mg/l. Dette indikerer, at pyritoxidationen er indvindingsbetinget. Fordi vandstanden sænkes, iltes kalken og der kan ske en frigørelse af bl.a. nikkel og sulfat. Hvis vandspejlet efterfølgende hæves igen, ses ofte en sekundær udvaskning af nikkel, som har ophobet sig i den del af kalken som har været tørlagt.



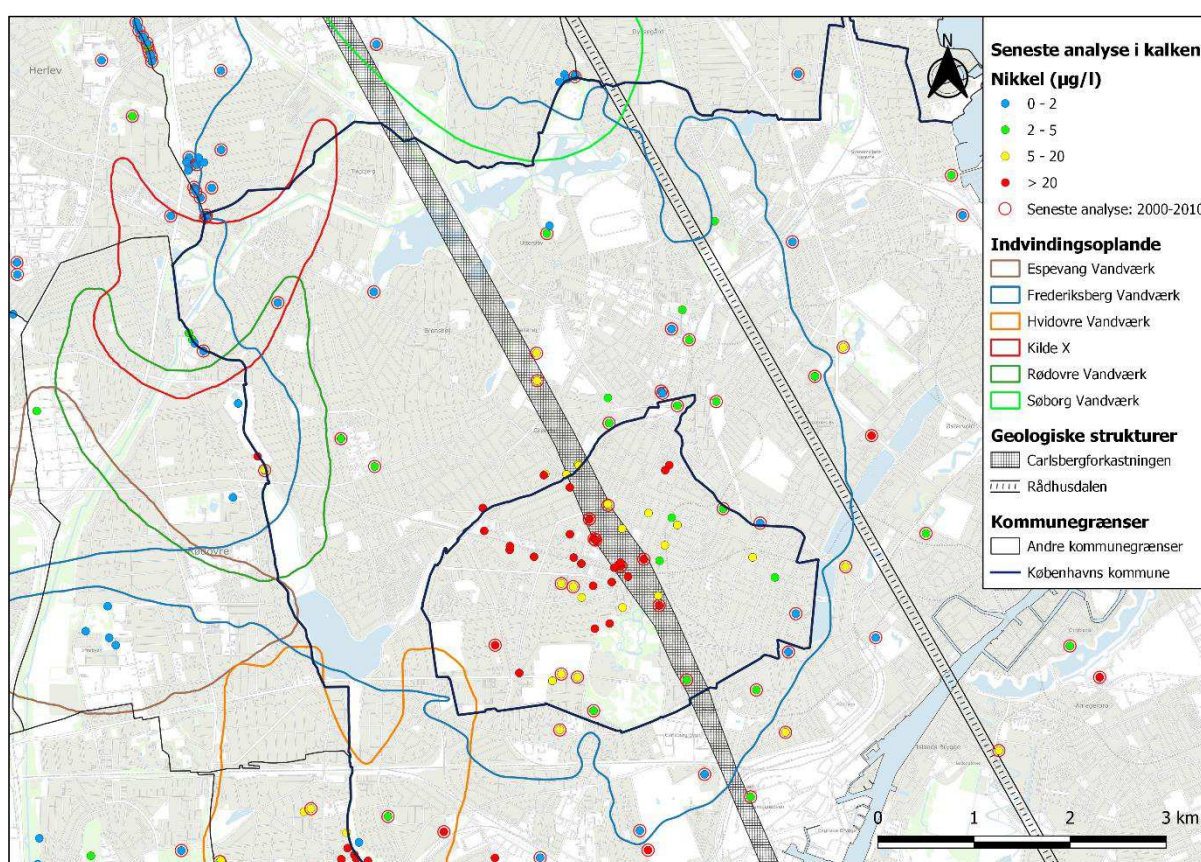
Figur 0-16. Indhold af sulfat i kalkmagasinet vist sammen med indvindingsoplande, samt beliggenheden af Carlsbergforkastningen og Rådhusdalen. Kvalitetskriteriet for nitrat i drikkevand er 250 mg/l.

