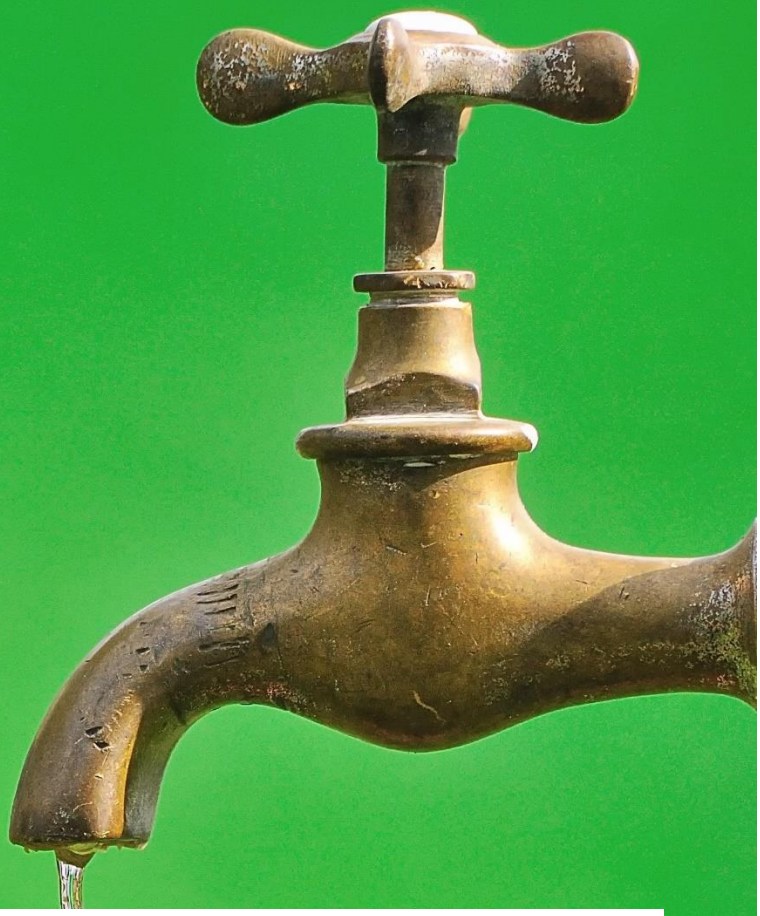


Forvaltning af fremtidens drikke-vandsressource

Aktivitet 2
Fremskrivning og kvalitative vurderinger af vandbehov

Miljøstyrelsen

23. FEBRUAR 2023

Indhold

Internt projektnr.:
10411024-013

23-11-2023 11:31

Version 2.1

Udarbejdet af: ANDK, TEMO, DITH, HEGG, SSO, GLA, HWJ, LILA

Kvalitetssikring: TEMO, CTH, GLA
Godkendt: SSO

1	**Resumé**	**4**
2	**Baggrund**	**5**
3	**Datagrundlag**	**5**
3.1	GEUS' Jupiter database	5
3.1.1	Udtræk	6
3.1.2	Endeligt tabeludtræk	6
3.2	Danmarks Statistik	7
3.3	Data fra DANVA	8
3.4	Relevante fagstudier	8
3.4.1	"Behov for vand i Region Midtjylland" – CRT, 2014	8
3.4.2	"Økonomisk analyse af vandanvendelsen i Danmark" - IFRO 2019	10
3.5	Øvrige datakilder	11
3.6	Diskussion af undersøgelsens datakilder	11
4	**Vandindvinding på landsplan**	**12**
4.1.1	Nuværende vandindvinding (2021-tal)	13
5	**Vurdering og fremskrivning af vandbehov – nationalt**	**15**
5.1	Vandbehov til drikkevandsproduktion	15
5.2	Befolkningsudvikling i relation til vandbehov	16
5.3	Udført modelfremskrivning	22
5.3.1	National modelfremskrivning	24
5.3.2	Regionale modelfremskrivninger	26
5.4	Diskussion af fremskrivninger - drikkevandsproduktion	29
5.4.1	Den udførte regressionsfremskrivning	29
5.4.2	Vurdering af fremskrivning i CTR studie fra 2014	29
5.4.3	IFRO studiet fra 2019	30
5.4.4	Usikkerhedsfaktorer	30
6	**Kvalitativ vurdering af vandbehov – industrisektorer**	**31**
6.1.1	Fødevareindustrier	31
6.1.2	Medicinalindustri	33
6.1.3	Power-to-X (PtX)	34
6.1.4	Øvrige brancher	35
6.1.4.1	Datacentre	36

6.1.4.2	Ferskvandsdambrug	36
6.1.5	Usikkerhedsparametre relateret til grundvandsbehov i industrien	37
6.2	Landbruget og klimaforandringer	37
6.2.1	Klimaforandringers påvirkning på markvanding	38
6.2.2	Markvandingsboringers påvirkning af grundvand og overfladevand	39
6.2.3	Usikkerhedsparametre relateret til landbruget	41
6.3	Sammenfatning	41
7	**Vandbehov på lokalt plan (pilotområde)**	**43**
7.1	Data og viden i pilotområdet	43
7.2	Processkema til vurdering af fremtidigt vandbehov på lokalt plan	45
7.3	Vurdering af vandbehov (grundvand) i pilotområdet	46
7.3.1	A: Vandforsyningsplaner og -struktur	46
7.3.1.1	Assens Kommune – vandforsyningsplan 2021-2031	46
7.3.1.2	Nordfyns Kommune –vandforsyningsplan 2019-2031	46
7.3.1.3	Odense Kommune – Vandforsyningsplan 2018-2030	47
7.3.1.4	Vandcenter Syd	48
7.3.1.5	Faaborg-Midtfyns Kommune	49
7.3.1.6	Midtfyns Vandforsyning	50
7.3.2	B: Indvindingsopgørelser og -tilladelser	51
7.3.3	C: Nationale/regionale trends i vandbehov	52
7.3.4	D: Sammenstilling og vurdering af vandbehov	54
7.3.4.1	Usikkerhedsbetragtninger	55
8	**Sammenstilling af national og lokal analyse af vandbehov**	**56**
9	**Konklusioner og perspektivering**	**57**
10	**BILAG 1: Udtræk fra GEUS' Jupiter database**	**59**
10.1	Kendte fejlkilder	59
11	**BILAG 2: Metodebeskrivelse - fremskrivning**	**60**
11.1.1	Regionale forecasts med prædiktionsintervaller	61
12	**Referencer**	**65**

1 Resumé

Nærværende delprojekt initieret af Miljøstyrelsen under hovedprojektet "Forvaltning af fremtidens drikkevandsressource" har til formål at gennemføre en overordnet fremskrivning af vandbehovet på national skala de kommende 20 år og vurdere udviklingen i vandbehovet indenfor vandforbrugende brancher, på grundlag af relevante eksisterende studier og data for grundvandsindvinding fra GEUS og Danmarks Statistik. Herudover er udført en analyse af vandbehovet i et lokalt pilotområde på Fyn (4 kommuner), hvor alle relevante lokale data og aktører er bragt i spil for at opnå bedste grundlag i vurdering af vandbehovet lokalt fremadrettet.

Over de seneste 30 år er vandværkernes indvinding af grundvand faldet med ca. 200 mio. m^3 på grund af indførelse af Vandmiljøplan I (medførte øget miljøbevidsthed hos forbrugere og en stigning i spildevandstakst), vandsparekampagner, vandbesparende installationer og vandmålere i hjemmene, øgede vandpriser, afgift på ledningsført vand samt indsats for og afgift på vandtab (lækager) i ledningsnettet. Totalt viser udtræk fra Jupiter-databasen, at indvindingen i år 2021 fra almene vandværker sammenlagt er 370 mio. m^3, hvoraf ca. 3/4 gik til forbrug i husholdninger, institutioner og sommerhuse, mens den resterende 1/4 var til erhvervsformål. Grundvandsindvinding til markvanding er ikke faldet tilsvarende, og denne varierer kraftigt fra år til år afhængig af nedbør og tørkeforhold. Indvinding til markvanding toppede i 2018 med 354 mio. m^3.

De udførte analyser og vurderinger af grundvandsbehovet til almene vandforsyninger viser, at der forventes en fortsat nedadgående tendens i vandindvindingen fra vandværkerne. Der er udført statistiske test i dette studie, som viser en afkobling af befolkningstilvækst og vandforbruget historisk. Den fortsat faldende tendens afspejles primært i fortsatte effektiviseringer af vandforbruget hos virksomheder og husholdninger, dels på grund af tekniske forbedringer og dels på grund af fokus på verdensmål, bæredygtighed og grøn omstilling. Ændringer i samfundet har historisk vist sig stærkt betydende for udviklingen af vandforbruget i husholdninger og erhverv. Andre ændringer som vandtilgængelighed og klimaforandringer kan dog også være relevante faktorer. Ifølge modelfremskrivningerne vurderes det, at den samlede vandindvinding fra almene vandforsyninger fra 2021 til 2040 gennemsnitligt kan udvise et årligt fald på 0,3 til 0,8 %. Der er dog en betydelig usikkerhed på dette estimat, idet prædiktionsintervallet har et spænd på faldet svarende til årlige fald på mellem 0,1 % og 1,5 %.

Gennemgang af vandforbrug og vurdering af udviklingen af vandbehov inden for de traditionelt store vandforbrugende industrier i Danmark viser stagnerende eller faldende trends, som følge af vandbesparende tiltag og udviklinger initieret af bl.a. målsætninger om bæredygtig brug af naturens ressourcer. Med hensyn til kommende potentielle vandforbrugende sektorer er også Power-to-X beskrevet, hvor nuværende studier og projekter peger mod renset spildevand som den mest optimale vandressource til elektrolyseprocessen.

Klimaforandringer vurderes som en afgørende faktor ift. grundvandsbehovet især indenfor landbruget, hvor et varmere klima med højere risiko for tørkeperioder vil betyde et øget træk på grundvandsressourcen, særligt på sandede jorde i Midt- og Sønderjylland. Der er dog mange usikkerheder, hvor ikke alle peger mod et forøget vandbehov. En væsentlig usikkerhed er bl.a. prisforholdene på de vegetabilske produkter, som vil blive dyrket i fremtiden, da erhvervet vil tilpasse sig en større markvanding, såfremt der opnås et højere økonomisk udbytte herved.

Pilotområdet, bestående af de fire kommuner Odense, Assens, Nordfyns og Faaborg-Midtfyns kommuner, peger i en summering af de kommunale vandforsyningsplaner på en stigning i vandbehov på ca. 1 % årligt de kommende år frem mod 2030. Den forventede stigning omfatter både vandbehov til almene vandforsyninger, erhverv med egen indvinding og markvanding. Prognoserne indeholder forventninger til bebyggelse af nyudstykninger og planlagte storforbrugere, og dermed forventet befolkningstilvækst som gør, at der tilskrives en forventet vækst i vandforbruget. Tværkommunalt er enkelte storforbrugerne afgørende for om vandindvindingen samlet stiger eller falder, da behovet til husholdningsforbrug ikke ændrer sig betydeligt. Lokale storforbrugere som store landbrugsbedrifter, gartnerier, og drikkevareproducenter er afhængige af klimaet i vækstsæsonen samt skift i produktionsintensitet. Flere af disse storforbrugere, herunder et hyperscale datacenter, er tilsluttet almene vandforsyninger, såsom Vandcenter Syd og Midtfyns Vandforsyning.

Det bemærkes, at prognoserne i pilotområdet altså forventer en stigning i vandbehov, mens de nationale trends overordnet antyder svagt fald i grundvandsbehovet. Nationalt antyder prognoserne en fortsat afkobling af vandbehovet fra selve befolkningsudvikling, men det er usikkert hvorvidt dette kan fortsætte som det kan konstateres historisk. Regionale ændringer i demografien på sigt forventes at have en påvirkning lokalt, selv om det nok ikke er store vandmængder, idet by-udvidelser af boligområder (husholdninger) ikke giver særlige stort yderligere vandbehov. Det er derimod lokale faktorer som industri, landbrug samt øvrige storforbrugere med planer om udvidelse af produktion der kan medføre en markant stigning i vandbehov.

2 Baggrund

Miljøstyrelsen har under drikkevandsfonden på Finansloven 2022 (FL22) initieret et større projekt "Forvaltning af fremtidens drikkevandsressource" der har til formål at undersøge, om forvaltningen af vores drikkevandsressource i tilstrækkelig grad understøtter en bæredygtig og hensigtsmæssig udnyttelse på sigt.

Nærværende delprojekt (Aktivitet 2) har til formål at gennemføre en overordnet fremskrivning af vandbehovet på national skala de kommende 20 år på grundlag af dataserier fra GEUS' Jupiter-database \1\, opgørelser fra Danmarks Statistik \3\ og relevante eksisterende studier, der beskriver tidligere udførte fremskrivninger og belyser vandforbrug og forventet behov i forskellige sektorer. Dele af den nærværende analyse, såsom vandbehov inden for industrien bygger på kvalitative vurderinger baseret på en række datakilder (se afsnit 3), og ikke deciderede modelfremskrivninger.

Foruden nationale estimater på grundvandsbehov, er der foretaget en beskrivelse og analyse af mulig procestilgang til vurdering af grundvands/drikkevandsbehovet på lokalt niveau. Miljøstyrelsen har til denne analyse udvalgt et pilotområde bestående af kommunerne Odense, Assens, Nordfyns og Faaborg-Midtfyn, hvor formålet er at præsentere og beskrive de vigtigste lokale data- og videnskilder med henblik på at opnå bedste faglige bidrag til en vurdering af vandbehovet lokalt og på tværkommunalt niveau.

3 Datagrundlag

I det følgende præsenteres de datakilder, der har dannet grundlag for analysen af vandbehov på nationalt niveau, herunder datagrundlag til de udførte fremskrivninger og kvalitative vurderinger. Ligeledes er lavet en sammenfatning af relevante fagstudier, der behandler emnet.

I delafsnit 3.6 findes en diskussion af datakilder iht. erkendte begrænsninger i data, men også muligheder der på sigt kan bidrage til større indsigt i vandforbrug og udviklingen i vandforbrug på flere sektorer og brancher.

3.1 GEUS' Jupiter database

Jupiter er den nationale database for grundvands-, drikkevands-, råstof-, miljø- og geotekniske data, og administreres samt ejes af GEUS. Jupiter rummer årlige indvindingsmængder og indvindingstilladelser til aktive vandforsyningsanlæg, hvilke indberettes af kommunerne, der er ansvarlig myndighed for vandforsyningsdata fra anlæg tilknyttet den enkelte kommune. I henhold til drikkevandsbekendtgørelsens §23 skal den enkelte vandforsyning registrere og fremsende årsindvinding til den kommunale myndighed, hvorefter kommunen vurderer de indberettede indvindingsmængder og registrerer disse i Jupiter. Formålet med, at kommunerne årligt beder vandforsyningerne om at indberette indvundne vandmængder, er bl.a. at kommunen kan kontrollere om vandforsyningsanlæggene overholder de vilkår om indvindingens størrelse, der er stillet i anlæggets vandindvindingstilladelse. Når kommunen meddeler ny indvindingstilladelse, skal kommunen vurdere det forventede, fremtidige vandforbrug, og om den kendte grundvandsressource er tilstrækkelig til at dække den planlagte vandindvinding bæredygtigt. For at kunne gøre dette er der brug for tal for, hvor meget vand der er indvundet.

NIRAS har i projektet udført en analyse ud fra Jupiter-databasen med henblik på et landsdækkende udtræk af dataserier for indvindingsmængder og gældende indvindingstilladelser på højeste detaljeniveau, se nedenstående afsnit 3.1.1.

3.1.1 Udtræk

I samråd med Miljøstyrelsen og GEUS er opstillet kriterier for udtræk af tilgængelige historiske data for indvundne vandmængder samt tilhørende aktive indvindingstilladelser fra GEUS' Jupiter database.

Overordnet er formålet med dataudtrækket, at generere tidsserier for indvundne vandmængder på anlægsniveau, som efterfølgende kan aggregeres op på blandt andet kommune-, oplands- og til dels branchetypeniveau.

Et anlæg i Jupiter (benævnt DRWPLANT) beskriver de enkelte vandforsyninger og deres opbygning. Mindre vandforsyninger (alment vandværk, virksomhed med egen boring eller markvandingsboringer) udgør normalt et enkelt anlæg, mens større vandforsyninger vil bestå af flere anlæg, såsom flere kildepladser \2\.

Udtrækket fra Jupiter kombinerer data fra følgende tabeller med det nedenfor angivne formål:

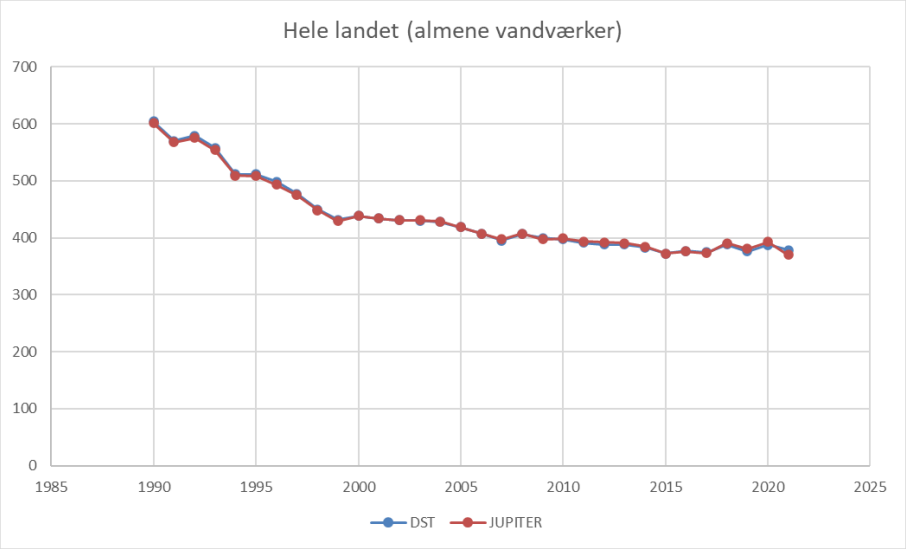
Tabel	Formål
DRWPLANT	Udtræk af stamdata for anlæg, herunder geometri og anlægsid.
DRWPLANTINTAKE	Kobling af indtag og anlæg med henblik på kobling af indvundne vandmængder på indtagsniveau til anlæg.
CATCHPERM	Udtræk af indvindingstilladelser tilhørende de enkelte anlæg, både historiske og aktuelle.
WRRCATCHMENT	Udtræk af indvundne vandmængder fordelt på periode og anlæg.
INTAKECATCHMENT	Udtræk af indvundne vandmængder fordelt på periode og boringsindtag.
DRWPLANTCOMPANYTYPE	Udtræk af kommunenavn og regionsnummer.

3.1.2 Endeligt tabeludtræk

Efter kvalitetssikring og endelig afklaring af tabeller og kriterier er opnået nedenstående endelige tabeludtræk:

Valgte parametre	Forklaring
PLANTID	Unikt anlægsid for indvindingsanlæg
YEAR	Årstal for indberettet indvinding
PLANTAMOUNT	Den årlige indvundne vandmængde, der er registreret på anlægget
INTAKEAMOUNT	Summen af de indvundne vandmængder der er indberettet på boringer under det pågældende anlæg
MAXAMOUNT	Den største værdi af PLANTAMOUNT og INTAKEAMOUNT
PERMISSIONAMOUNT	Tilladt indvindingsmængde for anlæg
AMOUNTPERYEAR	Den årligt tilladte indvindingsmængde for den tilladelse der er fundet gyldig for den pågældende boring i det pågældende år
PERMSTARTDATE	Startdato for indvindingstilladelse
PERMENDDATE	Udløbsdato for indvindingstilladelse
COMPANYTYPE	Anlægstype efter GEUS (kodeliste 852 i Jupiter)
MUNICIPALITYNO2007	Kommunenummer
REGION	Region nummer
NAME	Kommunenavn
X	X- koordinat på anlæg (UTM 32N ETRS89)
Y	Y- koordinat på anlæg (UTM 32N ETRS89)

Jupiter-udtrækket er sammenholdt med opgørelserne fra Danmarks Statistik på lands- og kommuneniveau for at sikre en overensstemmelse i summering af indberettede indvindingsmængder. Summen af årlige indvindinger for almene vandværker, opgjort ved det anvendte Jupiter udtræk og sammenlignet med opgørelser fra Danmarks statistik, er vist på Figur 3.1. Der ses generelt kun afvigelser i sum på ±1 %.



Figur 3.1.Sammenligning af årlige summerede indvindingsmængder fra almene vandværker fra Danmarks Statistik (blå) og Jupiter-udtræk (rød).

Sammenligning af indberettede indvindingsmængder fra almene vandværker i Region Hovedstaden har vist betragtelige afvigelser de seneste tre år (2019-2021), hvor udtrækket fra Jupiter ligger mere end 20% under tallene i Danmarks Statistik (DST). Dette er unaturligt lave indberettede indvindinger, og i dialog med GEUS og Danmarks Statistik er årsagen hertil afsøgt. Grundet det mangelfulde datasæt i Jupiter for især hovedstadsområdet, og for at opnå et realistisk billede af, hvor meget der reelt bliver indvundet af grundvand, foretager Danmarks Statistik derfor imputeringer (tilskrevne værdier) de steder i Jupiters oplysninger, hvor der åbenlyst er mangler, herunder også ved almene vandforsyninger, som i dette tilfælde med data fra Region Hovedstaden (se også afsnit 3.2).

3.2 Danmarks Statistik

Danmarks Statistik (DST) opgør hovedtal for vandforbruget i Danmark. Datakilderne for DST's opgørelser er dataudtræk fra Jupiter modtaget af GEUS, som indeholder opgørelse af årlige oppumpede mængder grundvand.

I tilfælde hvor der er unaturlige forskelle i indberettede mængder sammenlignet med tidligere år, er det af Danmarks Statistik, at der tilføjes imputeringer (tilskrevne værdier) på baggrund af tidligere års indvundne mængder og tilladelser mv. Imputeringsværdier til vandindvindingsopgørelsen i DST (benævnt VANDIND) udregnes ved oftest at fremskrive den senest registrerede mængde indvundne grundvand til også at gælde for de efterfølgende år i de tilfælde, hvor der mangler oplysninger. Danmarks Statistisk har oplyst at selve imputeringsværdierne ikke offentliggøres ved Danmarks Statistik, men at disse kun benyttes internt i de pågældende statistikker.

DST's opgørelser på vand udgøres af dels et fysisk regnskab for indvinding af grundvand og overfladevand, og hvor forbrug er fordelt ved beregning på 117 nationalregnskabsbrancher og husholdninger, der er benyttet i nærværende analyse. DST udarbejder en vandopgørelse årligt og den kan tilgås via Statistikbanken på Danmarks Statistiks hjemmeside (www.dst.dk).

Med henblik på at belyse branchers vandforbrug og udvikling skelnes mellem virksomheder med egen indvinding (selvstændigt anlæg i Jupiter) og virksomheder der er tilknyttet almene vandforsyninger. Ved industrier

uden egen indvinding er forbruget ved Danmarks Statistik siden 2010 opgjort via en databearbejdning af totale årlige indvindingsmængder fra Jupiter på 117 brancher nævnt ovenfor. Beregningerne til fordelingen af vandforbrug sker gennem en række trin, hvor momsrefusionsdata indgår. Beregningsalgoritmen bag fordelingen ligger i regi af DST og er ikke offentlig tilgængelig \3\.

Det er vigtigt at bemærke, at opgørelserne fra DST udgør et vurderet forbrug af vand, hvor der ift. de indvundne vandmængder er korrigeret for ledningstab før vandværket og ledningstab mellem vandværk og forbruger.

3.3 Data fra DANVA

Fra DANVA (Dansk Vand- og Spildevandsforening) er der modtaget og benyttet baggrundsdata for udviklingen i vandforbruget hos DANVA's medlemmer, hvilke er vist på Figur 4.2. Til nærværende projekt er dataserier for grundvandsindvindingen og samlet opgørelse for DANVA's medlemmer blevet udleveret til anvendelse i nærværende projekt. Det er en opgørelse som omfatter hovedtal opgjort på forbrug i husholdninger, erhverv og institutioner, samt vandtab i perioden 1976-2021. NIRAS har modtaget tallene i opgørelser på Microsoft Excel format som databidrag til analysen \4\. Seneste opgørelse er publiceret i "Vand i tal 2022" der er tilgængelig på DANVA's hjemmeside (https://www.danva.dk/publikationer/vand-i-tal-bibliotek).

DANVA's datagrundlag for grundvandsindvinding var i 2021 baseret på 72 større vandforsyninger, hvilket omfatter ca. 3,6 mio. tilknyttede forbrugere \4\.

3.4 Relevante fagstudier

Der er i det følgende fortaget en opsummering af hovedkonklusioner relateret til nationalt vandforbrug og -behov fra to større publicerede studier: "Behov for vand i Region Midtjylland" fra 2014 udarbejdet af Center for Regional- og Turismeforskning (CRT) \4\, og "Økonomisk analyse af vandanvendelsen i Danmark" fra 2019 udarbejdet af IFRO (Institut for Fødevare- og ressourceøkonomi, Københavns Universitet) \6\. I begge studier er der et særligt fokus på landbruget.

Udover ovenstående studier er der indhentet flere rapporter i relation til grundvandsindvinding udarbejdet af GEUS, samt en vidensyntese-rapport fra DCE (Nationalt Center for Miljø og Energi) \7\ der er refereret til i de relevante afsnit i denne rapport, og som sætter fokus på mulige konsekvenser/udfordringer for landbruget ved et fremtidigt varmere klima.

I pilotområdet (afsnit 7) er indsamlet publiceret materiale og viden fra de berørte kommuner og største vandforsyninger, samt relevante fagrapporter, der bidrager til en samlet vurdering af vandforbruget og estimat af fremtidigt vandbehov.

3.4.1 "Behov for vand i Region Midtjylland" – CRT, 2014

Center for Regional- & Turismeforskning (CRT) har for Region Midtjylland i 2014 gennemført en større analyse og fremskrivning af vandbehovet i regionen \5\. Studiets hovedresultater omfatter modelbaserede fremskrivninger i udviklingen af det forventede grundvandsbehov inden for: a) vand indvundet fra vandværker, b) erhvervenes egen indvinding, og c) vand inden for landbruget, herunder markvanding.

Resultaterne i studiet bygger på en stor lokaløkonomisk model, kaldet LINE (Lokal INterkommunal Økonomisk model for Danmark), og præsenteres på arbejdskraftoplande[1] inden for Region Midt samt sammenholdes med samlede behovsestimater for Danmark.

[1] Arbejdskraftoplande er grupper af kommuner, som "deler arbejdspladser" og arbejdsstedskommuner, som "deler medarbejdere". Arbejdskraftoplande vil derfor inkludere kommuner, som i mange sammenhænge samarbejder.

De modellerede fremskrivninger i LINE baserer sig på mange komponenter der er med til drive udviklingen i vandbehovet. Komponenter som beskriver bl.a. befolkningstilvækst ved flytning mellem kommuner, nettofødsler mv. er indgående beskrevet i den omfattende analyse.

Hovedresultater i studiet
Analysen estimerer behovet for vand (mio. m^3) frem mod 2050 og 2080 opdelt på hhv. fem arbejdskraftoplande i Region Midt, Region Midt summeret og samlede tabelværdier for hele Danmark.

Der er modelfremskrevet ud fra to opsatte scenarier:

- Scenarie 1) Uændret gennemsnitligt vandforbrug (pr. indbygger og pr. produktionsenhed)
- Scenarie 2) Trendbaseret udvikling i gennemsnitligt vandforbrug, hvor det antages at forbruget pr. indbygger og pr. produktionsenhed falder med halvdelen af det procentvise fald, som er registreret i perioden 2000-2011 (nationalt). Fra 2050 antages, at vandforbruget følger udviklingen i produktionen.

I scenarie 1 med uændret forbrug estimeres i fremskrivningen, at der på landsplan ses en stigning i behov af vandværksvand til husholdninger og virksomheder til ca. 492 mio. m^3 i år 2050. Dette er en stigning på op imod 29 % ift. opgjorte indvindingstal fra 2014. Heraf estimeres, at 396 mio. m^3 af vandbehovet er til husholdninger, mens de resterende 96 mio. m^3 er til erhverv.

I scenarie 2, hvor der ses en fortsat faldende trend frem til 2050, estimeres et vandbehov på landsplan til husholdninger og virksomheder frem mod 2050 på ca. 407 mio. m^3, hvilket er en stigning på 6 % ift. 2014 niveauet. Heraf estimeres, at 299 mio. m^3 af vandbehovet er til husholdninger, mens de resterende 108 mio. m^3 er til erhverv. Årsagen til en samlet stigning, trods faldende forbrugstrend, tilskrives en befolkningstilvækst på landsplan.

Landbrugets vandbehov til produktion af dyrehold og afgrøder (markvanding) er behandlet selvstændigt i fremskrivningen. Vandforbruget før 2014 var fordelt således, at 81% af vandet blev anvendt til markvanding, mens 19% blev anvendt til dyrehold (drikkevand og rengøring).

Beskrivelser af usikkerheder
Den primære usikkerhed relateret til fremskrivning af *husholdningernes vandbehov* beskrives som:

- Befolkningens størrelse og udvikling regionalt driver udviklingen i drikkevandsbehovet. Her har det i studiet vist sig, at referenceperioden som ligger til grund for fremskrivningen af befolkning, er afgørende for de modellerede resultater.

Den primære usikkerhed relateret til fremskrivning af *erhvervenes vandbehov* i Region Midt beskrives som:

- Forbrugshistorikken viser, at store "vandintensive" enkelterhverv kan medføre store stigninger i vandbehov i de regionale områder (f.eks. etablering af svineslagteri i erhvervsoplandet tilknyttet Horsens).

De primære usikkerheder relateret til fremskrivning af *landbrugets vandbehov* beskrives som:

- Prisforholdene på de vegetabilske produkter, som vil blive dyrket i fremtiden, er afgørende, da erhvervet vil tilpasse sig en større markvanding, såfremt der opnås et højere økonomisk udbytte ved vandkrævende afgrøder.
- Klimaændringer i fremtiden beskrives i studiet til at være omfattet af væsentlige usikkerheder:
    - Højere temperaturer kan udvide vækstsæson (forventet 1-2 uger i 2050)
    - Ændrede dyrkningsbetingelser
    - Temperaturstigninger vil hæve fordampningen
    - Ændringer i nedbørsforhold (flere ekstreme nedbørsforhold og tørkeperioder)

I henhold til fremskrivningen af landbruget er der beskrevet en række forhold der ikke er inddraget i studiet. Disse er:

- Ændret hyppighed af tørkeperioder eller ekstreme nedbørsforhold
- Ændret arealanvendelse som følge af strukturændringer:

  - Ophævelse af mælkekvote i 2015 kan føre til flere/færre malkekøer → Ændret behov for stabil grovfoderproduktion → mere eller mindre vanding
  - Større kartoffelproduktion → større vandingsbehov
- Nye Vandplaner med nye krav til vandindvinding → sandsynligvis mindre oppumpning
- Større areal med energiafgrøder vil øge fordampningen → mindre grundvandsdannelse
- Et større majsareal der erstatter kornareal → større vandingsbehov
- Et større majsareal der erstatter græs → uændret vandingsbehov
- Mindre dyrket areal → mindre vandingsbehov
- Udviklingen i prisforhold af animalske og vegetabilske produkter

3.4.2 "Økonomisk analyse af vandanvendelsen i Danmark" - IFRO 2019

Institut for Fødevare- og Ressourceøkonomi (IFRO), Københavns Universitet har for Miljø- og Fødevareministeriet i 2019 lavet en økonomisk analyse af vandanvendelse i Danmark \6\ iht. at vurdere, om de omkostninger, der er forbundet med vandydelserne, er dækket af de indtægter, der betales. Analysen er foretaget for sektorerne husholdninger, industri, samt landbrug. Opgørelser og fremskrivninger er opdelt på de tre vandområdedistrikter: 1) Jylland og Fyn, 2) Sjælland og øer og 3) Bornholm.

Studiet indeholder samlede opgørelser af vandindvinding og vandforbrug fra 2010 til 2016, samt giver en indføring i den historiske udvikling af forbruget for både husholdninger, industri og landbrug, herunder også vandtyper (grundvand og overfladevand). De primære datakilder er Danmarks Statistik, GEUS´ årlige status på grundvandsovervågningen, opgørelser fra DANVA og eksisterende vandforsyningsplan for Aarhus Kommune samt et HOFOR notat der estimerer vandsalg i hovedstadsområdet.

Hovedresultater i studiet

I studiet er der udført fremskrivninger af befolkningstilvæksten fordelt på vandområdedistrikter for perioden 2019-2035, på baggrund af data fra Danmarks Statistik og forfatternes egne beregninger.

Af studiet fremgår det, at der forventes en gennemsnitlig fremgang på ca. 7 % i befolkningstallet i perioden 2019-2035. Forfatterne antager i studiet, at der generelt opretholdes et konstant vandforbrug pr. indbygger, hvilket estimeres til 38 m^3 pr. person pr. år, hvilket ifølge forfatternes beregninger vil medføre et ekstra behov for drikkevand på i alt 15,5 mio. m^3 i Danmark i 2035, hvilket er opsummeret i Figur 3.2. Der antages dermed en kobling af befolkningsudviklingen og vandbehovet. Forfatterne angiver dette til en stigning på ca. 7 % ift. 2016 opgørelsen af husholdningernes samlede forbrug af vand opgjort til 210 mio. m^3. Det konkluderes, at udviklingen formentlig sker omkring de større byer i Danmark.

	2019 (personer)	2035 (personer)	Ændring (personer)	Ændring (procent)	Øget vandforbrug ved 38 m^3 pr. person (1.000 m^3 årligt)
1. Jylland og Fyn	3.133.781	3.289.483	155.702	5.0 %	5.917
2. Sjælland og øer	2.632.638	2.886.397	253.759	9.6 %	9.642
3. Bornholm	39.662	37.948	-1.714	-4.3 %	-65
I alt	5.806.081	6.213.828	407.747	7.0 %	15.494

Figur 3.2. Befolkningsfremskrivning fordelt på vandområdedistrikter i perioden 2019-2035. Fra \6\.

Forfatternes opsatte fremskrivning er sammenholdt med eksisterende prognoser for vandforbrug fra Aarhus Kommune (Vandforsyningsplan, Aarhus Kommune, 2016-2023) og vandsalg i hovedstadsområdet (HOFOR notat fra 2018).

Det pointeres af forfatterne, at der siden 1989 er konstateret en faldende indvinding af grundvand (markvanding undtaget) og et faldende forbrug af drikkevand selvom både befolkningstal og økonomi er vokset i perioden. Indtil videre ses dermed en afkobling mellem vandforbrug og vækst i befolkningen, og det angives i studiet som usikkert, hvorvidt denne afkobling fortsætter.

Der er udført en særskilt sammenstilling af landbrugets omkostninger til markvanding baseret på udførte studier, der bl.a. har undersøgt potentiel økonomisk gevinst ved markvanding på grovsandet jord. En af hovedkonklusionerne er, at markvanding er meget afhængig af klima (nedbør) og jordtype, samt at merudbyttet pr. millimeter markvanding aftager med stigende rodzonekapacitet.

