UNIVERSITY OF COPENHAGEN

Københavns Universitet

Økonomisk analyse af vandanvendelsen i Danmark

Lundhede, Thomas; Jacobsen, Brian H.

Publication date:
2019

Document version
Også kaldet Forlagets PDF

Citation for published version (APA):
Lundhede, T., & Jacobsen, B. H., (2019). *Økonomisk analyse af vandanvendelsen i Danmark*, 54 s., IFRO Udredning Nr. 2019 / 24

Download date: 06. Oct. 2026

INSTITUT FOR FØDEVARE- OG RESSOURCEØKONOMI
KØBENHAVNS UNIVERSITET

IFRO Udredning

Økonomisk analyse af vandanvendelsen i Danmark

Thomas Lundhede
Brian H. Jacobsen

2019 / 24

IFRO Udredning 2019 / 24

Økonomisk analyse af vandanvendelsen i Danmark

Forfattere: Thomas Lundhede og Brian H. Jacobsen

Udarbejdet for Miljø- og Fødevareministeriet.

Faglig kvalitetssikring: Rasmus Nielsen har foretaget faglig kommentering. Ansvaret for udgivelsens indhold er alene forfatternes.

Udgivet december 2019

Se flere myndighedsaftalte udredninger på www.ifro.ku.dk/publikationer/ifro_serier/udredninger/

Institut for Fødevare- og Ressourceøkonomi
Københavns Universitet
Rolighedsvej 25
1958 Frederiksberg
www.ifro.ku.dk

Indholdsfortegnelse

Forord 3

Sammendrag 4

1. Introduktion 6

1.1 Baggrund 6

2. Generel karakteristik 7

2.1 Vandområdedistrikter 7

2.1.1 Vandområdedistrikt 1 – Jylland og Fyn 7

2.1.2 Vandområdedistrikt 2 - Sjælland og øer 8

2.1.3 Vandområdedistrikt 3 – Bornholm 8

2.2 Demografi 8

2.2.1 Befolkningstal og udvikling 8

2.2.2 Bruttonationalprodukt 10

3. Grundvand, indvinding og forbrug. 11

3.1 Grundvandsforekomst 11

3.2 Grundvandsdannelse 13

3.3 Vandindvinding 13

3.3.1 Vandindvinding i hovedstadsområdet 16

3.4 Vandforbrug 17

3.4.1 Vandforbrug landbrug og gartneri. 19

3.4.2 Vandforbrug fiskeri (dambrug) 21

3.5 Fremtidigt vandforbrug 22

4. Spildevandsafledning og -udledning 24

4.1 Spildevandsafledning 24

4.2 Spildevandsudledning 26

4.2.1 Spildevand fra landbrug 27

4.2.2 Punktkilder 27

5. Økonomi i vandsektoren 31

5.1 Udgifter til vandforsyning og spildevandshåndtering 31

5.2 Prisen for drikkevand og spildevandshåndtering 34

5.2.1 Øgede omkostninger til sikring af boringsnære beskyttelsesområder (BNBO) 37

5.3 Moms og afgifter 37

5.3 Omkostninger ved markvanding 39

5.4 Afvanding af marker 42
6. Miljø- og ressourceomkostninger 43
6.1 Introduktion 43
6.2 Mulige tilgange til MRO i Danmark 44
6.3 Studier af økonomiske tab og gevinster relateret til vandmiljø 46
6.3.1 Rekreation 46
6.3.2 Nitrat i drikkevand 46
6.3.3 Beskyttelse af grundvand 47
6.3.4 Beskyttelse af vandkvaliteten i ferske vandområder 47
Summary 48
Litteratur 50

Forord

Forud for udarbejdelsen af vandområdeplanerne foretages, som angivet i vandrammedirektivet, en række analyser, der indgår i den såkaldte basisanalyse. En af disse analyser er en økonomisk analyse af vandanvendelsen, og formålet er at vurdere, om de omkostninger, der er forbundet med vandydelserne, er dækket af de indtægter, der betales. Analysen skal foretages for de relevante sektorer (husholdninger, industri, og landbrug) og opdeles på vandområdedistrikter.

Nærværende analyse indgår i basisanalysen for tredje planperiode med henblik på, at den kan indgå i arbejdet med vandområdeplaner, der skal være klar i 2020. Tilsvarende analyser blev foretaget af Miljøstyrelsen forud for første planperiode (Miljøstyrelsen, 2004) og forud for anden planperiode (se Vogdrup-Schmidt og Jacobsen, 2014). Lektor Rasmus Nielsen fra Institut for Fødevare- og Ressourceøkonomi ved Københavns Universitet har foretaget faglig kommentering.

Arbejdet er rekvireret og finansieret af Miljø- og Fødevareministeriet. Analysen er udarbejdet af lektor Thomas Lundhede og seniorforsker Brian H. Jacobsen, Institut for Fødevare- og Ressourceøkonomi ved Københavns Universitet. Følgegruppen har bestået af Henriette Hossy (projektleder), Mogens Kaasgaard, Signe Anthon, Toke Radmer Lillethorup samt Thomas Rützou, alle fra Miljø- og Fødevareministeriet. Derudover har Joannes Jørgen Gaard fra Miljø- og Fødevareministeriet samt Tone Madsen fra Konkurrence- og Forbrugerstyrelsen kommenteret på udvalgte afsnit. Tak til Thomas Bo Sørensen, DANVA, for deling af data omkring takster fra drikke- og spildevandsselskaber i 2019.

Sammendrag

Forud for tredje vandområdeplan skal der udarbejdes en basisanalyse, og i den indgår en økonomisk analyse af vandanvendelsen i Danmark. Hovedvægten i analysen ligger på de forsyningspligtsydelser, der er mest relevante i Danmark, nemlig vandforsyning og spildevandshåndtering. Analysen omfatter både vandforsyning og egen indvinding, og den dækker husholdninger, industri og landbrug. Analysen omfatter derimod ikke lagring og behandling af overfladevand, da det stort set ikke anvendes i Danmark.

Analysen beskriver indtægter og omkostninger relateret til forsyningspligtsydelserne, herunder prisstrukturen. Endvidere indeholder den prognoser for udbud og efterspørgsel efter vand i vandområdedistrikterne i Danmark.

Det fremgår af analysen, at vandforbruget i husholdningerne er faldet fra ca. 63 m^3 pr. person i 1989 til ca. 38 m^3 pr. person i 2017 svarende til et dagligt forbrug på ca. 103 liter pr. person (en reduktion på ca. 40 % over 28 år). Det vurderes, at den samlede vandpris på ca. 72 kr. pr. m^3 er blandt de højeste i Europa og i verden. Den høje vandpris giver et incitament til et lavere vandforbrug i husholdningerne (installation af blandt andet lavskylstoiletter).

Husholdningernes samlede vandforbrug i Danmark har været svagt faldende på trods af et stigende befolkningstal. En fremskrivning af befolkningstallet viser en fortsat svag stigning, men hvorvidt denne afkobling mellem befolkningstal og faldende vandforbrug kan fortsætte, er tvivlsom. Det er usikkert, om der kan ske en fortsat reduktion i forbruget pr. person i husholdningerne, da forbruget allerede er relativt lavt, ligesom tabet i ledningsnettet vurderes som lavt i forhold til andre lande i Europa.

Industriens og landbrugets vandforbrug har ligget på et stabilt niveau, men det påvirkes dog af den mængde, der er anvendt til markvanding, som varierer meget fra år til år. Egen indvinding af vand til markvanding indgår i analysen, og der synes at være en svag stigning i forbruget de seneste år.

I en vurdering af grundvandets kvantitative tilstand, som er indeholdt i vandområdeplaner for den tredje planperiode, fremgår det, at der specielt omkring København indvindes relativt meget vand grundet den høje befolkningstæthed. Det er en udfordring i forhold til grundvandsdannelsen, og det giver sig udslag i, at vandet må oppumpes og transporteres i en stadig større afstand fra København. Det fremgår endvidere, at der også i flere egne af Sjælland, Lolland og Falster, Fyn og i et område omkring Struer er risiko i forhold til den kvantitative tilstand.

Forsyningsselskaberne i Danmark opererer efter hvile-i-sig-selv-princippet, hvilket indebærer, at udgifter og indtægter til vandforsyning og spildevandsrensning udlignes. Konkurrence- og Forbrugerstyrelsen sætter derudover en økonomisk ramme for de ca. 330 selskaber, der er omfattet af vandsektorloven, og sikrer derigennem, at vandprisen forbliver så lav som mulig. Der stilles et årligt effektiviseringskrav, der også er rettet mod at reducere ledningstabet.

De samlede omkostninger til vandforsyning og spildevand for forsyningsselskaberne udgør i 2016 ca. 15 mia. kr. mod ca. 11 mia. kr. i 2012. I dette indgår grønne afgifter på 1,9 mia. kr. De grønne afgifter betales af husholdninger, men ikke af industri og landbrug.

Landbruget betaler ikke afgifter på vandforbrug for markvanding fra egne boringer, men de betaler for de omkostninger, der er forbundet med egne boringer og den daglige drift. Analysen viser, at såfremt landbruget skulle betale samme grønne afgift for vandanvendelsen som husholdningerne, ville en del af den nuværende landbrugsproduktion være urentabel. Analysen viser dog ikke, hvad den alternative anvendelse af jorden (afgrøder med mere) i så fald ville være. Industrien betaler også for egne boringer og for rensning af eget spildevand. Der er heller ikke lavet analyse af den økonomiske betydning, såfremt industrien skal betale de samme grønne afgifter som forbrugerne.

Husstande betaler ca. 6.000 kr. årligt i 2019 for at få og bortlede vand, hvilket svarer til 1,6 % af den gennemsnitlige husstandsindkomst. Regionalt er der betydelig forskel på prisen på drikkevand, og husstandsudgiften svinger således mellem ca. 3.500 kr. årligt til ca. 9.800 kr. årligt. Ud over forbrugere betaler rensningsanlæg omkring 300 mio. kr. for udledning af næringsstoffer og biologiske stoffer til vandmiljøet. En del af disse midler tilbageføres til vandsektoren.

Der er siden slutningen af 1980'erne gennemført en række indsatser for at forbedre overflade- og grundvandskvaliteten, herunder Vandmiljøplanerne. Såvel staten som kommunerne, industrien, husholdningerne og landbrugserhvervet har været med til at finansiere disse indsatser. Disse har medført en betydelig reduktion af både kvælstof- og fosfortabet til vandmiljøet. Der er endvidere gennemført en meget omfattende grundvandskortlægning, som er finansieret af vandforbrugerne.

Det vurderes, at der årligt opkræves grønne afgifter for 1,9-5,5 mia. kr., alt efter om moms indgår i opgørelsen. Det betyder, at den samlede omkostningsdækning udgør 115-142 % i forhold til de direkte omkostninger til indvinding af grundvand og rensning af spildevand på ca. 13,1 mia. kr. (eksklusive afgifter). En del af disse grønne afgifter går til dækning af administrative omkostninger for lokale og nationale myndigheder med henblik på blandt andet at sikre den fremtidige grundvandskvalitet.

Hvad angår miljø- og ressourceomkostninger, indgår de ikke eksplicit i vandprisen i dag, blandt andet fordi det er usikkert, hvordan disse omkostninger opgøres. En del EU-lande vælger at angive, at ressourceomkostninger er de omkostninger, der er koblet til mangel på vand. Da der ikke vurderes at være udtalt mangel på vand for nogen sektorer i Danmark, indikerer dette, at ressourceomkostningerne ved vandanvendelsen i Danmark er begrænsede.

Hvad angår miljøomkostningerne, så kan de opgøres som de omkostninger, der er koblet til at opnå god økologisk status. Der er iværksat arbejder, der vil analysere omkostningerne og gevinsterne ved fuld opnåelse af målene i vandrammedirektivet. Disse arbejder vil give en mulighed for at foretage en vurdering af forholdet mellem de nuværende grønne afgifter og de beregnede miljøomkostninger.

1. Introduktion

1.1. Baggrund

Forud for vandområdeplaner 2021-2027 udarbejder Miljøstyrelsen en basisanalyse, der beskriver den tilstand, vandmiljøet er i, hvordan den har udviklet sig, og om der er risiko for, at målet om "god tilstand" ikke nås. Det følger af § 6 i lov om vandplanlægning, at en basisanalyse blandt andet skal omfatte en økonomisk analyse af vandanvendelsen (Retsinformation, 2014). Det følger desuden af lovens § 6, at ministeren skal fastsætte nærmere regler om basisanalysens indhold og form.

Sådanne nærmere regler er fastsat i bekendtgørelse nr. 837 af 27. juni 2016 om basisanalyser (Retsinformation, 2016). Her fremgår af bilag 2, at den økonomiske analyse skal indeholde tilstrækkelige og detaljerede analyser af økonomien i vandanvendelsen, og at dette omfatter at tage hensyn til princippet om omkostningsdækning ved tjenesteydelser vedrørende vand, ligesom der skal indgå langsigtede prognoser for udbud og efterspørgsel efter vand i de enkelte vandområdedistrikter. Analysen skal dække de relevante sektorer. Derudover kan analysen indeholde overslag over mængder, priser og omkostninger ved tjenesteydelser vedrørende vand og overslag over relevante investeringer, herunder prognoser for sådanne investeringer.

Det fremgår endvidere, at der også skal foretages et skøn af, hvilken kombination af foranstaltninger vedrørende vandanvendelser der er den mest omkostningseffektive, med henblik på at de kan indgå i indsatsprogrammet. Denne del er imidlertid ikke omfattet af nærværende analyse men vil ske senere ved udarbejdelse af vandområdeplanerne.

Analysen vil omhandle udnyttelsen af grundvandsreserverne i Danmark, hvorimod udnyttelse/indvinding af overfladevand og havvand kun vil blive berørt kortvarigt i de relevante afsnit. Dette skyldes, at overfladevand kun i meget ringe udstrækning anvendes i stedet for grundvand i blandt andet dambrug, og at havvand i Danmark ikke agerer som substitut for grundvand. De økonomiske aspekter af spildevandshåndtering er et centralt element i analysen, hvorimod problemstillinger omkring forurening af grundvand ikke indgår. Analysen søger således at vurdere, om der sker omkostningsdækning på alle relevante forsyningsforpligtigelser. Da 99,95 % af drikkevandet i Danmark er baseret på grundvand, indgår forarbejdning og lagring af overfladevand ikke i analysen.

Der er ikke mange dæmninger og sluser i Danmark, da landet er relativt fladt, hvorfor disse elementer ikke indgår under forsyningspligtsydelser, og ingen af dem kan siges at have en større betydning for vandanvendelsen i Danmark. I forhold til den tidligere analyse fra 2014 (Vogdrup-Schmidt og Jacobsen, 2014) indeholder denne rapport en mere detaljeret vurdering i forhold til egen vandindvinding foretaget af private, landbrug og industrier.