### Indhold af nikkel

Nikkel findes som urenheder i pyrit og frigives, når pyrit oxideres. Pyrit findes især i kalkbjergarter. Den væsentligste kilde til forhøjede indhold af både nikkel og sulfat vurderes at være iltning af

pyritholdige jordlag (indhold af  $\text{FeS}_2$ ). Dette kan forekomme, når grundvandsspejlet, som følge af vandindvinding, kommer til at ligge lavere end grænsen til de pyritholdige jordlag, som f.eks. smeltevandssand og kalk. Herved kan der ske lufttransport til lagene, hvorved pyrit iltes, og der frigives sulfat og nikkel. Sænkningen af grundvandsspejlet var størst i perioden 1930-1970. I områder, hvor der historisk har været risiko for pyritoxidation på grund af intensiv vandindvinding, kan der i dag, hvor der er sket en hævnning af grundvandsspejlet, forekomme sekundær nikkelfrigivelse. Ved denne proces frigives nikkel ved reduktion af de jern- og manganoxider, som nikkel og arsen under oxiderede forhold er adsorberet til /10/.

Koncentrationen af nikkel er vist i Figur 0-17. Alderen på seneste analyse er markeret for perioderne 2000-2010 og 2010-2021. Det ses tydeligt, at koncentrationen af nikkel er forhøjet og over kvalitetskriteriet for drikkevand ( $20 \mu\text{g/l}$ ) i de boringer, som ligger i området ved indvindingsboringerne på Frederiksberg, og hvor koncentrationen af sulfat også er forhøjet. Der ses tilsvarende ved indvindingsboringerne til Hvidovre vandværk mod sydvest.



Figur 0-17. Indhold af nikkel i kalkmagasinet vist sammen med indvindingsoplande, samt beliggenheden af Carlsbergforcastningen og Rådhusdalen. Kvalitetskriteriet for nikkel i drikkevand er  $20 \mu\text{g/l}$ .