3.5 Øvrige datakilder

Udover udtræk af data fra Jupiter, opgørelser fra DST og relevante studier har der været en proces med at opsøge og kontakte fagpersoner med supplerende viden og indsigt i både drikkevandsforsyning, forskellige industrisektorer og erfaringer fra igangværende projekter med henblik på vurderingen i udviklingen af vandbehov.

Indenfor drikkevandsforsyning er bl.a. talt med fagpersoner fra DANVA, Danske Vandværker, Vandcenter Syd og Midtfyns Vandforsyning. Samtidig har der i projektforløbet været en dialog med kommunerne i det valgte pilotområde, med henblik på prognoser for vandbehov lokalt og problemstillinger mv. i forbindelse hermed.

Med henblik på at opnå indsigt i vandbehovet og trends indenfor vandforbrugende brancher, er der ført dialog med interne (NIRAS fagpersoner) og eksterne personer med branchekendskab. Der vil blive refereret til faglige input fra branchefagfolk i afsnit 6 om vandbehovet i vandforbrugende brancher.

Udvikling i vandbehov indenfor landbruget baserer sig overvejende på eksisterende rapporter og den nyligt publicerede vidensyntese fra DCA \7\ med fokus på betydningen af klimaændringernes mulige konsekvenser for landbruget, hvoraf grundvand udgør en væsentligt faktor.

3.6 Diskussion af undersøgelsens datakilder

Jupiter-databasen er på nationalt plan den primære datakilde på indvindingsdata både i dag og historisk (se afsnit 3.1). Databasen er stor, kompleks, og rummer naturligt nok også manglende tidsserier, fejlindberetning, der ikke er opfanget ved datakontroller, hvilket dog har mindre betydning ved nationale sammenstillinger af data, men kan have afgørende betydning ved lokale dataanalyser.

De danske kommuner rekvirerer årlige indvindingsopgørelser fra vandforsyningerne i de enkelte kommuner, og i Jupiter er det muligt for kommunerne i tabellen WRRSUPLY at indberette forsyningsfordeling med tilhørende kodeliste "forsyningsart". Det er dog ikke et lovkrav, at vandforsyninger indberetter disse data til kommunerne ej heller, at kommunerne indsender data til Jupiter. De fleste vandforsyninger har dog registre med disse tal og mange, dog ikke alle, indberetter disse årligt til kommunerne. Da indberetningen ikke er lovpligtigt, er der ikke skabt en ensartet årlig indberetning af forsyningsfordeling til kommunerne og dermed ej heller til Jupiter-databasen. Dette skyldes bl.a., at kommunerne anvender ca. 3 forskellige IT leverandører, som har opstillet tre forskellige webindberetningsmetoder, som forsyningerne indberetter deres data igennem. Data bliver derfor i dag kun brugt lokalt i kommunerne på de enkelte anlæg, bl.a. i forbindelse med drikkevandsforureninger og øvrige beredskabssituationer. Det er ikke kendt, at data i kommunerne har været anvendt på en større kommunal eller regional skala.

På sigt ligger der derfor et potentiale i, at disse indvindingstal indberettes fra kommuner til GEUS, og dermed til DST med henblik på bedre fremskrivning branchespecifikt og opnå geografisk fordeling af indvindinger på brancher koblet til vandværker. Der vil også være et potentiale i at gennemgå hvordan data skal opgøres, samt at opdatere statens vejledning om indberetning og godkendelse af vandforsyningsdata i Jupiterdatabasens ”Jupitervejledning”, med en mere tydelig tilkendegivelse af hvordan data ønskes indberettet, og med hvilket formål.

Danmark Statistiks brancheopgørelse, hvor der foretages konverteringstrin på baggrund af bl.a. momsrefusionsopgørelser for at opnå vandforbrug fordelt på brancher adskiller sig fra indberetningsmulighederne i Jupiter startede i 2010, men indeholder ikke en georefereret kobling til de aktuelle vandforsyningsanlæg (DRWPlant) i Jupiter, der forsyner de forskellige brancher lokalt. Hermed afskrives på nuværende tidspunkt muligheden for geografisk regionale analyser af specifikke brancher, deres vandforbrug og nuværende vandbehov.

I forhold til Danmarks Statistiks bearbejdning af indberettede indvindingsmængder er det væsentlig at bemærke, at DST tilskriver værdier (imputeringer), hvor der ses unaturlige afvigelser i oppumpede mængder fra et år til et andet. Det gøres ikke fra GEUS' side, men er udelukkende en teknisk manøvre som gennemføres ved de enkelte vandstatistikker, såsom VANDIND tilgængelig på Statistikbanken.dk.

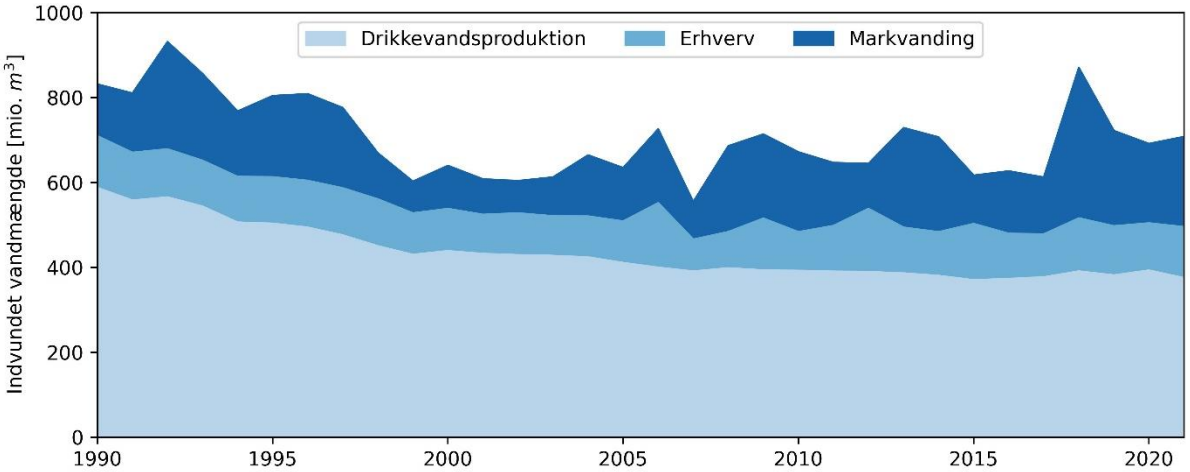
Med henblik på lokalt niveau skal den enkelte kommune i forbindelse med udarbejdelse af vandforsyningsplaner angive og lokalisere de forventede behov for vand i kommunen. Ifølge bekendtgørelsen for vandforsyningsplanlægning § 3 nr. 1 skal angivelsen være fordelt på forskellige forbrugergrupper (husholdning, institutioner, industri- og håndværksvirksomheder, landbrug, herunder markvanding, gartneri, samt dambrug m.v.). Det er i dag ukendt, hvordan dette håndteres på tværs af kommunerne. Der er for nuværende ikke en fælles vejledning på området, og kommunerne opgør derfor dette forskelligt.

4 Vandindvinding på landsplan

Indvindingen af grundvand på landsplan er opgjort siden 1989 på baggrund af dataserier for oppumpede mængder fra vandforsyningsanlæg lagret i Jupiter, og indberettet af de danske kommuner. Den danske vandforsyning er kendetegnet ved en decentral forsyningsstruktur, der udgøres af ca. 2.600 vandforsyninger og vandværker. Udover vandforsyningernes indvinding til primært drikkevandsformål har mange erhverv og landbrug tilladelse til egen indvinding af grundvand.

På Figur 4.1 ses udviklingen i grundvandsindvindingen fordelt på indvinding fra almene vandværker, virksomheder med egen indvinding og markvanding. Over de seneste 30 år er vandværkernes indvinding faldet med ca. 200 mio. m^3. Ifølge Dansk Vand- og Spildevandsforening (DANVA) ses der et fald i det danske vandforbrug fra 1987, på grund af indførelse af Vandmiljøplan I, samt bl.a. vandsparekampagner, vandbesparende installationer og vandmålere i hjemmene, øgede vandpriser, en grøn vandafgift på ledningsført vand samt indsats for og afgift på vandtab (lækager) \4\, se også Figur 4.1. Egen indvinding til virksomheder ligger stabilt, mens indvinding til markvanding varierer meget fra år til år afhængigt af temperaturer og nedbør i vækstsæsonen.

De summerede indvindingsmængder (mio. m^3) er ikke fuldstændig enslydende med det reelle vandforbrug, da vandtab ikke er inddraget. En opgørelse fra DANVA viser, at det gennemsnitlige vandtab i forsyningssektoren i 2021 var nede på 6,9 % (Vand i Tal 2022). Indvindingsmængderne beskriver dog det direkte træk fra grundvandsressourcen, og er derfor i videst muligt omfang benyttet.



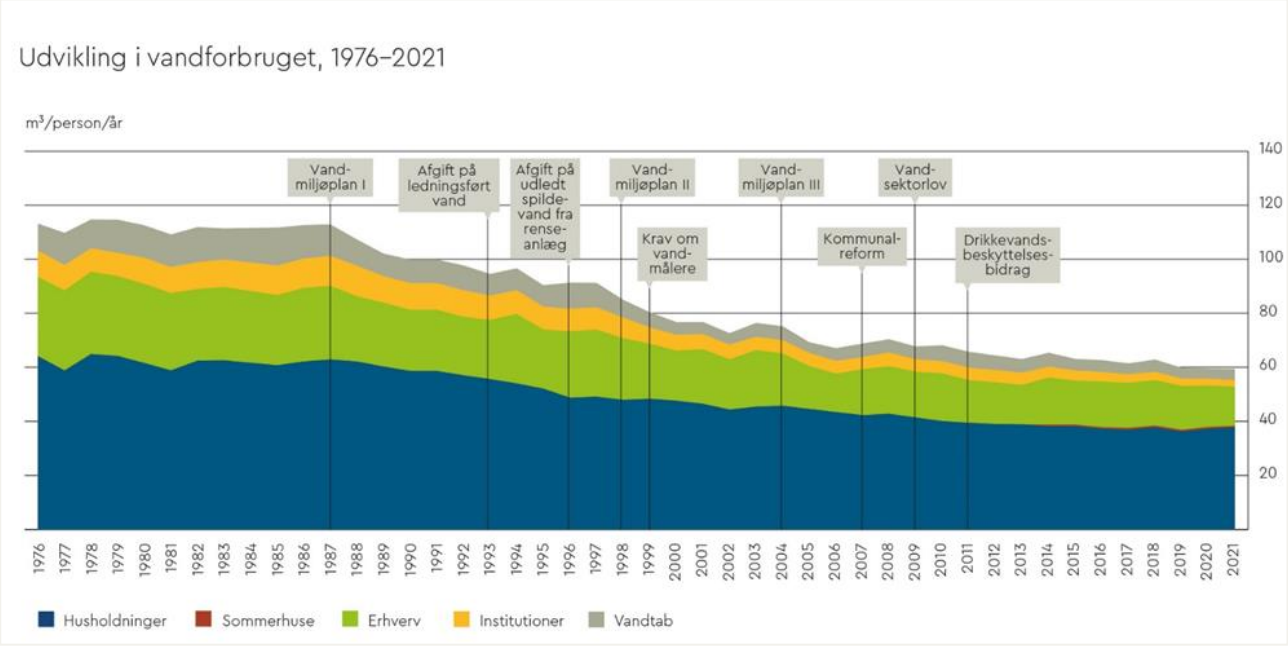
Figur 4.1. Årlig indvinding af grundvand for perioden 1990-2021 fordelt på almene drikkevandsforsyning, virksomheder med egen indvinding og markvanding. Udarbejdet af NIRAS på baggrund af udtræk fra Jupiterdatabasen \1\.

Drikkevandsproduktionen vist på Figur 4.1 udgøres af kategorier i Jupiter, der dækker fælles almene vandforsyningsanlæg og mindre private drikkevandanlæg (1-9 husstande). Erhverv og markvanding udgør registrerede anlæg i Jupiter med egen indvinding.

Et vigtigt pejlemærke i den viste tidsserie (Figur 4.1) er introduktionen af områder med særlige drikkevandsinteresser (OSD), der i amternes regionplaner for 1997 blev introduceret som administrativt grundlag i grundvandsbeskyttelsen. I 1997 blev der på landsplan indvundet 476 mio. m^3 drikkevand fra de almene vandværker, mens de indvundne mængder fra vandværkerne i 2021 blev opgjort til 370 mio. m^3, svarende til et fald på 21 %. Opgørelsen for 2021 viser, at 53 % af den samlede grundvandsindvinding foretages af de almene vandværker.

Udviklingen i det årlige drikkevandsforbrug (m^3/person) er vist på Figur 4.2, og baserer sig på data fra DANVAs medlemsvandværker, hvilket omfatter de store vandforsyninger i Danmark. I 2021 svarede det til 3,6 mio. forbrugere. Vandforbruget i husholdningen er faldet siden 1987, og i dag bruger en person ca. 38,4 m^3/år i husholdningen. De seneste år er udviklingen i forbruget fladet ud, og jf. DANVA's vurdering er der ikke mange flere vandbesparelser at hente på fysiske installationer, såsom toiletter, vandhaner, vaskemaskiner mv. i forhold til anvendelsen af drikkevand \4\.

Vandforbruget for erhverv tilsluttet den almene vandforsyning, viser ligeledes et generelt fald i vandforbrug (se Figur 4.2, grøn kurve), og lå i 2021 på 14,5 m^3/person årligt (svarende til ca. 53 mio. m^3) \4\. Kategorien "erhverv" dækker over vidt forskellige erhvervstyper, som ikke kan opdeles i yderligere underkategorier på nationalt plan. Dette kræver indgående kontakt til de enkelte vandforsyninger omkring deres forbrugere. Det skal bemærkes, at Figur 4.2 baserer sig på de største drikkevandsselskaber, som tilsammen i 2021 omfattede 3,6 mio. borgere, og dermed ikke er en fuldstændig opgørelse.



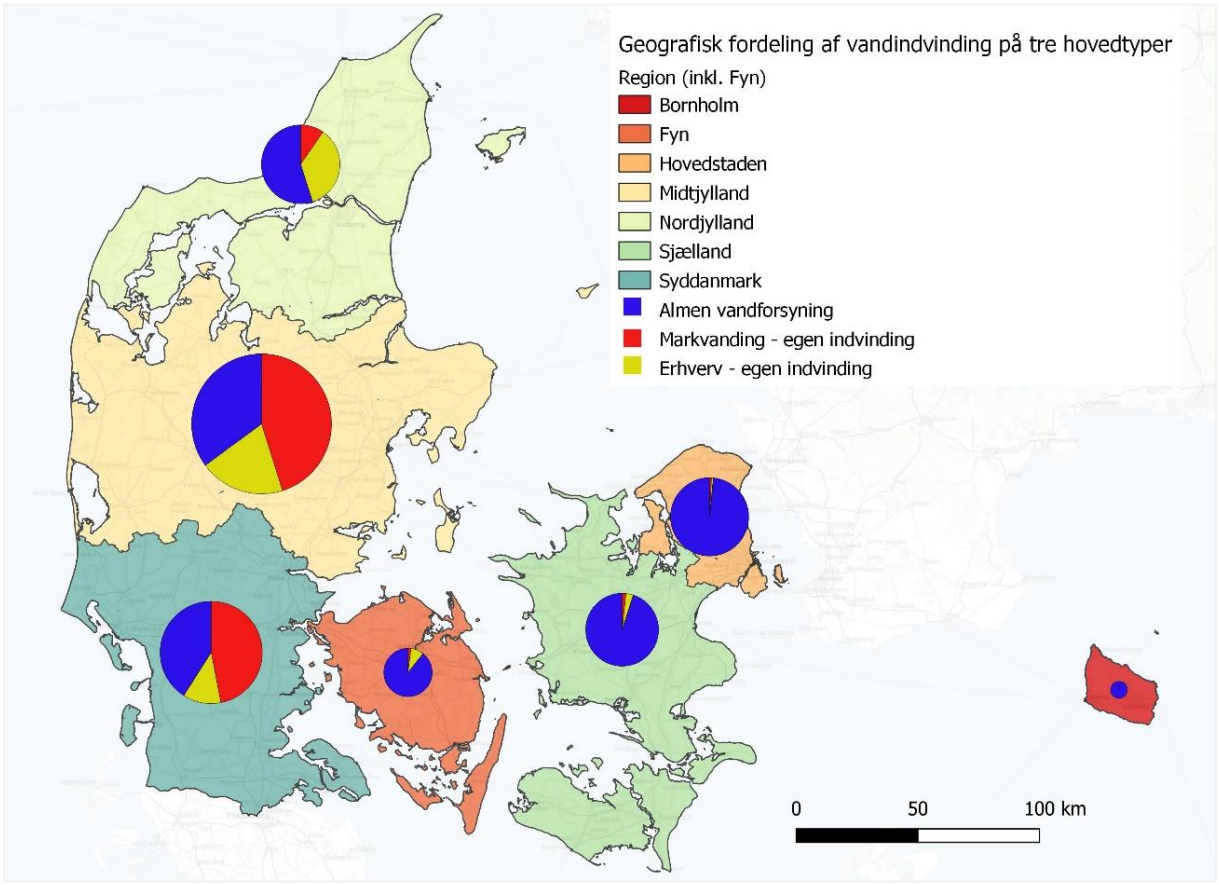
Figur 4.2. Udviklingen i vandforbruget 1976-2021. Fra: Vand i Tal 2022, DANVA \4

4.1.1 Nuværende vandindvinding (2021-tal)

Indberettede mængder af indvundet grundvand for år 2021 giver det seneste datagrundlag til at vurdere det nuværende billede af grundvandsforbruget i Danmark. Grundlaget er et kvalitetssikret udtræk fra GEUS' Jupiter-database, afstemt med Miljøstyrelsen, hvor der er udtrukket årlige indvindingsmængder og gældende indvindingstilladelser for vandforsyningsanlæg. Udtræk og summering af indvindingsmængder indeholder usikkerheder ift. at f.eks. fejlindberetninger og manglende indberetninger ikke kan kontrolleres. Ligeledes kan forskellig indberetning på f.eks. "Company types" i Jupiter afgøre, hvorledes indvindingsmængder grupperes (se afsnit 3.1).

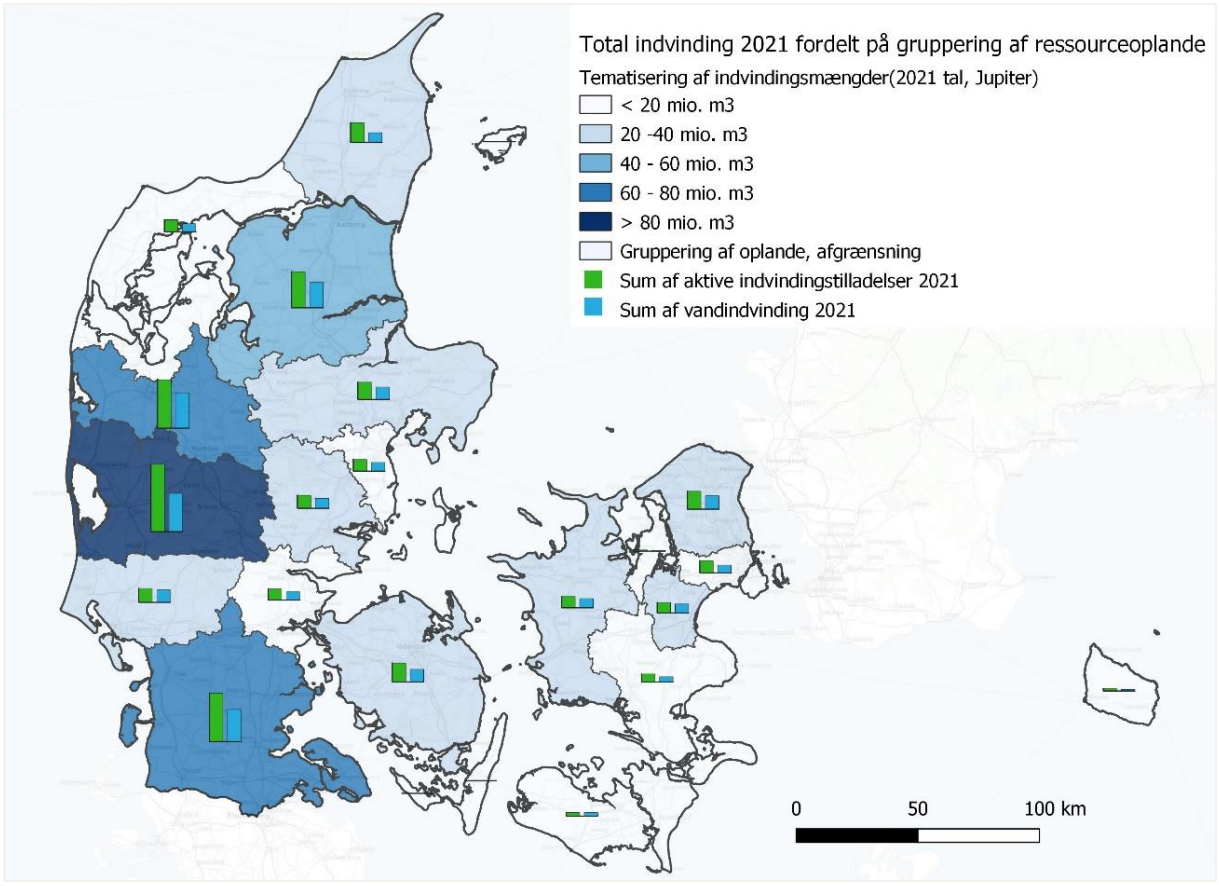
Figur 4.3 viser, at Midtjylland og Sydjylland i 2021 oppumpede de største grundvandsmængder, hvilket kan tilskrives en stor andel af anlæg til markvanding og andre erhverv/industri. Tilsammen stod de for 170 mio. m^3 indvundet vand fra markvandingsanlæg svarende til næsten 80% af den totale mængde kategoriseret som markvanding. Andelen af egen indvinding til erhverv var størst i Midtjylland, Sydjylland og Nordjylland med hhv. omtrent 48, 27 og 16 mio. mio. m^3, hvilket svarer til 76 % af hele den danske erhvervsindvinding. Det skal bemærkes, at Fyn er udskilt med en selvstændig opgørelse og derfor ikke indgår under Region Syddanmark. Totalt udgjorde indvindingen fra almene vandværker 349 mio. m^3, hvoraf ca. 3/4 gik til forbrug i husholdninger, institutioner og sommerhuse, mens den resterende 1/4 var til erhvervsformål.

Indvinding af overfladevand fra almene forsyninger udgjorde i 2021 på landsplan kun 5 mio. m^3, der blev indvundet primært i Kalundborg og Ringsted Kommuner.



Figur 4.3. Relativ visning af 2021 indvindingsmængder i regioner samt Fyn og Bornholm. Der er vist en fordeling inden for hver region samt med Fyn og Bornholm for sig selv. Fordelt på almen vandforsyning, markvanding og erhverv. Figuren er udarbejdet af NIRAS. Kilde: GEUS' Jupiter-database

Opgørelsen på Figur 4.4 viser summeret totalindvinding af grundvand i 2021 fordelt på en gruppering af geografiske vandoplande der er udarbejdet af GEUS \18\. Disse oplande beskriver vandskel, og kan benyttes til en yderligere opdeling, der går på tværs af administrative regionsgrænser. Oplandene giver dog ikke information om selve grundvandsressourcen. Figur 4.4 viser også en relativ sammenligning af total indvinding og summerede aktive indvindingstilladelser ved søjler (grøn søjle: Summerede indvindingstilladelser, blå søjle: Summerede indvindinger 2021). Det ses, at i Midt-, Vest- og Sydjylland, hvor der er størst indvinding til især markvanding, også findes de største summerede indvindingstilladelser.



Figur 4.4. Tematisering af totale indvindingsmængder for 2021 for delt på en gruppering af geografiske vandoplande. Der er foretaget en inddeling på 23 sammenlagte geografiske vandoplande. Med søjler ses relativt forhold mellem sum af aktive indvindingstilladelser (grøn) og sum af total indvinding i 2021 (blå). Figuren er udarbejdet af NIRAS. Kilde: GEUS' Jupiter-database

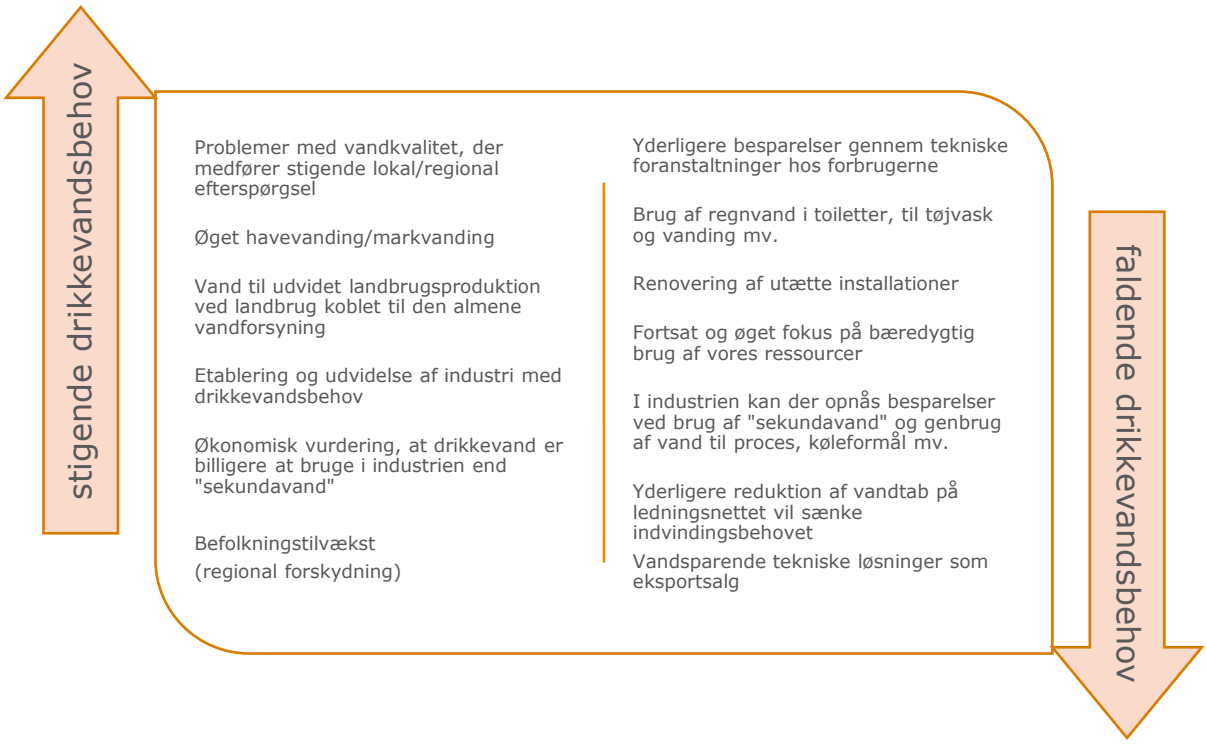
5 Vurdering og fremskrivning af vandbehov – nationalt

Der er på eksisterende datakilder fra GEUS og Danmarks Statistik (se afsnit 3) udført analyser med henblik på at fremskrive grundvandsbehovet til drikkevand på landsplan, samt foretage kvalitative vurderinger af udviklingen i vandforbrugende sektorer de kommende år. Under afsnit 6.2 sammenfattes relevante studiers vurdering af, hvorledes klimaforandringer kan have direkte effekt på vandforbruget i dansk landbrug i de kommende årtier.

5.1 Vandbehov til drikkevandsproduktion

Under afsnit 4 er vist, hvorledes udviklingen i vandforbruget i de danske husholdninger er faldet over en lang årrække siden 1987, hvorefter det er fladet mere ud de seneste ca. 10 år. En del af forklaringen på udfladningen er, at et stort besparelsespotentiale med vandbesparelser i husholdningerne vurderes at være blevet udnyttet op gennem 1990'erne og 2000'erne. Ligeledes skal tillægges som forklaring, at vandforsyningerne har haft, og har fokus på at reducere vandtab i distributionsnettet. Vandtab over 10% straffes økonomisk, og nogle vandselskaber har derudover fastlagt strategiske målsætninger om at reducere vandtabet yderligere. Foldes drikkevandsproduktionen fra de almene vandforsyninger ud, ses det, at også institutioner og en bred vifte af erhverv er inkluderet. Og samlet kan fortsat identificeres en faldende tendens i vandforbruget. Samtidig skal trenden i et faldende vandforbrug holdes op imod en vurderet befolkningstilvækst i Danmark på mere end 500.000 borgere fra 2010 til 2021 \8\.

På Figur 5.1 er angivet tendenser som kan have en betydning for, hvorvidt grundvandsbehovet til drikkevandsproduktionen vil gå mod et stigende eller faldende vandbehov. Udover de angivne parametre, kan der komme uforudsete tendenser til fremadrettet, som tilføjer usikkerhed i analysen.



Figur 5.1. Skitsering af mulige tendenser med indvirkning på et stigende eller faldende vandbehov til drikkevandsproduktionen. Figuren er udarbejdet af NIRAS.

Som eksempel fra skitsen kan nævnes brug af regnvand eller andre vandkilder end rent grundvand i dele af vandforbruget, hvor der i dag anvendes drikkevand, som en potentielt afgørende faktor, der kan tippe udviklingen mod et fald i grundvandsbehov til drikkevandsformål.

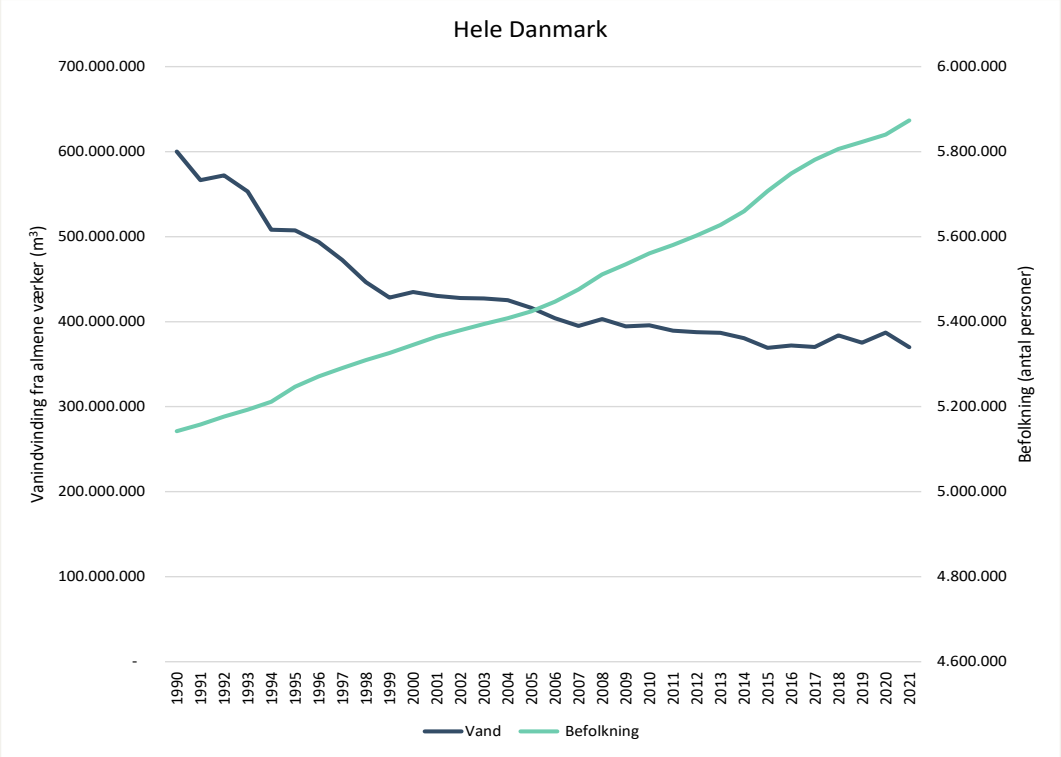
5.2 Befolkningsudvikling i relation til vandbehov

Tidligere analyser har haft som hypotese, at en større befolkning vil føre til et større vandbehov. For at vurdere hypotesen, er der i denne analyse set nærmere på korrelationen mellem det historiske befolkningstal og vandindvindingen fra almene vandværker.

Figur 5.2 til Figur 5.9 viser henholdsvis vandindvindingen fra almene vandværker og befolkningen i Danmark fra 1990 til 2021 både nationalt og regionalt.[2] Grafisk inspektion af disse historiske data viser, at der er en negativ korrelation mellem befolkningens størrelse og vandindvindingen. Så selvom en ekstra borger i Danmark alt andet lige burde føre til en højere vandindvinding, ses denne sammenhæng ikke i data, fordi den overordnede tendens til et faldende vandforbrug er stærkere end befolkningstilvæksten.

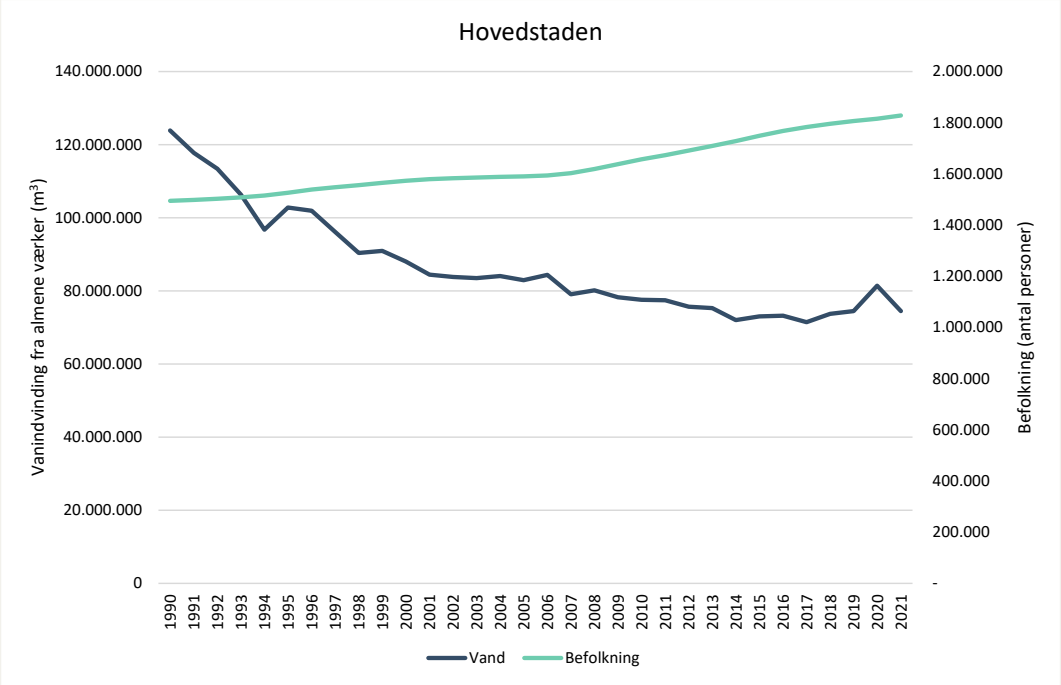
Fra 2010 til 2021 er vandindvindingen faldet med 6 % og befolkningen er steget med 6 %, se Figur 5.2.