Rapporten søger således at beskrive forsyningspligtydelser for de vigtige områder og anføre omkostningsdækningen for de relevante områder og sektorer. Beskrivelsen er således i tråd med den konklusion, som blev draget af EU-Domstolen, hvor det i en sag mellem EU-Kommissionen og Tyskland i 2014 blev fastslået, at den økonomiske analyse i vandanvendelsen i relation til vandrammedirektivet ikke nødvendigvis skal omfatte alle de forsyningspligtsydelser, der er angivet i direktivet (C-525/12) (EUR-LEX,

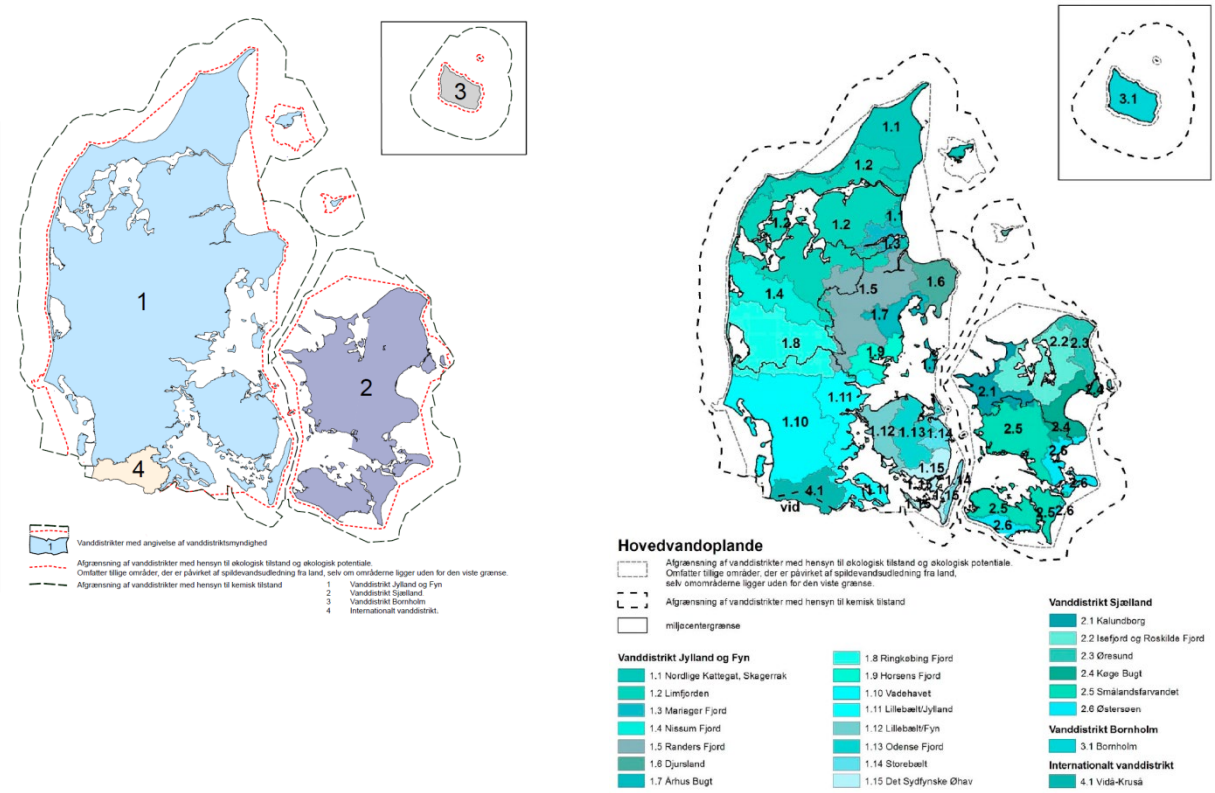
2014). Det er i analysen også søgt at inddrage de kommentarer, EU-Kommissionen har angivet i forhold til den sidste danske rapport om økonomien i vandanvendelsen fra 2014 (European Commission, 2019a).

2. Generel karakteristik

Dette afsnit indledes med en opdeling og afgrænsning af vandområdedistrikterne efterfulgt af en kort beskrivelse af de enkelte distrikters geografi og demografi. Afsnittet indeholder også en vurdering af vandindvindingen og vandudnyttelsen i de enkelte distrikter samt en oversigt over punktkildeudledninger over de seneste år for hele landet.

2.1 Vandområdedistrikter

Danmark består af fire vandområdedistrikter, som er underopdelt i 23 hovedvandoplande. Disse fremgår af Figur 2.1 herunder og er baseret på naturlige grænser mellem vandløbsoplandene og dermed uafhængige af kommunale, regionale og nationale grænser. Det betyder, at det internationale vandområdedistrikt 4 delvist ligger i Tyskland, og at det ikke følger kommunegrænser i Danmark. Det er både befolkningsmæssigt og arealmæssigt et lille område, og derfor er den del, der ligger i Danmark, inkluderet i vandområdedistrikt 1.



Figur 2.1. *Vandområdedistrikter og hovedvandoplande i Danmark.*
Kilde: Miljø- og Fødevareministeriet (2019)

2.1.1 Vandområdedistrikt 1 – Jylland og Fyn

Vandområdedistrikt 1 ligger i det vestlige Danmark og består arealmæssigt primært af den jyske halvø, hvis sydlige grænse deles med Tyskland og af Danmarks næststørste ø Fyn. Vandområdedistrikt 1 udgør et areal

på ca. 33.000 km^2 svarende til ca. 77 % af det samlede areal i Danmark på ca. 43.000 km^2 og er således langt det største vandområdedistrikt.

Der er pr. 1. januar 2019 ca. 2.630.000 indbyggere i Jylland og ca. 500.000 indbyggere på Fyn og omkringliggende øer, i alt ca. 3.130.000 indbyggere i vandområdedistriktet, svarende til 54 % af den samlede befolkning i Danmark på i alt 5,8 mio. indbyggere.

Vandområdedistriktets store befolkningscentre er omkring byerne Århus, Odense og Aalborg-Nørresundby med henholdsvis 273.000, 178.000 og 137.000 indbyggere. Derudover er der en række større handelsbyer såsom Randers, Vejle, Kolding, Esbjerg og Herning.

2.1.2 Vandområdedistrikt 2 - Sjælland og øer

Vandområdedistrikt 2 ligger i det østlige Danmark og består arealmæssigt hovedsageligt af Sjælland samt øerne Lolland, Falster og Møn. Vandområdedistriktet dækker ca. 9.200 km^2 svarende til ca. 21 % af det samlede danske areal.

Vandområdedistriktet huser ca. 2,6 mio. indbyggere, svarende til ca. 45 % af den samlede befolkning i Danmark. I hovedstadsområdet, som omfatter København og en række tilstødende byer, er tallet på ca. 1,3 mio. indbyggere, som bor på mindre end 300 km^2.

2.1.3 Vandområdedistrikt 3 – Bornholm

Det tredje vandområdedistrikt er Danmarks østligste og er placeret i Østersøen sydøst for Ystad i Sverige og nord for Polen. Distriktet består primært af øen Bornholm. Det geografiske område Bornholm er 588 km^2 og bebos af ca. 40.000 indbyggere. Heraf bor knap 14.000 i hovedbyen Rønne. Indbyggertallet på Bornholm udgør 0,7 % af den samlede danske befolkning.

2.2 Demografi

2.2.1 Befolkningstal og udvikling

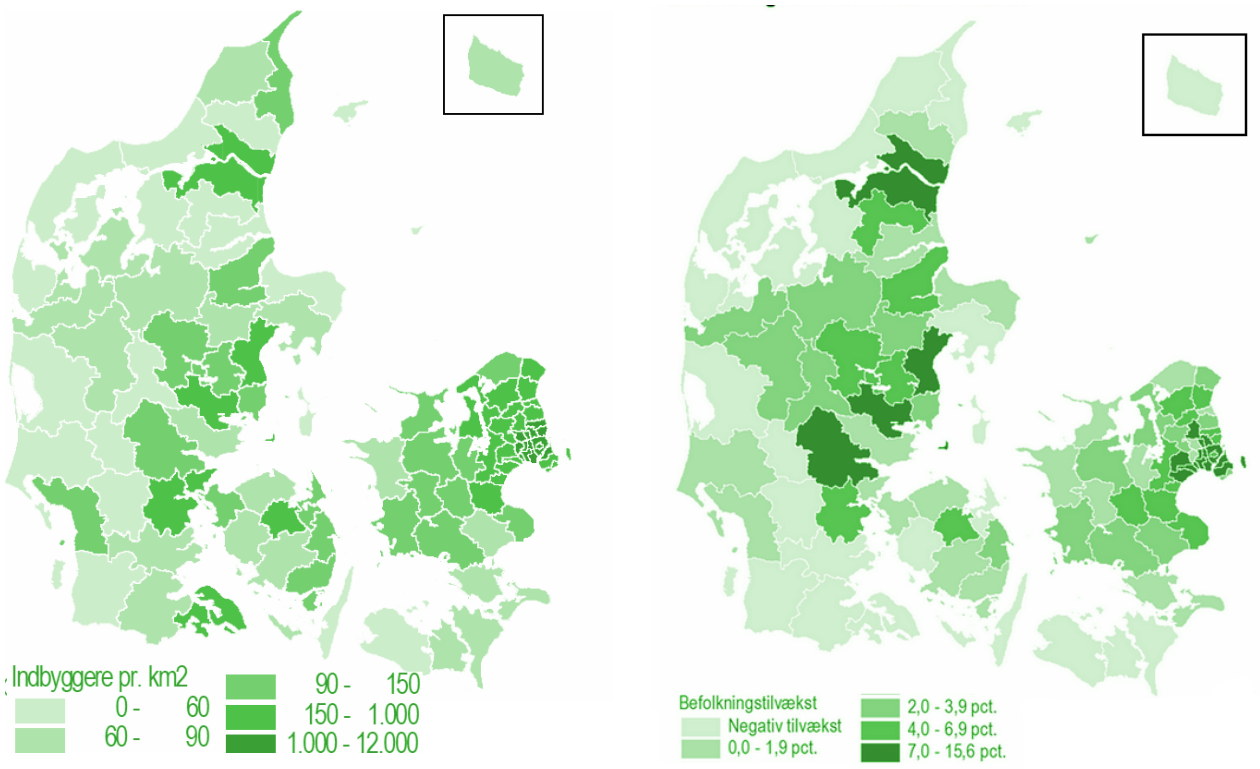
I Tabel 2.1 herunder ses et overblik over befolkningstallet i de tre vandområdedistrikter samt udviklingen i befolkningstallet siden 2013. Det ses blandt andet, at der har været en generel befolkningstilvækst på 3,1 % i perioden 2013-2019, hvor den største tilvækst har været på Sjælland. Af Figur 2.2 fremgår det tydeligt, at denne tilvækst er drevet af hovedstadsområdet. I Jylland og på Fyn er befolkningstilvæksten på 2,4 % med størst tilvækst omkring nogle af de større provinsbyer. Bornholm har derimod oplevet et faldende befolkningstal siden 2013.

Tabel 2.1. *Befolkningstal*

	2013 (personer)	2019 (personer)	Ændring fra 2014-1019 (%)	Andel af befolkning i alt (%)	Areal (km^2)	Befolknings-tæthed (personer/km^2)
1. Jylland og Fyn	3.061.104	3.133.781	2,4	53,6	33.142	95
2. Sjælland og øer	2.566.131	2.672.300	4,1	45,7	9.195	291
3. Bornholm	40.305	39.662	-1,6	0,7	588	67
I alt	5.667.540	5.845.743	3,1	100	42.925	136

Kilde: Danmarks Statistik (2019b)

Tabel 2.1 viser også, at befolkningstætheden er størst i vanddistriktet, der omfatter Sjælland og øerne, med 291 personer/km^2. Dette er drevet af befolkningstætheden i hovedstadsområdet, hvilket fremgår af Figur 2.2. Her fremgår det også, at i Jylland og på Fyn, hvor befolkningstætheden er 95 personer/km^2, er befolkningstætheden størst omkring de store byer og lavest i det vestjyske område. Den gennemsnitlige befolkningstæthed er 136 personer/km^2. Illustrationen til højre i Figur 2.2 viser også, at den største befolkningstilvækst forekommer omkring de største byer.



Figur 2.2. *Befolkningstæthed 2018 og befolkningstilvækst fordelt på kommuner.*

Kilde: Danmarks Statistik (2019a)

2.2.2 Bruttonationalprodukt

I Tabel 2.3 herunder vises vandområdedistrikternes bruttonationalprodukt (BNP) for 2017 som et udtryk for den økonomiske aktivitet i de enkelte distrikter. Sjælland og øerne bidrager mest til Danmarks BNP med knap 420.000 kr. pr. indbygger. Jylland og Fyn bidrager med ca. 335.000 kr. pr. indbygger, hvorimod den økonomiske aktivitet er mindst på Bornholm, hvor BNP pr. indbygger udgør ca. 275.000 kr., svarende til ca. 0,5 % af Danmarks samlede BNP. Tabellen viser også, at der i perioden 2010-2017 har været en vækst på 13,5 % i den økonomiske aktivitet i Danmark, hvor væksten har været størst på Sjælland og øerne med 17,2 % og mindst på Bornholm med 8,1 %. Den økonomiske vækst er interessant i forhold til en vurdering af det fremtidige vandforbrug, idet øget vækst vurderes at kræve et øget vandforbrug.

Tabel 2.3. *Bruttonationalprodukt (BNP) i løbende priser for 2017 fordelt på vandområdedistrikter*

	BNP 2017 (mio. kr.)	**Andel af total**	**BNP pr. indbygger i kr.**	**Vækst i BNP 2010-2017 (faste priser 2010)**
1. Jylland og Fyn	1.044.409	48.6 %	334.505	10.0 %
2. Sjælland og øer	1.094.667	50.9 %	418.355	17.2 %
3. Bornholm	10.906	0.5 %	274.586	8.1 %
I alt	2.149.982	100.00 %	372.061	13.5 %

Kilde: Danmarks Statistik (2019b) og egne beregninger

I forlængelse af BNP vises herunder den gennemsnitlige disponible husstandsindkomst som et udtryk for økonomien i de enkelte vandområdedistrikter. Den disponible husstandsindkomst er beregnet som et gennemsnit af familieindkomster (med og uden børn) og angiver rådighedsbeløbet til forbrug, efter at der er betalt skat. Der er således taget højde for forskellige skattetryk i de enkelte kommuner. Den gennemsnitlige husstandsindkomst i Danmark er ca. 369.000 kr., hvor Sjælland og øerne ligger højere med ca. 382.000 kr., Jylland og Fyn har en gennemsnitlig husstandsindkomst på ca. 357.000 kr., og Bornholm ligger lavest med ca. 315.000 kr. pr. husstand.

Tabel 2.4. *Gennemsnitlig husstands-(familie-)indkomst efter skat 2017.*

Husstandsindkomst 2017	**Indkomst i kr. pr. husstand**
1. Jylland og Fyn	357.708
2. Sjælland og øer	381.739
3. Bornholm	315.331
Hele landet	**368.507**

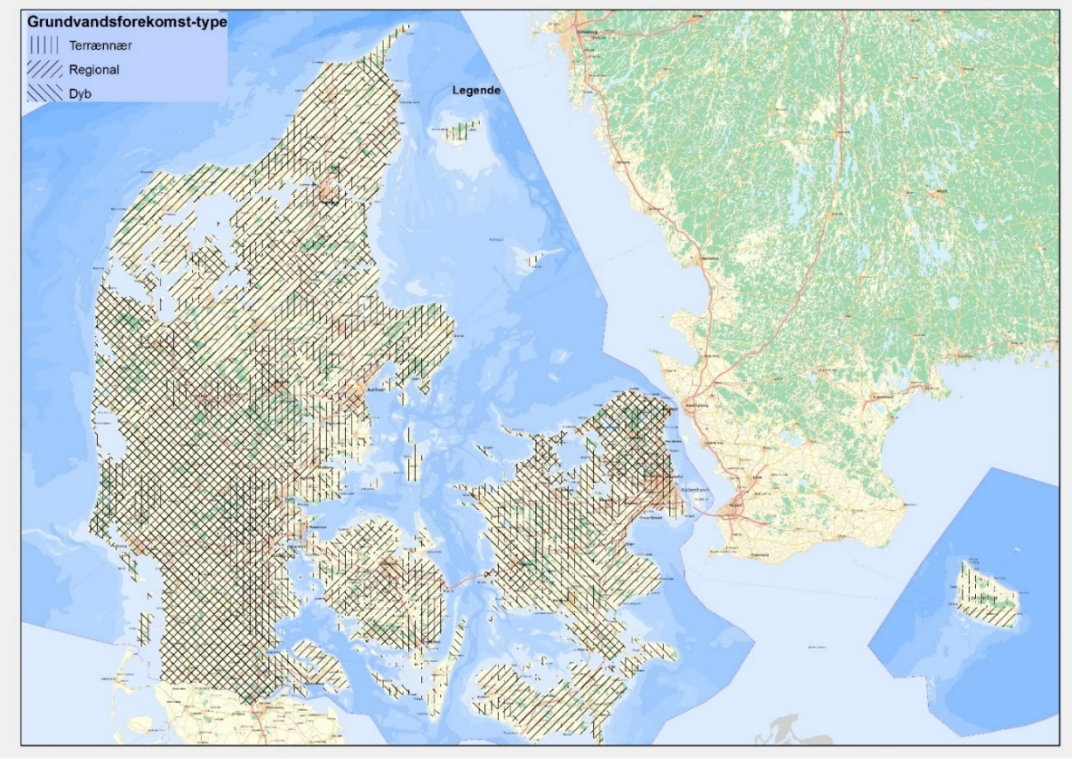
Kilde: Danmarks Statistik (2019b) og egne beregninger

3. Grundvand, indvinding og forbrug.

3.1 Grundvandsforekomst

Forekomsten af grundvand kan groft inddeles vertikalt i tre niveauer: De terrænnære, de regionale og de dybe grundvandsforekomster. Såvel de terrænnære som de regionale grundvandsforekomster kendetegnes ved, at de har kontakt til vandløb, sø eller vådområder og kan dermed bidrage med grundvand til åer og søer eller vådområder. Forskellen mellem de regionale og de terrænnære grundvandsforekomster består til dels i, at de regionale dækker et areal på jordoverfladen på mindst 250 km^2, mens de terrænnære dækker et mindre område, men større sammenhængende arealer. Desuden indbefatter de terrænnære grundvandsforekomster også dem, som ikke har kontakt til overfladevandområder eller grundvandsafhængige terrestriske økosystemer, og hvis deres højdeniveau (topkote) er mindre end 25 meter under terræn. Gennem et regionalt strømningssystem bidrager regionale forekomster med grundvand til ådalsmagasiner langs større vandløb. Forekomsten i det regionale niveau bidrager med en kontinuer og mere stabil grundvandsmængde. Det nederste niveau er de dybe grundvandsforekomster og har gennem strømningssystemet kun kontakt til fjorde og havområder. De opdeles efter grænser for de lag af kalk eller sand, der findes i niveauet samt overordnede vandløbsoplande.