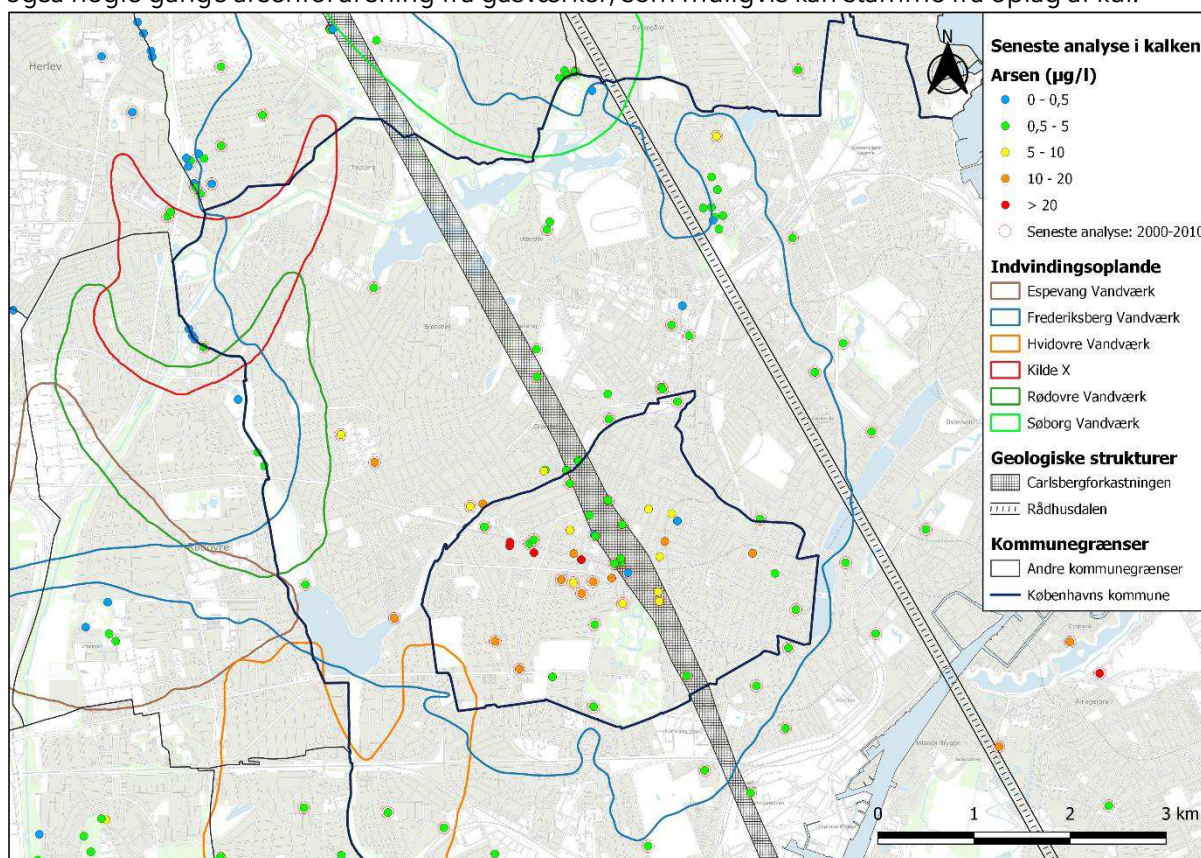
### Indhold af arsen

Indholdet af arsen i grundvandet er vist på Figur 0-18. Forhøjet indhold af arsen ses primært i boringer på Frederiksberg og er for mange boringers vedkommende sammenfaldende med forhøjet indhold af nikkel. Kvalitetskriteriet for arsen i drikkevand er på  $5 \mu\text{g/l}$ .

Arsen er et naturligt forekommende stof, der ligesom for nikkel kan skyldes sænkning af grundvandsspejlet, hvorved kalkmagasinet iltes. Arsen frigives, når de jernhydroxider der dannes i forbindelse med iltning, igen reduceres ved stigende grundvandsspejl. Endvidere kan arsen stamme



fra menneskelige aktiviteter som træimprægnering, kunstgødning og afbrænding af kul. Der ses også nogle gange arsenforurening fra gasværker, som muligvis kan stamme fra oplag af kul.



Figur 0-18. Indhold af arsen i kalkmagasinet vist sammen med indvindingsoplande, samt beliggenheden af Carlsbergforcastningen og Rådhusdalen. Kvalitetskriteriet for nikkel i drikkevand er  $5 \mu\text{g/l}$ .

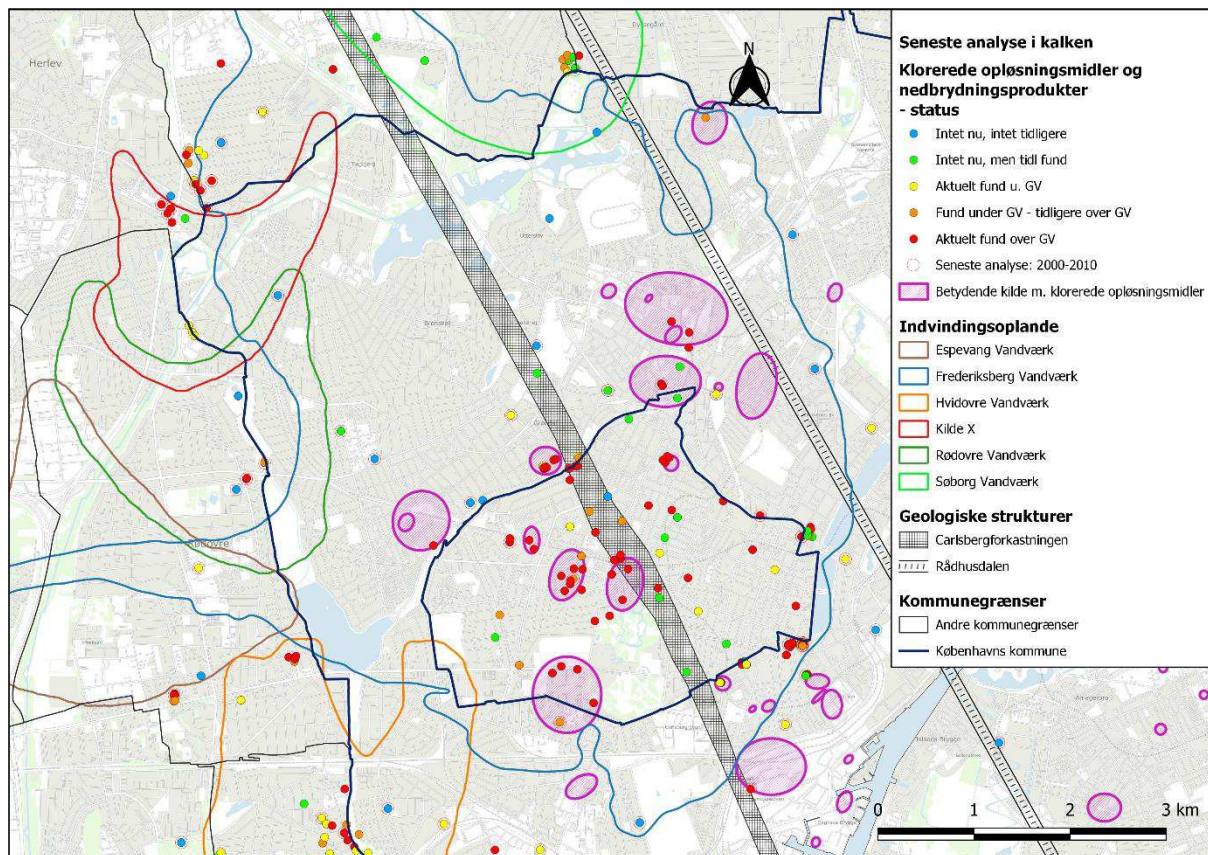
### Indhold af klorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter

Inden for Københavns Kommunes indsatsområde findes mange kendte og potentielle kilder til forurening af grundvandet med klorerede opløsningsmidler og deres nedbrydningsprodukter, se Figur 0-13. De klorerede opløsningsmidler stammer fra tidligere anvendelse som affedtningmidler i metal- og elektronikindustrien, som rensningsmidler i kemisk tøjrensning, som opløsningsmiddel for forskellige organiske materialer herunder malinger og lakker, som ekstraktionsmiddel for oparbejdning af kemiske stoffer, og som kølemiddel.

Klorerede kulbrinter (Klorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter) udgør en trussel mod grundvandsressourcen i dele af Københavns Kommune. Status på fund af klorerede kulbrinter inklusive nedbrydningsprodukter i den seneste analyse fra hver boring er vist på Figur 0-19. Kortet viser status for, hvorvidt der i borerne er påvist overskridelser af grundvandskvalitetskriterier for ét eller flere af de klorerede opløsningsmidler eller nedbrydningsprodukter. De typiske stoffer der fører til overskridelser, er Tetrachlorethylen (PCE) og Trichlorethylen (TCE) 1 samt de to nedbrydningsprodukter Cis-1,2-Dichlorethylen (Cis-1,2-DCE) og vinylklorid. For de tre førstnævnte stoffer er grundvandskvalitetskriteriet  $1 \mu\text{g/l}$ , mens det for vinylklorid er  $0,2 \mu\text{g/l}$ .

I en stor del af borerne ses overskridelser for ét eller flere af de klorerede opløsningsmidler i den seneste analyse, særligt på Frederiksberg, samt i indvindingsoplandet til Kilde X og Hvidovre Vandværk. Der ses altså en betydelig forurening med klorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter i det primære grundvandsmagasin under København, tæt på Frederiksberg,

hvilket udgør et potentielt problem for de mange indvindinger i området, da disse stoffer ikke nemt nedbrydes i grundvandsmagasinerne.