[2] Data om de historiske befolkningstal stammer fra Danmarks Statistiks Statistikbank, tabel BEV1 samt BEV107. BEV1 indeholder data fra 1979 til 2005 og er opgjort før strukturreformen, hvilket betyder, at data er fordelt på 271 kommuner. Disse er i nærværende analyse summeret til de nuværende 98 kommuner. BEV107 indeholder data fra 2006 til 2022 og er fordelt på de nuværende 98 kommuner. Begge statistikker er summeret fra kommunalt til regionalt niveau.

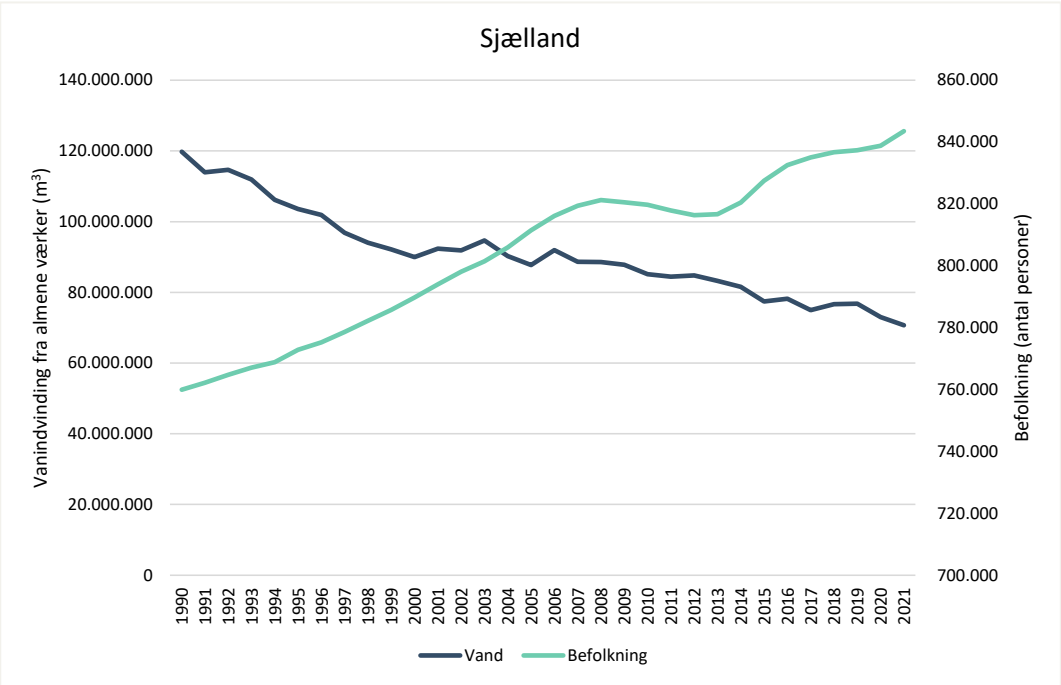


Figur 5.2 Udvikling i vandindvinding og befolkningstal fra 1990-2021, nationalt

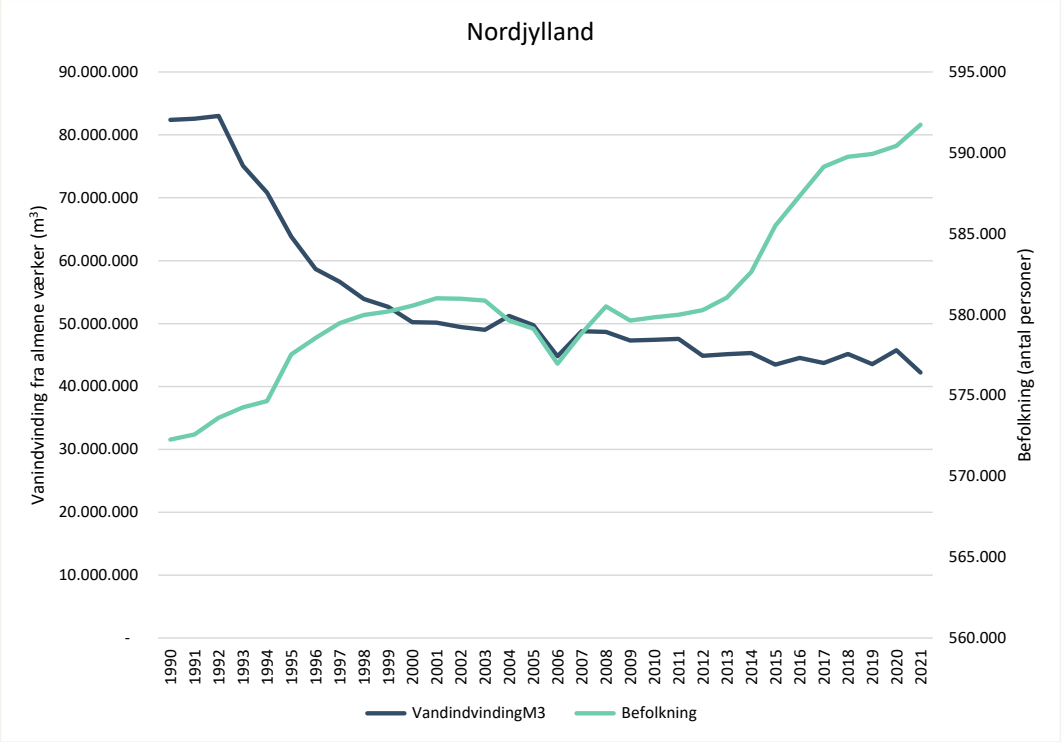
Figur 5.3 til Figur 5.9 viser udviklingen fordelt på regioner, hvor Fyn og Bornholm dog er vist særskilt. I Hovedstaden, Sjælland, Nordjylland, Syddanmark, Midtjylland og Fyn ses, ligesom for hele Danmark, en generel stigende tendens i befolkningstallet og en faldende til stagnerende tendens i vandindvindingen. De seneste ti år udviser udviklingen i vandindvindingen et mere fladt forløb. Hvor bl.a. vandindvindingen til vandforsyninger i Region Midtjylland har ligget på stabilt niveau på omkring 90 mio. m^3 årligt (se Figur 5.8). På Bornholm har befolkningen været aftagende i perioden 1990-2021, mens vandindvindingen fra vandværker har været svagt stigende siden ca. 2015.



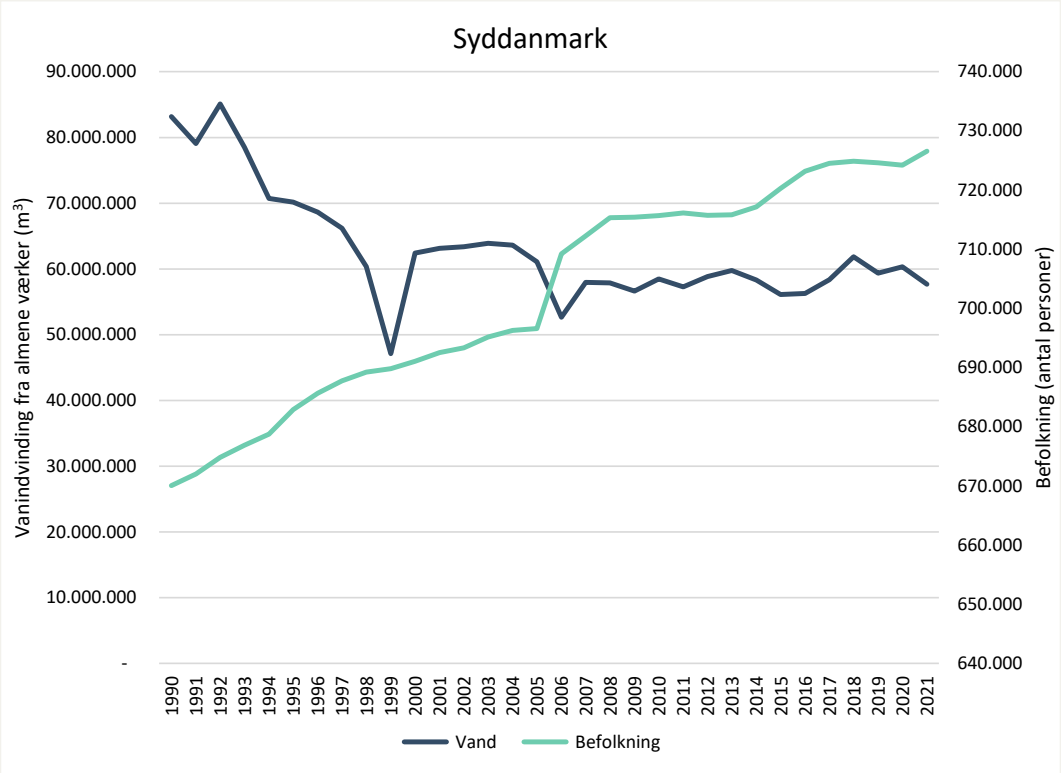
Figur 5.3 Udvikling i vandindvinding og befolkningstal fra 1990-2021, Hovedstaden



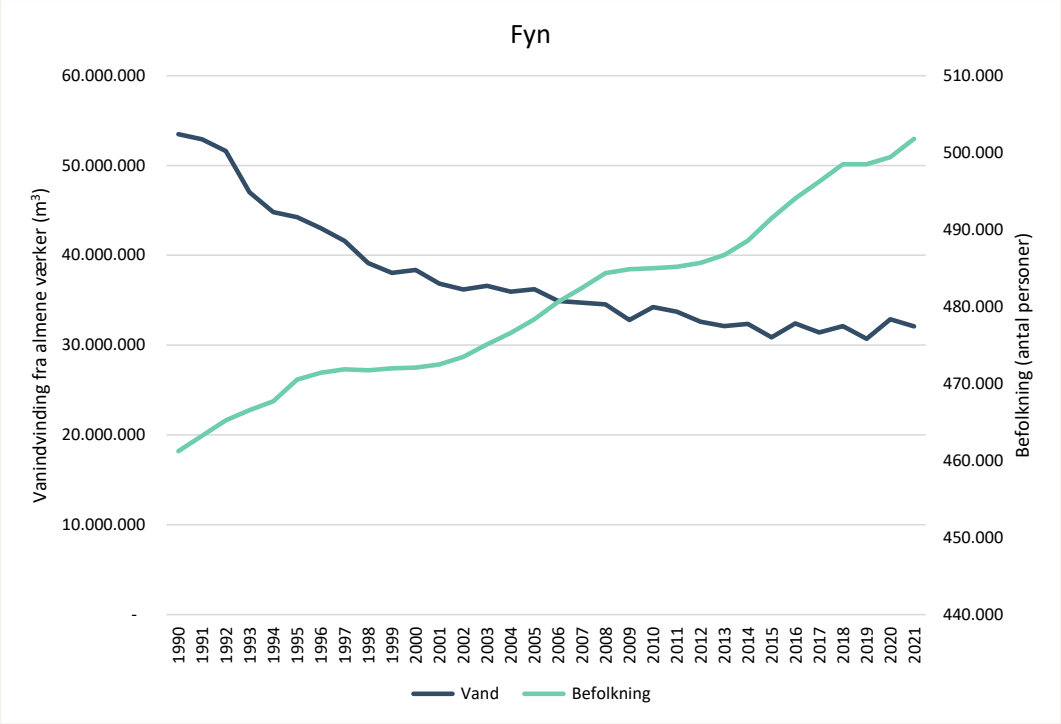
Figur 5.4 Udvikling i vandindvinding og befolkningstal fra 1990-2021, Sjælland



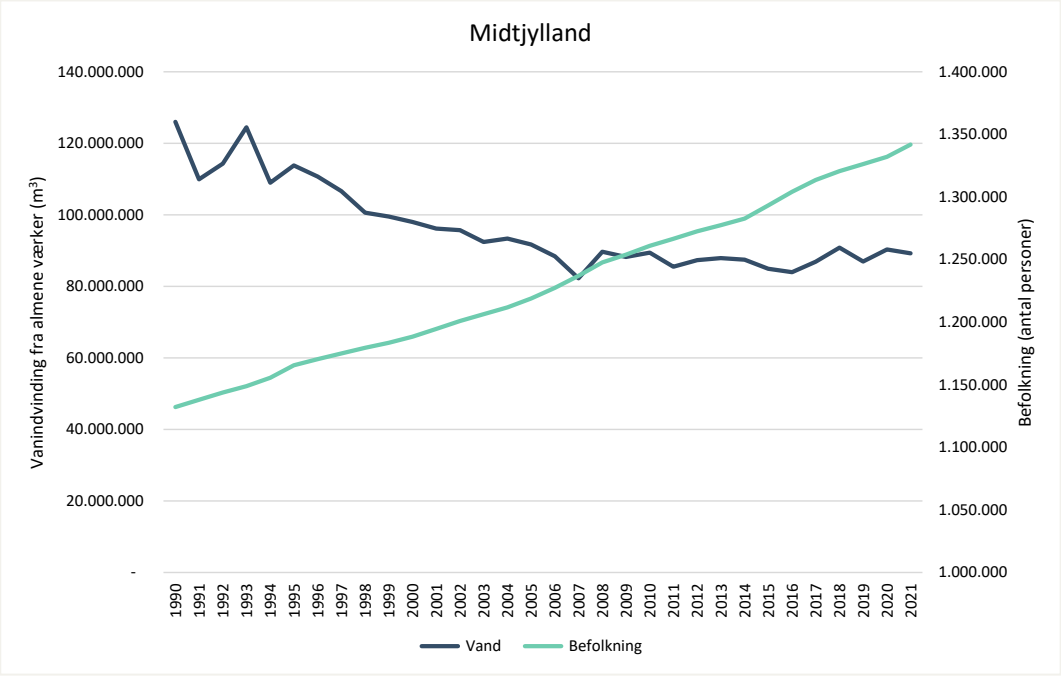
Figur 5.5 Udvikling i vandindvinding og befolkningstal fra 1990-2021, Nordjylland



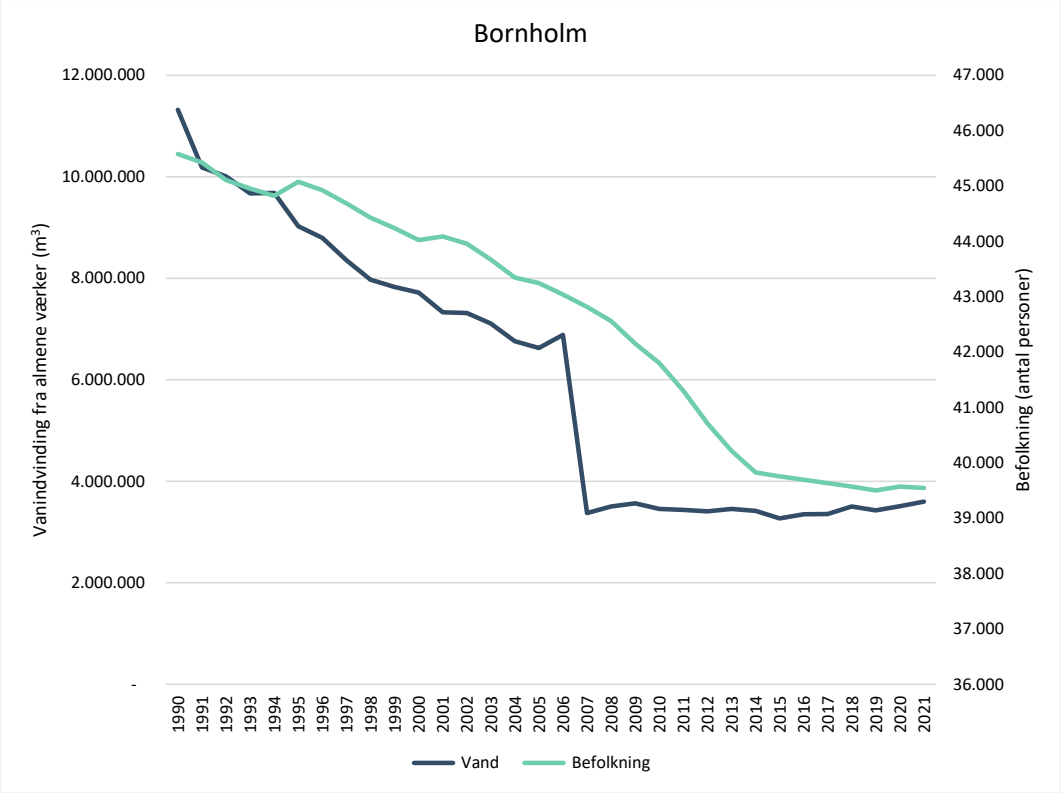
Figur 5.6 Udvikling i vandindvinding og befolkningstal fra 1990-2021, Syddanmark



Figur 5.7 Udvikling i vandindvinding og befolkningstal fra 1990-2021, Fyn



Figur 5.8 Udvikling i vandindvinding og befolkningstal fra 1990-2021, Midtjylland



Figur 5.9 Udvikling i vandindvinding og befolkningstal fra 1990-2021, Bornholm

For at undersøge, om udviklingen i befolkningen kan bruges til at forklare udviklingen i vandindvindingen, er der endvidere foretaget statistiske tests af korrelationerne i data.

I statistiske modeller, hvor der ses på sammenhængen mellem to variable er det vigtigt, at variablene er stationære, dvs. der må ikke være en generel trend i variablene. En hvilken som helst stigende eller faldende variabel vil nemlig altid have en relativt god statistisk korrelation med alle andre stigende og faldende variable, selvom de to variable ikke har nogen reel sammenhæng. For at isolere effekten af den forklarende variabel skal trendene i de to tidsserier derfor først tages ud. Dette er nærmere forklaret i bilag 2.

Tidsserier kan gøres stationære ved at se på første differenser, dvs. de årlige ændringer. Vi tester derfor sammenhængen statistisk ved at analysere om der er en signifikant korrelation mellem ændringerne fra år til år i de to variable, altså om en stigning eller et fald i befolkningen fra et år til det næste er korreleret med en stigning eller et fald i vandindvindingen i samme periode.

Test af korrelationskoefficienters statistiske signifikans sker ved t-tests af parameteren til den forklarende variable i en simpel OLS regression. I denne beregning har vi valgt at estimere sammenhængen, hvor første differensen af vandindvindingen er den afhængige variabel og første differensen af befolkningen er den uafhængige variabel. Regressionsligningen ser altså således ud:

$$vandindvinding_{t-1} = \beta + \alpha \cdot befolkning_{t-1} + \varepsilon_{t-1}$$

$$t = 2000, 2001, \dots, 2021$$

Nulhypotesen er, at korrelationskoefficienten er nul, dvs. $\alpha = 0$ og dermed at befolkningsudviklingen ikke er signifikant korreleret med udviklingen i vandindvindingen i perioden.

Tabellen nedenfor viser estimaterne af α for hver region, hvor stjernerne angiver signifikansniveauet for estimaterne.

Tabel 5.1. Test af befolkningsudviklingens statistiske signifikans på udviklingen i vandindvindingen

Afhængig variabel: $Vandindvinding_{t-1}$								
	Hele Danmark	Hoved-staden	Sjælland	Nordjyl-land	Syddan-mark	Fyn	Midtjyl-land	Bornholm
$Befolkning_{t-1}$	-110,7 (190,6)	-35,7 (98,4)	-69,9 (219,6)	483,0 (374,6)	-603,3** (182,6)	113,1 (280,7)	126,7 (355,1)	22,3 (929,1)

Standard fejl i parentes

*** p<0,001, ** p<0,01, *p<0,1

Det ses, at der for hele Danmark samt alle regioner undtagen Syddanmark ikke findes statistisk signifikante korrelationskoefficienter, og at vi derfor ikke kan afvise hypotesen om, at ændringer i befolkningen ikke er korreleret med ændringer i vandindvindingen. I Syddanmark findes der en statistisk signifikant korrelation, hvor korrelationskoefficienten er signifikant på et 1 % signifikansniveau. Dvs. at det kunne være relevant at medtage ændringer i befolkningen for Syddanmark.

Overordnet viser resultaterne, at selvom der kan ses en negativ sammenhæng mellem de to variable målt i niveauer kan dette forklares med, at der er tale om overordnede trends, og at det ikke vil bidrage yderligere at inddrage udviklingen i befolkningen, for andre steder end Syddanmark. For at kunne sammenligne på tværs af områder er det dog valgt ikke at medtage udviklingen i befolkningen i fremskrivningen for Syddanmark.

5.3 Udført modelfremskrivning

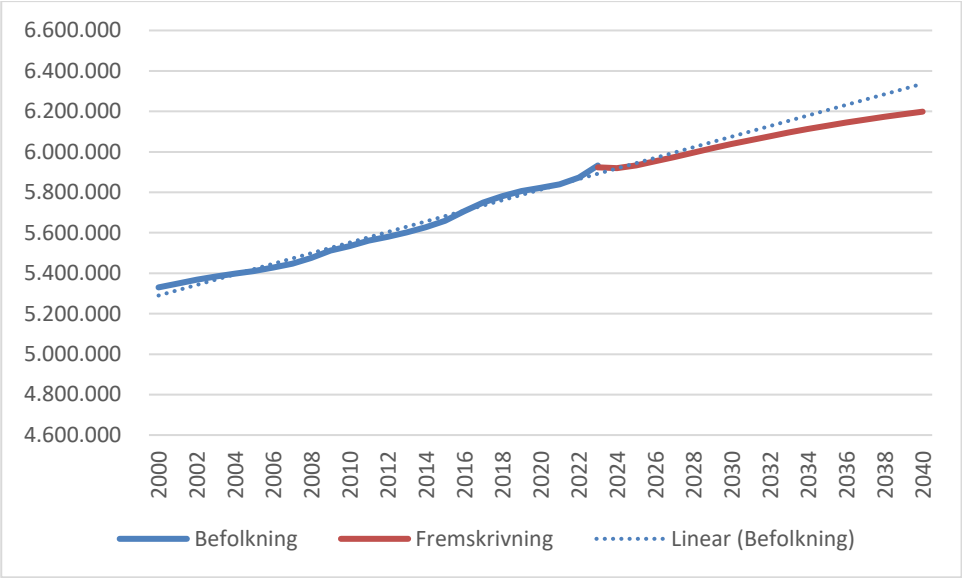
Til at give et kvantitativt estimat på det fremtidige vandbehov til drikkevandsproduktionen har NIRAS estimeret det forventede fremtidige indvinding, baseret på en regressionsanalyse af de historiske indvindingsdata. Analyserne er baseret på tidsseriedata for vandindvinding fra almene vandværker fra 1989-2021 udtrukket fra GEUS' Jupiter-database.

I tidsrækkeanalyser fremskrives dataserien som udgangspunkt ud fra de trends og cykliske tendenser, som findes i de historiske data. Det er muligt at inddrage forklarende variable også, hvis disse kan bidrage med yderligere præcision i modellen, når der allerede er taget højde for alle trends og tendenser.

Styrken ved denne tilgang er, at man ikke behøver at modellere de bagvedliggende sammenhænge bag trends og tendenser, så længe de er stabile og systematiske. Dvs. hvis der er en systematisk udvikling i befolkningen, vandforbruget per borger, vandtab hos forsyningen, industriens vandforbrug mv., så er dette medtaget samlet via de modellerede trends. Rent modelleringsteknisk vil det føre til en overspecifikation af modellen, hvis man også forsøger at tage de bagvedliggende årsager til trends med, dvs. parameterestimaterne bliver insignifikante. Statistiske test viser, at dette også sker i denne model, når man forsøger at medtage befolkningsudviklingen.

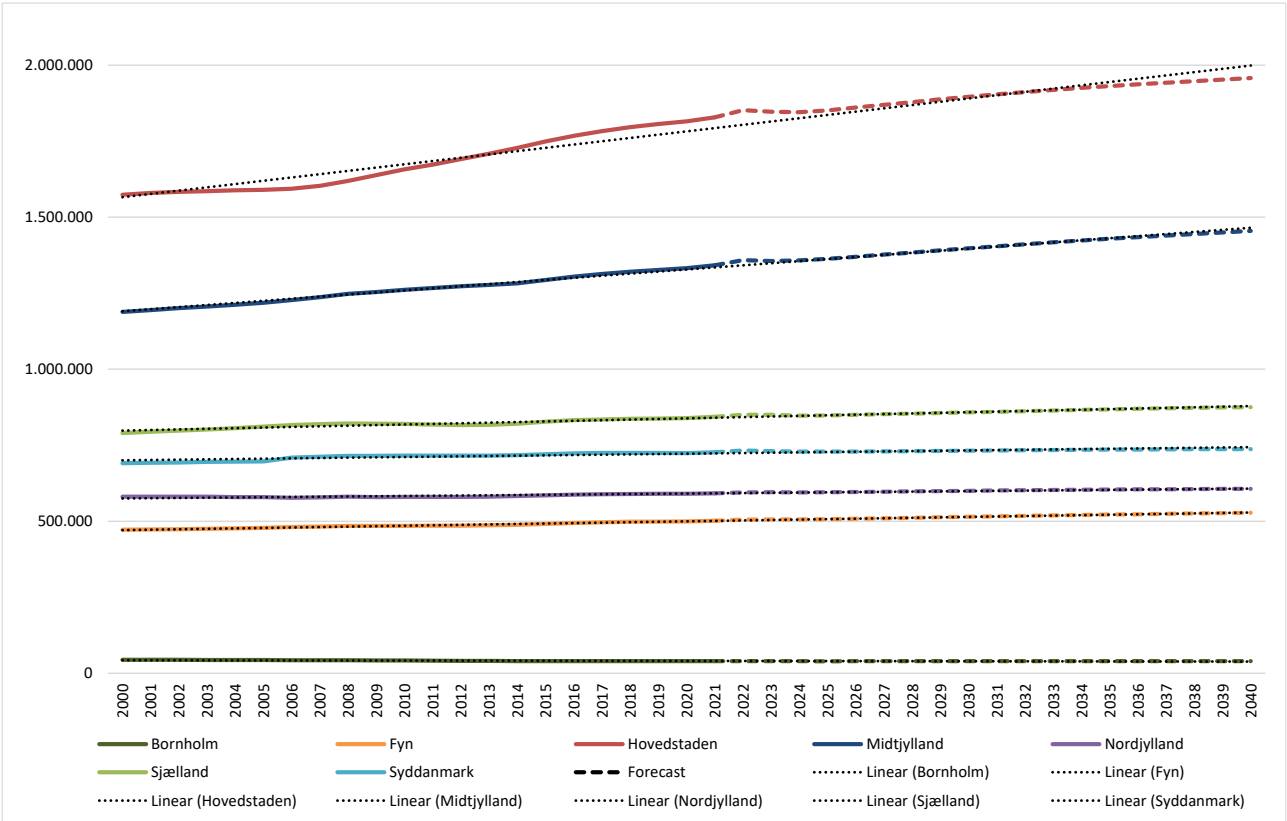
Svagheden ved denne type modellering er dog, at modellerne ikke kan forudse grundlæggende ændringer i trends og tendenser, med mindre disse er kendte på modelleringstidspunktet. Det kan fx være fremadrettede ændringer i rammevilkår, konjunkturer, teknologier mv., hvor effekten kun kan medtages i modellen, hvis man på forhånd specificerer denne som en variabel. Dvs. man skal have en konkret forventning til fremtiden, som kan omsættes til en variabel.

Hvis befolkningen skulle inddrages som en variabel, der forudser en ændring i trends, skal der forventes en ændring i befolkningsudviklingen set i forhold til tidligere. Danmarks Statistik forventer på nationalt plan ikke en større ændring i udviklingen i befolkningen i forudsigelsesperioden set i forhold til den historiske tidsserie, jf. Figur 5.10. Dog kan der visuelt anes en lidt mere afdæmpet befolkningsvækst i fremskrivningen. Hvis befolkningsfremskrivningen blev inddraget i modellen, ville den derfor trække de fremskrevne værdier i nedadgående retning, da befolkningstallet i fremtiden forventes at stige langsommere end hidtil.



Figur 5.10 Historisk og fremskrevet udvikling i befolkningstal i Danmark. Kilde: Danmarks Statistik

På regionalt plan forventes der, ifølge Danmarks Statistik, heller ikke markante ændringer i befolkningsudviklingen jf. Figur 5.11. I Hovedstaden forventes lidt svagere befolkningstilvækst end hidtil, men for de øvrige regioner forventes samme udvikling som hidtil. Figuren viser også, at der ikke forventes store ændringer i de historiske besætningsmønstre på tværs af regioner.



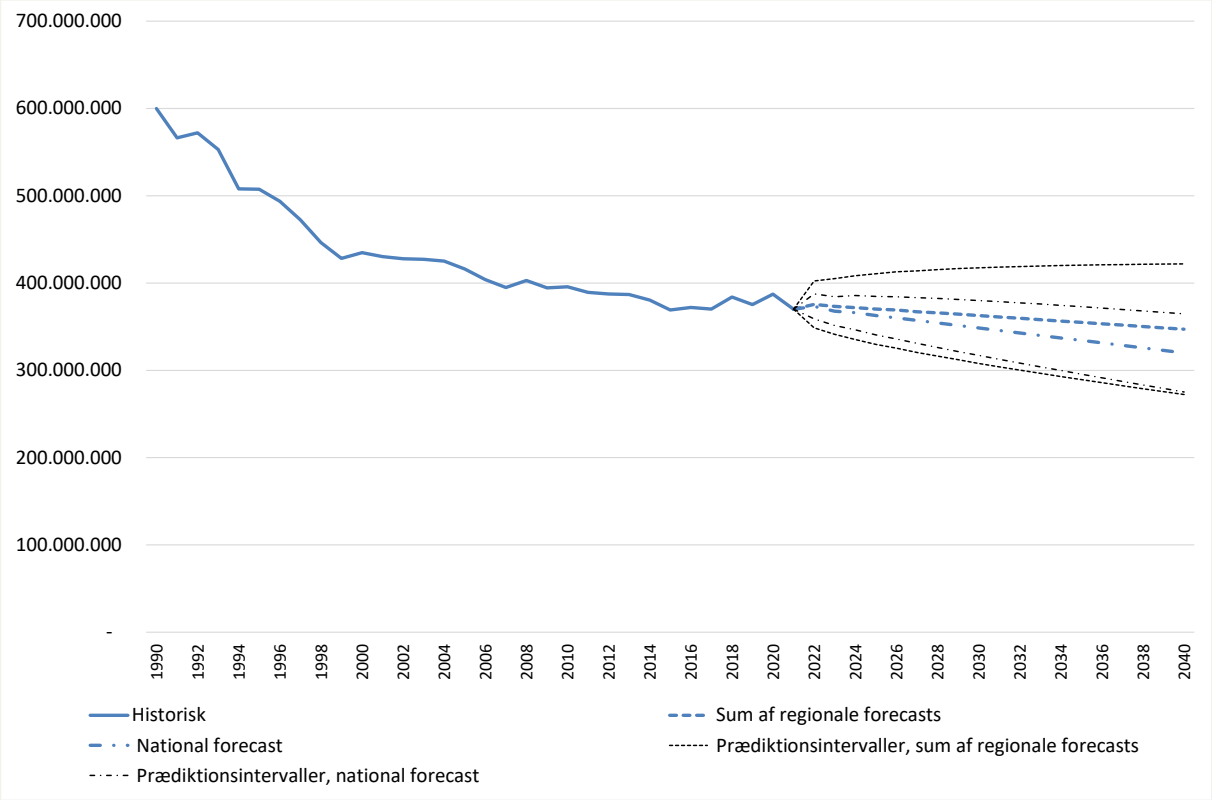
Figur 5.11 Historisk og fremskrevet udvikling i befolkningstal i regioner. Kilde Danmarks Statistik

Når befolkningen ikke kan bidrage til modellens forklaringsgrad i den historiske periode, dvs. parameterestimatet til udviklingen i befolkningen reelt er lig 0, er det ikke muligt at omsætte det forventede lille fald i befolkningstilvæksten til en effekt på vandforbruget i forudsigelsesperioden. Vi vil derfor i denne analyse konkludere, at det formentlig fører til en overvurdering af den fremtidige vandindvinding, når faldet i befolkningstilvæksten ikke er medtaget i modellen. Til gengæld kan det estimerede vandforbrug være undervurderet, hvis man forventer, at potentialet for vandbesparelser er ved at være udtømt og vandbesparelserne derfor vil udvikle sig langsommere i forudsigelsesperioden end i den historiske periode. Da vi ikke ved hvor store disse modgående effekter er, kan vi ikke sige om den samlede udvikling er over- eller undervurderet. Den statistiske usikkerhed på modellen er afrapporteret ved 5% og 95% konfidensintervaller på estimaterne.

5.3.1 National modelfremskrivning

Til fremskrivningen anvendes i denne analyse en standard tidsrækkemodel kaldet Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) model. ARIMA modeller består af autoregressive (AR) led, Moving Average (MA) led og beregnes på differenser (årlige forskelle) af data. Det er AR og MA leddene, som beskriver de trends og tendenser, som medtages i modellen. En mere detaljeret gennemgang af den statistiske model og dens egenskaber findes i bilag 2.

Figur 5.12 viser den samlede vandindvinding fra almene vandværker i hele Danmark i perioden fra 1990-2021, samt de fremskrevne værdier frem til 2040 dannet ved hjælp af ARIMA modellen. Der er desuden vist summen af regionale fremskrivninger, der ses på de følgende Figur 5.13 og Figur 5.14.



Figur 5.12. Fremskrivning af vandindvinding m^3 fra almene vandværker i hele Danmark. Fremskrivningen er baseret på indvindingsopgørelser fra Jupiter for perioden 2000-2021. På grafen er også vist summen af de regionale fremskrivninger. Udarbejdet af NIRAS.

Fremskrivningen er baseret på observationer fra 2000-2021, da der observeres en stejlere nedadgående tendens i 1990'erne set i forhold til observationerne efter 2000, formentlig bl.a. som følge af det regulatoriske fokus på vandtabet i distributionsnettet fra 1994. Det forventes, at vandforsyningerne frem mod 2000 stort set har reduceret vandtabet så meget som det giver økonomisk mening at gøre. Dette skift i tendens forventes derfor at være varigt.

Der er testet statistisk for, om skiftet i 2000 er signifikant. Dette er gjort ud fra en simpel lineær regression med vandindvinding som afhængig variabel og tid som uafhængig variabel. Yderligere inkluderes en dummy, som antager værdien 1 før år 2000 og værdien 0 efter år 2000. Dummyen er både inkluderet som variabel og i et interaktionsled sammen med tid, hvor interaktionsleddet angiver forskellen i hældninger før og efter år 2000. Regressionsligningen ser dermed således ud:

$$Vandindvinding_t = \beta + \alpha \cdot t + d + \theta \cdot t \cdot d + \varepsilon_t$$

Hvor $t = 1990,1991,\dots,2021$ og d er dummyen.

Såfremt regressionskoefficienten θ er signifikant, betyder det, at hældningen før og efter år 2000 er signifikant forskellige. For hele Danmark samt alle områder, på nær Bornholm, findes at regressionskoefficienten θ signifikant og negativ, hvilket betyder, at hældningerne før og efter år 2000 er signifikant forskellige, og at hældningen før år 2000 er mere negativ (stejlere) end efter år 2000.

Når der er sket et stort skifte i trends og tendenser i den historiske tidsserie kan man håndtere det på to måder. Man kan modellere skiftet ved hjælp af en forklarende (dummy) variabel eller man kan udelade data fra før skiftet. I denne model har vi valgt at udelade data fra før 2000 i modellen, da det må formodes at det ikke giver større præcision på estimaterne for den fremtidige indvinding at inkludere disse data.