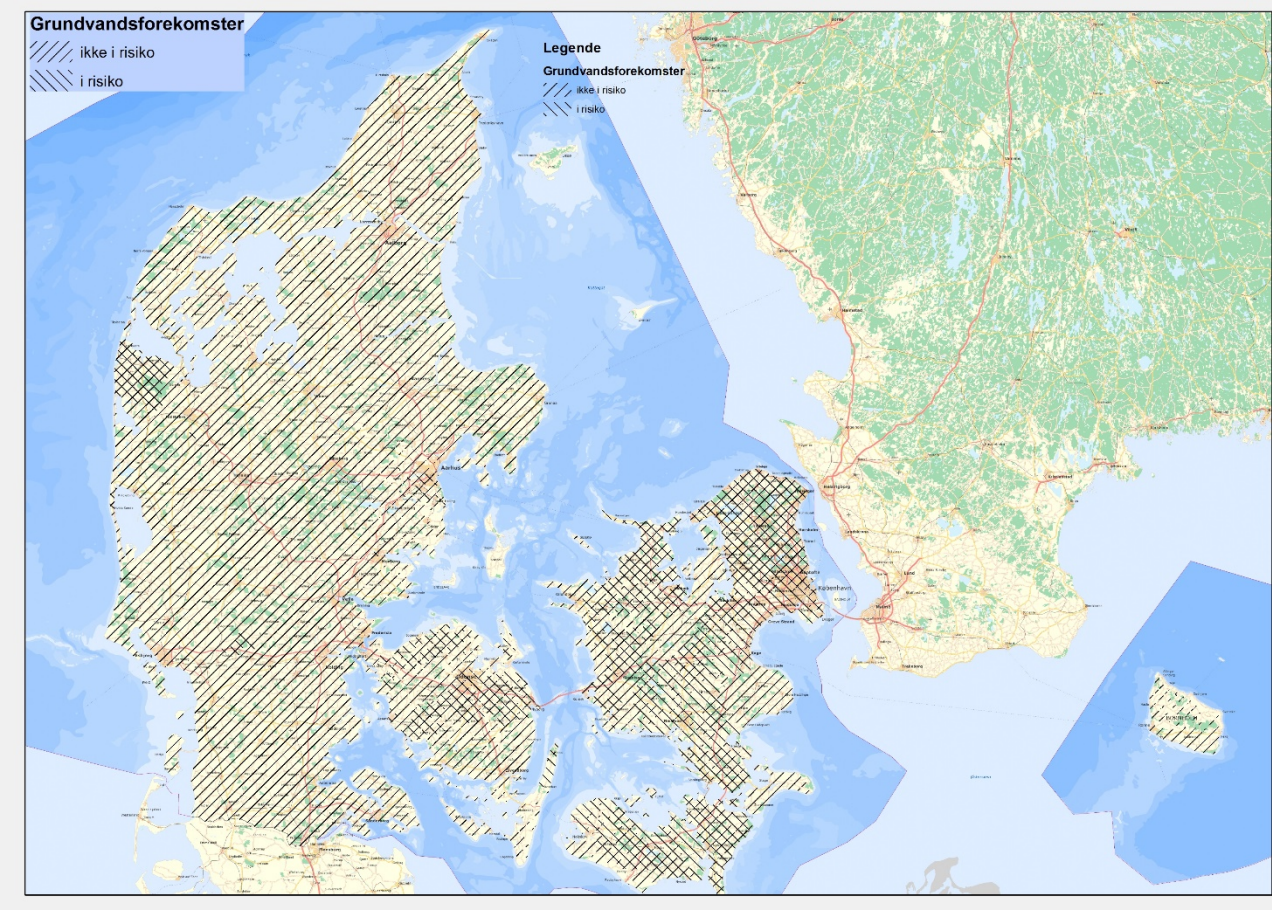
Figur 3.1 viser grundvandsforekomsterne i hele landet opgjort i 2019. Det ses, at de regionale forekomster findes over det meste af landet, hvorimod de dybe grundvandsforekomster primært findes i Nord- og Vestsjælland, under dele af Fyn og i det midt- og sydjyske område, mens Bornholm domineres af terrænnære og regionale grundvandsforekomster.



Figur 3.1. *Grundvandsforekomster i Danmark fordelt på niveauer i 2019.*
Kilde: MiljøGis (2019). *Data findes på MiljøGIS under krakterisering.*

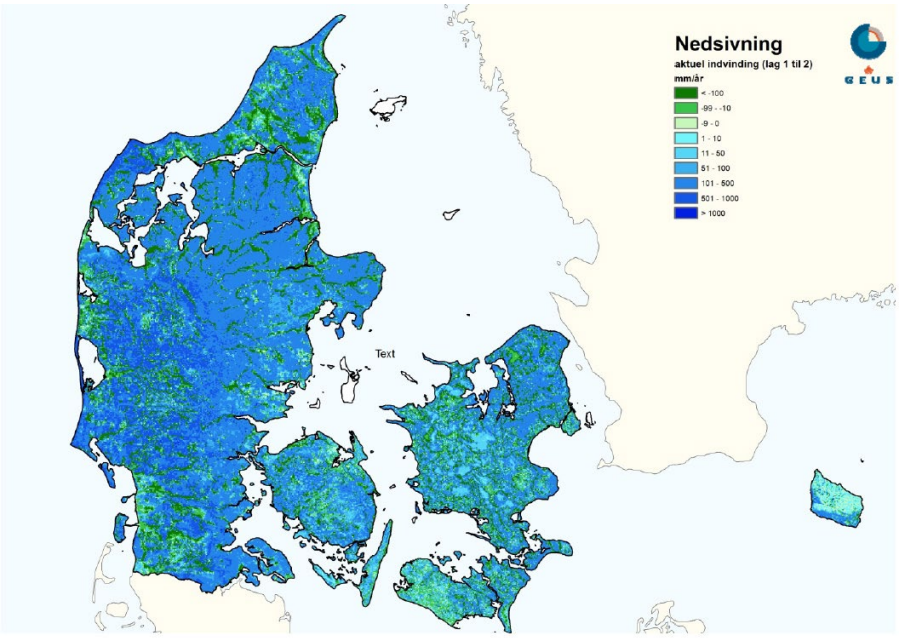
Der er på figuren overlap mellem risikovurderingerne for terrænnære, regionale og dybe grundvandsforekomster, se detaljer på MiljøGis.

I Figur 3.2 herunder fremgår grundvandsforekomsternes risiko for ikke at opfylde miljømålene med henblik på grundvandsforekomsternes kvantitative tilstand. Det kan ses, at større dele af Sjælland, Lolland og Falster, dele af Fyn, samt et område omkring Stuer er i risiko, mens resten af landet ikke er i risiko. Se de nærmere detaljer på MiljøGis. Grundvandsdannelsen er nærmere beskrevet i Figur 3.3.



Figur 3.2. *Beskrivelse af risiko for manglende opfyldelse hvad angår grundvandsforekomsten kvantitative tilstand i 2019.*
Kilde: MiljøGIS (2019). Data findes på MiljøGIS under basisanalysen-risiko.

3.2 Grundvandsdannelse

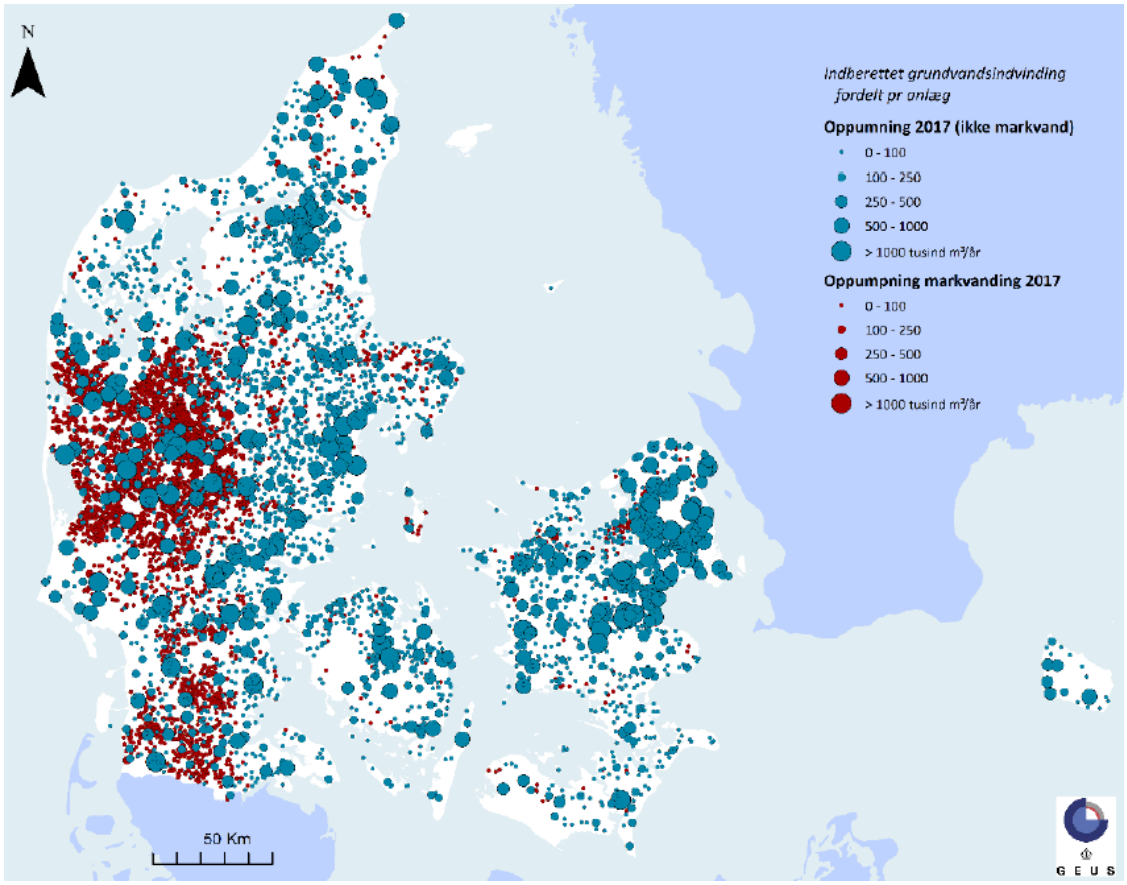


Figur 3.3. *Grundvandsdannelse gennem nedsivning til grundvandsmagasiner.*
Kilde: Thorling et al, (2016)

Grundvandsdannelse i Figur 3.3 er resultatet af den nationale hydrologiske model (DK modellen) som beregner grundvandsstrømningen, der kan betragtes som et udtryk for nedsivningen til grundvandsmagasinerne (Thorling et al., 2016). Af figuren fremgår det, at der på de overvejende sandede jorde i Jylland er en relativ stor grundvandsdannelse mellem 500 og 1.000 mm pr. år. På Fyn og Sjælland ses en noget mindre grundvandsdannelse på mellem 10-100 mm pr. år. Den grønne farve indikerer udsivning til især kystområder og åsystemer.

3.3 Vandindvinding

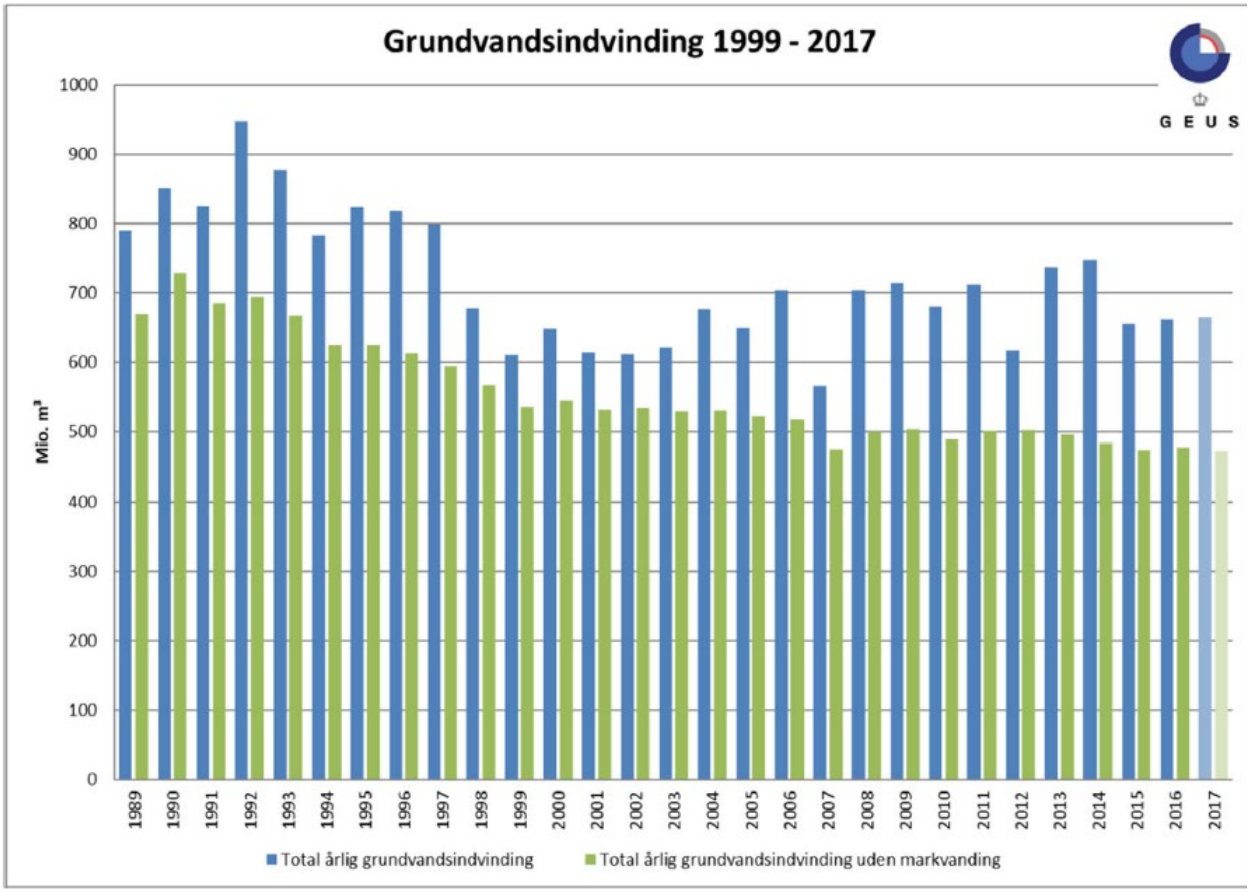
Drikkevandsforsyningen i Danmark består, bortset fra Christiansø, af oppumpet grundvand. Drikkevandssektoren er centralt opbygget af ca. 2.600 almene vandværker. Herudover findes der ca. 50.000 små anlæg, som primært er knyttet til enkelthusholdninger. Kun ganske få af disse indberetter deres vandforbrug (Thorling et al., 2019). Det meste af det oppumpede vand anvendes til drikkevand, men også markvanding udgør en relativ stor andel. På Christiansø er drikkevandet primært afsaltet havvand fra Østersøen. Figur 3.4 herunder viser den geografiske fordeling af indberettet oppumpet vand i året 2017 til både drikkevandsformål og til markvanding.



Figur 3.4. *Indberettet grundvandsindvinding 2017.*
Kilde: Thorling et al. (2019)

Figur 3.4 viser den geografiske fordeling af indberettede vandmængder for 2017 på anlægsniveau, opdelt i markvandingsanlæg og øvrige anlæg. Det ses blandt andet, at oppumpningen til drikkevand er relativt stor i det østsjællandske område, der forsyner hovedstadsområdet med drikkevand. Kalundborg Forsyning har den største enkelte indvinding af overfladevand, der udpumpes med drikkevandskvalitet, med knap 4 mio. m³ pr. år til procesvand på lokale virksomheder. Oppumpning af vand til markvanding er allerstørst på de sandede jorde i Vestjylland. Markvanding behandles mere detaljeret i afsnit 4.3.