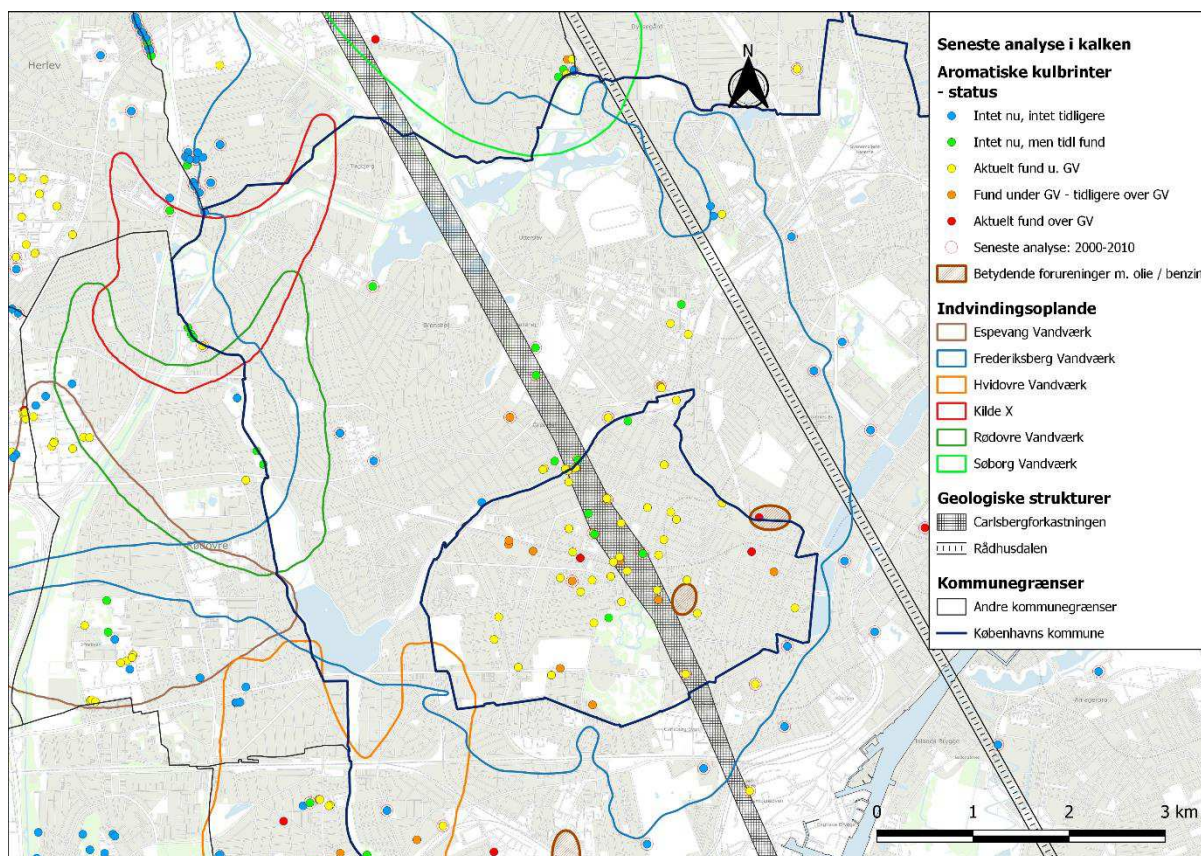
Figur 0-19. Status for fund af klorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter i kalkmagasinet.

### Indhold af BTEXN

BTEXN er en samlebetegnelse for de aromatiske kulbrinter **B**enzen, **T**oluen, **E**tylbenzen, **X**ylener og **N**aphtalen. Stofferne er alle stærkt flygtige, og anvendes til en lang række industrielle formål, som opløsningsmidler og tilsætningsstoffer til mange kemikalier. Forureninger med BTEXN forventes især i forbindelse med metalforarbejdning, gasværker, autoværksteder og servicestationer. Status på fund af BTEXN i den seneste analyse fra hver boring er vist på Figur 0-20.

Indholdet af BTEXN er generelt ikke nogen trussel mod grundvandsressourcen i området, og der ses kun enkelte boringer med fund af ét eller flere af stofferne over grundvandskvalitetskriteriet (1 µg/l for benzen, 2 µg/l for naphtalen og 5 µg/l for xylener og toluen). Desuden er overskridelserne generelt beskedne i omegnen 1-4 µg/l.

BTEXN nedbrydes under iltede forhold, hvilket reducerer hvor meget de spredes i grundvandet. De kan dog stadig udgøre en trussel lokalt i forbindelse med større eller kontinuerlige spild.