Modelfremskrivningen viser, at der forventes en fortsat nedadgående trend i vandindvindingen fra almene vandværker. Den fortsat faldende tendens forventes primært at afspejle fortsatte effektiviseringer af vandforbruget hos især virksomheder, dels på grund af tekniske forbedringer og dels på grund af fokus på verdensmål, bæredygtighed og grøn omstilling.

Det er en generel egenskab ved denne type modeller, at der vil være nogen variation i de første år af fremskrivningen, men jo længere ud i fremtiden man forsøger at fremskrive, jo mere stiger usikkerheden og forskellene flader ud og er til sidst kun lig med trenden i data. At usikkerheden stiger ses også på prædiktionsintervallet, som bliver større med tiden.

Ifølge fremskrivningen estimeres den samlede vandindvinding fra almene vandforsyninger at falde med omkring 13,5 % fra 2021 til 2040, svarende til et gennemsnitligt årligt fald på 0,8 % pr. år. Der er dog en betydelig usikkerhed på dette estimat, idet prædiktionsintervallet har et spænd på faldet fra 2021 til 2040 på mellem 1 % og 26 %, svarende til årlige fald på mellem 0,1 % og 1,5 %.

Hvis vi i stedet ser på summen af de regionale fremskrivninger estimeres et mindre fald på samlet 6,2 %, svarende til et gennemsnitligt årligt fald på 0,3 %. Ved brug af de regionale fremskrivninger øges detaljegraden, idet der tages højde for forskellige trends på tværs af geografi, men samtidig kan der være flere usikkerheder i de mere detaljerede data. Af disse årsager er begge estimater medtaget. Det ses, at estimaterne ligger inden for de samme prædiktionsintervaller.

Prædiktionsintervallet viser hhv. 5% og 95% konfidensintervaller, dvs. at modellen fremskriver at vandindvindingen med 90% sandsynlighed bliver realiseret inden for det viste interval på Figur 5.12. Det betyder også, at vandindvindingen med 5% sandsynlighed kan blive højere end den øverste grænse i prædiktionsintervallet.

Som prædiktionsintervallet i Figur 5.12 viser, stiger usikkerheden på estimatet jo længere frem i tiden modellen forsøger at fremskrive. Det er muligt, at der i fremtiden vil ske en ændring i trends f. eks. pga. reducerede muligheder for yderligere effektiviseringer i vandforbruget, men det er modellen ikke i stand til at fange på basis af det nuværende datagrundlag. Det vil kræve tilførsel af yderligere informationer før modellen kan blive i stand til at sige noget om ændringer i tendenser længere ud i tiden. De første år af fremskrivningen bør derfor tillægges den største værdi.

Tabel 5.2 nedenfor viser punktnedslag fra fremskrivningen i henholdsvis 2021, som er det sidste år med faktiske data, og forventede fremskrevne værdier for 2030 og 2040. Alle tal angiver vandindvindingen fra almene

vandværker i kubikmeter. Ifølge fremskrivningen vil vandindvindingen forventeligt falde med 6 % fra 2021 til 2030 og med yderligere 8 % fra 2030 til 2040. Som tidligere beskrevet, er estimaterne behæftet med betydelig usikkerhed, som stiger mod slutningen af perioden.

Tabel 5.2. Nationale punktnedslag fra fremskrivning (indvinding fra almene vandværker i m^3 grundvand)

Årstal	**2021**	**2030**	**2040**
Hele Danmark	370.071.252	348.602.945	320.021.102
Sum af regionale fremskrivninger	370.071.252	362.720.428	347.125.214

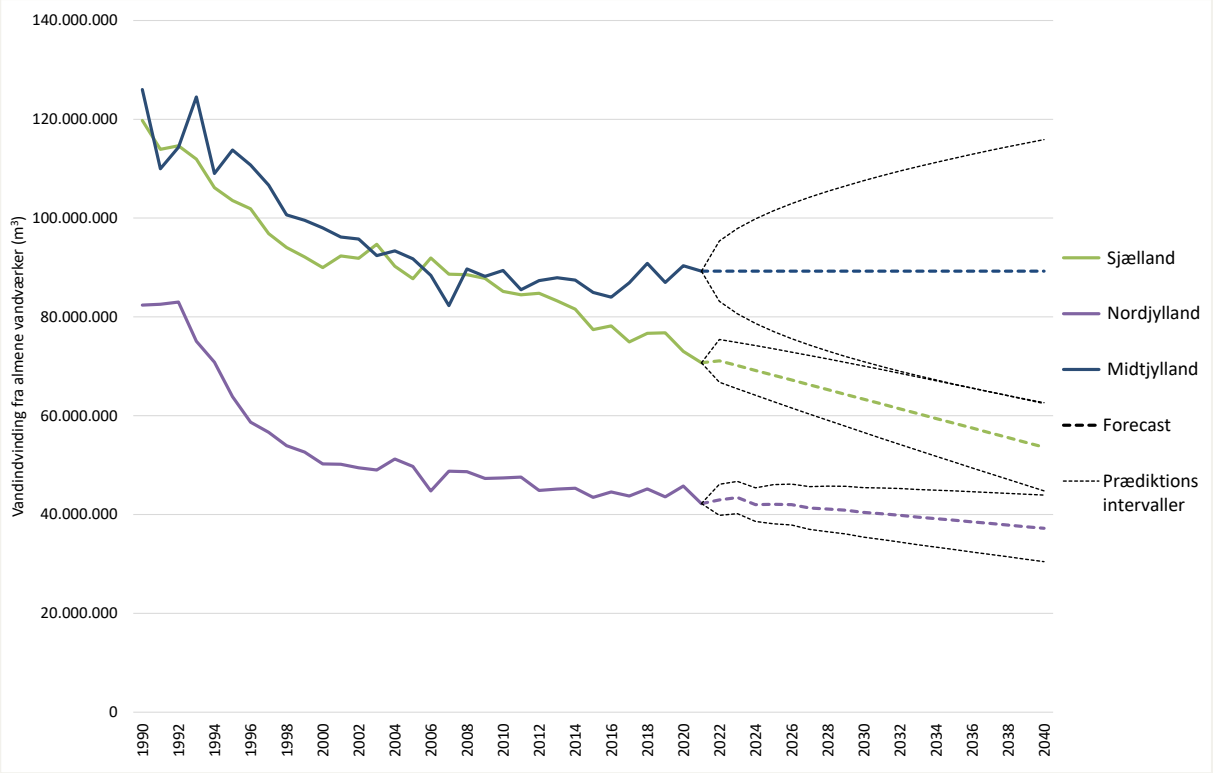
5.3.2 Regionale modelfremskrivninger

For at undersøge og tage højde for forskelle i drikkevandsforbruget på tværs af geografi ser denne analyse også på fremskrivninger på regionalt niveau. Her anvendes normale regionsgrænser, men hvor Fyn og Bornholm (Regionskommune) analyseres særskilt. Fyn er behandlet selvstændigt, selvom TRE-FOR forsyner dele af Middelfart Kommune med vand fra Jyllandssiden. Denne afgrænsning forventes dog ikke at have betydelig effekt på fremskrivningen.

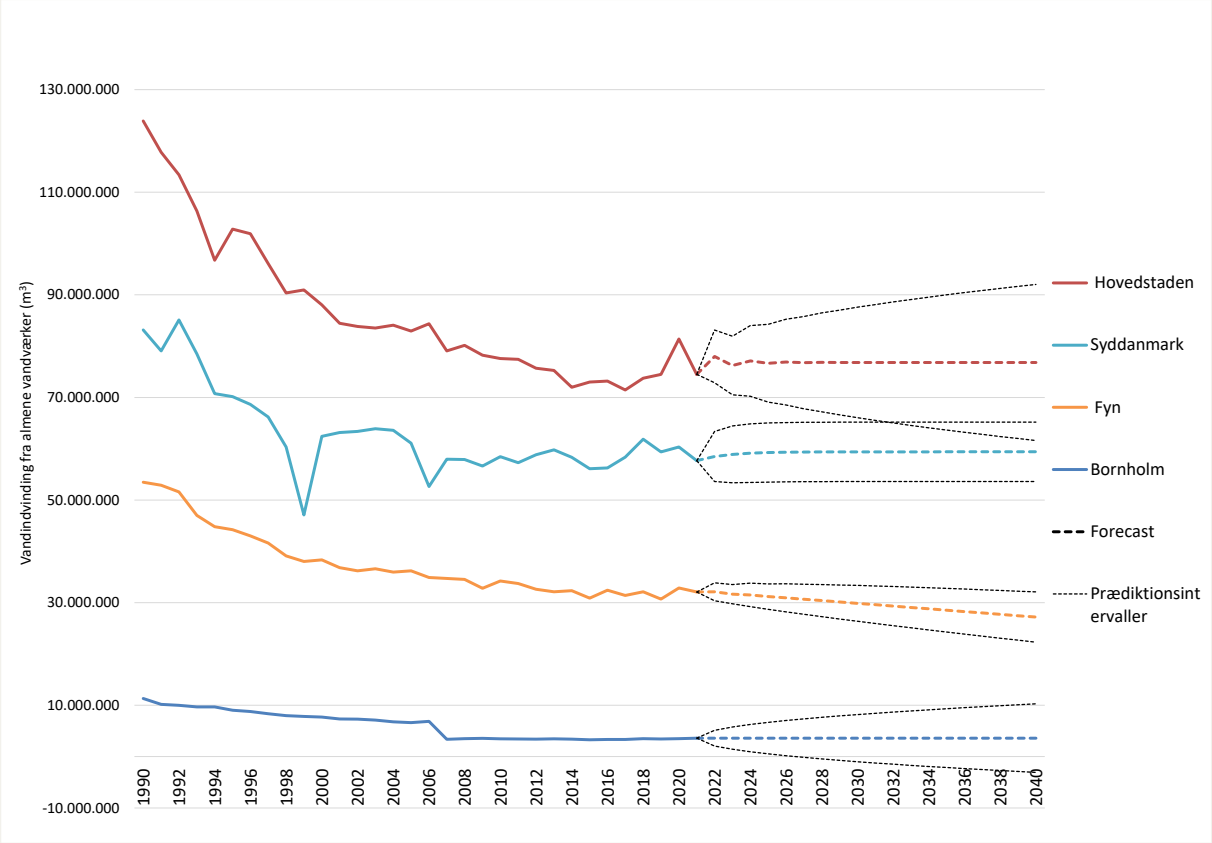
Ligesom for den nationale fremskrivning er fremskrivningerne på regionalt niveau baseret på data fra 2000-2021. Dette skyldes, at der også her generelt observeres en stejlere nedadgående trend i 1990'erne set i forhold til resten af perioden og at skiftet i tendens fra 1990-2000 og 2000-2021 jf. afsnit 5.3.1 er statistisk signifikant for alle områder på nær Bornholm. På Bornholm er skiftet i år 2000 ikke signifikant og ved grafisk inspektion ligner det i stedet, at der sker et skift omkring år 2007, hvor der sker et meget stort fald og vandindvindingen derefter flader ud. Det er alligevel valgt at lave modelfremskrivningen for Bornholm fra år 2000, da tidsserien ellers er meget kort.

Det ses, at den nedadgående tendens i nogle regioner er fladet ud og stagneret, og at fremskrivningen derfor også viser en fremtidig flad trend. For både Midtjylland, Syddanmark (Region Syddanmark, eksklusiv Fyn med øer) og Bornholm er fremskrivningen konstant, hvilket skyldes, at der ikke findes statistisk signifikante trends i data. Det bedste bud på den fremtidige vandindvinding er derfor, at denne fortsætter uændret, hvilket afspejles i modellens fremskrivninger.

Fremskrivningen viser (se Figur 5.13 og Figur 5.14), at vandindvindingen fra almene vandværker forventes at falde mest på Sjælland og at der også forventes fald i Nordjylland og på Fyn. Fremskrivningen for Midtjylland og Bornholm er konstante, hvilket afspejler at modellen ikke har kunne opfange statistiske trends i data. I Hovedstaden og i Syddanmark viser fremskrivningen meget små stigninger i vandindvindingen frem mod 2040. Fra 2021 til 2040 fremskrives vandindvindingen fra almene værker i Region Sjælland at falde med gennemsnitligt 1,4 % årligt, mens det i samme periode på Fyn forventes et fald på op til 0,9 % årligt og i Region Nordjylland et fald på 0,7 % årligt. Modellen fremskriver ud fra historiske trends i data, og det er dermed forskelle i de historiske udviklinger i vandindvinding, der bestemmer forskelle i de fremskrevne fremtidige udviklinger. Det er langt fra sikkert, at fremtiden vil udvikle sig ligesom den hidtidige udvikling, men dette er det bedste bud ud fra denne univariate modelfremskrivning.



Figur 5.13. Fremskrivning af vandindvinding fra almene vandværker på regionalt niveau med prædiktionsvaller (5 og 95 %. Dvs. der er 90% sandsynlighed for realisering indenfor intervallet). Sjælland, Nordjylland og Midtjylland.



Figur 5.14. Fremskrivning af vandindvinding fra almene vandværker på regionalt niveau med prædiktionsvaller (5 og 95 %. Dvs. der er 90% sandsynlighed for realisering indenfor intervallet). Hovedstaden, Syddanmark, Fyn og Bornholm.

Tabel 5.3 viser punktnedslag for den regionale fremskrivning i 2021, 2030 og 2040. Alle tal angiver vandindvindingen fra almene vandværker i kubikmeter.

Tabel 5.3. Regionale punktnedslag fra modelfremskrivning af m³ indvinding for år 2021, 2030 og 2040.

	2021	**2030**	**2040**
Hovedstaden*	74.500.000	76.828.142	76.822.959
Sjælland	70.720.966	63.338.876	53.631.529
Nordjylland	42.220.407	40.422.946	37.208.285
Syddanmark	57.687.359	59.399.261	59.405.836
Fyn	32.084.025	29.872.708	27.198.110
Midtjylland	89.258.382	89.258.382	89.258.382
Bornholm	3.600.113	3.600.113	3.600.113

*For Region Hovedstaden er anvendt opgørelse for 2021 fra Danmarks Statistik, da opgørelse fra Jupiter udviste unaturligt lavt vandforbrug. De 74,5 mio. m³ indeholder imputeringsværdier jf. forklaring i afsnit 3.2.

5.4 Diskussion af fremskrivninger - drikkevandsproduktion

5.4.1 Den udførte regressionsfremskrivning

Det er muligt, at modelfremskrivningerne kan forbedres ved inklusion af flere forklarende variable, som kunne supplere trends i data, og dermed ville øge modellens forklaringsgrad. Som beskrevet er det testet, hvorvidt udviklingen i befolkningstal kunne være en forklarende variabel, men der er ikke fundet statistisk evidens for denne sammenhæng.

Andre mulige forklarende variable kunne være husholdningernes disponible indkomst, generel økonomisk vækst (BNP), overskud i produktionen (BVT), produktion i virksomheder samt vejr og klima. Det afgørende for, om disse variable kan bidrage yderligere til modellen er, hvorvidt der observeres eller forventes en ændring eller spring i udviklingen, som ikke kan repræsenteres ved en trend.

Det har ikke været muligt inden for rammen af denne opgave at indsamle data og teste flere forklarende variable, men dette er en mulig viderebygning af analysen.

Den statistiske tilgang er "top down", hvor der ses på de overordnede trends og tendenser. En alternativ tilgang til analysen kunne være at anvende en "bottom up" metode, hvor konkrete kunders historiske forbrug ligger til grund, ligesom forsyningerne gør i deres egne forudsigelser. Det kræver dog meget detaljerede data om den enkelte forbrugers forbrug og en langt højere tidsopløsning på data. Derudover kræver det oplysninger om import og eksport af vand mellem forsyningsselskaber og områder for at finde sammenhænge med indvindingen. Det er en type analyser, som kun vil kunne laves i tæt samarbejde med forsyningerne. Det er dog ikke sikkert, at alle forsyninger ligger inde med de nødvendige historiske data.

5.4.2 Vurdering af fremskrivning i CTR studie fra 2014

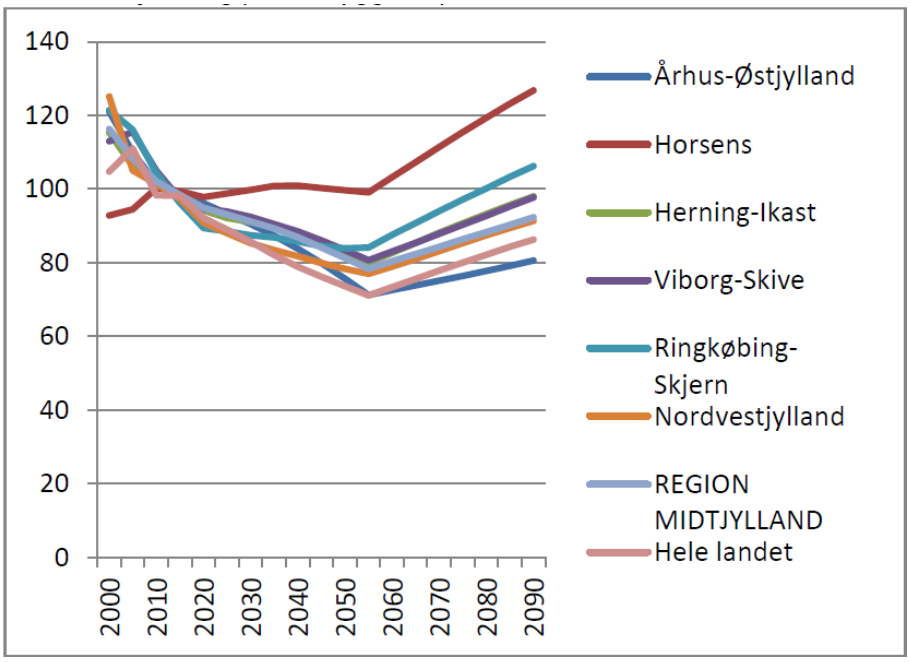
Under afsnit 3.4.1 beskrives det studie som Center for Regional- & Turismeforskning (CRT) har udarbejdet for Region Midtjylland i 2014 \5\. I studiet arbejdes med to scenarier for fremskrivning af vandbehov til drikkevandsformål frem mod 2050 og 2080, hvor der i scenarie 1 forventes samme gennemsnitlige vandforbrug pr. indbygger i årene frem, baseret på data fra 2012. I scenarie 2 er antagelsen, at forbruget pr. indbygger falder med det halve af det procentvise fald, som er konstateret i Danmark i perioden 2000-2011. Den trend antages at være gældende til 2050, hvorefter forbruget flader ud.

En overordnet sammenligning af de to fremskrivninger med faktiske indvindinger i årene efter studiet viser at:

- I scenarie 1 ved fremskrivning af drikkevandsproduktion i 2030, estimeres i studiet et vandbehov på niveau med 2012, der vurderes at være ca. 388 mio. m^3 for de almene vandforsyninger. I realiteten viser data dog, at der er sket et fald på ca. 2,6 % iht. summen af indvindingsmængderne indberettet til GEUS i perioden fra 2012 til år 2021.
- I scenarie 2, der fremskriver ift. trend med fald i forbrug, viser fremskrivningen indeks ca. 85 i 2030 og 80 i 2040, hvor indeks 100 er de samlede indvindingsmængder i 2012. Omregnet giver det en fremskrivning på et omtrentlig estimeret behov til drikkevandsproduktion på 330 mio. m^3 i 2030 og 310 mio. i 2050. Såfremt dette skal realiseres, vil det betyde et fald i indvinding på ca. 5,5 mio. m^3 årligt, svarende til 1,5 % lavere indvinding pr. år.

Sammenfattende estimerer scenarie 1 en fremskrivning af vandbehov til drikkevandsproduktion, der ikke kan følges i de faktiske tal i årene efter den udførte fremskrivning. Det estimerede vandbehov på landsplan i scenarie 2 viser en god overensstemmelse med den faktiske indberettede summerede indvinding i 2020 og 2021, samt delvist det estimerede vandbehov i 2030 vurderet ud fra regressionsanalysen udført i afsnit 5.3.1 med en forskel i estimaterne på ca. 5 %.

Frem mod 2050 nærmer scenarie 2 sig en nedre grænse for fald i vandbehovet til drikkevandsproduktion, der groft estimeres til at ligge på ca. 271 mio. m^3 på landsplan (ca. indeks 70, hvor indeks 100 er 2012 niveau på 388 mio. m^3) På Figur 5.15 ses en graf for scenarie 2 udført med LINE modellen, hvor også fremskrivningen for hele Danmark er medtaget (lyserød linje).



Figur 5.15. Graf fra \5\. Indvinding af vand fra vandværker til husholdninger fra 2000 til 2090 (2012=100) – Scenario "Trendbaseret vandforbrug pr. indbygger / produktion" (scenarie 2 i studiet)

Under antagelse af præmissen for scenarie 2 er gældende, formodes det dermed, at befolkningsudviklingen er afkoblet fra vandbehovet til der nås en antaget nedre grænse i vandbehov ved omegnen af 271 mio. m^3 drikkevand til husholdning i ca. 2050.

5.4.3 IFRO studiet fra 2019

Det tidligere omtalte studie afrapporteret i 2019 \6\, og beskrevet under afsnit 3.4.2 giver et estimat på vandbehov frem til 2035 under antagelse af en ændring i befolkning og drikkevandsbehov på 38 m^3 pr. person årligt. I alt fremskrives et forøget vandbehov på ca. 15 mio. m^3 i 2035, hvilket er en begrænset stigning i omegnen af 1 mio. m^3 årligt, der formodes at ligge indenfor den usikkerhed, der er skitseret vedr. udtræk af indvindingsmængder fra Jupiter-databasen. Fremskrivningen er udelukkende baseret på forøgelse af personer, mens vandbehov til sektorer, som også modtager vand fra almene forsyninger ikke er inddraget. Modelfremskrivningerne udført i nærværende rapport, der udviser et generelt fald i omegnen af 0,8 % årligt på drikkevandsproduktionen, afviger fra den svagt stigende tendens i IFRO studiet.

5.4.4 Usikkerhedsfaktorer

Der kan peges på flere usikkerhedsfaktorer ved fremskrivning af vandindvinding fra de almene vandforsyninger, hvoraf flere er nævnt:

- Brug af regnvand eller andre vandkilder end rent grundvand i dele af vandforbruget, hvor der i dag anvendes drikkevand, vil have indflydelse på indvindingen af grundvand til drikkevand.
- Klimaforandringer er også en faktor som vil kan have indflydelse på indvindingen, da erhverv og landbrugsbedrifter tilsluttet almen forsyning kan få et større vandbehov som følge af et varmere og tørrere klima.
- Øget befolkningstilvækst, der adskiller sig fra den beskrevne fremskrivning, jf. afsnit 5.2.
- Uforudset udvikling i erhverv og industri tilknyttet almen vandforsyning med øget behov for vand af drikkevandskvalitet.
- Økonomiske cost-benefit analyser af, hvornår det bedst kan betale sig at bruge drikkevand frem for anden vandkilde, såsom grundvand af dårligere vandkvalitet eller overfladevand.
- Konjunkturudsving i nationaløkonomien der bremser eller accelererer produktion og byggeri.

6 Kvalitativ vurdering af vandbehov – industrisektorer

I det følgende afsnit er foretaget vurderinger af vandbehovet i industrisektorer med stort historisk vandforbrug, understøttet af forbrugsopgørelser fra Danmarks Statistik, og industrier der potentielt kan give et øget behov for grundvand lokalt. Vurderingerne af vandbehov og trends indenfor fremtidig industriproduktion baserer sig på flere forskellige kilder og samtaler med faglig indsigt i vandforbrugende industrier.

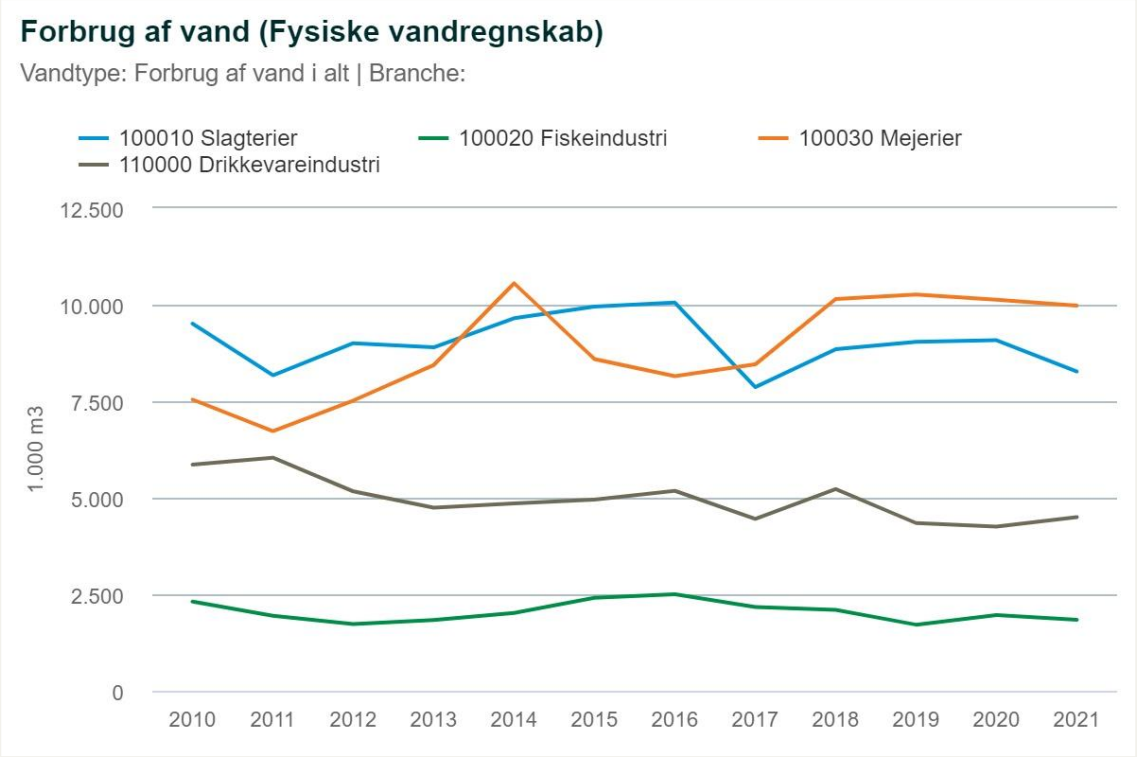
For at belyse de forskellige industriers nuværende forbrug er benyttet opgørelser fra Danmarks Statistik (perioden 2010-2021), som via databearbejdning af totale årlige indvindingsmængder fra Jupiter er blevet fordelt på brancher (fordelingen sker på det grønne nationalregnskabs 117 brancher). Det gælder for landbrug og andre virksomheder med egen indvinding af vand, hvor indvindingsmængder allokeres til de relevante branchekoder. Udregningen bag forbrug af vand fordelt på brancher uden egen indvinding, sker ved en kompleks fordelingsnøgle der bl.a. bygger på momsrefusionsoplysninger og flere andre parametre. Opgørelserne på brancher er opgjort på landsplan, da der via fordelingsnøglen ikke forefindes en kobling til geografi, og forbruget dermed ikke kan udskilles regionalt i Danmark. I afsnit 3.6 er det dog berørt, hvorledes der sandsynligvis er et uforløst potentiale i på sigt at udvide vandforsyningernes og kommunernes indberetning til flere forbrugerkategorier.

Det bemærkes, at de totale indvindingsmængder fra vandforsyningerne korrigeres for ledningstab før vandværket og ledningstab mellem vandværk og forbruger. Så de viste tal for industrien er forbrugstal, og de reelle oppumpede mængder fra grundvandsressource er derfor højere (gennemsnitligt vandtab i 2021 var på 6,9 %) \4\.

Landbruget behandles særskilt under afsnit 6.2.

6.1.1 Fødevareindustrier

Forbruget af grundvand i fødevareindustrien er i 2021 opgjort ved Danmarks Statistik til 31,4 mio. m^3, hvilket udgjorde 55% af det totale vandforbrug for alle industribrancher (56,7 mio. m^3). På grafen Figur 6.1 ses vandforbruget fra 2010 til 2021 for mejerier, slagterier, drikkevareproduktion og fiskeindustrier, som udover landbruget, er store forbrugere af grundvand. For mejerier og slagterier udgjorde andelen af eget indvundet grundvand til produktionen hhv. 63 % og 47 %, mens de resterende mængder blev købt ved almene vandforsyninger. Fra 2018 ses et ret stabilt forbrugsmønster. For tre af brancherne ses fra 2020 til 2021 et fald mellem 2 % og 13 %, mens drikkevareindustrien i 2021 forbrugte 5 % mere vand fra 2020 til 2021.



Figur 6.1. Forbrug af vand i de største sektorer i fødevareindustrien fra 2010-2021. Tallene dækker både eget indvundet og købt vand. Fra Danmarks Statistik (https://www.statistikbanken.dk/vandrg2)

En gennemgang af nogle af de største fødevarevirksomheders strategier på bæredygtighedsområdet viser, at der arbejdes med mål for yderligere reduktioner i vandforbruget i produktionen.

Arlas vandforbrug i Danmark er beskrevet specifikt i deres CSR rapport fra 2018, med mål om årligt at sænke vandforbruget med 3%. I 2018 var vandforbruget for hele Arlas produktion i syv lande, inkl. Danmark, ca. 18 mio. m^3, hvoraf ca. 11 mio. m^3 var fra egen indvinding \9\.

Danish Crown er målt på omsætning den største fødevarevirksomhed i Danmark og de danske slagterier er generelt en vandtung industri under fødevaresektoren. Danish Crown beskriver på deres hjemmeside investeringer og tiltag ift. vandforbruget ved slagtningsprocessen. Nye teknologier implementeret på slagteriet i Horsens har givet en reduktion i vandforbruget på 9%. Under Verdensmål 6 i Danish Crowns strategi er skrevet: "Vi øger vandeffektiviteten i vores fødevareproduktion, udvikler løsninger til sikker genbrug af og begrænser forureningen af vandressourcen…" \10\. Der er dog ikke fundet konkrete procentmål eller tal for reduktionen af vandforbruget i produktionen i Danmark.

Carlsberg og *Royal Unibrew* er ligeledes to store fødevareproducenter i Danmark, der også beskriver mål for reduktion af vandforbruget. Carlsberg arbejder med en ambition i deres bæredygtighedsprogram om "zero water waste". Bl.a. har Carlsberg gennemført teknologiprocesser på deres bryggeri i Fredericia, at 90% af procesvandet kan genbruges i produktionen. Vandforbruget er dermed reduceret fra brug af 2,9 l vand til 1,4 l vand til produktion af 1 l øl/sodavand. Royal Unibrew beskriver i deres årsrapport 2021, at vandforbruget i deres produktion (i Danmark og internationalt) fra 2020 til 2021 faldt med 3 %. Fra 2015 til 2021 er vandbruget reduceret med 7% \11\.

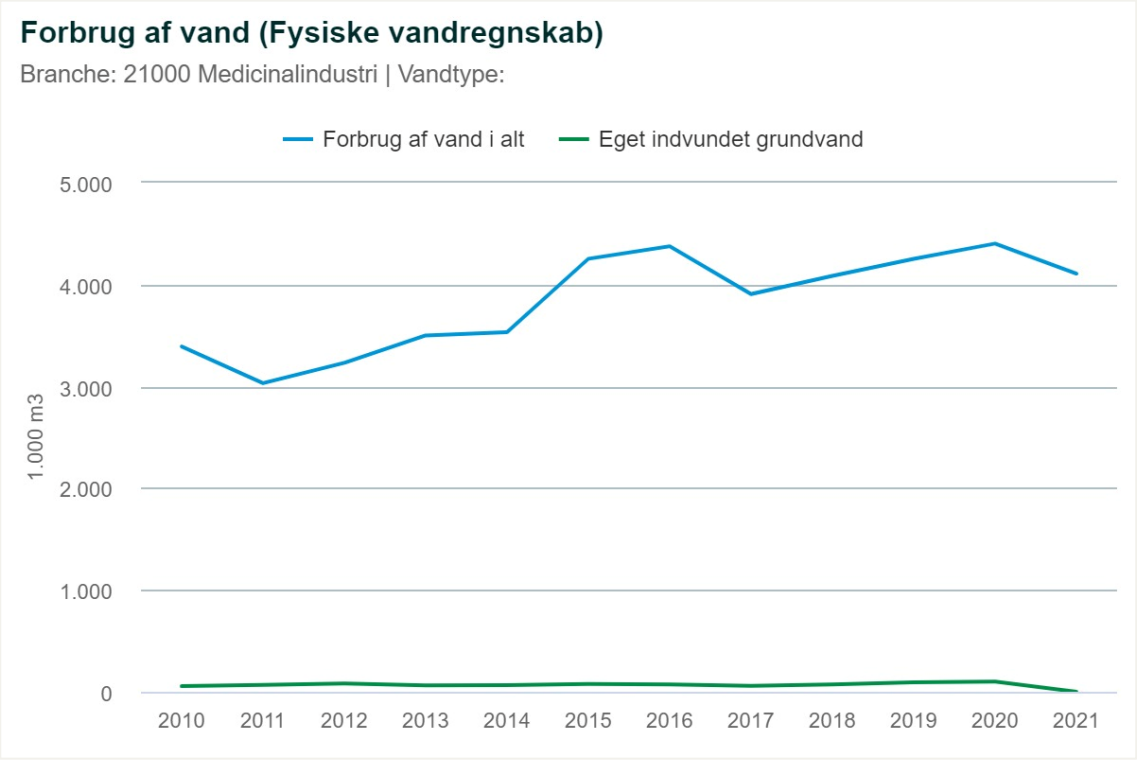
Ovenstående indikerer, at trenden for vandforbruget ved store aktører i fødevareindustrien formodentligt er stagnerende til svagt faldende med henblik på de seneste fire års vandforbrug. En væsentlig usikkerhedsfaktor på vandbehov er også fremtidigt skift fra animalske produkter mod en større efterspørgsel på vegetabilske produkter. Det er dog ikke været muligt at finde konkrete estimater på afledte konsekvenser heraf.

Produktionsvirksomhedernes konkurrenceevne bliver i dag bl.a. målt på at have en troværdig bæredygtighedsstrategi, herunder også forbruget af vandressourcer, hvilket understøtter trenden om et stagnerende vandforbrug.

Nye produktionsfaciliteter på andre lokaliteter i Danmark kan ændre vandbehovet lokalt, og er ikke mulige at inddrage i en national fremskrivning, men vil muligvis være håndteret i den aktuelle kommunes plan for vandforsyning i evt. dialog med lokale vandforsyninger.

6.1.2 Medicinalindustri

Medicinalindustrien i Danmark er primært lokaliseret på Sjælland, og især i Hillerød og Kalundborg områderne. Vandregnskabet fra Danmarks Statistik viser, at branchen primært køber vand fra almene vandforsyninger, se Figur 6.2. Egen indvinding udgør de seneste 10 år under 100.000 m^3 årligt, og køb af vand har ligget på mellem 3 til 4,4 mio. m^3 årligt. Stigning forventes at skyldes øget produktion.