Figur 3.5 viser den samlede grundvandsindvinding i perioden 1989 til 2017. Af de grønne søjler, som repræsenterer den totale årlige grundvandsindvinding uden markvanding, fremgår det, at der er en faldende tendens over perioden. Den samlede indvundne mængde af grundvand uden markvanding er for 2017 opgjort til 473 mio. m³ pr. år, mens den for 1990 er opgjort til ca. 700 mio. m³ pr. år. Den totale indvinding af grundvand inklusive markvanding viser store variationer fra år til år, hvilket skyldes nedbørsmængder i vækstsæsonen i de enkelte år. Markvandingen udgør 15-35 % af de totale indvundne mængder af grundvand. Der er i 2017 i alt indberettet grundvandsindvindinger på 664 mio. m³ inklusive markvanding. Tallene for 2017 er nedtonet på Figur 3.5, da de kan være behæftede med usikkerhed grundet manglende indberetninger (Thorling et al., 2019).



Figur 3.5. *Grundvandsindvinding 1999-2017.*

Note: Blå søjler viser de totale oppumpede mængder grundvand med markvanding i perioden, mens de grønne søjler viser de totale oppumpede mængder grundvand uden markvanding.
Kilde: Thorling et al. (2019)

I Tabel 3.1 ses fordelingen af, hvor grundvand i 2016 er indvundet i tre vandområdedistrikter, og størrelsesordenen for hvert vandområdedistrikt. Der er, som det fremgår, mange virksomheder, der har egen indvinding i Jylland og på Fyn, ligesom det også er her, at markvanding har størst udbredelse.

Tabel 3.1. *Grundvandsindvinding 2016 fordelt på vandområdedistrikter i mio. m^3 vand.*

Vandindvinding	**Alment Vandværk**	**Virksomheder med egen indvinding**	**Markvanding**	**I alt**
1. Jylland og Fyn	212,9	113,9	174,3	501,1
2. Sjælland og øer	155,8	9,4	1,8	167,0
3. Bornholm	3,4	0,0	0,0	3,4
I alt	372,1	123,3	176,1	671,5

Kilde: Danmarks Statistik (2019b)

Som nævnt anvendes der primært oppumpet grundvand, men i få tilfælde indvindes der også overfladevand. Som det fremgår af Tabel 3.2, er det kun på Sjælland, at almene vandværker anvender overfladevand. De ca. 114 mio. m^3 vand anvendes af virksomheder, og det skyldes hovedsageligt dambrug. Den samlede indvinding af overfladevand udgør 69,4 mio. m^3. I alt indvindes der således ca. 741 mio. m^3 grund- og overfladevand.

Tabel 3.2. *Indvinding af overfladevand 2016 fordelt på vandområdedistrikter i mio. m^3 vand.*

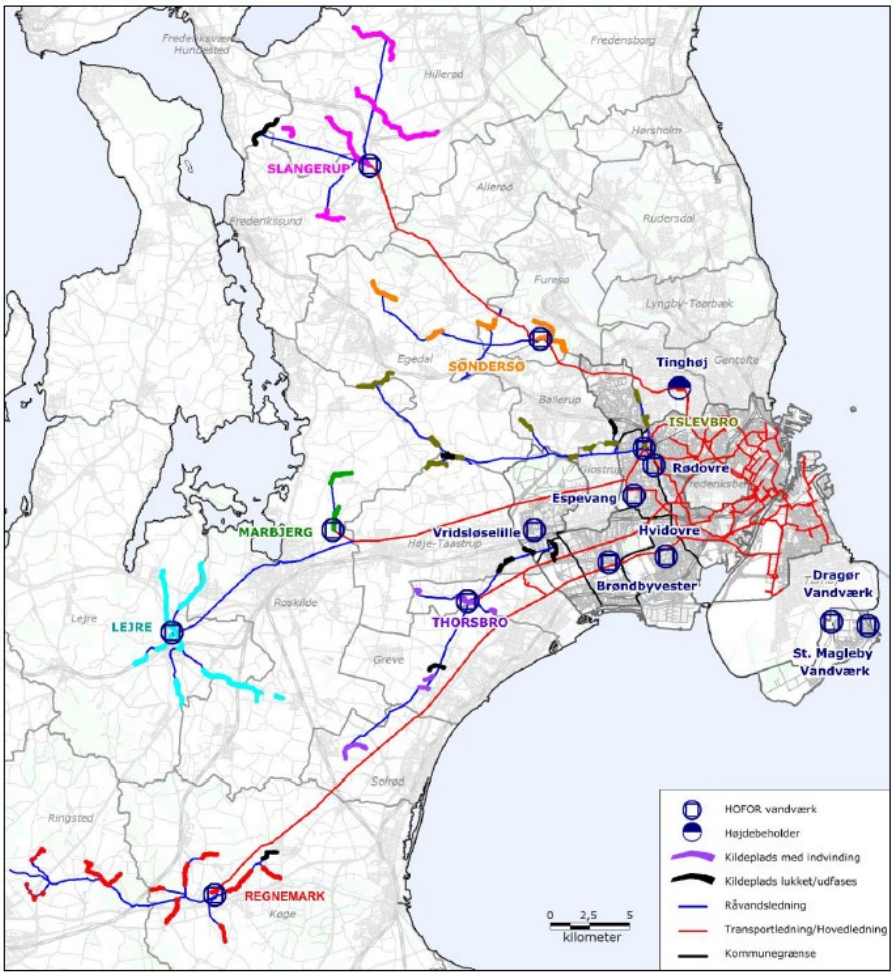
Vandindvinding	Alment Vandværk	Virksomheder med egen indvinding	Markvanding	I alt
1. Jylland og Fyn	0,0	60,9	2,6	63,5
2. Sjælland og øer	3,3	2,5	0,1	5,9.
3. Bornholm	0,0	0,0	0,0	0,0
I alt	3,3	63,4	2,7	69,4

Kilde: Danmarks Statistik (2019b)

Vandtab er ofte defineret som drikkevand, der ikke når forbrugerne (Miljøstyrelsen, 2019b). Vandtabet i ledningsnettet er opgjort til ca. 8 %, hvilket er et af de laveste i Europa (EurEau, 2017). Gennemsnittet i EU er omkring 20-25 %. Introduktion af vandmålere var tidligere medvirkende til, at tabet blev reduceret, men der gøres også løbende en indsats for at reducere tabet og opdage huller i ledningsnettet så hurtigt som muligt. Siden 1994 har vandforsyninger skullet betale en strafafgift til staten, hvis tabet var over 10 %.

3.3.1 Vandindvinding i hovedstadsområdet

Som det fremgår af Figur 3.2 er vandoppumpning relativ til grundvandsressourcen særlig kritisk i hovedstadsområdet. Derfor fremgår vandindvindingsstrukturen for hovedstadsområdet i Figur 3.6. Transportledninger er indtegnet i Figur 3.6 med blåt og rødt og illustrerer, at drikkevand, der forbruges i København, transporteres ganske langt (op til ca. 50-60 km) fra kildepladser så langt væk som Ringsted, Roskilde og Hillerød. Da det er forbundet med relativt store udgifter i form af investeringer og vedligeholdelse af rørsystemer, har den lange transportvej indflydelse på prisen for drikkevand i hovedstadsområdet. Der er en tendens til, at denne distance er øget over tid og i forhold til sidste rapport (Vogdrup-Schmidt og Jacobsen, 2014).

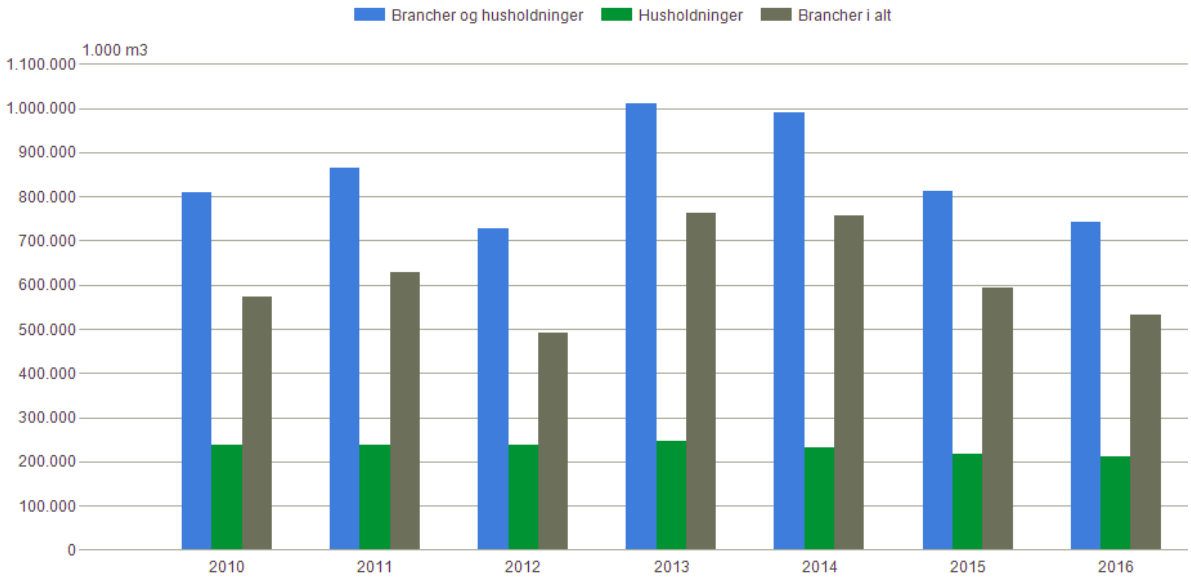


Figur 3.6. *Vandindvindingsstruktur for Hovedstadsområdet.*

Kilde: Frederiksberg Kommune (2018)

3.4 Vandforbrug

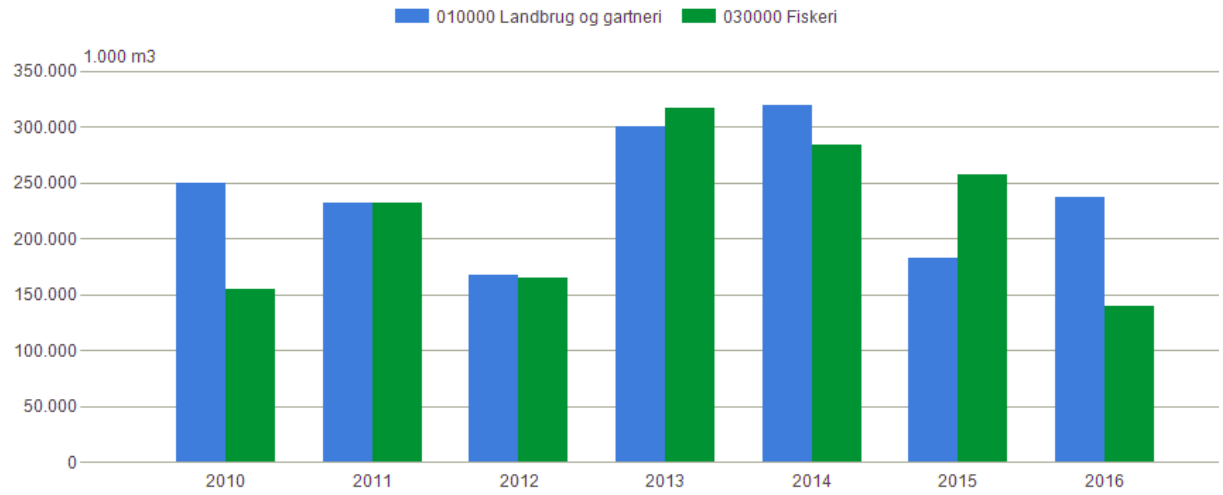
Det samlede vandforbrug i Danmark kan i 2016 opgøres til ca. 741 mio. m^3 vand. I Figur 3.7 herunder illustreres det samlede vandforbrug over perioden 2010-2016 (blå søjle) samt fordelingen på husholdninger (grøn søjle) og virksomheder (benævnt 'Brancher i alt' i figuren, grå søjle). For husholdninger ses et nedadgående forbrug med et samlet forbrug i 2016 på ca. 210 mio. m^3 vand. I 'Brancher i alt' indgår både industri og landbrug.



Figur 3.7. *Det samlede vandforbrug i Danmark (inklusive overfladevand).*

Kilde: Danmarks Statistik (2019b)

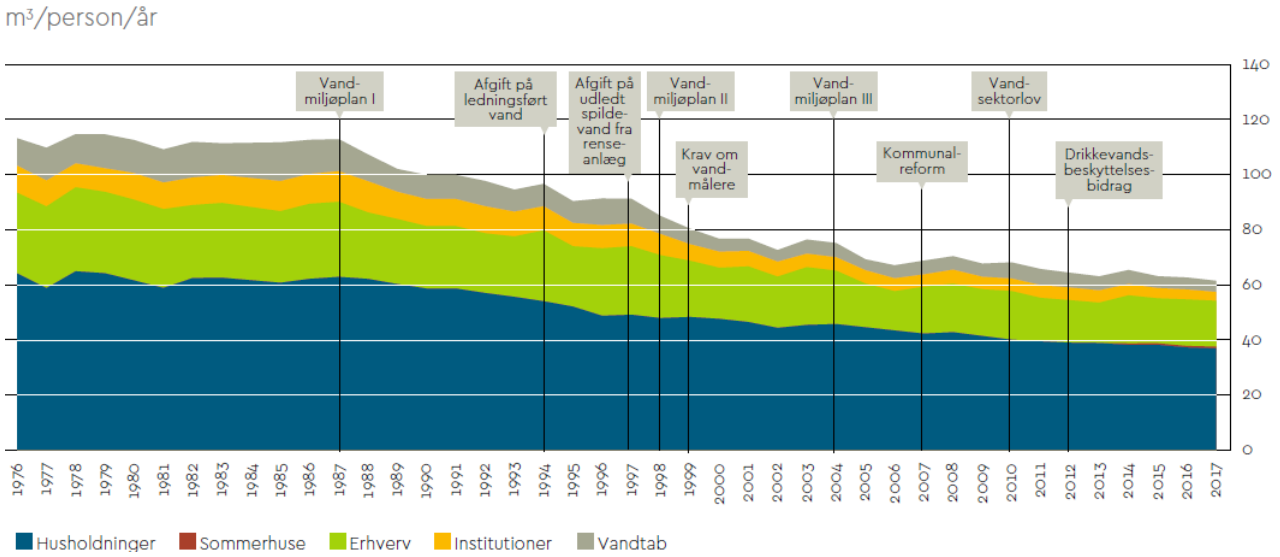
Den store variation i virksomheders forbrug af vand skyldes til dels markvandingen, som er afhængig af nedbørsmængder i vækstsæsonen. I opgørelsen indgår også dambrugs indvinding af overfladevand, og den kan variere, da dambrug ikke er forpligtede til at indberette forbrug af vand (Hoffmann, 2019). Dette vand opholder sig kun kort tid i dambruget, hvorefter det ledes tilbage til åsystemet igen. Variationen er illustreret i Figur 3.8 for landbrug og gartneri (blå søjle) samt fiskeri (primært dambrug, grøn søjle).



Figur 3.8. *Vandforbrug (inklusive overfladevand) for landbrug og fiskeri.*

Kilde: Danmarks Statistik (2019b)

DANVA har udviklet en graf, hvor de viser vandforbruget i m^3 pr. person pr. år i perioden 1976-2017 (DANVA, 2018) (se Figur 3.9). Det fremgår, at vandforbruget er faldet ca. 40 % i den pågældende periode fra et forbrug på ca. 63 m^3 i 1989 til ca. 38 m^3 i 2017 pr. person. Det svarer til et dagligt forbrug på ca. 103 liter pr. person. Grafen viser endvidere implementeringen af de forskellige vandmiljøplaner og andre afgifter og tiltag, der har påvirket forbruget af vand. Bemærk, at DANVAs opgørelse ikke er baseret på alle forsyningsselskaber, men 59 selskaber, der tilsammen forsyner ca. 3,2 mio. indbyggere med vand.