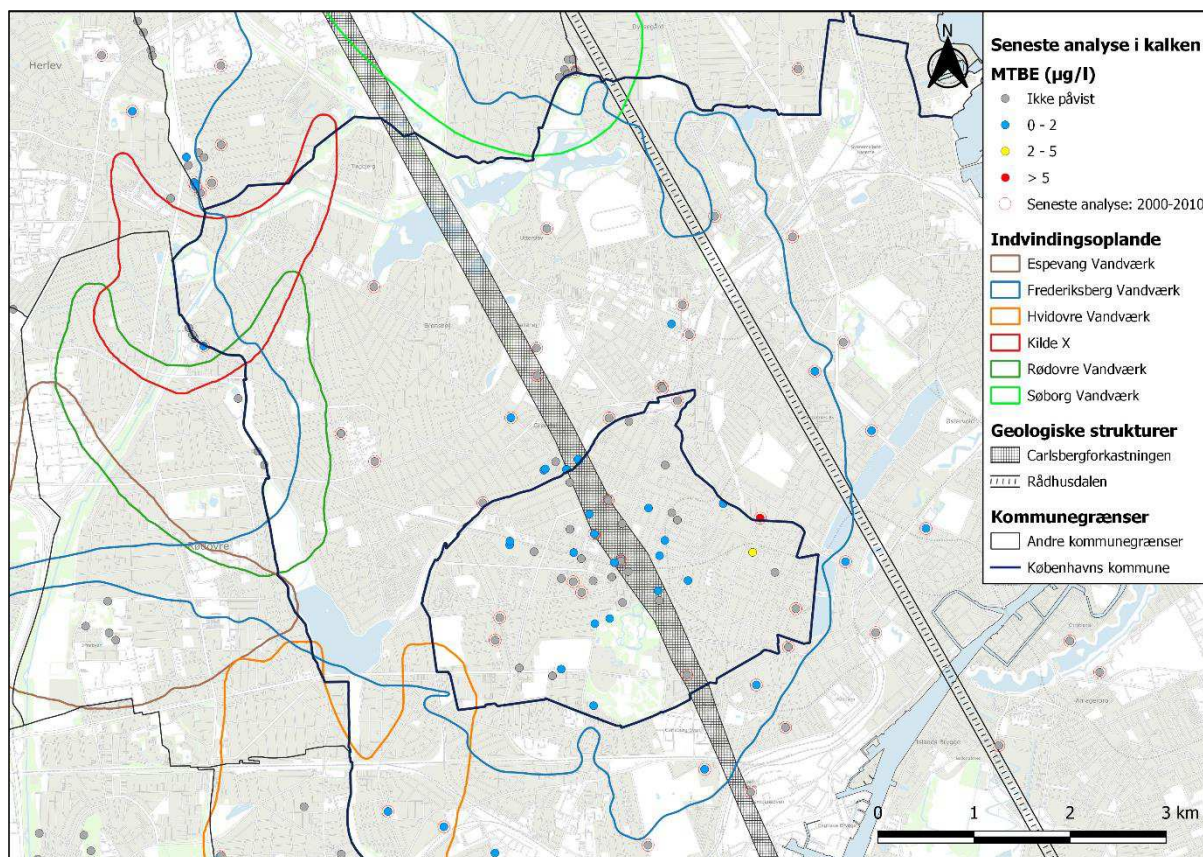


Figur 0-20. Status for indhold BTEXN i kalkmagasinet.

### Indhold af MTBE

MTBE har siden slutningen af 1980'erne i stort omfang været anvendt som additiv til benzin. Grundet stoffets relativt høje vandopløselighed og lave (anaerobe) nedbrydningsrate, udgør det en potentiel risikofaktor for grundvandet. Af Figur 0-21 fremgår indholdet af MTBE i kalkmagasinet.

Der er fundet lave koncentrationer af MTBE i flere borer og beliggende spredt i området, og kun ét fund over kvalitetskriteriet for drikkevand på 5 µg/l. MTBE vurderes ikke umiddelbart at udgøre en trussel mod vandindvindingen i indsatsområdet.



Figur 0-21. Indhold af MTBE i kalkmagasinet. Kvalitetskriteriet for MTBE i drikkevand er 5 µg/l.