Figur 6.2. Forbrug af vand opgjort som forbrug i medicinalindustrien i årene 2010-2021. På diagrammet ses både total forbrug af grundvand og købt vand. Fra Danmarks Statistik (https://www.statistikbanken.dk/vandrg2)

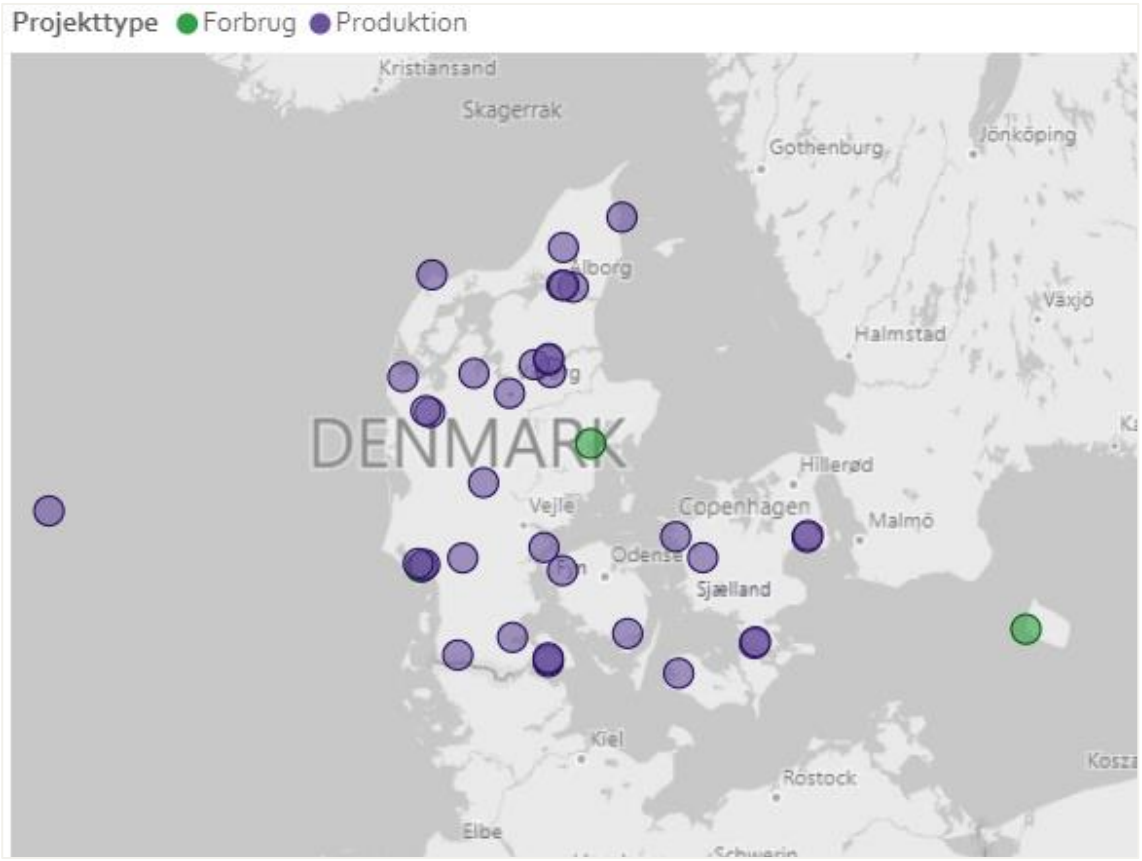
Ifølge opgørelserne er medicinalindustrien dermed en mindre vandforbruger på nationalt plan.

I Kalundborg området, der huser flere medicinalvirksomheder, arbejdes med et projekt omkring vandsymbiose, hvor en række af virksomhederne, herunder større medicinalvirksomheder samarbejder om genbrug af vand til forskellige processer og dermed mindsker et potentielt forøget vandbehov. Dette samarbejde er et resultat af pres på drikkevandsressourcen lokalt, og har dermed ført til øget fokus på mulighederne for at erstatte brug af vand af drikkevandskvalitet med brug af vand af anden kvalitet (sekundavand). Det er målet, at Kalundborg Symbiosis vil give en besparelse på 4 mio. m^3 grundvand årligt ved at anvende overfladevand \12\. I 2021 indvandt den almene vandforsyninger i Kalundborg Kommune 3,7 mio. m^3 vand til brug i industrien, primært medicinalindustrien.

Det fremtidige vandbehov inden for medicinalindustrien vurderes at afhænge af, om forøget produktion vil kræve grundvand. Der er dog et øget fokus på brug af vand uden drikkevandskvalitet, som kan erstatte dele af grundvandsforbruget.

6.1.3 Power-to-X (PtX)

Råvarerne til PtX er energi og vand, så produktionsanlæg skal derfor have adgang til vandressourcer. Ifølge brintbranchen er der planlagt op imod 30 PtX produktionslokaliteter med elektrolyse i Danmark over de kommende år, hvor enkelte er i drift og med planlagt opskalering, mens flere er i planlægningsfasen med et navngivet projektkonsortium. De planlagte anlæg er vist på Figur 6.3, hvor planlagte produktionsfaciliteter må forventes at have et betydeligt vandbehov. Brintbranchen har fremskrevet en opskalering af produktionsfaciliteter og produktion til vurderede produktaftagere (vejtransport, skibsfart, luftfart, industri, eksport, gødning mv.), så der i 2030 forventes produktion af 15.000 MW \13\.



Figur 6.3. Planlagte PtX anlæg (lilla punkter angiver planlagte anlæg, hvor der skal være produktion, og dermed et behov for procesvand) i Danmark. Fra \13\.

Igangværende projekter med udført analyse af vandbruget til elektrolyse-processen viser, at 1.000 MW elektrolysekapacitet kræver i omegnen af 1,5 mio. m^3 vand \14\. Et groft estimat på vandbehovet i 2030, såfremt de planlagte produktionsfaciliteter beskrevet af brintbranchen realiseres, vil være i omegnen 20-25 mio. m^3 vand årligt.

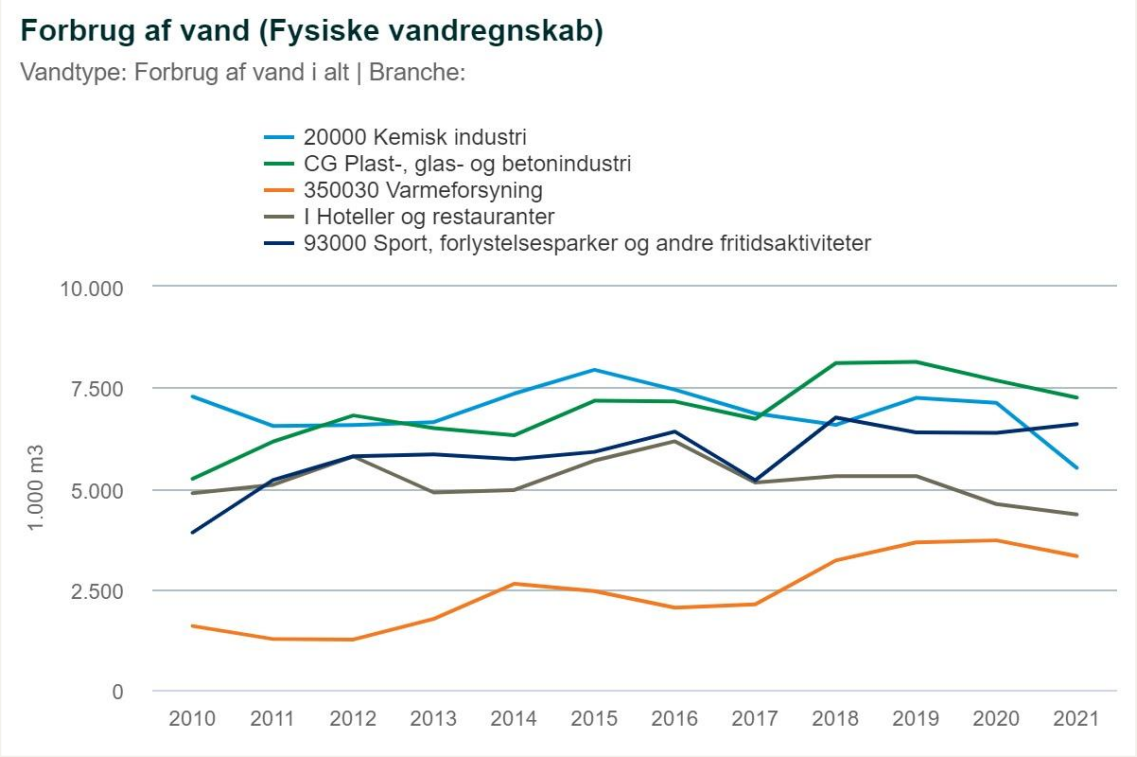
Der er store krav til kvaliteten af det vand, der benyttes i elektrolysen (ultrarent vand), og i et nuværende projektstudie fra Esbjerg peger resultaterne på, at den bedste vandkilde både miljømæssigt og økonomisk er renset spildevand \14\. Såfremt renset spildevand ikke er tilstede, kan havvand være en vandkilde, mens grundvand kan komme i spil som en alternativ kilde, hvis andre løsninger ikke er mulige.

Det fremtidige grundvandsvandsbehov til PtX anlæg vil ud fra de nuværende betragtninger dermed kun komme i spil som et alternativ, hvis øvrige vandkilder ikke er tilgængelige. Dette afhænger af de enkelte anlægs lokation, som afstanden til renseanlæg med tilstrækkelige vandmængder, eller en kystnær placering med adgang til havvand eller fjordvand. Ligeledes skal også indtænkes muligheder for afledning af procesvand, som ikke anvendes direkte i elektrolysen. Den tilgængelige oversigt fra Brintbranchen viser (december 2022), at seks projekter i Jylland, et på Fyn og et på Sjælland umiddelbart ikke ser ud til at være planlagt til at ligge kystnært.

Overvejes grundvand som vandressource til et PtX produktionsanlæg, skal der foretages en analyse af grundvandskvaliteten ved den enkelte lokalitet, da der kan være mulighed at inddrage grundvandsressourcer der ikke overholder drikkevandskvalitetskriterierne. Afværgepumpning af terrænnært grundvand i byområder er også indtænkt som en vedvarende løsning i planlægningen af kystnært PtX anlæg, da dette vil supplere med tilstrækkelige mængder vand årligt \14\.

6.1.4 Øvrige brancher

En gennemgang af vandforbruget i branchekategorierne viser flere hovedbrancher med et vandforbrug (eget indvundet grundvand og købt grundvand) på >3 mio. m^3 over flere år, se Figur 6.4. De udvalgte brancher er; kemisk industri; plast-, glas- og betonindustri; sport og forlystelsesparker; hoteller og restauranter samt varmeforsyningen.



Figur 6.4. Forbrug af vand fordelt på seks brancher for årene 2010-2021. På diagrammet ses både total forbrug af grundvand. Fra Danmarks Statistik (https://www.statistikbanken.dk/vandrg2)

Kemisk industri, plast-, glas- og betonindustri samt hoteller og restauranter viser alle et fald i vandforbrug fra 2019 til 2021, dog ses over en ti årig periode en svag stigning i vandforbruget for plast-, glas- og betonindustri samt sport og forlystelsesparker. Vandforbruget indenfor sport, forlystelsesparker og andre fritidsaktiviteter er de seneste 10 år steget med 21 %, og er dermed den af de udvalgte brancher, der viser en stigende trend i vandforbrug. Det har ikke været muligt at udpege den præcise årsag til det øgede vandforbrug i denne analyse.

I varmeforsyningen ses fra 2010 til 2021 en stigning på i alt ca. 1,8 mio. m^3, hvor årsagen ikke har kunnet bestemmes nærmere. Det kan evt. være til brug af mere fjernvarmevand. Ved ATES (Aquifer Thermal Energy

Storage) teknologien foretages med udgangspunkt i bekendtgørelsen (BEK nr. 1716 af 15/12/2015) en re-injektion af oppumpet grundvand til samme grundvandsmagasin i et lukket system, hvilket dermed ikke direkte øger vandforbruget. ATES anvendes af nogle forsyninger som varmekilde i samspil med store varmepumper i dele af varmeforsyningen.

Råstofindvinding af sand og grus er ikke medtaget i analysen, da størstedelen af det indvundne grundvand nedsives efter anvendelse til grusvask i vådsorteringsprocessen. Det vurderes på baggrund af erfaringstal, og ud fra generelle forsøg hos råstofindvindere med vejning af råstoffer før og efter oparbejdning, at der fordamper op til 15 % vand under sortering og ved dræning fra materialebunker.

6.1.4.1 Datacentre

De seneste år er der etableret flere datacentre i Danmark med Apple's datacenter i Foulum og Meta´s i Odense, som de mest omtalte (såkaldte hyperscale datacentre). Der er i 2021 udført et studie, som vurderer udviklingen af datacentre de kommende år \20\. Rapporten beskriver dog ikke noget om vandbehovet til branchen, der særligt er afhængig af, hvilken teknologi det enkelte datacenter anvender til køling af servere. Har kan bl.a. benyttes køling via vandbestøvning, traditionel frikøling eller direkte væskekøling, der kan indbefatte brug af grundvand/drikkevand.

Danmark vurderes at være attraktiv til lokalisering for datacentre og det forventes, at der kommer flere datacenteroperatører til Danmark og de øvrige nordiske lande, da det forventes, at Danmark kan tilbyde attraktive klimaneutrale løsninger fra vedvarende energikilder \20\.

Det er usikkert om flere datacentre vil have en reel effekt på vandbehovet i landet, da ikke alle har eller vil anvende vand som kølemedie og flere datacentre har eller planlægges med luftkøling. Elprisen kan dog være afgørende for hvilken køleløsning som vælges, men samtidig er krav til bæredygtig brug af ressourcer, herunder vand, en parameter som ikke peger på en voldsom stigning i vandbehov fremadrettet \20\.

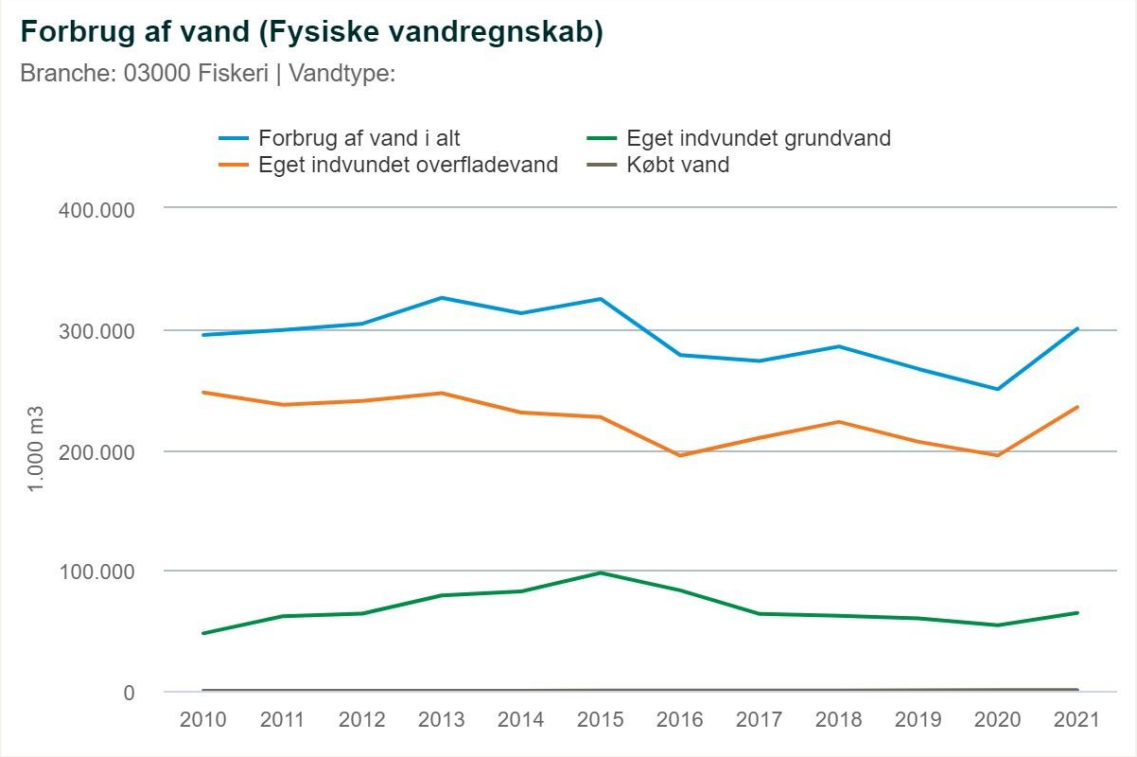
Det vurderes i rapporten \20\, at direkte væske/vand-køling sandsynligvis vil vinde frem hos datacentrene. Det skyldes stigende temperaturer og densitet af IT-udstyr, samt det stigende fokus på lavere energiforbrug og genanvendelse af overskudsvarme. I fremtiden vil direkte væskekøling muligvis også blive introduceret i større skala i store hyperscale datacentre (internetbaserede virksomheder), og kan modsat køling ved vandbestøvning give vandbesparelser og synergieffekter med fjernvarmesektoren på sigt.

Lokalt kan etablering af et datacenter dog være en større forbrugerpost afhængig af datacentrets størrelse og køleteknologi. Udviklingen ser ud til at gå mod etablering af flere såkaldte co-location centre, der består af flere lejere i datacentret, og disse vil typisk placeres i eller nær storbyer, især København. Et eksempel på et kommende co-location datacenter kan findes i Høje Taastrup, hvor der sker etablering af en sø til regnvand, som delvist skal dække vandbehovet til køling af servere, men også vil trække på grundvand fra boringer \15\.

Det været en generel problemstilling at få tilstrækkelig indsigt i datacentrenes vandforbrug og vandbehov, da de større almene vandforsyninger ikke har mulighed for at videregive tal for datacentrenes vandforbrug eller behovet fremadrettet. Det er ikke lykkedes at få opgørelser direkte fra de få store datacentre lokaliseret i Danmark.

6.1.4.2 Ferskvandsdambrug

Der findes ca. 140 ferskvandsdambrug i Danmark, der alle er beliggende i Jylland. Omtrent 75 af disse er traditionelle dambrug, mens den resterende ¼ er mere avancerede modeldambrug med recirkulation. Nogle dambrug har indtag af grundvand og anvendelse af avancerede cirkulerings-teknologier, som for eksempel slamfælder, mikrosigter og biofiltre. Det ses på Figur 6.5, at forbruget af grundvand blev opgjort til 65 mio. m^3 i 2021. For både traditionelle dambrug og modeldambrug bliver størstedelen af vandet dog recirkuleret og renset, hvorefter det sendes retur til vandmiljøet. For modeldambrug angives det, at 95 % af vandet recirkuleres, der beskrives som op til 15 gange mere effektive end traditionelle dambrug. Modeldambrugene kan have tilladelse til oppumpning af f.eks. overfladenært grundvand eller vand fra dræn under produktionsanlægget \16\.



Figur 6.5. Forbrug af vand i dambrug fordelt på forbrug i alt, eget indvundet grundvand, og eget indvundet overfladevand for årene 2010-2021. Fra Danmarks Statistik (https://www.statistikbanken.dk/vandrg2)

Tal fra Danmark Statistik viser, at antallet af traditionelle dambrug er faldet fra 177 til 104 fra 2010 til 2020, mens modeldambrugene har ligget stabilt på 30-35 anlæg \17\. I Dansk Akvakulturs strategi for 2021-2027 beskrives en fortsat ressourceoptimering gennem re-cirkulation og genanvendelse, samt et fokus på øget havbrug. Der ses på baggrund af udviklingen af ferskvandsdambrug ikke indikationer på flere anlæg, og dermed betydelige stigninger i behov for øget grundvandsindvinding.

6.1.5 Usikkerhedsparametre relateret til grundvandsbehov i industrien

- Etablering af helt nye produktionsfaciliteter på nye lokaliteter vil øge vandbehovet lokalt
- Etablering af virksomhedsklynger med produktion kan betyde et øget grundvandvandsbehov både til drikkevand og vand til produktion. Der er dog flere eksempler på, at virksomhedsklynger giver synergieffekter ift. genbrug af vand til forskellige formål eller indvinding af overfladevand, og de kan derved begrænse forbruget af grundvand.
- Uforudset stor efterspørgsel på produkter fra vandtung produktionsindustri
- Øget genbrug af procesvand og vand uden drikkevandskvalitet ("sekundavand"), vil bidrage til et fald i grundvandsbehovet

6.2 Landbruget og klimaforandringer

I 2021 udgjorde egen indvinding af grundvand til landbrug og gartnerier 224 mio. m^3, hvilket svarer til 31% af de samlede indvundne mængder grundvand i Danmark. Markvanding alene stod for 212 mio. m^3, og er derfor den vigtigste enkelt-branche i relation til vandbehov i et klima under forandring. Det år med højeste indberettet forbrug af grundvand til markvanding var i 2018, hvor der var en lang sommertørke i især maj til juli (i alt blev indvundet 354 mio. m^3 til markvanding i 2018).

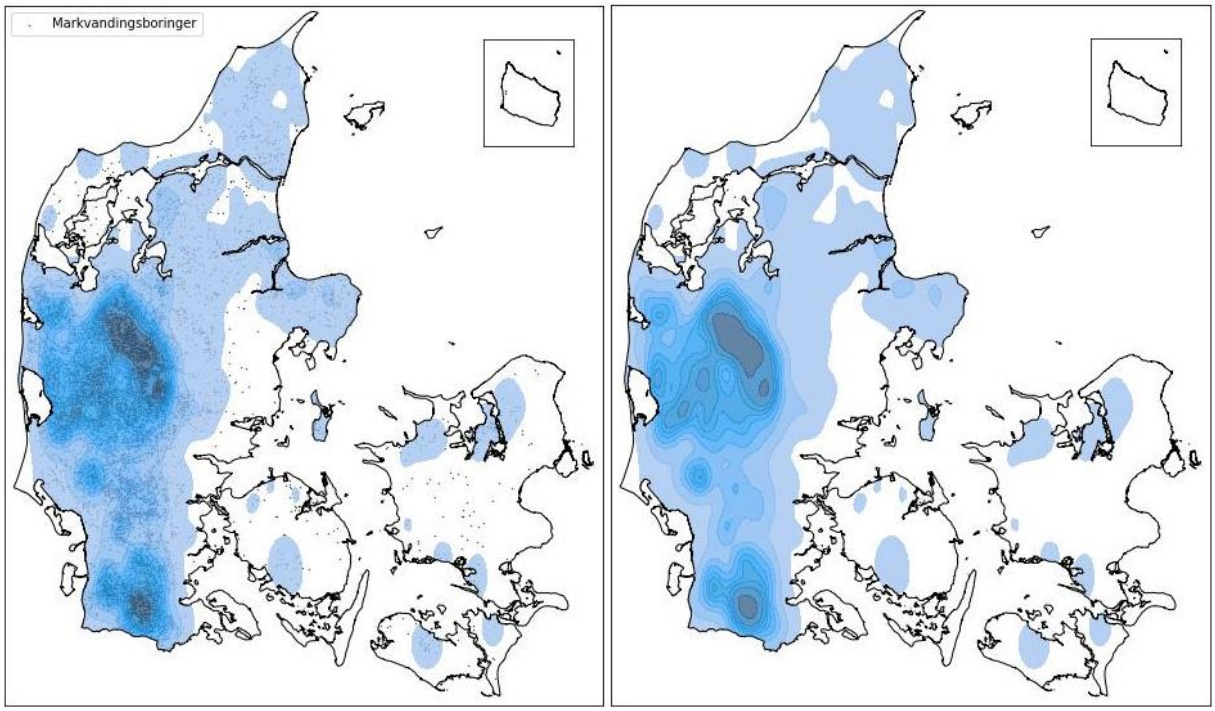
Vanding af afgrøder er direkte afhængig af klimaet og nedbørsfordelingen i hver enkelt vækstsæson, og de årlige oppumpede mængder til markvanding varierer meget fra sæson til sæson, hvilket vanskeliggør en reel fremskrivning af vandbehovet på baggrund af historiske tidsserier. Samtidig er vandingsbehovet afhængigt af typen af afgrøder, der også varierer over tid, jordbundsforhold mv. Flere studier beskriver dog de faktorer, som

vurderes at have markant indvirkning på landbruget og dyrkning af afgrøder i fremtiden, og hermed også kvalitative vurderinger af vandbehovet til dyrkning af afgrøder og landbrug med dyrehold.

I de følgende afsnit præsenteres viden om klimaforandringernes betydning for landbruget med fokus på vandbehov fra: a) et rådgivningsnotat fra DCA: "Notat om klimaforandringernes betydning for dansk landbrug" \21\, b) en rapport med titlen "Vidensyntese om klimatilpasning og landbrug" der er publiceret i januar 2023, hvor blandt andre Jørgen E. Olesen er medforfatter \7\, c) rapporten "Behov for vand i Region Midtjylland – udvikling i befolkning, indkomster og arbejdspladser" \4\, d) GEUS rapporten "Analyse af øget vandindvinding til markvanding" \23\ og e) konklusioner fra EEA rapporten " Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016", no.1/2017 \22\.

6.2.1 Klimaforandringers påvirkning på markvanding

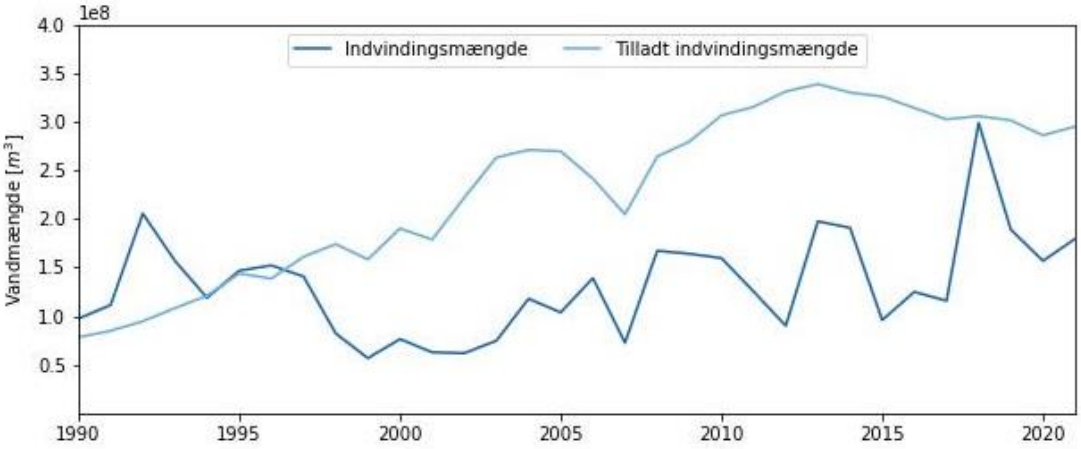
Markvandingen i Danmark er geografisk ulige fordelt, da jorden i den østlige del af Jylland samt på øerne er mere leret end vest for den Jyske Højderyg. Det betyder bl.a., at jordens vandholdende kapacitet er bedre, men også at der er større behov for dræning. Her dyrkes i højere grad korn, raps og specialafgrøder, og husdyrproduktionen er præget af svineproduktion. Vest for den jyske højderyg, hvor de sandede og næringsfattige jorde er dominerende, dyrkes der i højere grad græs og grovfoderafgrøder til mælkeproducenter. I disse områder falder der store mængder regn, og grundvandsdannelsen er høj, men på sandet jord er behovet for vanding også generelt stort \21\. På Figur 6.6 ses et overblik over markvandingsintensiteten i Danmark baseret på 2021 indvindingsmængder, hvilket understøtter billedet af udpræget størst markvanding i Midt- og Sønderjylland.



Figur 6.6. Densitetsplot af indvinding til markvanding. På venstre figur er markvandingsanlæg/boringer plottet sammen med densitetsplot. Højre figur viser udelukkende densitetsplot. Farveskalaen er relativ, hvor de mørkeblå arealer viser mest intensiv markvanding. Figuren er udarbejdet af NIRAS. Kilde: 2021 data for markvandinger udtrukket fra Jupiter.

Ændringer i klimaet præsenteret af EEA (European Environment Agency) beskriver en vækstsæson der vil, og allerede er, ved at ændre sig signifikant. Vækstsæsonens længde opgøres ofte som den periode på året, hvor middeltemperaturen er >5°C, og mellem perioderne 1961-1990 og 1990-2020 er vækstsæsonens længde øget med 18 dage, hvoraf 11 dage er i foråret og syv dage er i efteråret. Et fremtidigt varmere klima forventes dermed at resultere i en fortsat tidligere start på vækstsæsonen i foråret og senere slutning i efteråret, hvilket potentielt også har indflydelse på vandingsbehovet \22\, \24\.

I dag vandes omkring 20% af landbrugsarealet i Danmark for at sikre høstudbyttet. Tilladelser til markvanding gives hovedsageligt på sandede jorder og med en begrænset mængde på typisk 100 mm/år. I 2018, hvor der var en usædvanlig lang tørkeperiode, var behovet for vanding 250 mm/år i nogle områder. Tørken medførte vedtagelse af Tørkepakken, hvor det bl.a. blev muligt for kommunerne at tildele korttidsindvindingstilladelse for tre måneder i 2018 (korttidsindvindingstilladelserne inkluderede stadig vurdering af påvirkninger på natur og vandløb for at opnå godkendelse). På Figur 6.7 ses udviklingen i markvanding og indvindingstilladelser fra 1990 til 2021. De samlede tilladelser toppede i år 2013, og lå i 2021 på ca. 300 mio. m^3.



Figur 6.7. Graf for udviklingen i årlige indvundne mængder grundvand til markvanding (mørk blå) og de samlede tilladte indvindingsmængder (lys blå) fra 1990-2021. Y aksen viser 1x10^8 m^3, dvs. top af skalaen er 400 mio. m^3. Figuren er udarbejdet af NIRAS. Kilde: Data for markvandingsanlæg og gældende tilladelser udtrukket fra Jupiter.

Klimaændringerne vil medføre, at landbruget er i større risiko for at blive ramt af længerevarende perioder med tørke, lignende den i 2018, og dette gælder ikke kun afgrøder, men f.eks. også mangel på græs til afgræsning, så tilskudsfodring bliver nødvendig. Samtidig vurderes, at stigende nedbørsmængde på årsbasis vil være koncentreret i efterårs- og vintermånederne, hvilket ikke sænker behovet for markvanding \7\.

6.2.2 Markvandingsboringers påvirkning af grundvand og overfladevand

Landbrugets markvandingsboringer påvirker ofte den terrænnære hydrologi, da boringerne typisk har en begrænset dybde, og derfor kan påvirke den våde natur og vandløb. Dette er en mulig konsekvens, der skal vurderes såfremt behov for vanding af afgrøder i længere tørkeperioder stiger i fremtiden. I tørre perioder vil vandløb naturligt have en lavere vandføring og vandstand, og er dermed mere udsat ved tørke, hvis indvinding af grundvandet også øges.

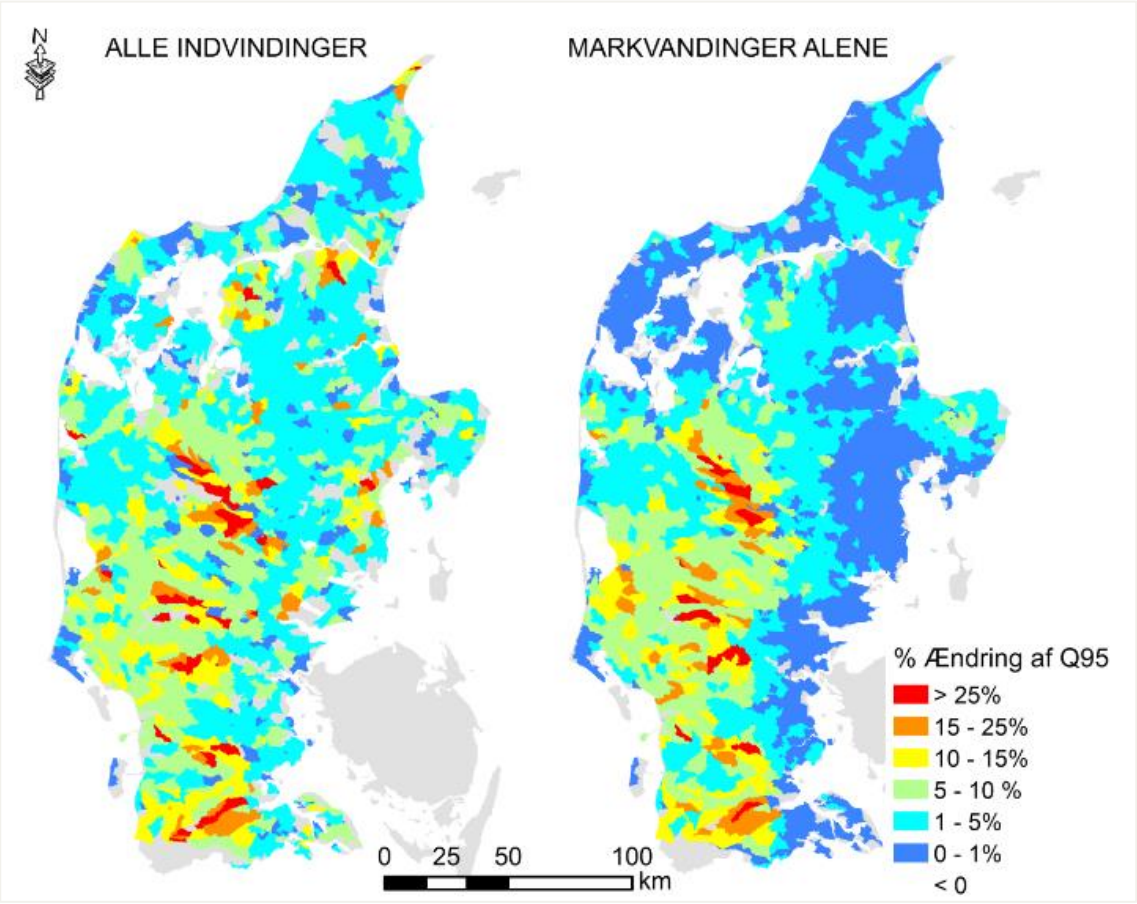
Drikkevandet hentes typisk i dybere grundvandsmagasiner, men det antages, at intens indvinding til markvanding primært fra de øvrige niveauer over en længere tidsperiode, også kan have indvirkning på grundvandsdannelsen til de dybere magasiner, velvidende at den største infiltration af vand til grundvandsressource sker i vinterhalvåret. En længere vækstsæson i fremtiden og kontinuerligt længere tørkeperioder vil dog kunne presse grundvandsdannelsen.

GEUS har tilbage i 2015 udført et modelleringsstudie for Naturstyrelsen, der estimerer påvirkningen af vandløb ved en øget markvanding på hhv. 25 %, 50 % og 100 % ift. valgt basisniveau (2014 niveau, 251 mio. m^3 samlet ifølge Danmarks Statistik) \23\. Som parameter til at vurdere effekten på vandløb er benyttet de økologisk flowbaserede indikatorer DVFI (smådyr) og DFFVa (fiskeindeks) indenfor ID15 oplande. Konklusionerne fra studiet var at:

- Analysen viser, at der er et stort potentiale til forøget indvinding til markvanding, når der anvendes økologisk flowbaserede indikatorer for DVFI og DFFVa i stedet for de hidtil anvendte retningslinjer for maksimal påvirkning af medianminimumsvandføringen

- For smådyr (DVFI) kan markvandingen øges 25-50% uden at væsentligt flere ID15 oplande får forringet tilstand selv på et lavt sandsynlighedsniveau (20-50 %). For fisk giver øget markvanding lige så mange eller lidt flere ID15 oplande, der får forbedret tilstand, som forringet tilstand.