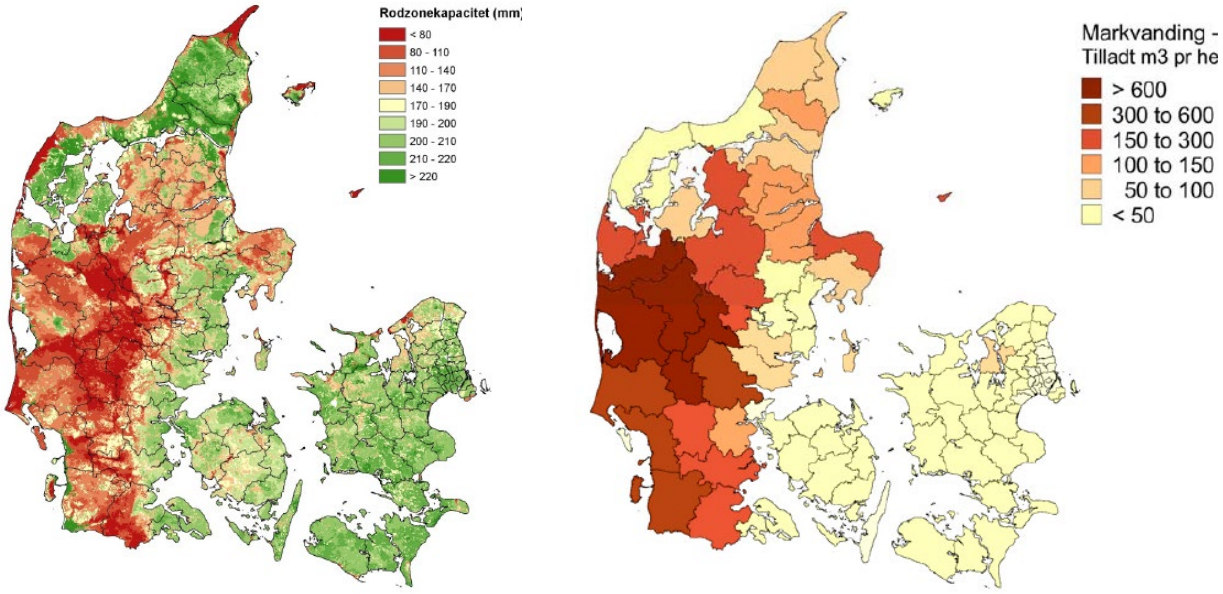


Figur 3.9. *Udvikling i vandforbrug i Danmark i perioden 1976-2017. (m3/person/år)*

Kilde: DANVA (2018)

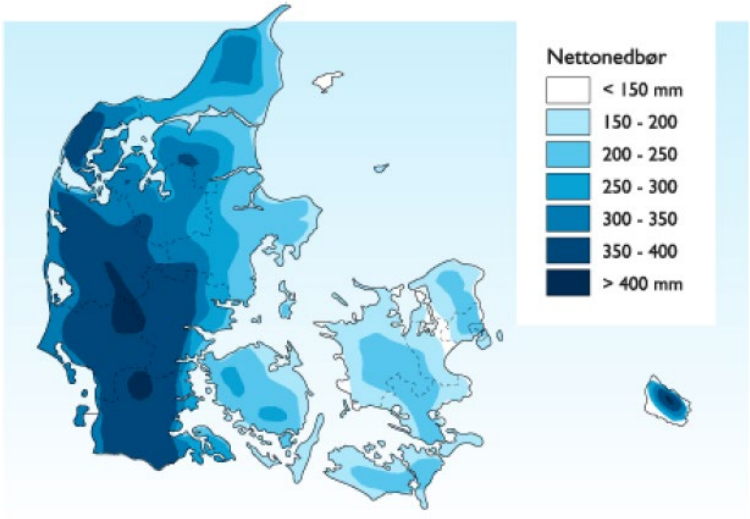
3.4.1 Vandforbrug landbrug og gartneri.

Som det fremgår af Tabel 3.1 herover, er det primært i vandområdedistriktet for Jylland og Fyn, der oppumpes vand til brug for markvanding. Her er det særligt på de sandede jorder i Midt-, Vest- og Sønderjylland, hvor der vandes store landbrugsarealer grundet lav rodzonekapacitet (jordens evne til at tilbageholde vand). Se Figur 3.10 for rodzonekapacitet og markvandingstilladelser. Markvandingen er især afhængig af nedbøren, der falder i vækstsæsonen for de enkelte afgrøder. Figur 3.11 herunder viser, at det netop er på de sandede jorder i Midt-, Vest- og Sønderjylland, hvor der falder de største mængder af nedbør om året. Nedbøren falder primært uden for vækstsæsonen, men bidrager således til en regenerering af de øvre grundvandsmagasiner.



Figur 3.10. *Rodzonekapacitet i mm (tv) og markvandingstilladelser i m^3 pr. hektar dyrket areal (th). Fordeling i Danmark (Bornholm ikke medtaget).*

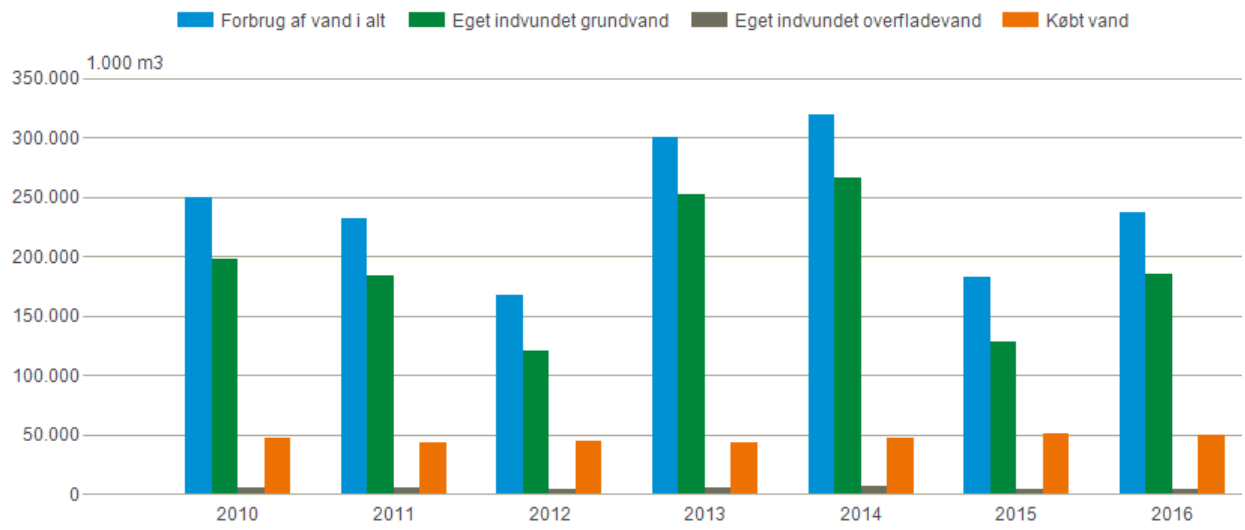
Kilde: Markvandingsgruppen (2013).



Figur 3.11. *Nettonedbør om året over hele landet.*

Kilde: GEUS (2019)

I Figur 3.12 vises landbrug og gartneriers forbrug af vand i perioden 2010-2016. Forbruget er fordelt på henholdsvis eget indvundet grundvand, overfladevand og købt vand (fra vandværker). Som tidligere nævnt ses en stor variation over årene af eget indvundet grundvand, som skyldes variationen i nedbørsmængder. Købt vand er relativt stabilt over perioden, og indvundet overfladevand er ubetydeligt.

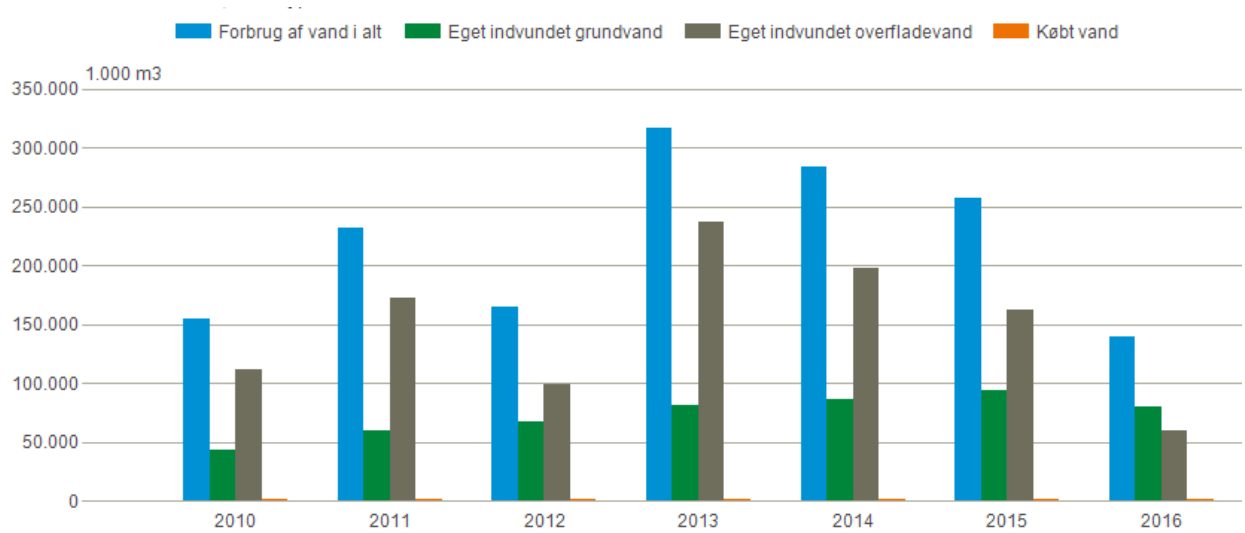


Figur 3.12. *Landbrug og gartneriers forbrug af vand fordelt på vandtyper i perioden 2010-2016.*

Kilde: Danmarks Statistik (2019b)

3.4.2 Vandforbrug fiskeri (dambrug)

Der findes ca. 180 landbaserede dambrug i Danmark i 2016 (Dansk Akvakultur, 2019), og alle er beliggende i Jylland (Vogdrup-Schmidt og Jacobsen, 2014). Almindelige dambrug opstemmer og indtager vand fra nærliggende åsystemer. De anvender primært overfladevand, som ledes tilbage i åsystemet efter gennemstrømning i dambruget. Fuldt recirkulerede anlæg benytter grundvand og er fuldt afkoblede fra åsystemer. Disse anlæg er fåtallige og har ingen betydning for grundvandsforbruget. I Figur 3.13 herunder ses forbruget af de forskellige vandtyper over perioden 2010-2016. De store variationer af forbruget af overfladevand mellem de forskellige år i perioden skyldes, som tidligere nævnt, at dambrugene ikke har indberetningspligt, og tallene må derfor betragtes som værende usikre og sandsynligvis undervurderede.



Figur 3.13. *Fiskeribranchens forbrug af vand fordelt på vandtyper i perioden 2010-2016.*

Kilde: Danmarks Statistik (2019b)

3.5 Fremtidigt vandforbrug

Hvis befolkningen stiger i udvalgte områder, er det relevant at vurdere, hvordan det påvirker vandforbruget. Tabel 3.3 herunder er baseret på Danmarks Statistiks forventning til befolkningens udvikling. Det fremgår, at der forventes en gennemsnitlig fremgang på ca. 7 % i befolkningstallet i perioden 2019-2035. Med antagelse af et konstant vandforbrug pr. indbygger kan der således beregnes et ekstra behov for drikkevand på i alt 15,5 mio. m^3 i Danmark. I 2016 var husholdningernes samlede forbrug af vand opgjort til 210 mio. m^3, og det estimerede fremtidige forbrug svarer således til en stigning på ca. 7 %. Med reference til Figur 2.2 kan det formentlig forventes, at denne udvikling primært sker omkring de større byer i Danmark.

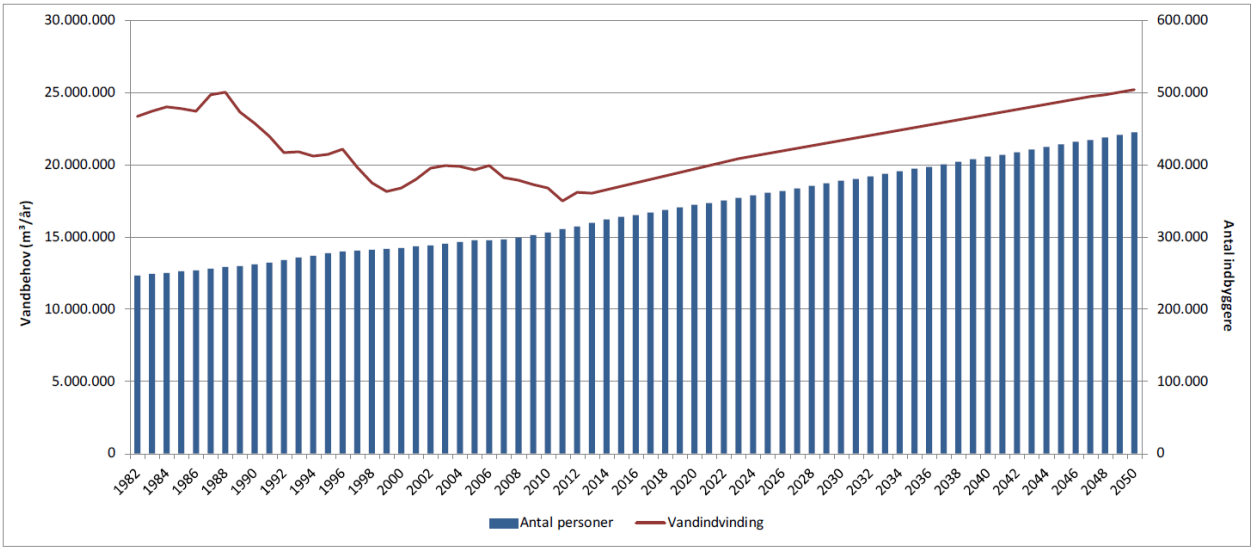
Tabel 3.3. *Befolkningsfremskrivning fordelt på vandområdedistrikter i perioden 2019-2035.*

	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

Kilde: Danmarks Statistik (2019b) og egne beregninger

Dette tal skal dog ses i lyset af, at der siden 1989 er konstateret såvel en faldende indvinding af grundvand (uden markvanding, se Figur 3.5) og et faldende forbrug af drikkevand (se Figur 3.7), selvom både befolkningstal og økonomi er vokset i samme periode. Hvorvidt denne afkobling mellem vandforbrug og vækst kan fortsætte, er usikker.

I vandforsyningsplanerne for Aarhus Kommune finder man en tilsvarende fremskrivning af forsyningskravet indtil år 2050, og denne ses i Figur 3.19 herunder (Aarhus Kommune, 2016). Fremskrivningen er baseret på kommunens egne tal for befolkningstilvækst suppleret med viden om diverse lokale forhold. Her er der anvendt et forbrug pr. person på 40 m^3 (i modsætning til ovenstående beregning, hvor der anvendes 38 m^3). Der forudsættes en befolkningsfremskrivning på i alt 39.000 personer, som medvirker til et ekstra forbrug af vand på 1,5 mio. m^3 pr. år. Også for denne fremskrivning skal det bemærkes, at afkoblingen mellem vækst i befolkning og økonomisk aktivitet ikke ser ud til at være inkluderet.

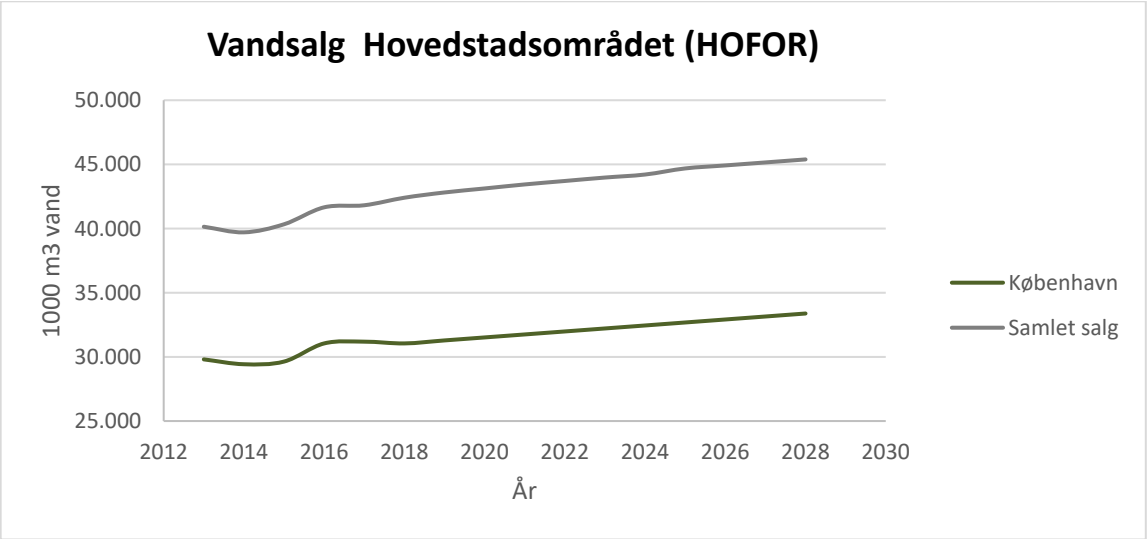


Figur 3.14. *Vandforsyning i Aarhus siden 1982 og fremskrivning af vandforsyning indtil 2050*

Kilde: Aarhus Kommune (2016).