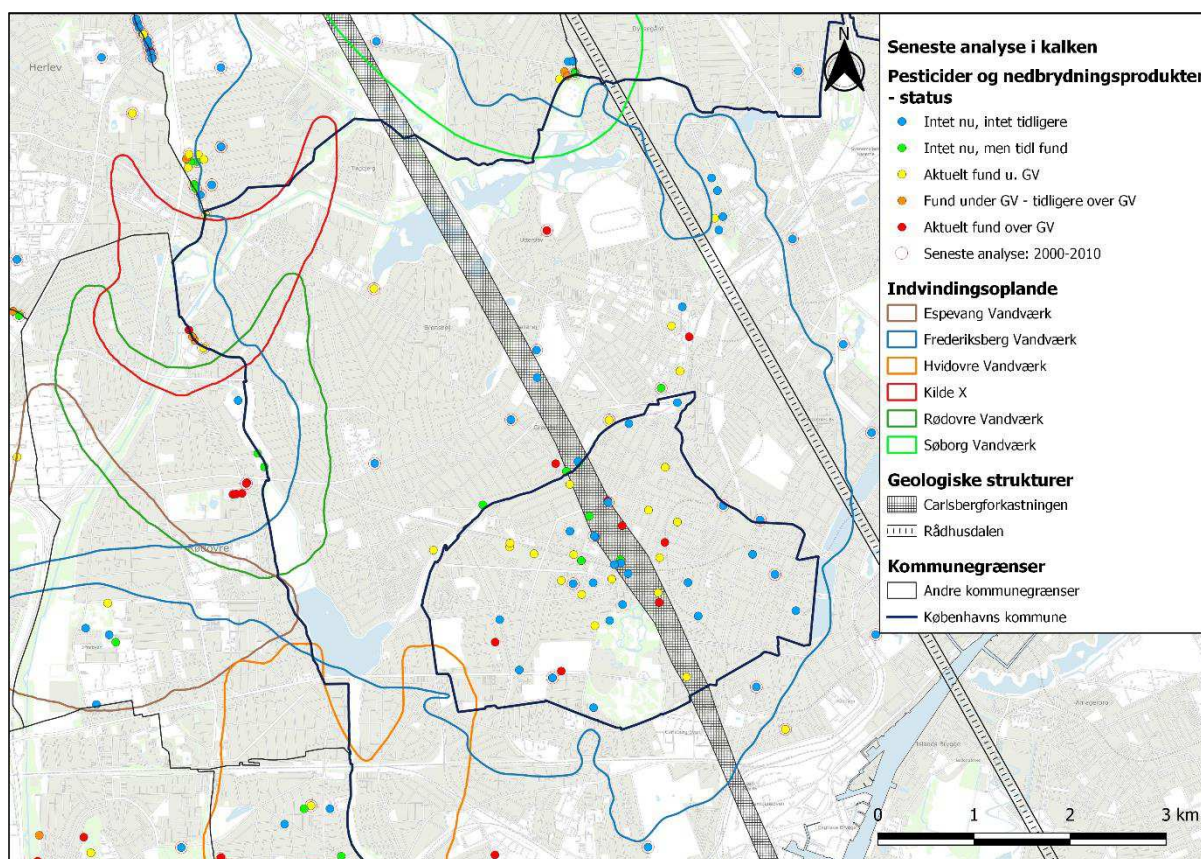
### Indhold af pesticider og nedbrydningsprodukter

Indtil 2018 har der generelt ikke været fund af pesticider i grundvandet, da man kun har analyseret i meget begrænset omfang, idet pesticider tidligere ikke har været anset som nogen stor trussel mod grundvandsressourcen i Københavns kommune. I 2017 og 2018 er der blevet målt for flere "nye" stoffer, som ikke tidligere er indgået i vandværkernes måleprogrammer, og der er blevet fundet flere stoffer, som kan vise sig at være en trussel mod drikkevandsindvindingen. I 2018 er det "nye" pesticidnedbrydningsprodukt DMS (N,N-Dimethylsulfamid) fundet i grundvandet mange steder i Danmark.

I oplandet til Kilde X og Hvidovre Vandværk er der i analyser fra 2018-2021 fundet overskridelser af kravværdien på 0,1 µg/l i flere boringer på baggrund af DMS, og stoffet har midlertidigt haft lukket bl.a. Hvidovre Vandværk tæt på København. På Frederiksberg ses også enkelte boringer med overskridelser i analyser fra 2019 - her også pga. DMS. Stoffet vurderes også at kunne udgøre en ny trussel i indsatsindsatsområdet.