På Figur 6.8 er vist to plot af ID15 oplande og deres reduktion i vandføring (holdt op imod gennemsnitlig vandføring) ved en øget markvanding på 100% ift. 2014 niveau (Figur 6.8). Markvandingen er fordelt ud på markvandingsboringer indberettet og med tilladelse i Jupiter, og figuren til højre viser den modellerede påvirkning fra markvandingen. Det ses, at en forøgelse på 100 % fra basisniveau vil påvirke den vestlige og sydvestlige del af Jylland, hvor de grovsandede landbrugsjorder er.



Figur 6.8. Reduktion af Q95 (dvs. en vandføring i vandløb der underskrides 5 % i perioden 2004-2010). Venstre: procentvis reduktion ved baseline i forhold til nulindvinding, dvs. påvirkning ved vandindvinding i 2014 (fra både vandværker og markvandsindvindinger). Højre: procentvis reduktion ved nuværende (2014) markvanding alene, hvor ændring som følge af vandværker er siet fra. Fra \23\.

Øget risiko og længere varighed af evt. udtørring i vandløbet kan betyde, at vandløbet ikke kan opfylde miljømålene. Denne naturgivne risiko skal der tages hensyn til, når der gives markindvindingstilladelser. Især områder, hvor vandindvindingsbehovet er størst, kan typisk også være de områder, hvor vandløbene er mest sårbare og i risiko for sommerudtørring pga. jordbundsforholdene og muligvis vandløbenes hydrauliske kontakt til det øvre grundvand.

Vurderingerne i de refererede studier er, at der sandsynligvis bliver et øget behov for markvanding i fremtiden. Nedenfor i Tabel 6.1 er givet en oversigt, på baggrund af bl.a. DCE rapporterne, over de mulige virkemidler, direkte effekter, synergieffekter og potentielle problematiske effekter en øget markvanding som følge af varme og tørke kan have (tabel fra NIRAS rapport 2022 \25\).

Tabel 6.1. Oversigt over virkemidler til at reducere påvirkningen af klimaforandringerne i planteproduktionen. Fra \25\.

Klimapåvirkning	Virkemidler/tilpasninger	Direkte effekter	Synergieffekter	Potentielle problematiske effekter
Øget behov for markvanding afledt af perioder med høj varme og tørke	*Øget indvinding til markvanding*	Sikring af høstudbytter	Økonomisk sikring for landmanden. Minimering af næringsstoftab til vandmiljøet	Øget indvinding kan påvirke målsatte vandløb, sårbar natur og arters sæsonmæssige reproduktion
	Dispensation/korttidsindvindingstilladelser i kritiske situationer	Opfyldelse af vandingsbehov på tørkeramte arealer Sikring af høstudbytter	Økonomisk sikring for landmanden Mulighed for at dyrke flere afgrødetyper Minimering af næringsstoftab til vandmiljøet	Øget indvinding kan påvirke målsatte vandløb, sårbar natur og arters sæsonmæssige
	Ændret markvandingsmønstre, vanding om natten	Mindre fordampning fra vanding og dermed bedre vandudnyttelse	Mindre påvirkning på våd natur	Kræver flere vandingsmaskiner, da der kun kan vandes halvdelen af døgnet.
	Sæsonudligning ved opsamling af vand i regnfulde perioder	Opfyldelse af vandingsbehov på arealer i tørkerisiko. Sikring af høstudbytter	Økonomisk sikring for landmanden. Mulighed for at dyrke flere afgrødetyper	Er ikke et udbredt virkemiddel i det danske landbrug. Potentielle lovgivningsmæssige benspænd
	Intelligent drænsystem	Aflukning af dræn, så vand tilbageholdes i længere tid i drænet	Reducerer behovet for markvanding	Temperaturen på drænvandet vil evt. øges

6.2.3 Usikkerhedsparametre relateret til landbruget

Der er mange parametre som gør sig gældende ift. at fremskrive vandbehovet i landbruget. Udover de årlige variationer i nedbør og varmeperioder i vækstsæsonen, er der en række andre usikkerheder, som bl.a. er beskrevet i CRT's rapport for fremskrivning af vandforbruget i Region Midtjylland \4\:

- Prisforholdene på de vegetabilske produkter, som vil blive dyrket i fremtiden, da erhvervet vil tilpasse sig en større markvanding, såfremt der opnås et højere økonomisk udbytte herved.
- Generel omstilling af produktionen af afgrøder på jorder med stort behov for vanding kan ændre vandingsbehovet – både skrue behovet op og ned.

Med henblik på klimaændringer vurderes det i DCE vidensyntese \7\ og CTR studie \4\, at der er en række forhold som vil påvirke landbruget og dermed også især markvanding:

- Ændret hyppighed af tørkeperioder eller ekstreme nedbørsforhold.
- Dyrkningstekniske tiltag fremadrettet forventes at omfatte både øget vanding og dræning, der dog kan give øgede problemer med hensyn til for lille eller for stor vandføring i vandløb.
- Formentlig sker der en udvikling hen mod nye typer af flerårige afgrøder som oftest er mere resiliente både overfor tørke og oversvømmelse og har en bedre miljøprofil end enårige afgrøder.
- Større areal med energiafgrøder vil øge fordampningen=> mindre grundvandsdannelse
- Mindre dyrket areal => mindre vandingsbehov.

6.3 Sammenfatning

Tendensen for vandforbruget ved store aktører i fødevareindustrien er formodentligt stagnerende eller svagt faldende. Produktionsvirksomhedernes konkurrenceevne bliver i dag bl.a. målt på at have en troværdig bæredygtighedsstrategi herunder også forbruget af vandressourcer, hvilket understøtter tendensen om et stagnerende forbrug.

Virksomhedsklyngerne i medicinalindustrien er hovedsageligt lokaliseret på Sjælland. Det fremtidige vandbehov inden for medicinalindustrien vurderes at afhænge af, om forøget produktion vil kræve grundvand. Der er dog et øget fokus på og initiativer i gang med henblik på genbrug af vand og at benytte vand uden drikkevandskvalitet som erstatning for dele af vandforbruget.

Power-to-X industrien skal bruge store mængder vand til elektrolyseprocessen, der er kernen i produktionen af hydrogen, ammoniak og biobrændsler. Ifølge brintbranchen er der planlagt op imod 30 PtX produktionslokaliteter i Danmark over de kommende år. Der er store krav til kvaliteten af det vand, der benyttes i elektrolysen (ultrarent vand). Såfremt renset spildevand ikke er tilstede kan havvand være en vandkilde, mens grundvand kan komme i spil som en alternativ kilde, hvis de andre løsninger ikke er mulige.

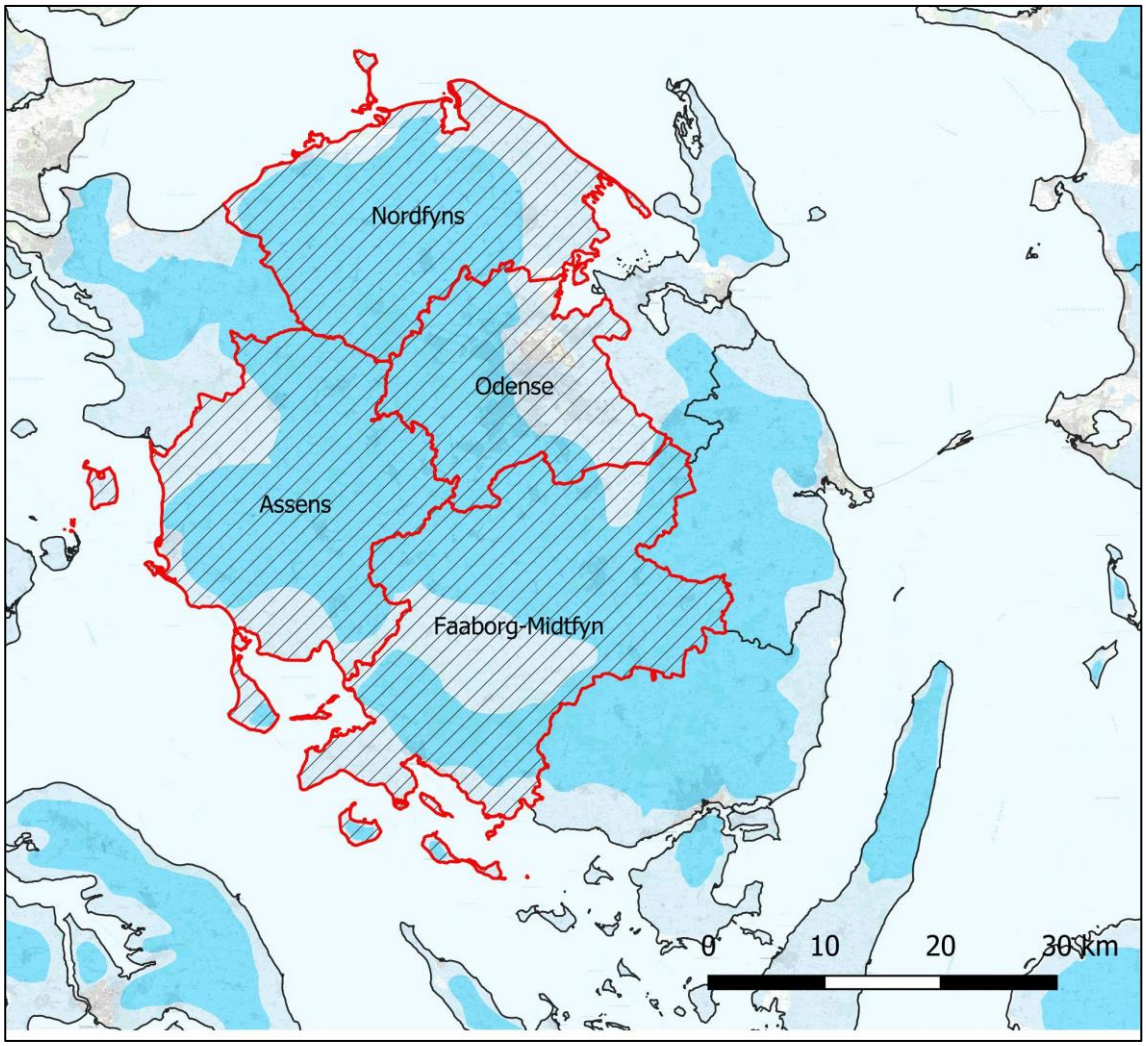
Det vurderes, at der vil ske en fortsat vækst af datacentre i Danmark, men det er dog usikkert om de flere datacentre vil have en reel effekt på vandbehovet i landet, da ikke alle har eller vil anvende vand som kølemedie og flere datacentre har eller planlægges med luftkøling. Samtidig stilles krav til en bæredygtig brug af ressourcer, herunder vand, som ikke umiddelbart peger på en stigning i vandbehov fremadrettet. Det kan dog ikke udelukkes, at datacentre nær de store byer vil medføre et mærkbart aftryk på vandbehovet ved de pågældende vandforsyninger.

For ferskvandsdambrug blev indvindingen af grundvand opgjort til 65 mio. m^3 i 2021, og for både traditionelle dambrug og modeldambrug bliver størstedelen af vandet dog recirkuleret og renset, hvorefter det sendes retur til vandmiljøet. Der ikke indikationer på flere anlæg, og dermed betydelige stigninger i behov for øget grundvandsindvinding.

Landbruget og markvanding af afgrøder er en vandbrugende sektor det er vanskeligt at fremskrive vandbehovet for. Behovet for markvanding varierer i hver vækstsæson afhængig af varme og nedbør det enkelte år. Klimafremskrivninger peger på et varmere klima i Danmark, og indgående studier med analyse af klimaets effekt på landbruget peger på et behov for mere markvanding i perioder i vækstsæsoner grundet stigende sandsynlighed for længere tørkeperiode. Stigende vandingsbehov vil især være fokuseret i Midt-, Vest- og Sønderjylland, hvor de sandede jorde er dominerende. Forventet mere nedbør i efterårs- og vintermånederne i et varmere klima kan dog bidrage til en øget grundvandsdannelse. Ligeledes er typen af afgrøder og forøget længde af vækstsæsonen faktorer, som vil have effekt på behovet for markvanding. Samlet peger studier på et øget behov af vand til markvanding i vækstsæsonen i landbruget de kommende år, mens vandbehovet på bedrifterne udgør en mindre andel, men sandsynligvis samme trend.

7 Vandbehov på lokalt plan (pilotområde)

I dette afsnit er gennemført en analyse af vandforbrug og vandbehov i et pilotområde på Fyn, der omfatter de fire kommuner: Odense, Assens, Nordfyn og Faaborg-Midtfyn, se Figur 7.1. For pilotområdet inddrages data og viden fra lokale aktører, herunder kommunernes vandforsyningsplaner. Formålet med pilotområdet er at anskueliggøre hvilke lokale og regionale datakilder, centrale faktorer i fremskrivning af vandforbrug og risikovurderinger, der skal inddrages i henhold til forvaltningen af drikkevandsressourcen.



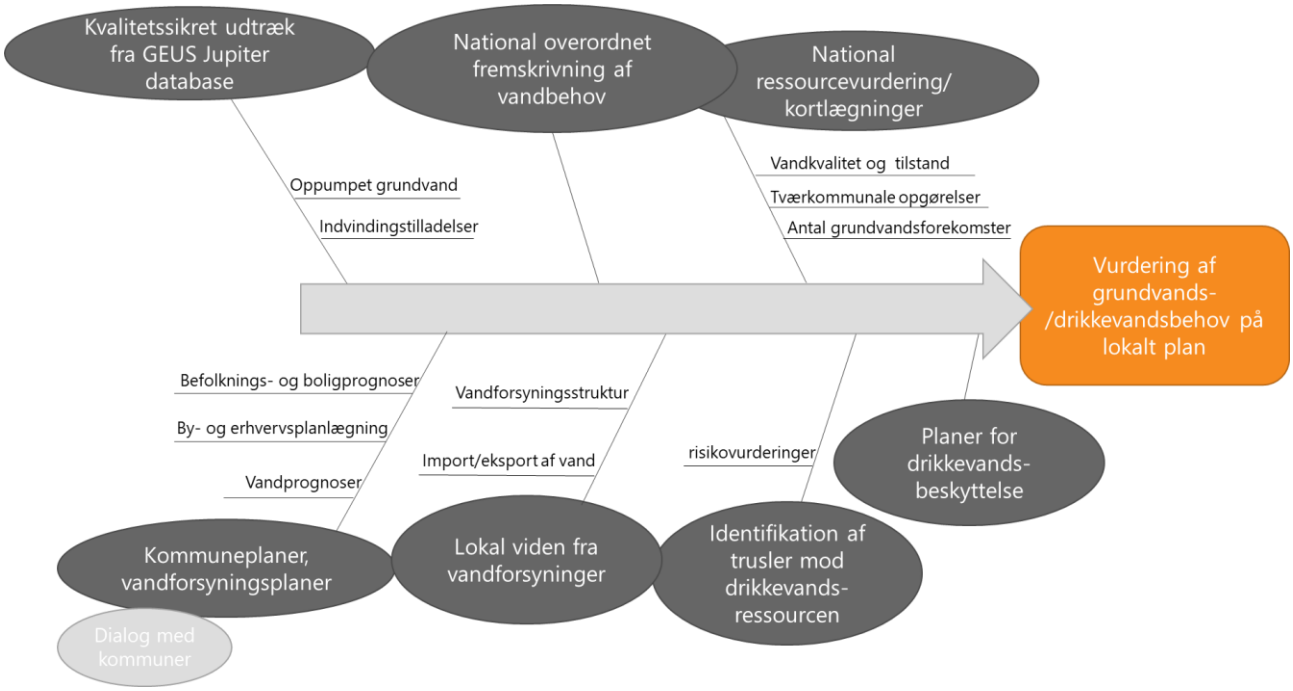
Figur 7.1. Markering af de 4 pilotkommuner (skravering). OSD er vist med blåt.

7.1 Data og viden i pilotområdet

De fire kommuner og de større vandforsyninger i pilotområdet besidder nøgle-data og viden med henblik på at vurdere og fremskrive vandbehovet fra grundvand både til drikkevand i husholdninger og øvrige formål (industri, landbrug mv.). En primær kilde er de kommunale vandforsyningsplaner. Kommunerne Odense, Assens og Nordfyn har alle udarbejdet planer med fremskrivning af vandforbruget frem til 2030/2031, mens en ny vandforsyningsplan for Faaborg-Midtfyn Kommune er under udarbejdelse.

På nedenstående Figur 7.2 er skitseret væsentlige faktorer, der kan bidrage til lokal vurdering af drikkevands-/grundvandsbehovet. På nationalt plan er det Jupiter-databasen for årligt oppumpede mængder og kommunale indvindingstilladelser, der kan bidrage til en tværkommunal sammenstilling af data, og en national fremskrivning af drikkevandsbehov (jf. afsnit 3) kan ligeledes understøtte de prognoser af fremtidig indvinding, som

gennemføres lokalt. Miljøstyrelsens grundvandskortlægning, nationale vurderinger og ressourceopgørelser mv. er centrale at inddrage i processen, når forventet behov skal sammenholdes med grundvandsressourcen.



Figur 7.2. Skitsering af datakilder og faktorer der bidrager til en kvalitativ vurdering af grundvands/drikkevandsbehovet på lokalt plan.

Kommunerne besidder sammen med de lokale vandforsyninger den mest detaljerede viden om udviklingen i vandbehovet på baggrund af lokalplaner, befolkningsudvikling og udstykning af erhvervsgrunde til virksomheder med forventet vandbehov (egen indvinding af grundvand eller tilknyttet almen vandforsyning). Vigtige faktorer som indgår i vandforsyningsplanlægningen er også et overblik over import/eksport af vand, risikovurdering af potentielle trusler mod forsyningssikkerheden og planer for drikkevandsbeskyttelse i indsatsplaner, samt vandforsyningernes egne initiativer.

Nedenfor i Tabel 7.1 er angivet alle inddragede aktører og relevante data benyttet i pilotområdet med det formål at beskrive de nødvendige trin for at vurdere vandbehovet lokalt og tilknytte den kortlagte grundvandsressource.

Tabel 7.1. Liste over data fra lokale, regionale og nationale aktører/datakilder

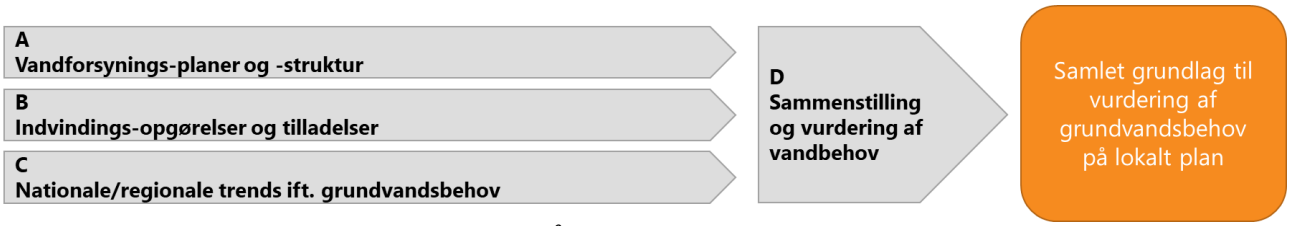
Aktører	Datakilde	Beskrivelse
Lokale aktører og datakilder		
Assens Kommune	Vandforsyningsplan 2019-2031 https://vandforsyningsplan.assens.dk/ Dialog med kommunen	Vandforsyningsplanen indeholder prognose for vandforbruget frem 2031, og der er foretaget underopdeling i grupperne Nord, Syd, Øst og Vest.
Faaborg-Midtfyns Kommune	Vandforsyningsplan 2010-2020 Dialog med kommunen	Kommunen arbejder pt. på en ny vandforsyningsplan, så ny prognose foreligger ikke endnu. Den tilgængelige plan beskriver folketallet til 2022 og er opgjort på husholdninger, gartnerier, landbrug (vanding) og andet. Samtidig er underopdelt på forbrugskategorier fra vandværksanlæggene.

Midtfyns Vandforsyning	Dialog med vandforsyningen	Midtfyns Vandforsyning er kontaktet telefonisk, og forsyningen har mundtligt bidraget med oplysninger om forventet udvikling i forbruget, storforbrugere, planer for udvidelse af indvindingstilladelser og trusler mod grundvandsressourcen
Nordfyns Kommune	Vandforsyningsplan 2019-2031 (link til plan) Dialog med kommunen	Vandforsyningsplanen fremskriver forventet vandforbrug i 2030. Vandcenter Syds Lundeværket er beliggende i Nordfyns Kommune. Der findes flere markvandingsboringer indenfor kommunen.
Odense Kommune	Vandforsyningsplan 2018-2030 (link til plan) Dialog med kommunen	Vandforsyningsplanen for Odense 2018-2030 omtaler en forventet stigning af befolkningstallet fra 205.000 til 220.000 borgere i 2030.
Vandcenter Syd	Asset Management Plan	Planen indeholder en prognose for de forhold som kan påvirke indvindingen af grundvand.
Regionale aktører og datakilder		
Region Syddanmark	-	Ingen studier eller data iht. fremskrivning af vandforbrug. De forholder sig til gældende indvindingstilladelser.
Geofyn.dk		Fælles platform for de fynske kommuner indeholdende relevante GIS temaer.
Nationale aktører og datakilder		
GEUS	Den nationale boringsdatabase Jupiter og publikationer	Jupiter-databasen indeholder indberettede data for årlige oppumpede mængder og gældende indvindingstilladelser, se også bilag 2. Rapporter om grundvandsforekomster og vurderet udnyttelsesgrad af forekomster.
Plandata.dk	Adgang til kommunale lokalplaner og GIS plantemaer	Plandata.dk er et digitalt register for fysisk planlægning i Danmark.
DANVA	Vand i tal 2022. Vandopgørelser for de store vandforsyninger i Danmark	Vand i tal indeholder bl.a. tal for gennemsnitlige vandtab, og vandopgørelser for de store vandforsyninger.

7.2 Processkema til vurdering af fremtidigt vandbehov på lokalt plan

På baggrund af datakilder (se afsnit 7.1) er skitseret hvilke trin der bør gennemgås for at opnå et samlet bedste grundlag til vurdering af vandbehovet over den kommende årrække.

På Figur 7.3 er givet et oplæg på de væsentlige trin (A-D) i analysen sammenfattet i et diagram, der fungerer som ramme for analysen af vandbehov i pilotområdet.



Figur 7.3. Processkitse til vurdering af grundvandsbehov på lokalt plan.

Trin A omfatter overblik over vandforsyningsplaner, herunder prognoser for vandforbrug, befolknings- og boligprognoser, trusler mod ressource mv., samt evt. supplerende oplysninger fra vandforsyningsaktører i det aktuelle område.

Trin B omfatter et geografisk overblik over de nuværende indvindinger og indvindingstilladelser (GEUS, Jupiter).

Trin C er inddragelse af nationale trends i udviklingen af vandforbrug, både drikkevandsproduktion, erhvervstyper, industri og markvanding. Her trækkes på analyser gennemført under afsnit 5 og 6.

Trin D er en sammenstilling af data og prognoser på tværs af kommuner i det aktuelle område der undersøges og samlet vurdering af grundvandsbehov.

7.3 Vurdering af vandbehov (grundvand) i pilotområdet

7.3.1 A: Vandforsyningsplaner og -struktur

7.3.1.1 Assens Kommune – vandforsyningsplan 2021-2031

Vandforsyningsplanen for Assens kommune \26\ indeholder prognose for vandforbruget frem til 2031, og der er foretaget underopdeling i grupperne Nord, Syd, Øst og Vest. Den største stigning i vandbehov forventes i Nord. Prognoserne er beregnet ud fra et skønnet vandforbrug på forskellige ejendomstyper (erhverv, parcelhus, etageboliger, landhuse). Prognosen for Assens Kommune er vist i Tabel 7.2.

Tabel 7.2. Prognose grundvandsbehov i Assens Kommune. Fra Assens Kommune Vandforsyningsplan 2021-2031

Vandbehov	2019 (m³ pr. år)	2031 (m³ pr. år)	Stigning (%)
Hele kommunen ca.	3.295.000	3.572.000	8,4
Gruppe Nord	708.000	827.000	16,8
Gruppe Syd	899.000	961.000	6,9
Gruppe Øst	622.000	656.000	5,5
Gruppe Vest	1.066.000	1.128.000	5,8

For hele kommunen forventes dermed over en 10 årig periode en stigning i grundvandsbehov på ca. 275.000 m^3. Fremskrivningen omfatter udviklingen i bolig- og erhvervsbyggeri samt tilslutning af private indvindingsanlæg til husholdning. Indvindingsmængder fra private husholdninger udgør en meget lille del.

Det bemærkes, at Vandcenter Syd ejer og drifter Holmehaveværket, som er placeret i Assens Kommune, men leverer vand til Odense. I 2021 blev der indvundet 4,1 mio. m^3 grundvand fra værket. Holmehaveværkets fremtidige vandbehov er belyst i Odense Kommunes vandforsyningsplan. Ligeledes til Borreby Kildeplads har enkelte boringer i Assens Kommune.

Ifølge Assens Kommune (pers. medd.) er der er kommet flere nye kildepladser til i de seneste år, og der er ikke flere planlagt pt. Det forventes, at tre værker, der kun distribuerer vand, vil blive nedlagt på sigt.

7.3.1.2 Nordfyns Kommune –vandforsyningsplan 2019-2031

Nordfyns Kommune \27\ har udført en fremskrivning af vandforbruget fordelt på områder tilknyttet 12 vandværker i kommunen, hvor forbruget forventes at stige. Ved tre vandværker forventes en stigning i indvindingen på over 50 % frem mod 2031, og ved flere af værkerne er der behov for udvidelse af indvindingstilladelsen. Der er herunder beskrevet hvilke områder, som ventes udlagt til boligområder og hvorvidt der er kendskab til nye storforbrugere, se Tabel 7.3.

Samtidig beskrives i planen, at Nordfyns Kommune i fremtiden vil vurdere indvindingsbehovet for erhvervet ud fra gennemsnittet fra de seneste 10 års indberetninger +25 %, dog maksimalt det vandingsbehov, der tages udgangspunkt i ved nye tilladelser.

Summen af prognosen med fremskrivning af grundvandsbehovet frem til 2031 er vist i Tabel 7.3. Der estimeres en samlet stigning i grundvandsbehov i kommunen på ca. 535.000 m^3 frem mod 2031.

Tabel 7.3. Bud på prognose af grundvandsbehov i Nordfyns Kommune baseret på Nordfyns Kommune Vandforsyningsplan 2021-2031

Inddeling	Prognose (mio. m^3)
Vandværker uden forventet vækst i fremtiden /samme indvindingsniveau fremadrettet	2,3[1]
Erhverv (samme indvindingsniveau fremadrettet)	1
Markvanding	0,1-0,2[2]
Forventet bidrag til øget drikkevandsbehov: Nye forsyningsområder, nye boliger, sommerhusområde, 3 nye storforbrugere tilknyttet vandværker	0,5
Sum	3,9

[1] Ingen forventet stigning. Opgørelse fra 2021 anvendt
[2] I 2021 blevet indvundet ca. 95.000 m^3

Estimatet for de vandværker i kommunen, hvor der ikke forventes vækst i befolkning eller erhverv er baseret på 2021 niveau. Vedr. udviklingen af markvanding er der ifølge Nordfyns Kommune (pers. medd.) siden tørkesommeren i 2018 modtaget en stigning i ansøgning om egen indvinding til markvanding, hvilket vurderes som den største faktor ift. mulige afvigelser i den opsatte prognose.

Kommunen stiller ved indvindingstilladelser krav til, at markvanding og industri indvinder fra det øverste regionale grundvandsmagasin (KS2 i Miljøstyrelsens grundvandskortlægning), mens det nedre KS3 magasin, relateret til kvartære begravede dalsystemer, reserveres til drikkevandsindvinding. Kommunen arbejder aktivt med ressourceopgørelse og vandregnskab (viderebygning af arbejde opstartet i Fyns Amt) ift. vurdering af grundvandsressourcens bæredygtighed.

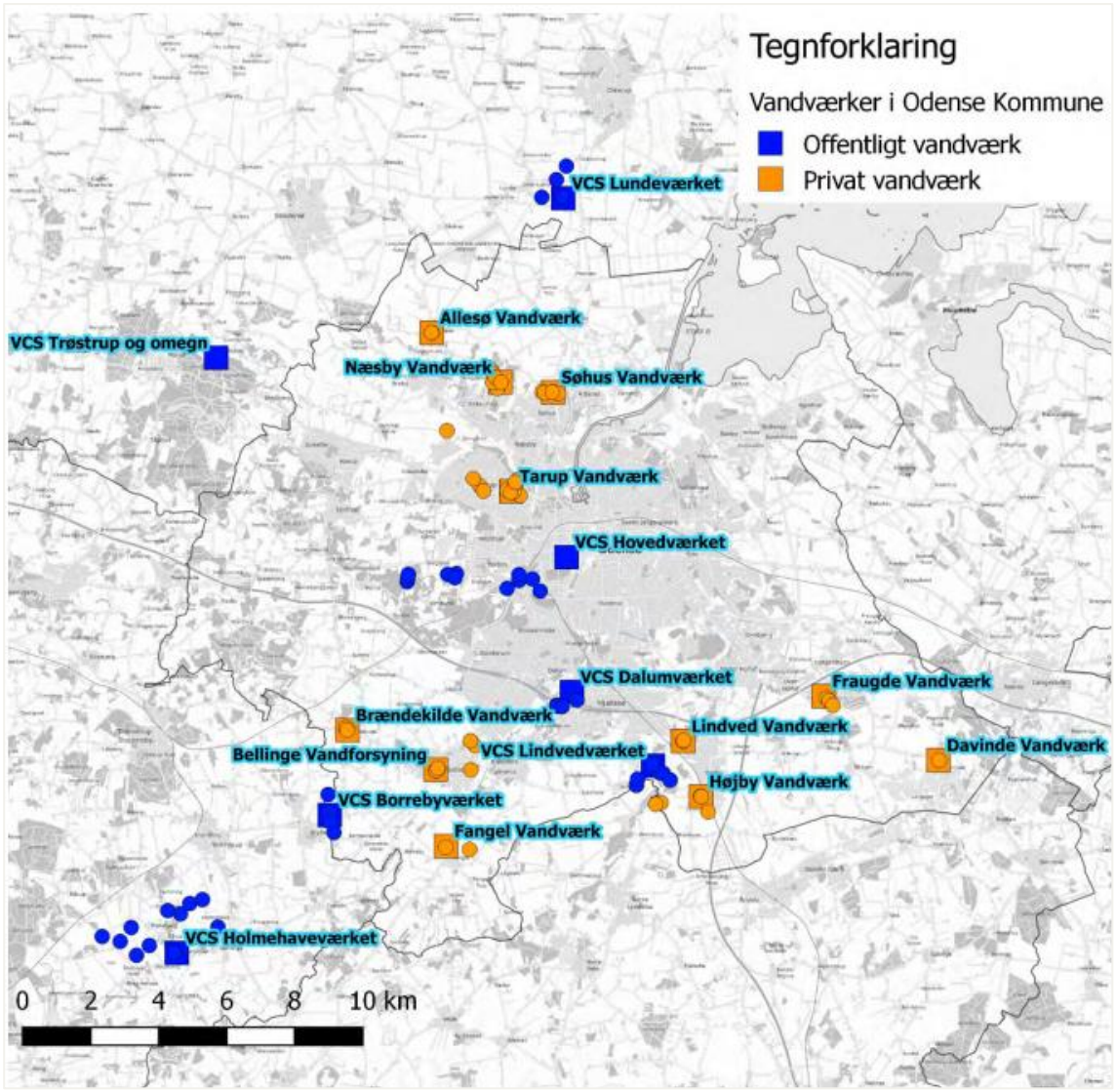
Vandcenter Syd ejer og drifter Lundeværket beliggende i Nordfyns Kommune syd for Otterup. Der blev samlet indvundet 580.222 m^3 ved Lundeværket i 2021 (indvindingstilladelse på 1 mio. m^3), og værket indgår i Odense Kommunes vandforsyningsplan og under Odense Kommune i indvindingsopgørelse.

7.3.1.3 Odense Kommune – Vandforsyningsplan 2018-2030

I vandforsyningsplanen \28\ beskriver Odense Kommune, at samfunds- og erhvervsudvikling i kommunen ikke indikerer, at vandforbruget vil stige væsentligt i de kommende år. Der er endvidere en rimelig reserve på kildepladserne og i vandværkernes produktionskapacitet. Dog er grundvandskvaliteten under pres ved flere kildepladser i kommunen, hvilket kan betyde geografiske ændringer i vandindvindingen.

Vandforsyningsplanen fremskriver et samlet indvindingsbehov på ca. 14,6 mio. m^3/år i 2030, svarende til en stigning på omkring 20% ift. 2017 niveauet. Vandsyningsplanen indeholder også Vandcenter Syds kildepladser, beliggende i nabokommunerne Assens og Nordfyns, og som forsyner Odense by. Fremskrivningerne er sket på baggrund af analyse af bl.a. stigende tendenser såsom befolkningsudvikling, vandforbrugende industrier, større dyrehold i landbruget mv.

Odense Kommune beretter (pers. medd.), at den største udfordring for vandforsyningen i Odense Kommune er, at der i omkring 75% af vandværkernes indvindingsboringer er påvist indhold af pesticider. Vandcenter Syd har, som nævnt, kildepladser og vandværker, der ligger i nabokommuner: Holmehaveværket og Borreby Kildeplads i Assens Kommune, og Lundeværket i Nordfyns Kommune, se lokationer på Figur 7.4. Størstedelen af indvindingen herfra går til forsyning af Odense Kommunes borgere.



Figur 7.4. Placeringen af vandværker der leverer drikkevand i Odense Kommune. Trøsterup og Lundeværket er beliggende i Nordfyns Kommune, og Holmehave Vandværk i Assens Kommune. Fra \28\.

Odense Kommune oplyser, at der er givet tilladelse til decentral videregående vandbehandling med henblik på fjernelse af pesticider ved boring med aktivt kulfilter. Pt. er der opstillet et vandbehandlingsanlæg i Odense Kommune og yderligere tre anlæg er på vej ved de mest forurenede boringer, hvilket er fundet nødvendigt for at opretholde en tilstrækkelig forsyning fra eksisterende forsyningsanlæg.

7.3.1.4 Vandcenter Syd

Vandcenter Syd har bidraget med indsigt i vandstrukturen og estimater af vandbehov i deres Asset Management Plan \29\. Planen understøtter Odense Kommunes Vandforsyningsplan \28\, og iht. Kommuneplan 2016-2028 \28\ kan forventes en tilgang på 20.000 nye borgere og 10.000 nye boliger, hvilket vurderes at kunne øge drikkevandsbehovet med ca. 730.000 m^3/år.

Det forventes, at der kan komme nye virksomheder med et betydeligt grundvandsbehov til, hvilket dog vurderes, at kunne rummes inden for den nuværende tilladelse.

Vandcenter Syd har udført en vurdering af, hvor bæredygtig grundvandsressourcen er ift. indvindingsmængder, og hvorledes pesticider i boringer og videregående vandbehandling spiller ind på dette. I vurderingen er der

taget hensyn til vandkvalitet i indvindingsboringer og moniteringsboringer, magasinets udbredelse, andre indvindere, vandløbspåvirkning og øvrige naturhensyn. Vandcenter Syd skønner et vandbehov på op mod 10,6 mio. m^3 i 2030 og 11,6 mio. m^3 2040 foruden eventuelle sammenlægning med øvrige mindre vandforsyninger.