Vandforsyningsplanen for Odense Kommune foretager ikke en egentlig fremskrivning af vandforbruget, men vurderer, at der med den nuværende samfunds- og erhvervsudvikling ikke vil ske en væsentlig ændring af vandforbruget de kommende år. De opremser en række mulige fremtidige tendenser, der kan have indflydelse på vandforbruget (befolkningsudvikling etc.) og vurderer, at det vil indebære en stigning på ca. 20 %, hvilket ligger inden for de tilladelser, der er givet til de lokale vandværker.

I Figur 3.15 ses en prognose for vandsalget i hovedstadsområdet lavet af HOFOR. Som de foregående prognoser baserer denne sig også primært på den forventede befolkningstilvækst samt en udvikling i det forventede forbrug pr. person samt eventuel yderligere forøgelse af vandforbruget fra erhverv eller kulturinstitutioner.



Figur 3.15. *Prognose for vandsalg i Hovedstadsområdet. Prognosen dækker kommunerne København, Albertslund, Brøndby, Dragør, Herlev, Hvidovre, Rødovre og Vallensbæk.*
Kilde: HOFOR (2018).

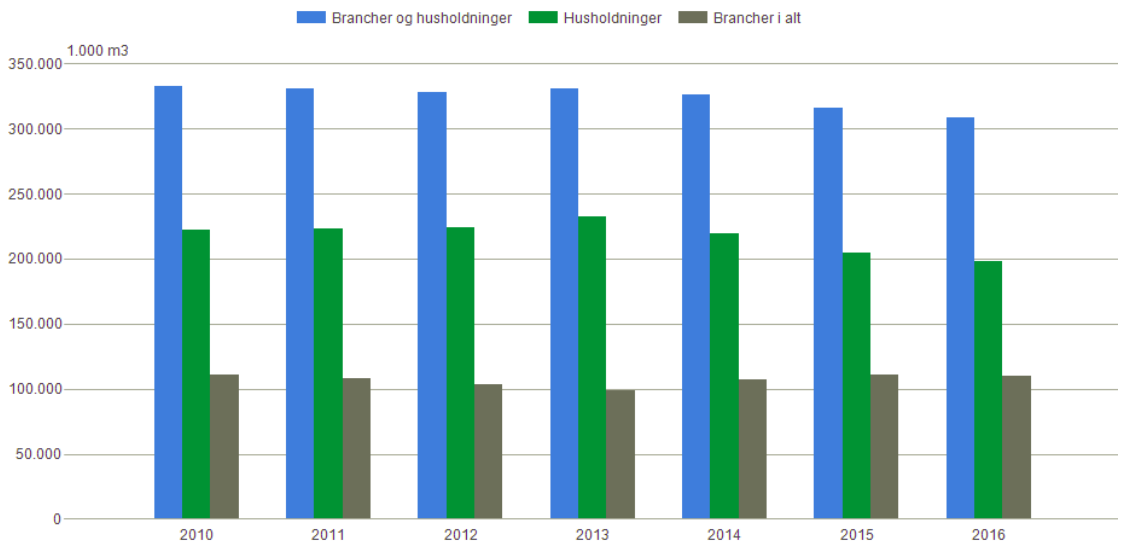
4. Spildevandsafledning og -udledning

4.1 Spildevandsafledning

Vandforbruget er grundlaget for opgørelsen af spildevand, der afledes til spildevandsselskaberne gennem kloaksystemet, samt det spildevand, der afledes til såkaldt 'egen recipient', det vil sige, at virksomheden eller husholdningen selv foretager eventuel spildevandsbehandling, før spildevandet udledes.

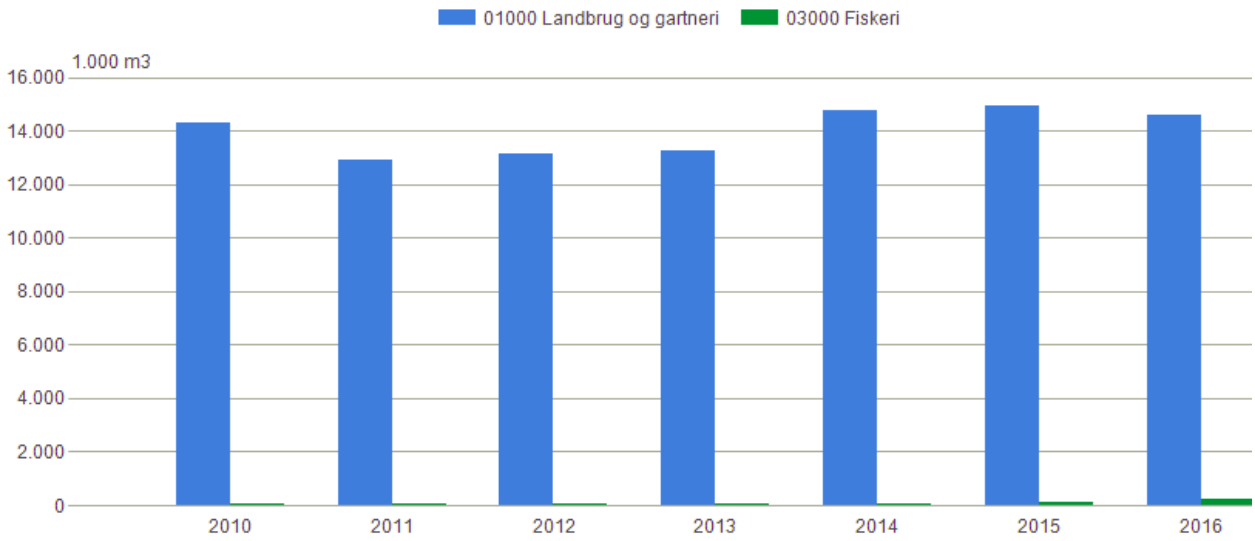
Figur 4.1 viser udviklingen af afledningen til spildevandsselskabernes kloaksystem i perioden 2010-2016, hvor den blå søjle angiver den totale afledning. De grønne søjler angiver husholdningernes afledning, og der ses en svagt faldende tendens mod 2016, trods et stigende antal indbyggere, hvilket skyldes, at vandforbruget pr. indbygger som tidligere angivet har været faldende. Virksomhedernes (brancher) afledning er illustreret ved de grå søjler og er forholdsvis stabil i perioden 2010-2016.

En del af virksomhedernes afledning til kloaksystemet udgøres af fiskeri-, landbrugs- og gartnerierhverv, hvor dambrug hører under fiskerierhverv (se Figur 4.2). I 2016 udgør landbrug og gartneri ca. 15 % af branchernes afledning, mens kun en meget lille andel kommer fra fiskeri (dambrug). Hovedparten af vandforbruget i landbruget afledes ikke som spildevand, men ender i gyllebeholderen og udbringes på marken.



Figur 4.1. *Afledning af spildevand til kloak for perioden 2010-2016 fordelt på virksomheder (brancher) og husholdninger.*

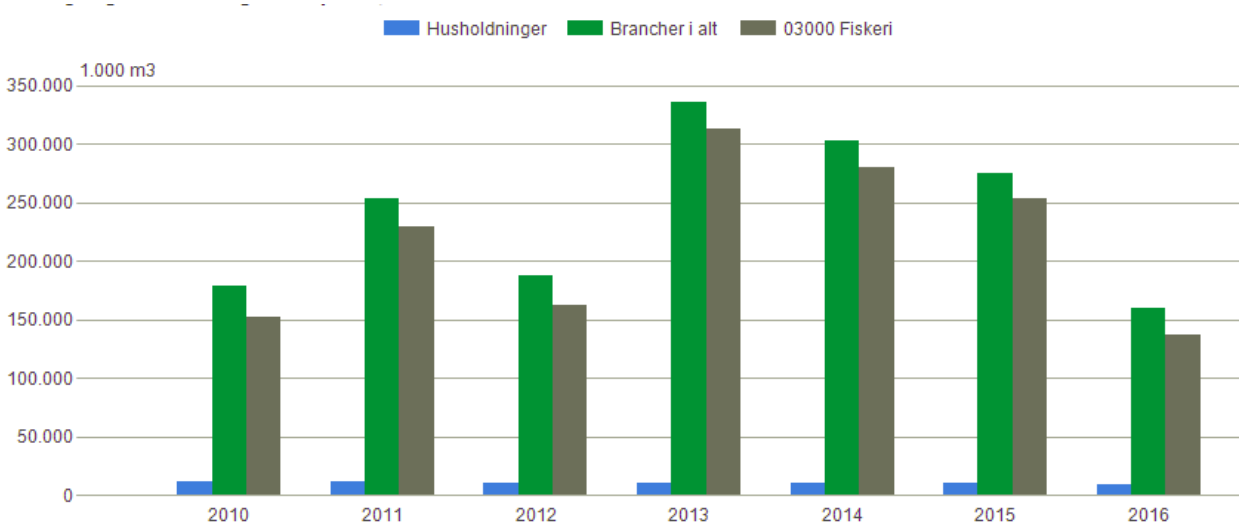
Kilde: Danmarks Statistik (2019b).



Figur 4.2. *Virksomhedernes afledning af spildevand til kloak for perioden 2010-2016 fordelt på Landbrug og gartneri samt Fiskeri.*

Kilde: Danmarks Statistik (2019b).

Spildevand, der afledes til egen recipient, er vist i Figur 4.3, hvor husholdninger er vist med blå søjler, og virksomheder med grønne søjler. Endvidere er fiskerierhvervet, hvor dambrug udgør størstedelen, illustreret med brune søjler. Bemærk, at fiskeriet (de brune) søjler er en delmængde af 'Brancher i alt' (de grønne søjler). Den samlede afledning varierer en del i årene 2010-2016, hvilket primært skyldes dambrugenes afledning til egen recipient[1], hvilket dækker over tilbageledning af vand til åsystemer. Figur 4.3 forklarer således det meste af den totale variation over perioden 2010-2016.



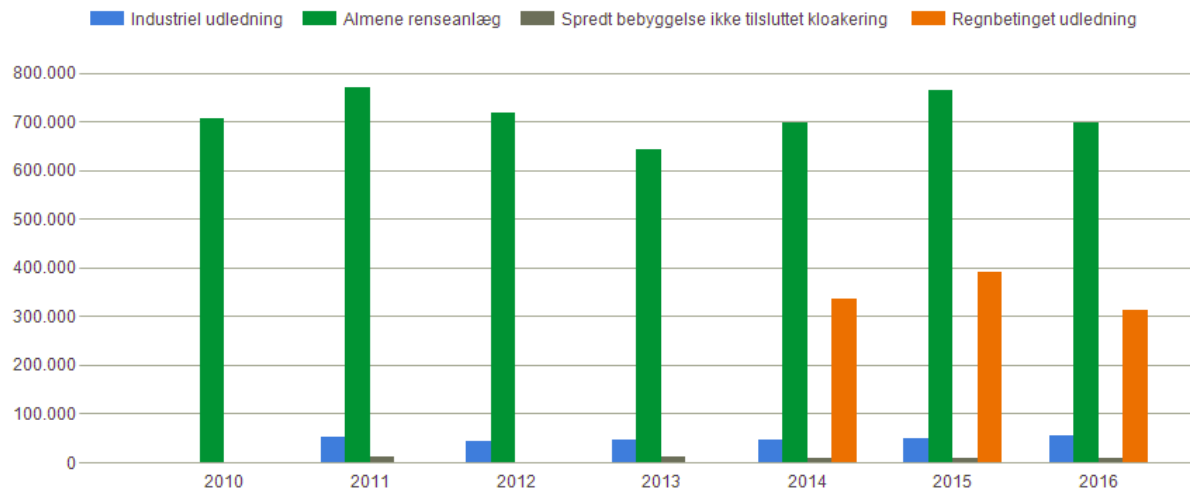
Figur 4.3. *Udledning af spildevand til egen recipient i perioden 2010-2016.*

Kilde: Danmarks Statistik (2019b)

[1] Spildevand, der afledes til såkaldt 'egen recipient', betyder, at virksomheden selv foretager eventuel spildevandsbehandling, før spildevandet udledes.

4.2 Spildevandsudledning

Spildevandsudledning omfatter udledninger af det behandlede spildevand til vandløb, søer og kystvande. Den samlede udledning af spildevand fra spildevandsforsyningernes renseanlæg er væsentlig større end den afledte volumen redegjort for i afsnittet herover (afledningen er fx ca. 310 mio. m^3 i 2016, hvor udledningen er ca. 740 mio. m^3). Det skyldes især regnvandstilførslen i områder med fælleskloakker og indtrængning af grundvand i utætte kloakrør. Figur 4.4 herunder viser spildevandsudledningen fordelt på industri, almene renseanlæg, spredt bebyggelse ikke tilsluttet kloakering samt regnbetinget udledning. Bemærk, at der for flere år ikke findes data for de forskellige kategorier, hvorfor ikke alle kategorier er illustreret for hvert enkelt år. Udledningsmængden for spredt bebyggelse er generelt faldende som følge af en øget grad af kloakering.



Figur 4.4. *Udledning af spildevand 2010-2016.*
Kilde: Danmarks Statistik (2019b)

Der er betydelig forskel på mængden og sammensætningen af forurenende stoffer i forskellige typer af spildevand. Spildevand fra den spredte bebyggelse vil efter simpel rensning generelt have højere koncentrationer af organisk stof og næringsstoffer i forhold til udledninger fra almene renseanlæg med avanceret rensning. For dambrug kan der være lavere koncentrationer af forurenende stoffer, men det skyldes blandt andet store vandmængder.

I NOVANA Punktkilderapporten for 2017 er opgjort de målte udledte vandmængder for renseanlæg, industrielle udledninger og den spredte bebyggelse (se tabel 4.1) (Miljøstyrelsen, 2019a).

Tabel 4.1. *Udledning af renset spildevand til vandmiljøet i 2017 (m^3)*

Renseanlæg	714	mio. m^3
Industri	42	mio. m^3
Spredt bebyggelse	8	mio. m^3

Kilde: Miljøstyrelsen (2019a)

Bemærk, at renseanlægsudledninger for de fælleskloakerede områder indeholder betydelige mængder afledt tag- og overfladevand. Derudover modtager renseanlæggene uvedkommende vand i form af indsivende grundvandvand gennem kloakkerne. I "Bedre viden om uvedkommende vand" fra 2018 (Miljøstyrelsen, 2018) er denne andel af tilførslen til renseanlæg estimeret til omkring 25-30 % af den samlede hydrauliske belastning, dog med en betydelig usikkerhed på intervallet. Netop 2017 var et år med forholdsvis meget nedbør, og derfor har denne andel sandsynligvis været højere for dette år. Fordelingen af husholdninger/erhverv på renseanlæg kan opgøres ud fra stofbelastningsdata til ca. 2/3 husholdninger og 1/3 erhverv (industri, erhverv, institutioner). Denne fordeling ligger på niveau med opgørelsen fra "Vand i tal 2017" (DANVA, 2017), hvor husholdningerne udgør ca. 65 % af det totale vandforbrug hos forsyningsselskaberne.