DMS er anvendt i forbindelse med afgrøder, men har været udfaset siden 2007. Det tyder på, at de fund, som findes i grundvandet, stammer fra andre anvendelser f.eks. træbeskyttelse, hvor DMS har været anvendt/stadig anvendes som konserveringsmiddel. Stoffet findes blandt andet også i byerne, hvor der ikke er brugt pesticider til afgrøder. På Figur 0-22 fremgår den aktuelle status for alle typer af pesticider og nedbrydningsprodukter i kalken. Udover DMS har der gennem tiden været fundet spor af phenoxysyrer som dichlorprop og mechlorprop ved de to nordlige indvindingsboringer. Disse typer af stoffer indgår f.eks. i plænerensmidler.

Desuden er der i Rødovre Vandværks opland set overskridelser i ældre analyser fra 2013. Her er det også dichlorprop og mechlorprop der fører til overskridelser.



Figur 0-22. Status for fund af pesticider og nedbrydningsprodukter i kalkmagasinet.

### Andre trusler

Siden grundvandskortlægningen er udført, er der kommet nye trusler til, som derfor ikke har indgået i kortlægningen. Dette drejer sig bl.a. om PFAS, hvor der mange steder ses overskridelser i grundvandet over kvalitetskriteriet. Der ses dog ikke overskridelser i de borer, som leverer drikkevand.

PFAS vurderes at udgøre en af de største trusler mod indvindingerne. Da der i øjeblikket foregår mange undersøgelser i centralt regi, hvor årsagerne kortlægges, er det på nuværende tidspunkt svært at planlægge konkrete indsatser.

## REFERENCER

- /16/ Miljøministeriet, Naturstyrelsen. Redegørelse for Herlev-Glostrup. Afgiftsfinansieret grundvandskortlægning. 2014.
- /17/ Frederiksberg Kommune. Risikovurdering af klorid fra menneskeskabte kilder. Rambøll, januar 2014.
- /18/ Miljøstyrelsen. Opstart. Grundvandskortlægning i Frederiksberg og Københavns kommuner. Rambøll, november 2018.
- /19/ Miljøstyrelsen. Grundvandskemi Frederiksberg. Rambøll, juli 2020.
- /20/ Miljøstyrelsen. Grundvandskortlægning på Frederiksberg og i København. Hydrostratigrafisk model. Rambøll, december 2020.
- /21/ Miljøstyrelsen. Hydrologisk model for København og Frederiksberg. Rambøll, oktober 2020.

- /22/ Miljøstyrelsen. Sårbarhedsvurdering i indvindingsopland til Frederiksberg Forsyningværk. Miljøstyrelsen, januar 2021.
- /23/ Miljøstyrelsen 2020. Nitratsårbarhed og afgrænsning af NFI og IO.
- /24/ Hansen, B. og Thorling, L., 2018. Kemisk grundvandskortlægning. Geovejledning 2018/2. GEUS 2018. Tilgængelig online (15-12-2019): [https://www.geovejledning.dk/2018\\_2/](https://www.geovejledning.dk/2018_2/).
- /25/ Rambøll, 2010. Frederiksberg Kommune. Nikkel/Arsen - fase 2. Rapport udarbejdet februar 2010.
- /26/ Rambøll, 2007. Frederiksberg Kommune. Klorerede opløsningsmidler. Varighed af forurening med klorerede opløsningsmidler. April 2007.
- /27/ Miljøcenter Roskilde. Branchelisten. Excel ark med forureningsindeks. Under løbende udvikling. Version februar 2009.
- /28/ Lars Møller Markussen. 2002. Grundvandsforhold i København. Dansk Geoteknisk Forening, DGF-Bulletin nr. 19.
- /29/ Tårnby Kommune. Indsatsplan for grundvandsbeskyttelse 2020.
- /30/ Københavns Amt, 2005. Arbejdsrapport om nikkelproblemer i Københavns Amt Undersøgelse af årsager til nikkelproblemer og metoder til at nedbringe indholdet af nikkel i grundvand. Rapport udarbejdet af Rambøll.