Vandcenter Syd beskriver, at stigende efterspørgsel kombineret med pesticidproblemer i nuværende indvindingsboringer vil fordre etablering af nye kildeplads til drikkevand efter 2030. Indvindingstrykket på grundvandsressourcen kan derfor forskubbe sig geografisk i de kommende år mod områder, såsom Trøstrup i vest (Nordfyns Kommune) og Nørre Søby i syd (Faaborg-Midtfyn Kommune).

7.3.1.5 Faaborg-Midtfyns Kommune

Kommunen oplyser, at de er i gang med at udarbejde en ny vandforsyningsplan, hvor prognoser dog ikke er tilgængelige før i den første halvdel af 2023. Nedenstående Tabel 7.4 er Faaborg-Midtfyns Kommunens prognose for 2022 indvinding i den eksisterende vandforsyningsplan for 2010-2022 \31\.

Tabel 7.4. Oversigt og 2022 prognose hentet fra den gældende vandforsyningsplan (Faaborg-Midtfyns Kommune). Tabellen viser forbrugskategorier tilknyttet almen vandforsyning. Modificeret fra \31\.

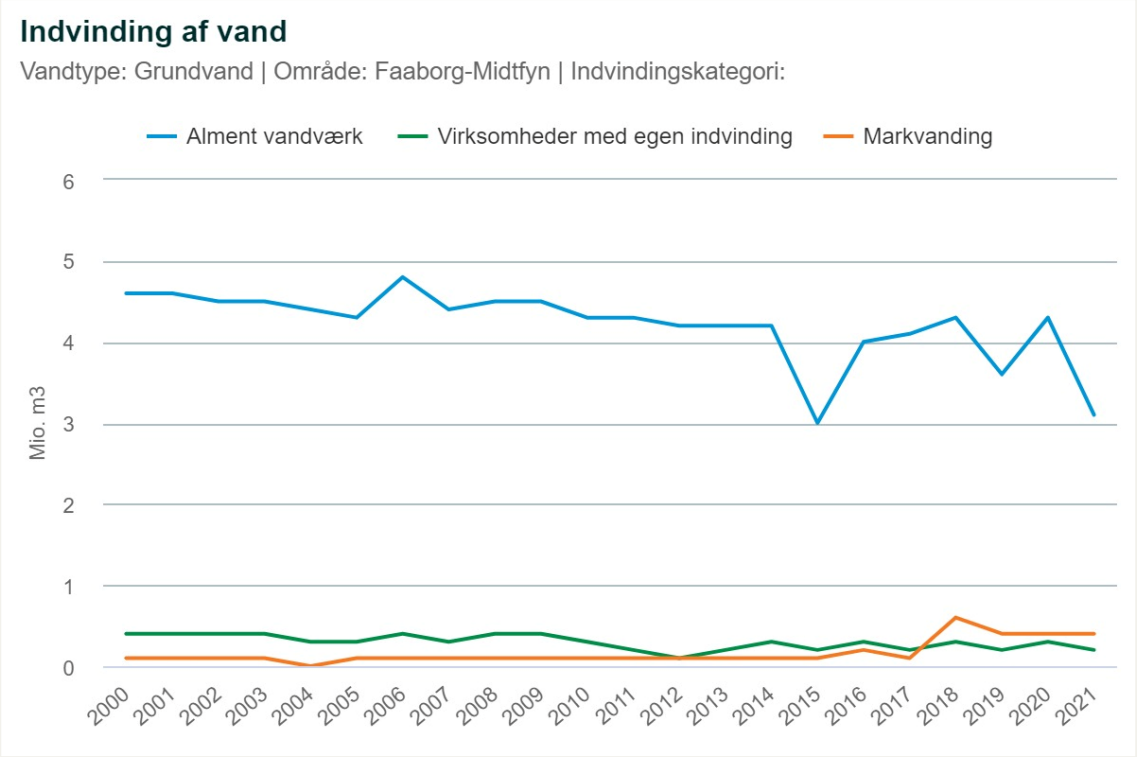
Forbrugskategorier fra vandværksanlæg	2007 (m^3)	2009 (m^3)	Prognose 2022 (m^3)
Husholdninger	2.045.000	2.115000	1.991.000
Gartnerier og landbrug	1.187.000	1.131.000	946.000
Industri	670.000	833.000	833.000
Skoler, institutioner, hoteller, camping	264.000	290.000	291.000
Sum	**4.166.000**	**4.233.000**	**4.266.000**

Til prognose-summen på de 4,3 mio. m^3 ovenfor skal tillægges forventes indvinding fra enkeltanlæg, primært gartnerier og markvanding, hvilket er summeret i tabellen nedenfor (Tabel 7.5).

Tabel 7.5. Samlet 2022 prognose-tal fra vandforsyningsplan 2010-2022, Faaborg-Midtfyns Kommune

Indvindingstype	Prognose 2022 (mio. m^3)
Almen vandforsyning	4,3
Gartnerier	0,94
Markvanding	0,31
Husholdning (enkelt indvinding) og andet	0,18
Sum	**5,7**

Ved en sammenligning med historikken for kommunen siden 2000 har den årlige indvinding fra almen vandforsyning ligget på ca. 4,2-4,6 mio. m^3, da der ses bort fra år med store udsving (2015, 2019 og 2021), hvilket sandsynligvis skal tilskrives fejl i indberetning og er videreformidlet til kommunen, se Figur 7.5.



Figur 7.5. indvindingshistorik for Faaborg-Midtfyns Kommune fra år 2000-2021. Fra Danmarks Statistik, www.statistikbanken.dk

Den samlede indvindingsmængde af grundvand i kommunen i 2020 er ved Danmarks Statistik (Statistikbanken) opgjort til:

- 4,3 mio. m^3 fra alment vandværk
- 0,3 mio. m^3 fra virksomheder med egen indvinding
- 0,4 mio. m^3 fra markvanding
- I alt 5 mio. m^3

Dette er 700.000 m^3 lavere end 2022 prognosen, og der er i historiske data ikke indikationer på større stigninger i vandbehovet. Dog beskriver Midtfyns Vandforsyning aktiviteter, der kan bidrage til moderate stigninger i vandbehov de kommende 10 år, se afsnit 7.3.1.6.

7.3.1.6 *Midtfyns Vandforsyning*

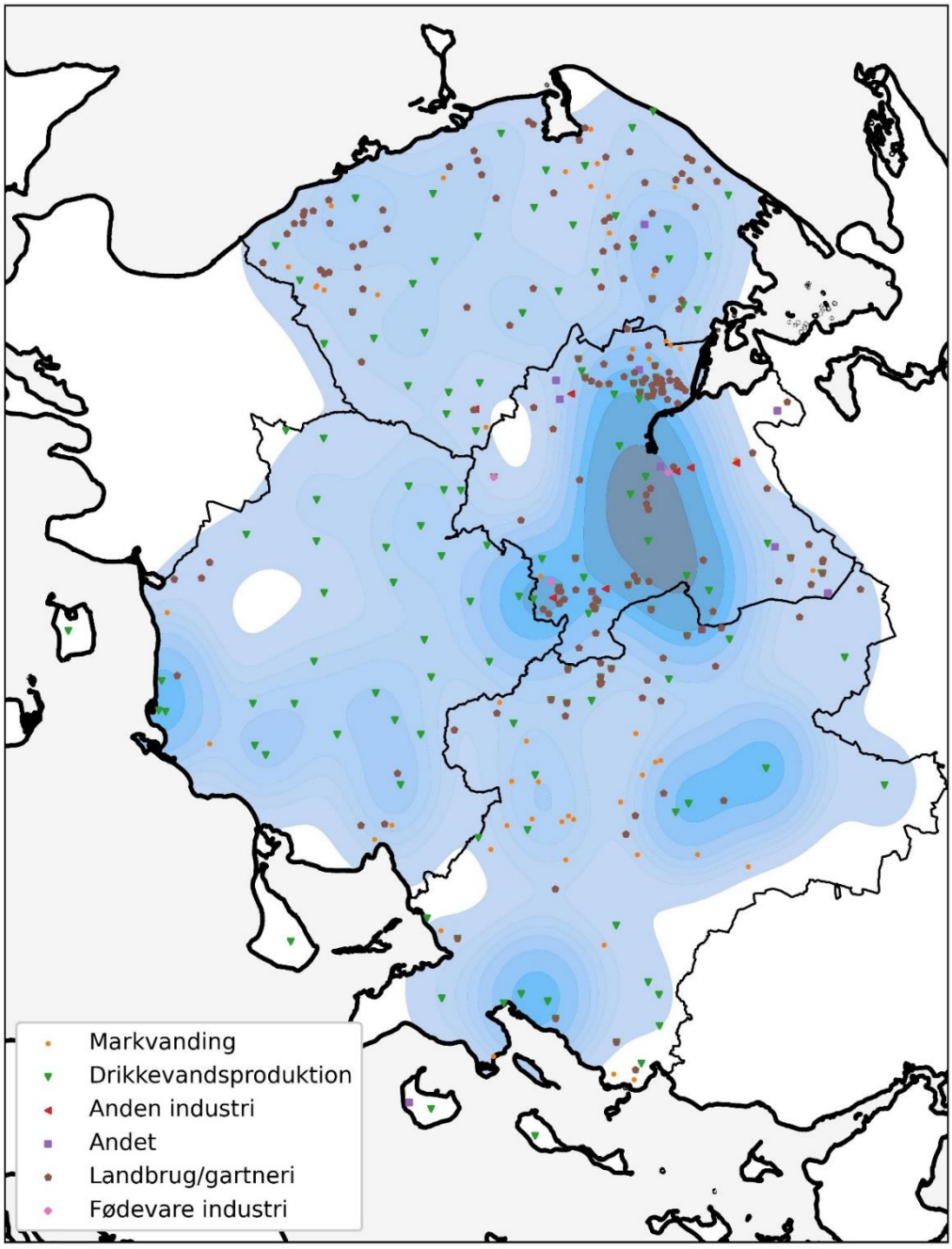
Der er taget kontakt til Midtfyns Vandforsyning udgøres af 4 vandværker: Vandgården-Åværket i Ringe, Espe Vandværk, Årslev Vandværk og Havndrup Vandværk. Tilsammen indvandt de i 2021 i alt ca. 1,9 mio. m^3 vand.

Forsyningen vurderer (pers. medd.), at der de kommende år vil ske øget vandbehov ved Årslev, hvor der planlægges udvidelse af kapaciteten. Det forventes desuden, at Midtfyns Bryghus fremadrettet vil have et forøget vandbehov. Midtfyns Vandforsyning arbejder med planlægning af ny kildeplads og vandværk i den centrale del af kommunen mellem Ringe og Espe for at sikre fremtidig kapacitet.

Forsyningen har nogle store enkeltforbrugere (drikkevareproducent, svinebedrifter og gartneri), hvis indvinding kan variere årligt afhængig af f.eks. en tør sommer. Vand til husholdningerne ligger på meget stabilt niveau med stort set uændret behov. Samlet vurderer Midtfyns Vandforsyning, at planlagt udbygning af nyt byområde de kommende år vil give en mindre forøgelse i vandbehov.

7.3.2 B: Indvindingsopgørelser og -tilladelser

Med udgangspunkt i processkemaet (Figur 7.3) har NIRAS udført et udtræk fra Jupiter (se afsnit 3.1.2) og gennemført analyse af pilotområdets nuværende indvinding af grundvand (2021 data) fordelt på valgt gruppering af anlægstyper som opgjort i GEUS Jupiter kodeliste. Det er gjort for at få et geografisk overblik over, hvor i Pilotområdet den største indvinding sker fra aktive anlæg. På Figur 7.6 ses ud fra densitetsplottet, at mest indvinding er angivet ved anlæg i Odense Kommune mod syd og sydvest. Herudover ses "hotspots" i den centrale del af Faaborg-Midtfyns Kommune, ved Faaborg by og ved Assens by. Udover indvinding fra vandforsyninger er egen indvinding fra gartnerier og landbrugsbedrifter i Odense syd og ind i Faaborg-Midtfyns Kommune betydende aktører.



Figur 7.6. Densitetsplot af 2021 indvindingsdata. Plottet viser relativt hvor i pilotområdet indvindingen af grundvand primært sker (jo mørkere blå farve, jo større indvinding). Punkter viser placering af aktive indvindingsanlæg fordelt på drikkevandsproduktion, markvanding, landbrug/gartneri, fødevareindustri, anden industri og andet (se legende nederst til venstre). Figuren er udarbejdet af NIRAS.

I Tabel 7.6 er vist en sammenligning af samlede indvindinger fra 2021 og aktive tilladelser udtrukket fra Jupiter (med beskrevne forbehold i bilag 2).

Tabel 7.6. Forskel mellem indvindingsmængder i 2021 og gældende indvindingstilladelser fordelt på kommuner– beregnet på total indvinding fratrukket total tilladelsessum, og indvindinger fra vandforsyninger fratrukket vandforsyningernes aktive indvindingstilladelser.

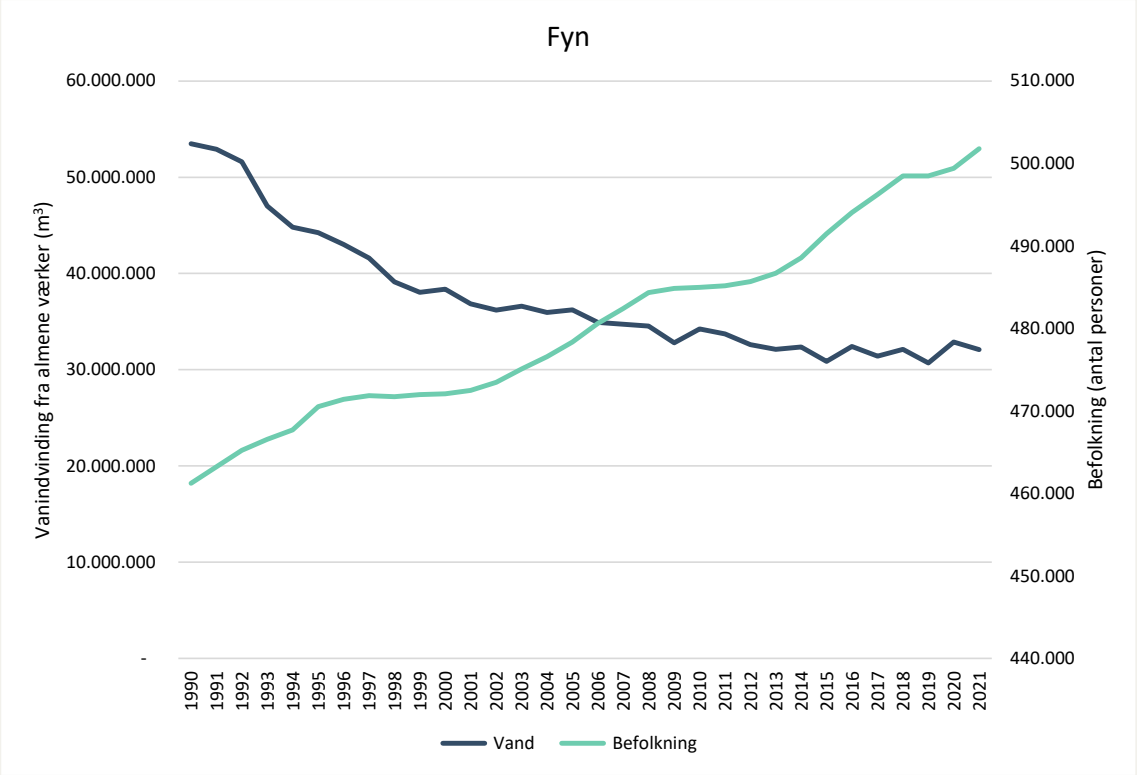
Parameter	Odense	Assens	Faaborg-Midtfyn	Nordfyns
Forskel i mio. m^3 mellem tilladelser og indvinding (**total 2021**)	5,3 (indvinding udgør 55% af samlede tilladelser)	1,0 (indvinding udgør 75% af samlede tilladelser)	3,1 (indvinding udgør 59% af samlede tilladelser)	1,9 (indvinding udgør 60% af samlede tilladelser)
Forskel i mio. m^3 mellem tilladelser og indvinding (**vandforsyninger 2021**)	2,6 (indvinding udgør 69% af samlede tilladelser)	0,7 (indvinding udgør 81% af samlede tilladelser)	2,0 (indvinding udgør 67% af samlede tilladelser)	1,0 (indvinding udgør 70% af samlede tilladelser)

Det ses, at der generelt er en forholdsvis god buffer ift. aktuelle indvindinger i 2021, og de tilladte indvindingstilladelser angivet som aktive i Jupiter-databasen. Der er ikke kendskab til eventuelle retningslinjer ift. buffermargin på gældende tilladelser. Indvindingstilladelser i Jupiter indbefatter en del fejlkilder, så tallene bør anskues med forbehold for indberetningsfejl. Tabellen (Tabel 7.6) er en samlet opgørelse for alle magasinenheder i pilotområdet, og ikke magasinspecifik.

Indvindingsstrukturen som den ser ud i 2021 er, som angivet i de tidligere afsnit med gennemgang af vandforsyningsplaner mv., afhængig af en række faktorer, der vil have indvirkning på forsyningsmønstrene fremadrettet.

7.3.3 C: Nationale/regionale trends i vandbehov

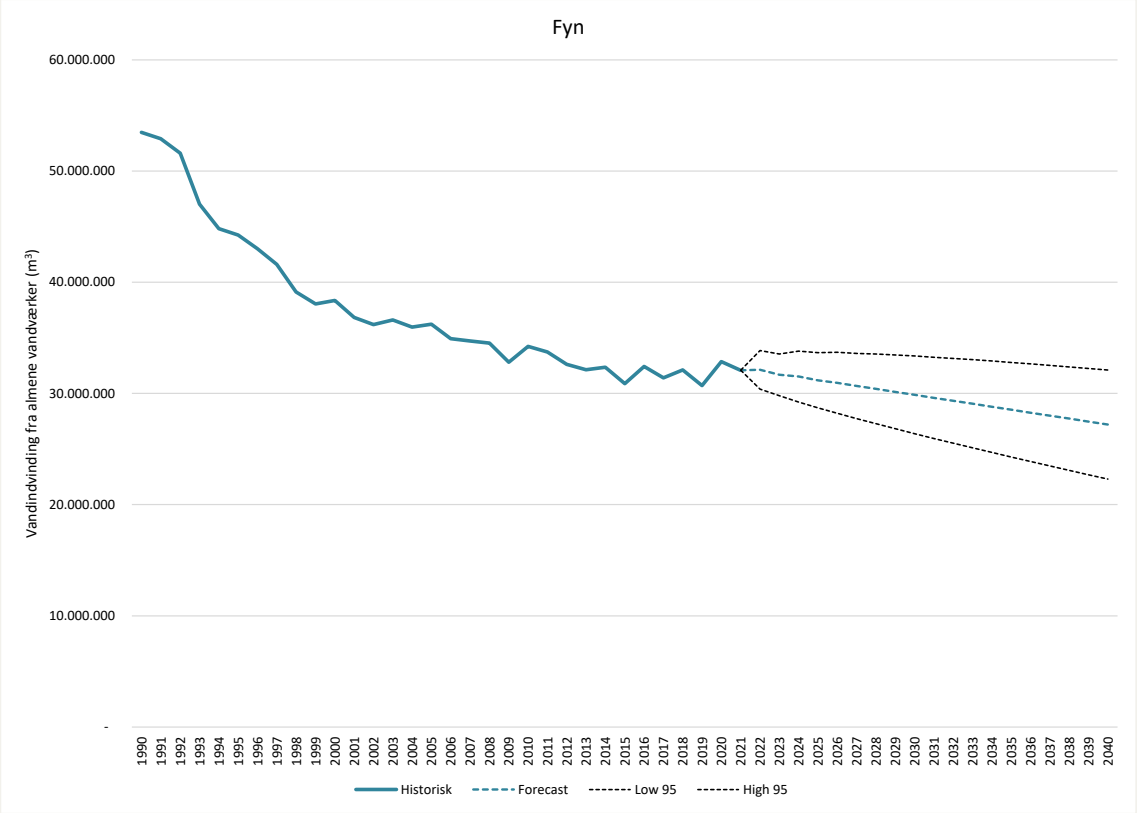
Et afsæt i vurderingerne og fremskrivninger fra afsnit 3 kan understøtte vurderingen af den forventede udvikling i vandforbruget i pilotområdet. På Figur 7.7 ses befolkningsudviklingen og de årligt indvundne grundvandsmængder plottet på en graf for perioden 1990-2021. Det ses, at der er sket en øget befolkningstilvækst på Fyn over hele perioden, mens drikkevandsforbruget fortsat er faldet til år 2009. Herefter ses et mere jævnt forløb i drikkevandsforbruget med årsvariationer. Flere borgere på Fyn ser derfor ikke ud til at forøge grundvandsindvindingen.



Figur 7.7. Graf med visualisering af udviklingen i vandindvinding fra almene vandforsyninger og befolkningen på Fyn fra 1990 til 2021. Kilde: Udtræk fra GEUS' Jupiter-database og Danmarks Statistik

Den udførte modelfremskrivning af drikkevandsbehovet på Fyn er vist på Figur 7.8, og modellen er beskrevet nærmere under afsnit 5.3.2. Modellen taget udgangspunkt i historiske data og beskriver et fortsat fald i drikkevandsmængderne, så det i 2030 estimeres at ligge på omtrent 30 mio. m^3.

Fremskrivningen indeholder ikke information om vand anvendt i industrien, der f.eks. forsynes af Vandcenter Syd, Midtfyns Vandforsyning, Assens Forsyning eller øvrige vandforsyninger på Fyn. Ligeledes er egen indvindinger ikke en del af den viste fremskrivning.



Figur 7.8. Modelfremskrivning af drikkevandbehov (indvinding) til 2040 med 95% konfidensintervaller. Modellen er beskrevet under afsnit 5.3. De historiske data er udtræk fra GEUS' Jupiter-database.

Hovedpunkter fra national vurdering og fremskrivning af drikkevandsbehov:

- Der er ikke indikationer på stigende vandbehov iht. modelfremskrivning af indvindingsmængder.
- Modelfremskrivningerne vurderes jf. afsnit 5.2 ikke at være koblet til befolkningsudviklingen i regionen.
- Modelfremskrivningerne for Fyn estimerer et samlet drikkevandsbehov på omtrent 30 mio. m^3 i 2030.

Hovedpunkter fra national vurdering og grundvandsbehov i industrien og landbruget:

- Generelt vurderes, at vandbehovet til drikke- og fødevareproduktionen ikke er stigende, men derimod faldende grundet mere genbrug af vand i produktionen, mål om bæredygtig anvendelse af ressourcer, nye teknologier mv.
- Klimaforandringer vil sandsynligvis medføre et øget markvandingsbehov i perioder, da klimafremskrivninger forudser længere tørkeperioder (jf. afsnit 6.2). I pilotområdet er der dog overvejende lerjorde, hvor vandingsbehovet er mindre.
- Der er ikke planlagt PtX produktionsanlæg i pilotområdet. Grundvand vurderes desuden heller ikke som primær ressource til PtX.

Usikkerheder:

- Vandkvaliteten er ikke inddraget i analysen, og kan ændre forsyningsstrukturen ift. drikkevandsforsyningen
- Etablering af store vandforbrugende industrier i pilotområdet. Der er ikke informationer fra de lokale myndigheder eller aktører om planer for etablering af store vandforbrugende erhverv.

7.3.4 D: Sammenstilling og vurdering af vandbehov

Der er her foretaget en samlet vurdering af grundvandsbehovet i pilotområdet (afsnit 7.3.1 - 7.3.3) og en beskrivelse af den videre kobling med arealanvendelser, der sammenholdt med ressourceopgørelser for grundvandsressourcen kan pege mod en mere detaljeret forvaltning af ressourcen i fremtiden.

I Tabel 7.7 ses en opsummering af de kommunale prognoser (vurdering af samlet indvinding) fra vandforsyningsplanerne, hvilket peger mod en stigning i indvinding på ca. 3 mio. m^3 omkring 2030 sammenholdt med 2021 indvindingsniveauet i hele pilotområdet, svarende til en stigning på ca. 1,1% årligt. Med baggrund i fremskrivningerne for udviklingen i vandbehovet til de almene vandforsyninger (afsnit 7.3.3), og hvor der estimeres et fald, skal stigningen måske findes ved erhverv, industri og landbrug.

Tabel 7.7. Sammenstilling af prognosetal og indberettet indvinding i 2021.

	Assens	Nordfyns	Odense	Faaborg-Midtfyns	**Sum**
Gennemsnitlig indvinding de seneste fem år (2017-2021)[1]	3,4	3,4	12,7	5,0	24,5
Prognose	3,6	3,9	14,6	5,7[2]	27,8

[1]Gennemsnittet er valgt for at udjævne udsving i indvinding og mindske påvirkning af eventuelle fejlindberetninger.

[2]2022 prognosetal anvendt, da ny kommunal fremskrivning for 2030 ikke foreligger ultimo 2022.

Odense Kommunes opgørelse og prognose omfatter importtal fra VCS vandværker lokaliseret i Assens og Nordfyns kommuner.

Det bemærkes, at prognoserne i pilotområdet altså forventer en stigning i vandbehov, mens de nationale trends overordnet antyder svagt fald i grundvandsbehovet. Nationalt antyder prognoserne en fortsat afkobling af vandbehovet fra selve befolkningsudvikling, men det er usikkert hvorvidt dette kan fortsætte som det kan konstateres historisk. Regionale ændringer i demografien på sigt forventes at have en påvirkning lokalt, selv om det nok ikke er store vandmængder, idet by-udvidelser af boligområder (husholdninger) ikke giver særlige stort yderligere vandbehov. Det er derimod lokale faktorer som industri, landbrug samt øvrige storforbrugere med planer om udvidelse af produktion der kan medføre en markant stigning i vandbehov. Samtidig kan det dog også give fald i behovet ved lukning, produktionsændringer eller lignende. Netop erhverv, industri og landbrug er vanskelige at give prognoser for, da de bl.a. er meget afhængige af klimaet i sommerhalvåret. Dele af prognoserne i de kommunale planer baserer sig på udbygning af boligområder og kendte nye storforbrugere, hvor forbrugerøkonomien og konjunkturforhold er betydende for timingen af realisering af nyudstykninger af boliger eller erhvervsgrunde.

Udfordringer med grundvandskvalitet vil kunne ændre dele af forsyningsmønstret på tværs af kommunegrænserne, og dermed også trækket på ressourcen. Dette har ikke umiddelbart en direkte betydning på vandbehovet for slutbrugeren, men derimod for pågældende vandforsyning, hvis vandbehov kan forskydes betydelig geografisk. Eksempelvis planlægger den store lokale forsyning i Faaborg-Midtfyns Kommune at etablere ny kildeplads, hvilket blot vil være endnu en case, hvor kildepladser etableres væk fra byzoner, der især skyldes miljøfremmede stoffer i grundvandet bynært.

7.3.4.1 Usikkerhedsbetragtninger

På tværs af kommunerne i pilotområdet er angivet følgende faktorer, der kan have en indvirkning på vandhovet fremadrettet:

- Et muligt større vandingsbehov og flere ansøgninger om tilladelse til egen indvinding.
- Udfordringer med drikkevandskvalitet grundet miljøfremmede stoffer, særligt Desphenyl-Chloridazon er i dag et problemstof fundet i pilotområdet (andre, nye miljøfremmede stoffer kan evt. detekteres i fremtiden). Tilladelse til videregående vandbehandling i Odense Kommune kan bidrage til mindre pres på grundvandsressourcen. Dette vil give direkte ændringer i vandbehov for slutbrugeren, men kan mindske konsekvenser for den pågældende vandforsyning i forhold til at imødekomme vandbehovet lokalt
- Perspektivarealer i lokalplaner kan give et forøget grundvandsbehov, såfremt de realiseres. Det er dog ikke sikkert de gennemføres og vil dermed ikke vil have effekt på behovet.

- Det bemærkes, at prognoserne i pilotområdet angiver en forventet stigning i vandbehov de kommende 10 år på ca. 1% årligt, mens de nationale fremskrivninger og trends i industrien peger mod et faldende vandbehov. Fremskrivningerne af vandbehovet til de almene drikkevandsforsyningerne antyder fald på ca. 1% årligt over de næste 10 år. En faktor, der kan tippe udviklingen til begge sider er dog vandbehovet i landbruget, hvor klimaet er bestemmende for vandindvindingen. I pilotområdet er dette især store bedrifter og gartnerier, samt til dels markvanding der vil være udslagsgivende.

8 Sammenstilling af national og lokal analyse af vandbehov

I Tabel 8.1 er opsummeret nationale og lokale datakilder fordelt på emner ift. om vurderinger af grundvandsbehovet anskues ud fra en national (afsnit 5 og 6) eller en lokal vinkel (afsnit 7).

Tabel 8.1. Beskrivelser af parametre - ens eller forskellige - i analysen af grundvandsbehov nationalt og lokalt.

Emne	Nationalt plan	Lokalt plan
Datagrundlag, vanddata	GEUS Jupiterudtræk for indvindingsmængder og indvindingstilladelser (koordinatsatte anlægstyper)	GEUS Jupiterudtræk for indvindingsmængder og indvindingstilladelser (koordinatsatte anlægstyper)
	Danmarks Statistik brancheinddeling på landsplan	Danmarks Statistik brancheinddeling på landsplan
		Ved indsamling af data lokalt vil kommunerne og større vandforsyninger typisk have opgørelse af årlige indvindinger på flere forbrugstyper koblet til den almene vandforsyning end det som foreligger i Jupiter.
Almene vandforsyninger /husholdninger	Nationale fremskrivninger baseret på tidsserier for årlige indvindingsdata er en mulighed til at vurdere det kommende vadbehov, som gjort i nærværende rapport.	Kommunale planer for tilvækst og udbygning Indsigten i de kommunale vækstplaner for evt. udbygning (almene boligbyggerier og privat boligbyggeri) giver en indsigt til at estimere geografisk vandbehov). Det kan sammenlignes med nationale trends for at understøtte fremskrivningerne lokalt.
Erhverv og industri	Nationale trends og overordnet brancheinddeling fra Danmarks Statistik	Lokale aktørers (f.eks. vandforsyningers) viden og udviklingen i vandforbrug inden for erhvervssektorer
		Kommunale planer om erhvervsudvikling
	Tidserier for indvinding fordelt på brancher (Danmarks Statistik)	Tidserier for indvinding fordelt på brancher (Danmarks Statistik). Kan kun anvendes til generelle trends ift. udviklingen lokalt.
Klimaforandringer	Fagstudier og vidensynteser med fokus på landbruget i fremtiden	Fagstudier og vidensynteser med fokus på landbruget i fremtiden
		Overblik over den lokale udvikling i markvanding /andel af landbrugsarealer haves kommunalt ifm. med overblik over aktive anlæg og indvindingstilladelser. Regionalt kan der være udarbejdet specifikke studier med fokus på emnet (eksempelvis Region Midt studie fra 2014 \5\

9 Konklusioner og perspektivering

Gennemgang af data fra GEUS, DANVA og Danmarks Statistik viser, at vandværkernes indvinding over de seneste 30 år er faldet med ca. 200 mio. m^3 på grund af indførelse af Vandmiljøplan I, samt bl.a. vandsparekampagner, vandbesparende installationer og vandmålere i hjemmene, øgede vandpriser, afgift på ledningsført vand samt indsats for og afgift på vandtab (lækager). Totalt udgjorde indvindingen i år 2021 fra almene vandværker 370 mio. m^3, hvoraf ca. 3/4 gik til forbrug i husholdninger, institutioner og sommerhuse, mens den resterende 1/4 var til erhvervsformål. Grundvandsindvinding til markvanding er ikke faldet tilsvarende, og denne varierer kraftigt fra år til år afhængig af nedbør og tørkeforhold. Indvinding til markvanding toppede i 2018 med 354 mio. m^3.

De udførte analyser og vurderinger af grundvandsbehovet til almene vandforsyninger viser, at der forventes en fortsat nedadgående tendens i vandindvindingen fra vandværkerne. Der er udført statistiske test i dette studie, som viser en afkobling af befolkningstilvækst og vandforbruget historisk. Den fortsat faldende tendens afspejles primært i fortsatte effektiviseringer af vandforbruget hos virksomheder og husholdninger, dels på grund af tekniske forbedringer og dels på grund af fokus på verdensmål, bæredygtighed og grøn omstilling. Ændringer i samfundet har derfor historisk vist sig stærkt betydende for udviklingen af vandforbruget i husholdninger og erhverv. Ifølge modelfremskrivningerne vurderes det, at den samlede vandindvinding fra almene vandforsyninger fra 2021 til 2040 gennemsnitligt kan udvise et årligt fald på 0,3 til 0,8 %. Der er dog en betydelig usikkerhed på dette estimat, idet prædiktionsintervallet har et spænd på faldet svarende til årlige fald på mellem 0,1 % og 1,5 %.

Gennemgang og vurdering af udviklingen af vandforbrug inden for de traditionelt store vandforbrugende industrier i Danmark viser stagnerende eller faldende tendens, som følge af vandbesparende tiltag og udviklinger initieret af målsætninger om bæredygtig brug af naturens ressourcer. Med hensyn til kommende potentielle vandforbrugende sektorer er bl.a. beskrevet Power-to-X, hvor nuværende studier og projekter peger mod renset spildevand, som den mest optimale vandressource til elektrolyseprocessen. Klimaforandringer vurderes som en afgørende faktor ift. grundvandsbehovet især indenfor landbruget, hvor et varmere klima med højere risiko for tørkeperioder vil betyde et øget træk på grundvandsressourcen, særligt på sandede jorde i Midt- Vest- og Sønderjylland. Der er dog mange usikkerheder, hvor ikke alle peger mod et forøget vandbehov. En væsentlig usikkerhed er bl.a. prisforholdene på de vegetabilske produkter, som vil blive dyrket i fremtiden, da erhvervet vil tilpasse sig en større markvanding, såfremt der opnås et højere økonomisk udbytte herved.

Modelfremskrivninger indeholder mange usikkerheder, der ikke alle kan inkorporeres. Dette projekts tids- og budgetramme har sat begrænsninger for hvor detaljeret en fremskrivningsmodel det har været muligt at opsætte. En mere omfattende model vil kunne udbygges med andre mulige forklarende variable som husholdningernes disponible indkomst, generel økonomisk vækst (BNP), overskud i produktionen (BVT), produktion i virksomheder samt vejr og klima. Det afgørende for, om disse variable kan bidrage yderligere til modellen er, om der observeres eller forventes en ændringer eller spring i udviklingen, som ikke kan repræsenteres ved en trend. Fremskrivningerne på nationalt niveau vil muligvis kunne forbedres ved inklusion af flere forklarende variable, som kan være med til at forklare udsving og trends i data, og dermed ville øge modellens forklaringsgrad. Det er testet, hvorvidt udviklingen i befolkningstal kunne være en forklarende variabel, men der er ikke fundet statistisk evidens for denne sammenhæng.