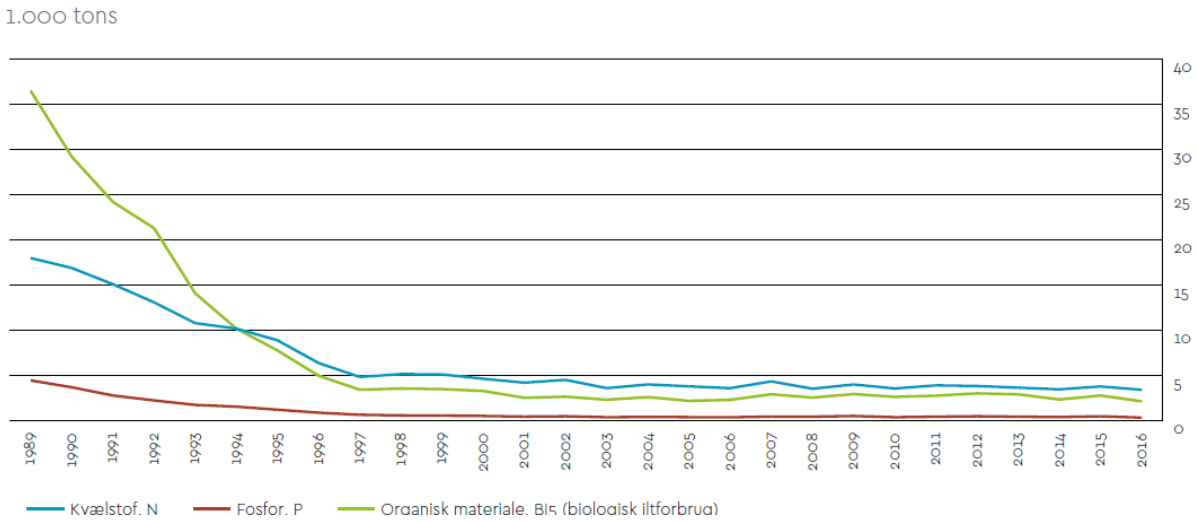
Andelen af husholdninger tilsluttet renseanlæg kan beregnes ved at trække andelen i den spredte bebyggelse fra den samlede befolkning. Der er 184.000 helårsbeboelser i den spredte bebyggelse, og med en gennemsnitshusstand på 2,15 personer giver det ca. 400.000 personer, der har direkte udledning i spredt bebyggelse, mens resten, ca. 5,3 mio. personer, er tilsluttet de centrale rensningsanlæg.

4.2.1 Spildevand fra landbrug

Spildevand fra landbrug omfatter vand fra vaskepladser, mælkerumsvand med mere og i øvrigt almindeligt sanitært spildevand. Dette spildevand opgøres ikke særskilt i NOVANA-rapporteringen. Sanitært spildevand afledes enten til kloak og til centralt renseanlæg eller er omfattet af den spredte bebyggelse med decentral rensning/udledning. Spildevand med gødningsrester med mere opsamles typisk i gyllebeholder og udbringes på landbrugsjord.

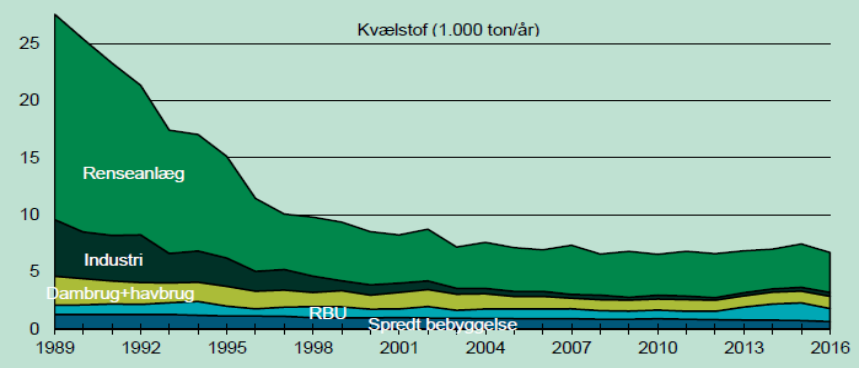
4.2.2 Punktkilder

I dette afsnit belyses udviklingen i den spildevandsrelaterede udledning af fosfor, kvælstof og organisk materiale fra punktkilder. Punktkilder er opdelt i spildevand fra rensningsanlæg, industri, regnbetingede udløb, havbrug, dambrug og spredt bebyggelse. Udledninger fra renseanlæg omfatter renset spildevand fra husholdninger, industrier og erhverv/kontorer/institutioner samt fra tag- og overfladevand. De regnbetingede udledninger omfatter dels separate regnvandsudledninger, det vil sige tag- og overfladevand, og dels overløb under kraftig regn fra de fælleskloakerede arealer, det vil sige arealer, hvor det almindelige spildevand fra husholdninger og erhverv afledes i samme ledning. Dette har indflydelse på udgifterne til spildevandsrensning, som der kigges på i afsnit 5. Det fremgår af Figur 4.5, at udledninger af kvælstof, fosfor og organisk materiale fra renseanlæg og industri er reduceret betydeligt siden 1989 og har været stort set stagnerende siden 2004. Denne reduktion skyldes hovedsageligt vandmiljøplanernes fokus på forbedret spildevandsrensning med henblik på at forbedre vandkvaliteten. I Danmark renses langt hovedparten af spildevandet i dag både mekanisk, biologisk og kemisk.



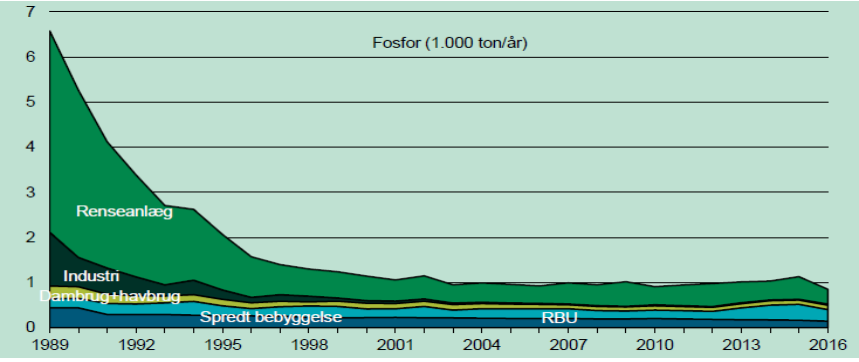
Figur 4.5. *Udledning af næringsstoffer fra rensningsanlæg i perioden 1989-2016 i 1.000 tons.*

Kilde: Miljøstyrelsen (2018a)



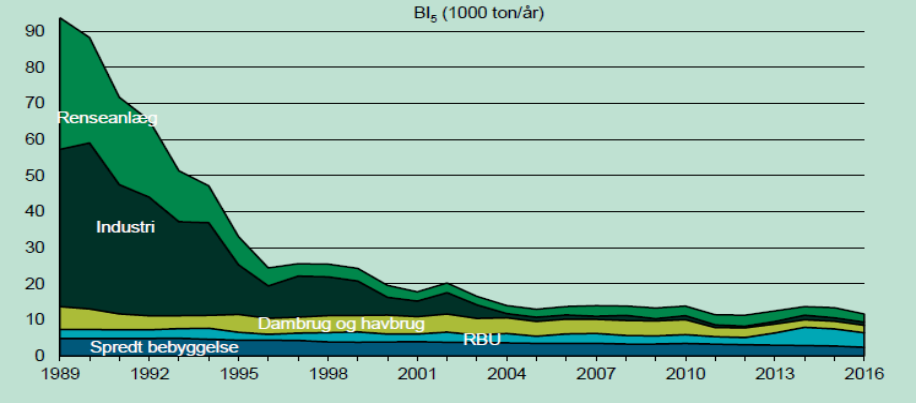
Figur 4.6. *Samlet udledning af kvælstof fordelt på punktkilder i perioden 1989-2016.*

Kilde: Miljøstyrelsen (2018a)



Figur 4.7. *Samlet udledning af fosfor fordelt på punktkilder i perioden 1989-2016.*

Kilde: Miljøstyrelsen (2018a)



Figur 4.8. *Samlet udledning af organisk materiale (BI_5) fordelt på punktkilder i perioden 1989-2016.*

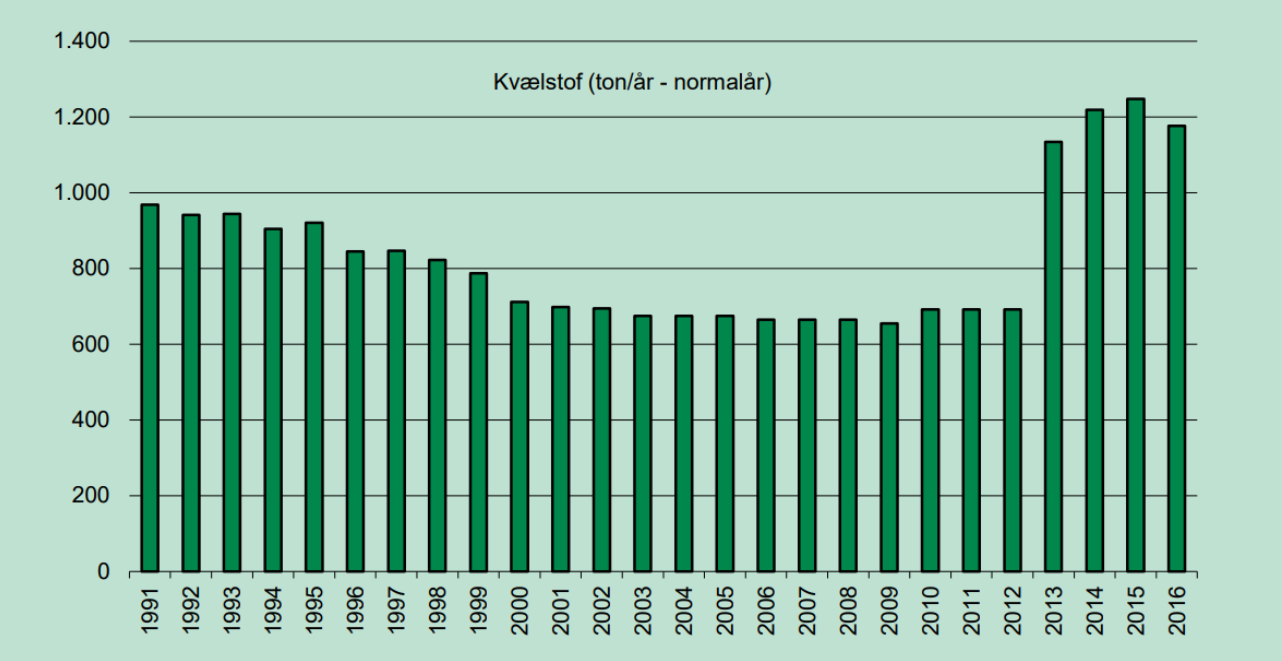
Kilde: Miljøstyrelsen (2018a)

Noget af variationen i udledningen fra rensningsanlæg i starten af 00'erne kan tilskrives variation i årlige nedbørsmængder. Industriens reducerede udledning skyldes blandt andet skiftet fra direkte udledning til vandområder til tilslutning til alment rensningsanlæg.

Regnbetingede udledninger inddeles i udledninger fra separate regnvandskloakker og udledninger fra overløb fra fælleskloakker. Separate regnvandskloakker udleder tag- og overfladevand direkte til et vandområde. Fælleskloakker afleder husspildevand samt tag- og overfladevand til et renseanlæg. Ved kraftig regn kan fælleskloakken blive overbelastet, hvilket resulterer i aflastning af blandet regnvand og spildevand gennem overløbsbygværket til et vandområde.

De samlede regnbetingede udledninger til vandområder (fersk eller marin) fremgår af figur 4.2. (se også Miljøstyrelsen 2018a). Opgørelserne er typisk beregnet med arealenhedstal eller med beregningsmodeller og omfatter både udledninger af tag- og overfladevand fra separatkloakerede arealer og overløb af regnvand/spildevandet fra fælleskloakerede arealer.

De regnbetingede udledninger viser en forøgelse i perioden fra 2012 til 2016 i forhold til perioden før. Denne forøgelse tilskrives en beregningsmæssig justering begrundet i væsentligt forbedret datakvalitet og ikke en reel ændring i udledningen.



Figur 4.9. *Udledningen af kvælstof fra regnbetingede udløb i perioden 1991-2016, beregnet som et normalår*

Kilde: Miljøstyrelsen (2018a).

5. Økonomi i vandsektoren

Vandsektoren er karakteriseret ved naturlige monopoler og er derfor ikke udsat for den konkurrence, der er på et velfungerende marked. Vandsektoren i Danmark er brugerfinansieret og underlagt et hvile-i-sig-selv-princip, hvilket indebærer, at der over en årrække skal være balance mellem vandselskabets udgifter og indtægter. Vandselskabernes udgifter til etablering, drift, vedligeholdelse, administration og forrentning af lån skal således dækkes fuldt ud af bidrag fra forbrugerne. Derudover reguleres selskaberne i vandsektorloven, der indebærer benchmarking og årlige indtægtsrammer med effektiviseringskrav, hvilket bidrager til et kunstigt konkurrencepres. Rammerne bidrager til, at selskaberne løbende effektiviserer deres drift og anlæg i takt med resten af den danske økonomi, og at husholdninger og virksomheder ikke betaler for meget for drikkevand og spildevand. Den økonomiske regulering håndhæves af Forsyningssekretariatet under Konkurrence- og Forbrugerstyrelsen.

I 2018 var der 221 drikkevandsselskaber og 112 spildevandsselskaber, der er omfattet af vandsektorloven. Det er et vandselskabs solgte vandmængde, der afgør, om selskabet er omfattet af vandsektorloven. Selskaber, der sælger over 800.000 m^3 om året, reguleres i 2019 gennem indtægtsrammer og individuelle (baseret på benchmarking) og generelle effektiviseringskrav, og selskaber, som sælger mere end 200.000 m^3 om året, reguleres med regnskabsmæssige kontrolrammer og generelle effektiviseringskrav.

Vandselskaber, der håndterer mindre end 200.000 m^3 vand, er kun underlagt hvile-i-sig-selv-princippet, hvilket betyder, at de uden yderligere økonomisk regulering kan regulere vandtaksten (prisen på drikkevandet) svarende til selskabets omkostninger. De store selskaber (over 800.000 m^3 solgt vand) står for omkring 92 % af de årlige forbrugerudgifter (Copenhagen Economics, 2018).

Alle vandselskaber er også underlagt miljøregulering, der blandt andet skal sikre vandets kvalitet.

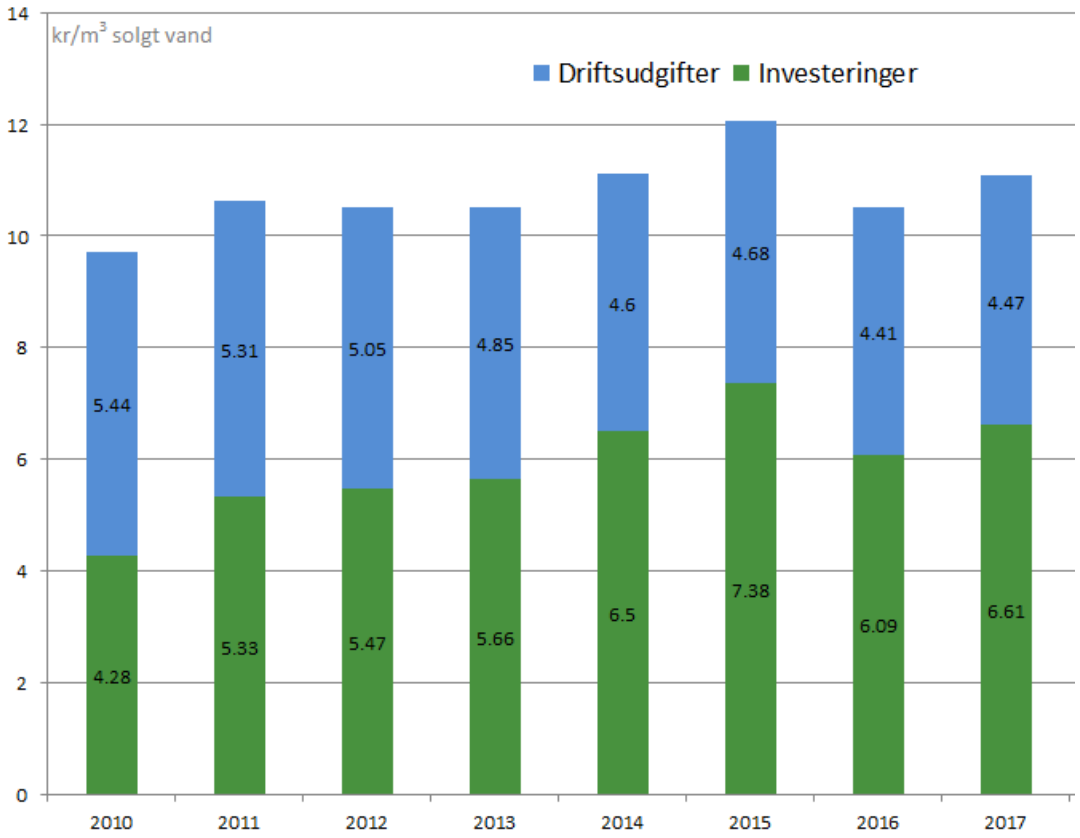
5.1 Udgifter til vandforsyning og spildevandshåndtering

Dette afsnit beskriver økonomien for drikke- og spildevandsselskaberne og er baseret på DANVAs statistik og Benchmarking (DANVA, 2019a). Det er på nuværende tidspunkt vanskeligt at forudsige udviklingen i udgifterne til den fremtidige vandforsyning og spildevandshåndtering. På den ene side må der forudses et geninvesteringsbehov til ledninger etableret i 1960'erne og 1970'erne. I København vurderes ledningsnettets gennemsnitsalder således at være ca. 60 år. Der forventes også voksende udfordringer til klimatilpasninger, da nedbørsmængden forventes at ville stige med 7 % frem mod 2050 (Klimatilpasning, 2019).