Pilotområdet, bestående af de fire kommuner Odense, Assens, Nordfyns og Faaborg-Midtfyns peger i en summering af de kommunale vandforsyningsplaner på en samlet stigning i vandbehov på ca. 1 % årligt de kommende år frem mod 2030. Den forventede stigning omfatter vand til almene vandforsyninger (80-90% i pilotområde), erhverv med egen indvinding (10-20% i pilotområde) og markvanding (<5% i pilotområde). Prognoserne indeholder forventninger til bebyggelse af nyudstykninger og planlagte storforbrugere. Nye tilladelser til markvandinger, og mulig stigninger her, er primært rettet mod områder i Nordfyns Kommune. Tværkommunalt er enkelte storforbrugerne afgørende for, om vandindvindingerne samlet stiger eller falder, da vand til husholdningsforbrug ikke ændrer sig betydeligt. Lokale storforbrugere er store landbrugsbedrifter, gartnerier og drikkevareproducenter, der er afhængige af klimaet i den enkelte vækstsæson eller skift i produktionsintensitet. Flere af disse storforbrugere, herunder et hyperscale datacenter, er tilsluttet almene vandforsyninger (bl.a. Vandcenter Syd og Midtfyns Vandforsyning).

Der er ikke en oplagt forklaring på, hvorfor kommunernes fremskrivning i pilotområdet forventes at stige med ca. 1 % årligt, mens den landsdækkende fremskrivning af vandforbruget forventes at falde med ca. 1 % årligt. Lokale faktorer som udbygninger af bolig- og erhvervsområder, samt planer om udvidelse af erhvervsproduktioner, kan spille en rolle for vurderingen af et stigende vandforbrug i pilotområdet. Desuden ses, at den forventede befolkningstilvækst regionalt i visse eksempler tillægges for stor vægtning ift. forventet stigning i drikkevandsbehov.

Fremskrivning og vurdering af vandbehovet, samt bud på afgørende faktorer for udviklingen i behovet de kommende år er alle omsluttet af mange usikkerheder. Disse usikkerheder er forsøgt belyst løbende i nærværende rapport, men vil også variere i betydning regionalt og lokalt afhængig af den aktuelle og fremtidige situation på vandforsyningsområdet.

Perspektivering
Analyse af historiske data viser, at større politiske tiltag, økonomisk regulering, ændring af adfærdsmønstre, forsyningstekniske udviklinger og gennemgribende vandbesparelser i husholdninger har været afgørende for udviklingen i vandforbruget i Danmark. Enkeltstående faktorer og tendenser vurderes også fremadrettet som mulige udslagsgivende faktorer, der kan skubbe vandbehovet mod en faldende eller stigende tendens. Faktorer som kan have afgørende betydning er:

- Klimaforandringer mod et varmere klima, der vil påvirke særligt landbruget.
- Gennemgående krav til bæredygtig produktion og genanvendelse af naturressourcer herunder vand, og realisering af målsætninger om vandbesparelser i store vandforbrugende sektorer.
- Beslutninger om brug af sekundavand og terrænnært grundvand til erhverv og industri.
- Nye udviklinger der fremmer tekniske vandbesparelser af drikkevand i husholdningerne.
- Uforudsete forbrugerregulerende tiltag.
- Befolkningsvækst og erhvervsvækst i de store byer kan ikke afskrives som afgørende parametre, der forskubber den geografiske indvinding af grundvand.
- Uforudsete ændringer for dyrkning af nye afgrøder og fødevareproduktion.
- Stigende udfordringer med grundvandskvaliteten.

10 BILAG 1: Udtræk fra GEUS' Jupiter database

10.1 Kendte fejlkilder

Kildedata i Jupiter indeholder målefejl, som ikke alle opdages og rettes. Det er f.eks. tastefejl, enhedsfejl (f.eks. rapportering i liter fremfor m^3) og om manglende indberetninger og indberetninger i forkerte felter (fx overfladevand rapporteret som grundvand). Formentlig må forventes at de nyeste år er lidt underrapporteret, pga. for sene indberetninger. Ligeledes forventes at branchefordelingen også er behæftet med usikkerhed, da her en lang kodeliste, der kan være vanskelig at overskue ved indberetning.

Indvindingstilladelser vurderes at indeholder flere fejlkilder, der ikke kan undgås ved udsøgning med tilpassede forespørgsler, da der ikke er fundet systematik i fejlindberetningerne. Eksempler på fejlkilder i indvindingstilladelser er:

- Flere aktive tilladelser angivet til samme anlæg.
- To lige store tilladelser angivet, hvor eksempelvis kun den ene har angivet en slutdato for tilladelsen.
- Flere aktive indvindingstilladelser med forskellige tilladelses ID.
- Eksempler hvor tilladelsen er udløbet, dog bemærket "aktiv" i bemærkningsfelt. Ud fra oppumpede mængder ses at oppumpningen fortsætter.
- Eksempler på sammenblanding af indvindingstilladelser (Eksempel: 3 anlæg - Farum, Bregnerød og Lillevand) med forklaring i bemærkningsfeltet. Samlet tilladelse er 1.1 mio. m^3, men Bregnerød (83132) og Lillevang (83137) har selv gældende tilladelser. Ved opsummering er de oppumpede mængder 1,06 mio. m^3, hvilket er indenfor den samlede ramme.

11 BILAG 2: Metodebeskrivelse - fremskrivning

Som beskrevet i afsnit 5.2 er fremskrivningen af Danmarks fremtidige behov for drikkevandsproduktion baseret på tidsserie regressionsanalyse med en ARIMA model. En klassisk ARIMA model er en univariat model, hvor udviklingen i den afhængige variabel beskrives af tidligere værdier af den afhængige variabel. ARIMA modeller estimerer således forventede forudsagte værdier af en variabel ud fra tidligere værdier af samme variabel, dvs. estimerer ud fra trends i data. I kontekst af denne analyse vil det sige, at vandindvindingen i et givent år forventes at afhænge af vandindvindingen i et eller flere af de foregående år. Denne type model kan udvides med yderligere forklarende variable, til at beskrive udviklingen i den afhængige variabel. En sådan multivariabel model kaldes ARIMAX.

Tidsserie-datasættet benyttet i modellen er udtræk fra Jupiter databasen, hvor der inddraget årlige indvundne mængder fra branchekoder V01, V02 og M42 der dækker indvinding fra almene vandforsyninger.

For at estimere tidsseriemodeller korrekt, er det nødvendigt, at variablene er stationære. En variabel er stationær når middelværdien og variansen er konstant over tid. En ikkestationær variabel kan i mange tilfælde transformeres således, at den bliver stationær. Dette kan bl.a. gøres ved at tage første differencen til variablen, således at værdien i år t-1 trækkes fra værdien i år t. Den stationære tidsserie udgøres således af ændringerne i variablen fra år til år. Når data er transformeret, således at det grafisk ser stationært ud, kan antagelsen om stationaritet testes med en Dickey Fuller test. Her er nulhypotesen at variablen ikke er stationær, hvilket vil sige, at hvis nulhypotesen afvises, afvises det at variablen ikke er stationær og dermed kan den bruges i regressionsanalysen.

ARIMA modellen defineres som ARIMA(p,d,q), hvor p er antallet af lags af den afhængige variabel (AR-delen: de autoregressive led), d er er antallet af første differencer, der bruges til at gøre variablen stationær og q er antallet af laggede residualer (MA-delen: moving average leddene). Det vil sige at den fremskrevne værdi estimeres ud fra et antal at dens egne historiske værdier og tidligere "chok" til tidsserien. Her skal det bemærkes at middelværdien af chokkene er antaget at være nul, hvilket også betyder, at summen af alle tidligere choks antages at være nul.

En ARIMA model defineres således:

$$y_t = \alpha + \delta t + \theta_1 y_{t-1} + \cdots + \theta_n y_{t-n} + \varepsilon_t + \beta_1 \varepsilon_{t-1} + \cdots + \beta_q \varepsilon_{t-q}$$

Her er α en konstant, δ er en trend parameter, θ er AR koefficienterne og β er MA koefficienterne. α og δ indgår ikke nødvendigvis i model specifikationen ligesom, at n og q varierer. Yderligere kan der tilføjes differenser til modellen.

For at bestemme det passende antal AR og MA led bruges the partial autocorrelation function (PACF) og the autocorrelation function (ACF), som ser på hvilke led der er signifikante. Yderligere bruges informationskriterierne AIC og BIC til at vurdere modellens fit op i mod en anden specifikation. For disse gælder, at jo lavere værdi, jo bedre er modellens forklaringsgrad.[3]

I denne analyse er statistik programmet r anvendt. r har en indbygget funktion kaldet auto.arima, som kan bruges til at finde den bedste formulering af ARIMA(p,d,q) modellen og denne er anvendt i nærværende analyse.[4] Tabel 11.1 viser de anvendte model specifikationer. Det ses, at der i alle modeller tages første differencer, men at p og q varierer på tværs af regioner. Det er testet at alle modeller specificeret ved brug af auto.arima er stationære.

Tabel 11.1 Model specifikationer

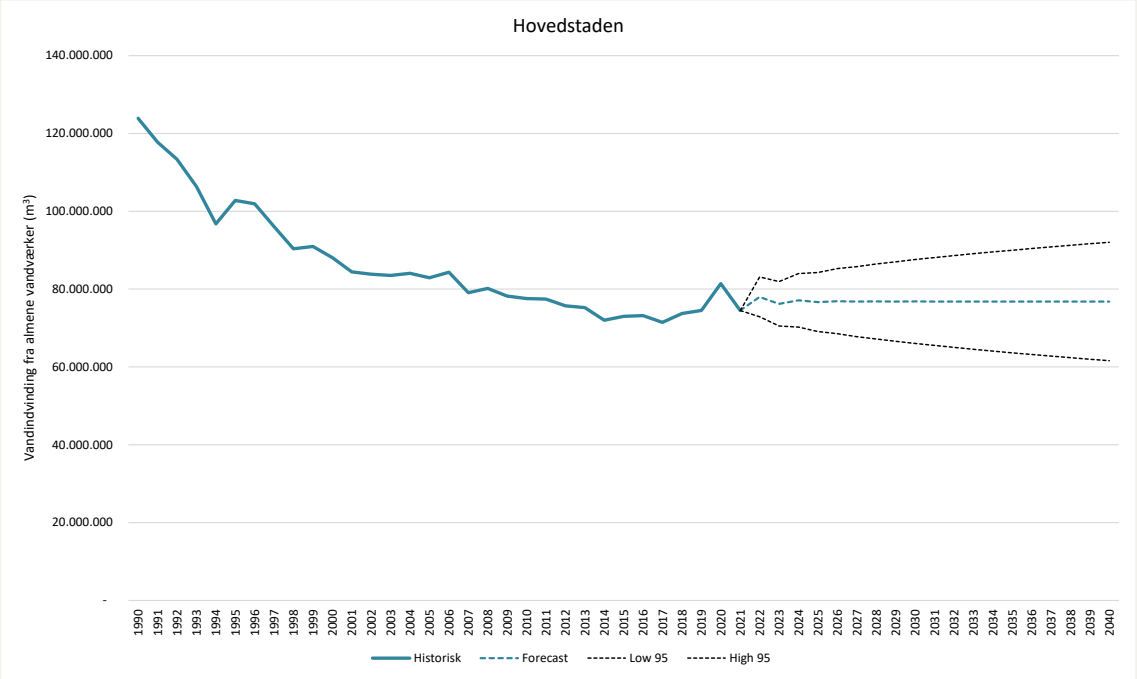
[3] https://online.stat.psu.edu/stat510/book/export/html/665
[4] https://www.rdocumentation.org/packages/forecast/versions/8.19/topics/auto.arima

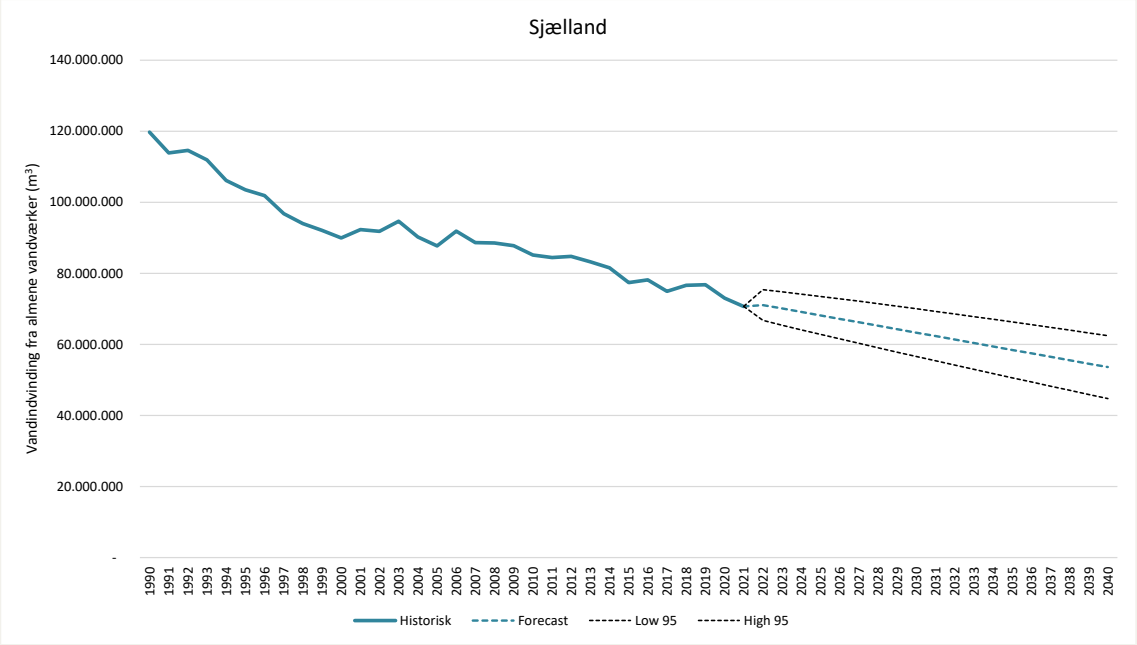
Sted	Model
Hele Danmark	ARIMA(1,1,0)
Hovedstaden	ARIMA(1,1,0)
Sjælland	ARIMA(0,1,1)
Nordjylland	ARIMA(2,1,0)
Syddanmark	ARIMA(0,1,0)
Fyn	ARIMA(1,1,0)
Midtjylland	ARIMA(0,1,0)
Bornholm	ARIMA(0,1,0)

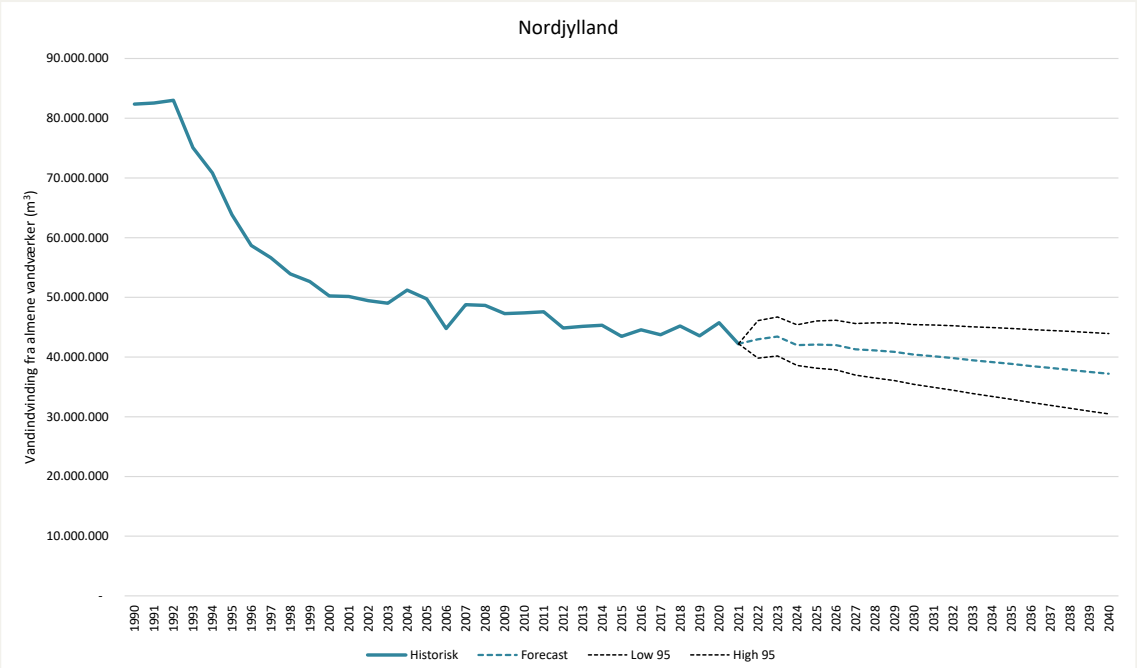
Modellen for hele Danmark fortolkes f.eks. således: Ændringen i vandforbruget fra et år til det næste afhænger af ændringen i vandforbruget i perioden før. Regressionsligningen for hele Danmark ser således ud:

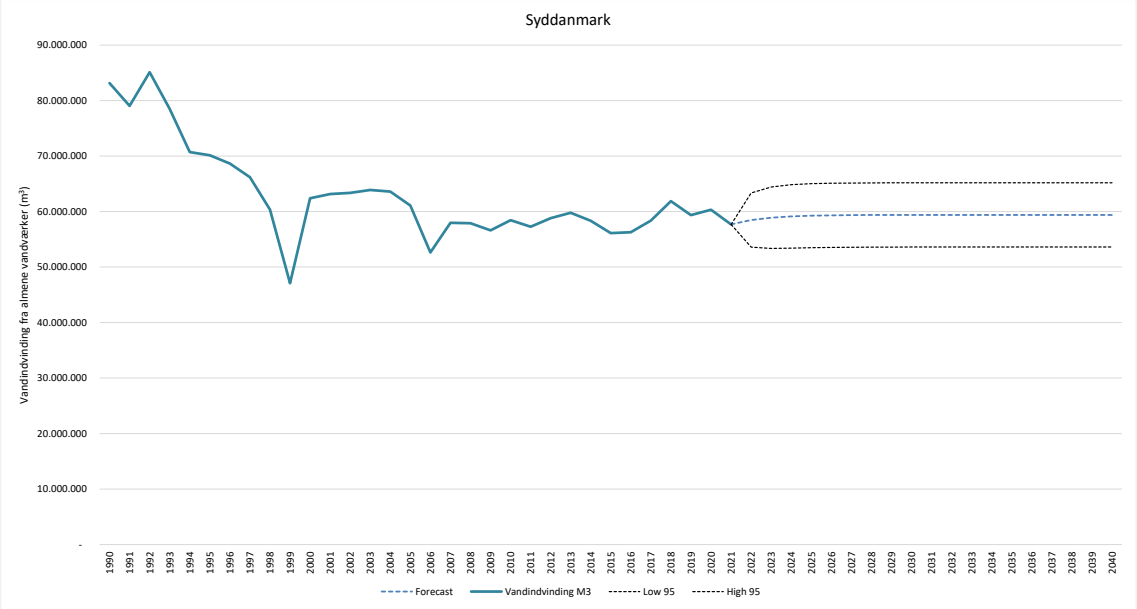
$$\Delta y_t = -2.858.002t - 0.42\Delta y_{t-1} + \varepsilon_t$$

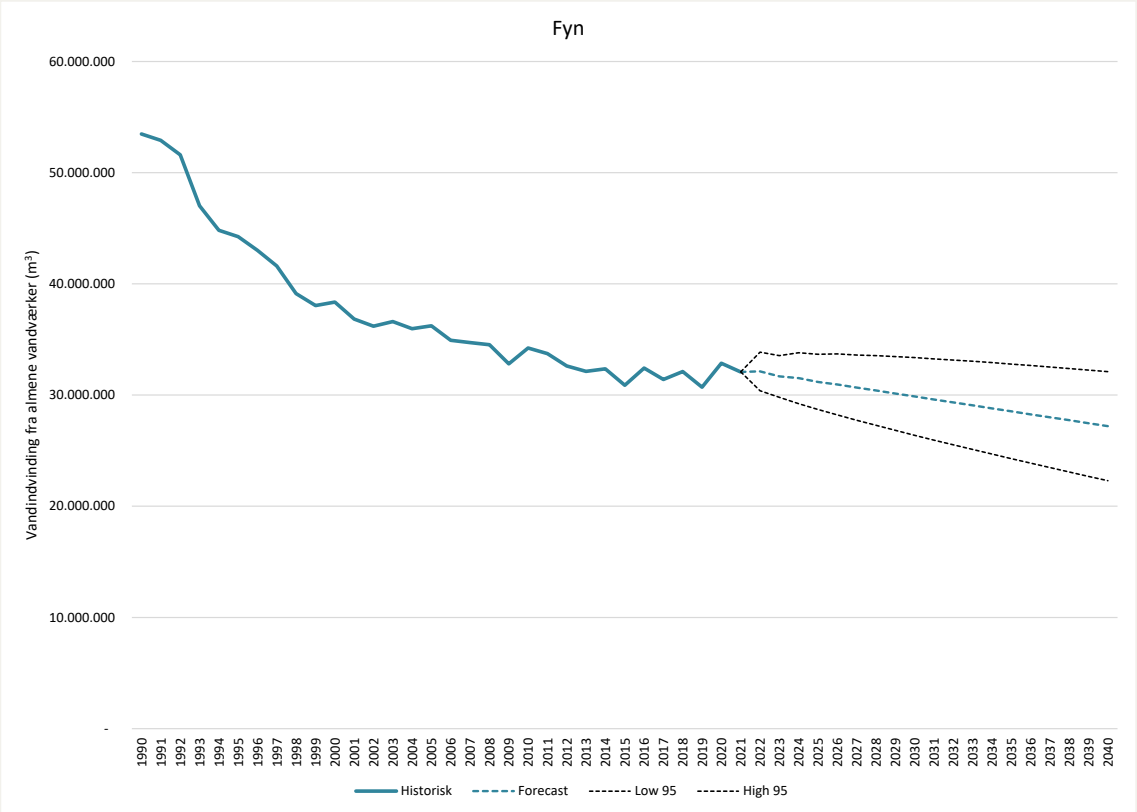
11.1.1 Regionale forecasts med prædiktionsintervaller

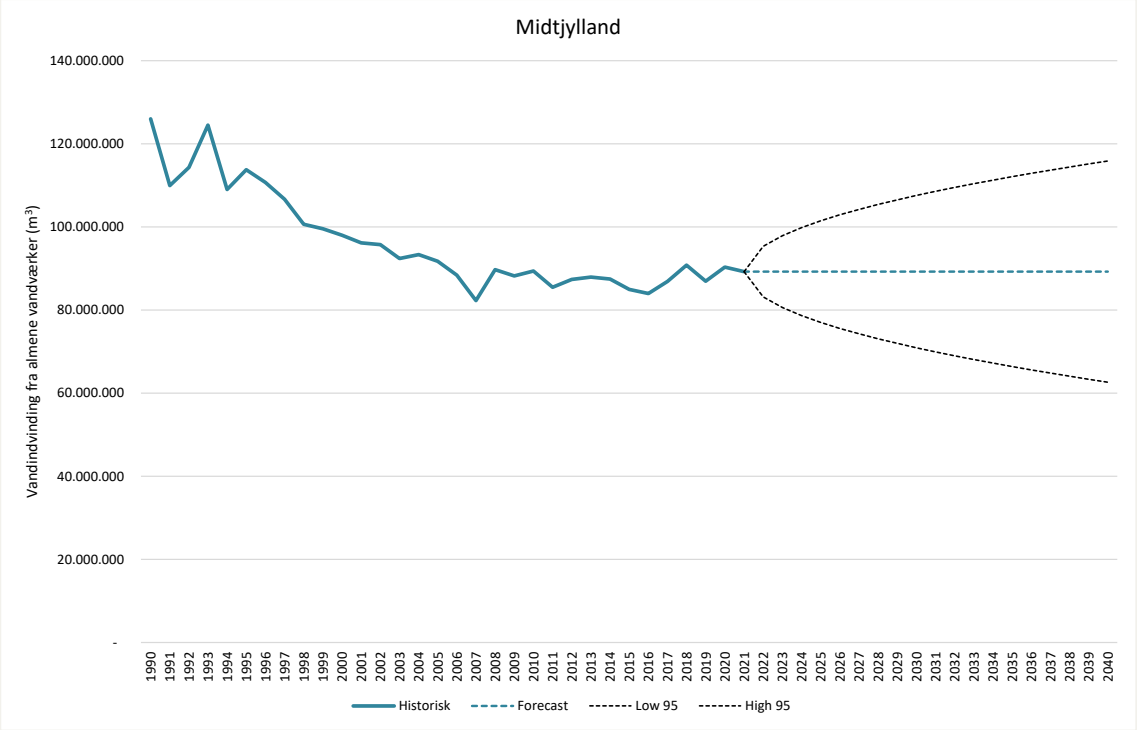


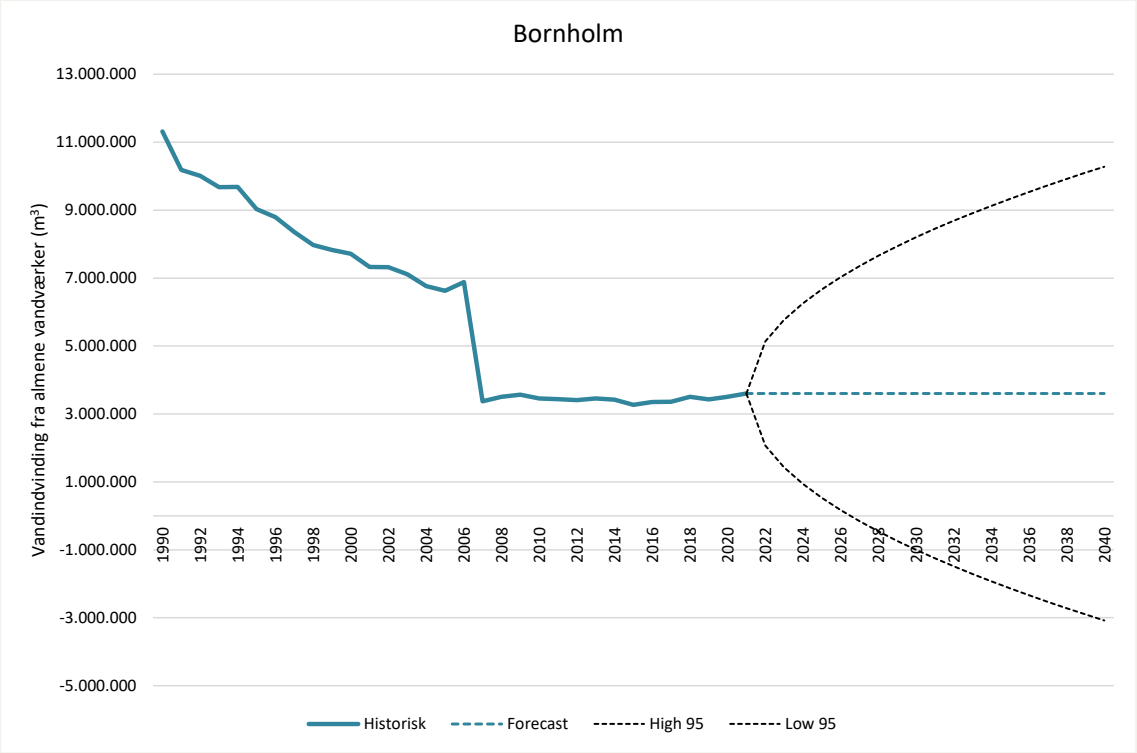

Sjælland
Vandindvinding fra almene vandværker (m³)
140.000.000
120.000.000
100.000.000
80.000.000
60.000.000
40.000.000
20.000.000
-
1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032 2033 2034 2035 2036 2037 2038 2039 2040
Historisk
Forecast
Low 95
High 95


Nordjylland
Vandindvinding fra almene vandværker (m³)
90.000.000
80.000.000
70.000.000
60.000.000
50.000.000
40.000.000
30.000.000
20.000.000
10.000.000
-
1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032 2033 2034 2035 2036 2037 2038 2039 2040
Historisk
Forecast
Low 95
High 95


Syddanmark
Vandindvinding fra almene vandværker (m³)
90.000.000
80.000.000
70.000.000
60.000.000
50.000.000
40.000.000
30.000.000
20.000.000
10.000.000
-
1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032 2033 2034 2035 2036 2037 2038 2039 2040
Forecast
Vandindvinding M3
Low 95
High 95


Fyn
Vandindvinding fra almene vandværker (m³)
60.000.000
50.000.000
40.000.000
30.000.000
20.000.000
10.000.000
-
1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032 2033 2034 2035 2036 2037 2038 2039 2040
Historisk
Forecast
Low 95
High 95


Midtjylland
Vandindvinding fra almene vandværker (m³)
140.000.000
120.000.000
100.000.000
80.000.000
60.000.000
40.000.000
20.000.000
-
1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032 2033 2034 2035 2036 2037 2038 2039 2040
Historisk
Forecast
Low 95
High 95


Bornholm
Vandindvinding fra almene vandværker (m³)
13.000.000
11.000.000
9.000.000
7.000.000
5.000.000
3.000.000
1.000.000
-1.000.000
-3.000.000
-5.000.000
1990 1992 1994 1996 1998 2000 2002 2004 2006 2008 2010 2012 2014 2016 2018 2020 2022 2024 2026 2028 2030 2032 2034 2036 2038 2040
Historisk
Forecast
High 95
Low 95

12 Referencer

\1\ GEUS Jupiter: https://www.geus.dk/produkter-ydelser-og-faciliteter/data-og-kort/national-boringsdatabase-jupiter

\2\ Miljøstyrelsen 2021: Vejledning om indberetning og godkendelse af vandforsyningsdata i Jupiter-databasen – "Jupitervejledningen"; Vejledning nr. 41, maj 2020, ISBN: 978-87-7038-146-8

\3\ Danmarks Statistik. Statistikdokumentation for Vand og spildevand, https://www.dst.dk/da/Statistik/emner/miljoe-og-energi/groent-nationalregnskab/vand-og-spildevand

\4\ DANVA 2022: Opgørelse for udviklingen i vandforbruget for DANVAs medlemsforsyninger. Vand i tal 2022 (Link til Vand i tal 2022). Tabeller med dataserier modtaget af DANVA Vand i tal 2022 (Link til Vand i tal 2022).

\5\ Center for Regional- & Turismeforskning (CRT) 2014, "Behov for vand i Region Midtjylland – udvikling i befolkning, indkomster og arbejdspladser", Madsen B. et al., udarbejdet for Region Midtjylland, 2014

\6\ IFRO Udredning 2019/24, "Økonomisk analyse af vandanvendelsen i Danmark", Thomas Lundhede og Brian H. Jacobsen, Miljø- og Fødevareministeriet, december 2019

\7\ DCA – National Center for Fødevarer og Jordbrug; Vidensyntese om klimatilpasning og landbrug, Andersen M.N., Olesen J.E. et al., 16. januar 2022

\8\ Danmarks Statistik: https://www.dst.dk/da/Statistik/emner/borgere/befolkning/befolkningstal

\9\ Arla CSR rapport: http://docs.arla.com/csr-report/2018/DK/?Page=34

\10\ Danish Crown Bæredygtighedspolitik: https://www.danishcrown.com/da-dk/baeredygtighed/ansvarlighed-og-noegletal/vores-bidrag-til-fns-verdensmaal/Danish Crown Bæredygtighedspolitik: https://www.danishcrown.com/da-dk/baeredygtighed/ansvarlighed-og-noegletal/vores-bidrag-til-fns-verdensmaal/

\11\ Royal Unibrew Annual report 2021: https://investor.royalunibrew.com/system/files-encrypted/nasdaq_kms/assets/2022/03/01/18-59-52/Royal_AR21_UK_WEB.pdf

\12\ Kalundborg Symbiosis hjemmeside: http://www.symbiosis.dk/en/

\13\ Brintbranchens hjemmeside: Brintbranchen.dk/brintprojekter-i-Danmark

\14\ Præsentationer fra DANSKVAND konference, november 2022 (præsentationer tilgængelige via login på DANVA's hjemmeside. Præsentation fra Claus Nickelsen, NIRAS og præsentation fra Lars Nørgård Holmegaard, Lemvig Vand.

\15\ Artikel fra Energy-supply.dk: https://www.energy-supply.dk/article/view/778550/digiplex_bygger_vandkolet_datacenter_i_hojetaastrup

\16\ Dansk Akvakulturs strategiplan: https://danskakvakultur.dk/wp-content/uploads/2021/06/Dansk-Akvakulturs-strategi-2021-2027.pdf

\17\ Danmarks Statistik på akvakultur: https://www.statistikbanken.dk/akregn

\18\ Vandressourceoplande modtaget fra Miljøstyrelsen, november 2022 (oprindelse GEUS)

\19\ GEUS 2019; Beregning af udnyttelsesgrader, afsænkning og vandløbspåvirkning med DK model 2019, H. J. Henriksen et al., GEUS rapport 2019/32

\20\ COWI 2021; UDVIKLINGEN AF DATACENTRE OG DERES INDVIRKNING PÅ ENERGISYSTEMET, rapport udarbejdet for Energistyrelsen, COWI, Januar 2021

\21\ DCA– National Center for Fødevarer og Jordbrug: Notat om klimaforandringernes betydning for dansk landbrug, J. E. Olesen et al., notat, udarbejdet til Landbrugsstyrelsen, september 2022

\22\ European Environmental Agency: Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report, Olesen, J.E., Niemeyer, S., Roggero, P.P., Lehtonen, H., Schönhart, M., Kipling, R. 2017. EEA Report No. 1/2017., Copenhagen, Denmark, p. 223-243.

\23\ GEUS 2015; Analyse af øget vandindvinding til markvanding - Vandløbspåvirkning på ID15 niveau for nuværende markvandingsamt 25 %, 50 % og 100 % øget markvanding, Hans Jørgen Henriksen, Simon Stisen, Lars Troldborg, Xin He & Lisbeth Flindt Jørgensen, GEUS rapport 2015/29

\24\ DMI, 2022a.DMI Klimaatlas. Weblink: https://www.dmi.dk/klima-atlas/data-i-klimaatlas/

\25\ NIRAS 2022, Konsekvenser af klimaforandringer i landbruget samt virkemidler til håndtering af disse, DK 2020, rapport til Region Midtjylland

\26\ Assens Kommune 2021; Vandforsyningsplan 2021-2031, https://vandforsyningsplan.assens.dk/, planen er endelig vedtaget 31/8 2022

\27\ Nordfyns Kommune 2019; Vandforsyningsplan 2019-2031, https://nordfyn.viewer.dkplan.niras.dk/plan/19#/

\28\ Odense Kommune 2018, Vandforsyningsplan 2018-2030, file:///C:/Users/ANDK/Downloads/Vandforsyningsplan%202018-2030_endelig%20(3).pdf
\29\ Vandcenter Syd 2020. Asset Management Plan, internt VCS dokument
\30\ Miljøministeriet 1995. Vejledning om udpegning af områder med særlige drikkevandsinteresser, VEJ nr. 25083 af 01/01/1995. https://www.retsinformation.dk/eli/retsinfo/1995/25083
\31\ Faaborg-Midtfyns Kommune 2010, vandforsyningsplan 2010-2022, https://www.fmk.dk/politik/politikker-planer-og-strategier/natur-og-miljoe/planer-for-grundvand-og-drikkevand/vandforsyningsplan-del-1/