På den anden side forventes der også teknologiudvikling og effektiviseringer i vandsektoren, og desuden har særligt store investeringer foretaget i vandsektoren i perioden 2015-2017 givet vandselskaberne ekstra økonomiske råderum, da selskabernes økonomiske rammer er blevet øget.

Tallene i Figur 5.1 er beregnede gennemsnit baseret på indberetninger fra 64 drikkevandsselskaber. De driver 258 vandværker, der tilsammen indvandt ca. 225 mio. m^3 drikkevand i 2017, som forsynede godt 3,23 mio. mennesker (DANVA, 2019a). De faktiske driftsudgifter i 2017 ligger på 4,47 kr. pr. solgt m^3 vand og er eksklusive moms og afgifter. De har været forholdsvis stabile over perioden, som formentlig også omfatter indberetninger fra et varierende antal drikkevandsselskaber. Investeringerne i 2017 er på 6,61 kr. pr. m^3 solgt vand og varierer fra 4,28 til 7,38 kr. pr. m^3 solgt vand. Denne variation kan skyldes flere nybyggede

vandværker eller øgede investeringer i kildepladser og grundvandsbeskyttelse (DANVA, 2019a). De samlede udgifter for vandsyningen for 2017 udgør 11,08 kr. pr. m^3 solgt vand.

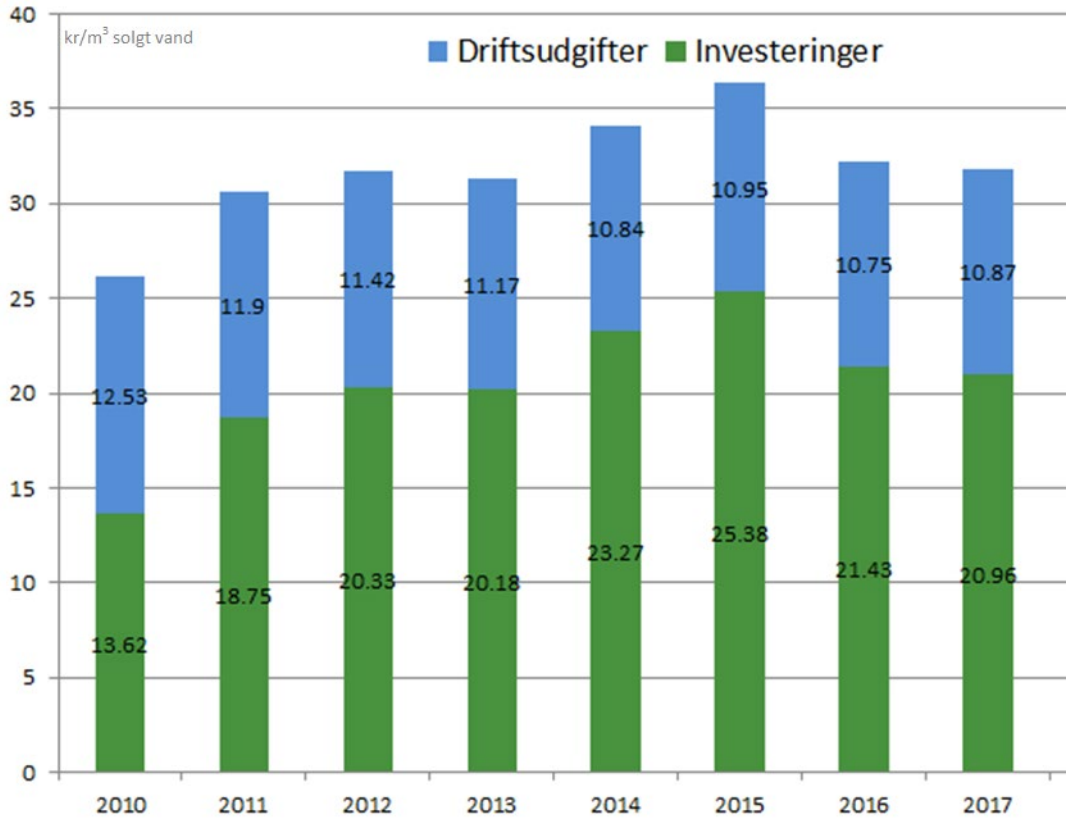


Figur 5.1. *Drikkevandsselskabernes driftsudgifter og investeringer i 2017 priser pr. m^3 vand i perioden 2010-2017.*

Kilde: DANVA (2019a) og egen tilvirkning

De gennemsnitlige driftsudgifter, som på Figur 5.1 varierer mellem 4,4-5,4 kr., dækker over et spænd fra godt 2 kr. til godt 11 kr. pr. m^3 solgt vand. Spændet skyldes de forskellige rammevilkår, som er gældende for de enkelte selskaber, hvilket også påvirker den pris, forbrugerne betaler for vand i de forskellige geografiske områder. Dette behandles nærmere i afsnit 5.2 herunder.

I Figur 5.2 vises driftsudgifter og investeringer i perioden 2010-2017 for spildevandsselskaber. Disse tal er for 2017 beregnede gennemsnit opgjort på baggrund af indberetninger fra 86 spildevandsselskaber, der driver 480 renseanlæg og tilsammen servicerer 4,8 mio. indbyggere. I alt renses der mere end 656 mio. m^3 spildevand. Figuren viser et svagt fald i selskabernes driftsudgifter på 1,66 kr. pr. m^3 solgt vand i perioden 2010-2017, hvor udgifterne i 2017 kan opgøres til 10,87 kr. pr. m^3 solgt vand. De seneste år ser driftsudgifterne ud til at være stagneret. Også i denne opgørelse må det formodes, at de enkelte år er baseret på et varierende antal indberetninger og derfor ikke fuldstændig sammenlignelige. Investeringerne kan for 2017 opgøres til 20,96 kr. pr. m^3 solgt vand. Også her er der en stor variation mellem de enkelte selskaber, hvilket skyldes forskelle i rammevilkår for de enkelte spildevandsselskaber, som igen påvirker den pris, forbrugeren betaler for spildevandshåndtering.



Figur 5.2. *Spildevandsselskabernes driftsudgifter og investeringer i 2017 priser pr. m^3 vand i perioden 2010-2017 (inkl. budgetterede investeringer for 2018-2019).*

Kilde: DANVA (2019a) og egen tilvirkning

Konkurrence- og Forbrugerstyrelsen sætter en økonomisk ramme for de selskaber, der er omfattet af vandsektorloven. Ca. 330 selskaber er omfattet af vandsektorloven og har en samlet omkostningsbase på 15 mia. kr. i 2016. Heraf anvendes ca. 10 mia. kr. på spildevandshåndtering, mens 5 mia. kr. anvendes på drikkevand (se tabel 5.1). De samlede udgifter incl. afgifter udgør ca. 15,0 mia. kr., mens de direkte udgifter excl. afgifter udgør ca. 13,1 mia. kr. (se også tabel 5.6). Konkurrence- og Forbrugerstyrelsen angiver, at de siden 2011 akkumuleret har stillet effektiviseringskrav for 1,9 mia. kr. Effektiviseringspotentialet er vurderet til 2,5 mia. kr. i 2025 i forhold til 2014 (Regeringen, 2016).

Den økonomiske ramme består som udgangspunkt af:

- Et økonomisk grundlag baseret på selskabernes drifts-, anlægs- og finansielle omkostninger samt såkaldte ikke-påvirkelige omkostninger.
- Korrektion af de ikke-påvirkelige omkostninger i forhold til, hvad de faktiske omkostninger har været i det forudgående år.
- Et individuelt, benchmarking-baseret effektiviseringskrav for de selskaber, der benchmarkes.
- Et generelt effektiviseringskrav til alle selskaber uanset størrelse.

Der er efterfølgende en proces, hvor selskaberne kan klage til Konkurrenceankenævnet, hvis de mener, at de skal have ret til at opkræve en højere pris.

Spildevands- og drikkevandsselskaberne benchmarkes som anført af Konkurrence- og Forbrugerstyrelsen forskudt hvert andet år. I 2019 er det 74 drikkevandsselskaber, der benchmarkes. Totaløkonomisk benchmarking betyder, at selskabernes drifts- og anlægsomkostninger sammenlignes for at bestemme deres individuelle effektiviseringskrav. Selskaberne bliver sammenlignet på, hvor effektive de er til at drive deres selskaber i forhold til de andre i sektoren. Det vil sige, at selskabernes omkostninger bliver sammenlignet med de bedste i branchen, givet de aktiver hvert selskab ejer (Konkurrence- og Forbrugerstyrelsen, 2019). Det tilskynder selskaberne til at "være på tæerne" til gavn for forbrugere og virksomheder, så prisen på vand år for år bliver så lav som mulig.

Tabel 5.1. *Samlede udgifter for vandselskaber 2016 i mio. kr.*

	Drifts-omkostninger	Investeringer	Øvrige udgifter	Samlede udgifter
Drikkevand	1.460	1.328	2.180	4.969
Spildevand	3.244	5.363	1.453	10.060
I alt	4.704	6.691	4.633	15.027

Kilde: Konkurrence- og Forbrugerstyrelsen (2016)

Note: Øvrige udgifter omfatter også afgifter ved ledningsført vand og spildevandsafgifter (ca. 1,9 mia.)

Til sammenligning opgør DANVA de samlede driftsomkostninger for 64 drikkevandsselskaber til godt 1 mia. kr. og de samlede gennemførte investeringer eksklusive afgifter til ca. 2,36 mia. kr. i 2017. For de 86 spildevandsselskaber, der indgår i analysen, beløb de samlede driftsomkostninger sig til ca. 2,69 mia. kr., og de samlede investeringer og renoveringer udgjorde ca. 5,13 mia. kr. I alt har disse selskaber således haft en samlet omkostning på ca. 11,2 mia. kr. i 2017.

5.2 Prisen for drikkevand og spildevandshåndtering

DANVA har indsamlet prisoplysninger for 2019 for mere end 200 drikke- og spildevandsselskaber. På baggrund af disse data kan omkostningen til drikkevand og spildevand opgøres for 2019 baseret på antagelser om forbruget af vand. Den gennemsnitlige pris og husstandsudgift kan opgøres som vist i Tabel 5.2 herunder.

Tabel 5.2. *Forskellige husstandes vandforbrug og udgift.*

Husstandsstørrelse/type	**Antaget vandforbrug (m^3)**	**Pris m^3 (kr./m^3)**	**Hustandsudgift (kr./år)**
Enlig	50,0	81,87	4.094
Gns. familie (2,15 personer)	83,4	71,96	6.001
Familie med 2 voksne og 3 børn	170,0	64,40	10.948

Kilde: DANVA (2019c) og egne beregninger

Forskellen i pris pr. m^3 mellem enlige og familier i tabellen herover skyldes, at prisen kan være sammensat af et fast bidrag og et variabelt bidrag for både drikkevand og spildevand. De viste priser inkluderer afgifter og moms.

Med udgangspunkt i en gennemsnitsfamilie på 2,15 personer, der har et samlet forbrug på 83,4 m^3, kan der beregnes vandpris og husstandsudgift for de enkelte vandområdedistrikter. Disse fremgår af Tabel 5.3 herunder. Prisen på 72 kr. pr. m^3 er den højeste i Europa (EurEau, 2017).

Tabel 5.3. *Gennemsnitlig vandudgift fordelt på distrikter inkl. moms og afgifter.*

	Pris drikkevand (kr./m^3)	Pris spildevand (kr./m^3)	Vandpris i alt (kr./m^3)	Gns. husstandsudgift (kr.)
Jylland og Fyn	23,24	48,77	72,0	6.006
Sjælland og øerne	23,94	47,77	71,7	5.981
Bornholm	27,43	47,84	75,3	6.278
Hele Danmark	23,54	48,42	72,0	6.001

Kilde: DANVA (2019c) og egne beregninger

Det fremgår af tabel 5.3, at den gennemsnitlige vandpris er forholdsvis konstant over de tre vandområdedistrikter, hvor kun Bornholm skiller sig ud med en lidt højere pris pr. m^3 drikkevand. Set i forhold til hustandsindkomsten i tabel 2.4 så udgør den gennemsnitlige husstandsudgift til vand 1,6 % af husstandsindkomsten, og andelen er højest på Bornholm med 2,0 % grundet en kombination af høj pris for vand og lav indkomst.

Der er dog en betydelig variation mellem drikke- og spildevandsselskaberne inden for hvert enkelt distrikt. Denne variation fremgår af Tabel 5.4, hvor de mindste og de højeste vandpriser er vist samt deres påvirkning af vandudgiften for den gennemsnitlige husstand på 2,15 personer og et vandforbrug på 83,4 m^3 pr. år. På landsplan varierer vandprisen således mellem ca. 43-118 kr. pr. m^3, svarende til en variation i den gennemsnitlige husstandsudgift på mellem ca. 3.600-9.800 kr. pr. år.

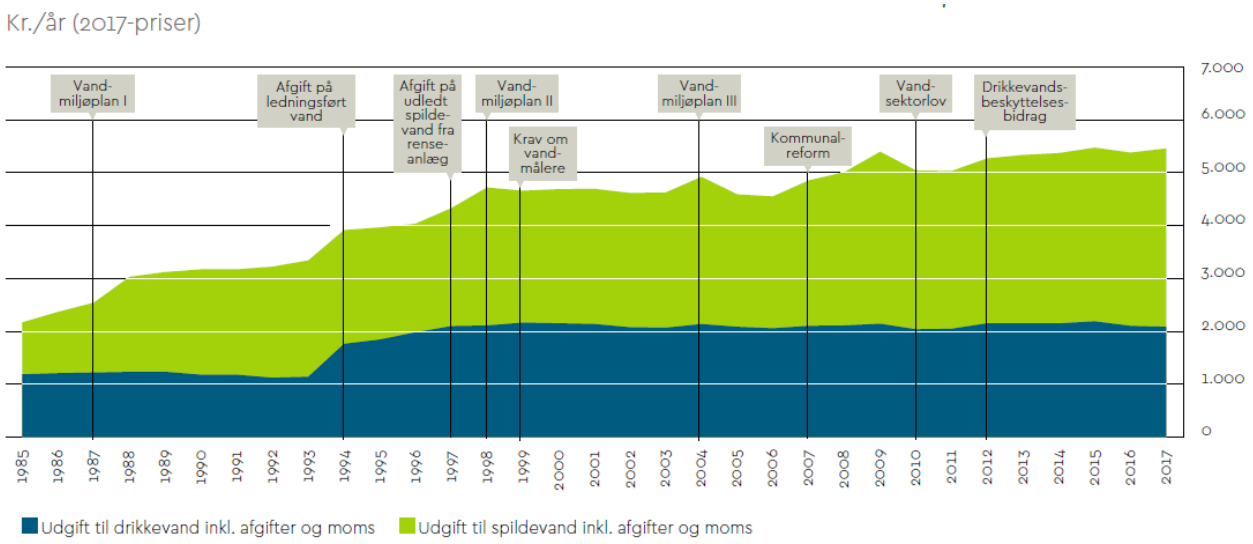
Tabel 5.4. *Variation af vandudgift over på distrikter.*

	Mindste m^3 pris (kr./m^3)	Højeste m^3 pris (kr./m^3)	Mindste husstandsudgift	Højeste husstandsudgift
Jylland og Fyn	52,29	117,56	4.361	9.805
Sjælland og øerne	43,09	107,12	3.594	8.934
Bornholm	72,36	80,25	6.035	6.693

Kilde: DANVA (2019c) og egne beregninger

Denne prisvariation skyldes, som nævnt i afsnit 5.1, forskellen i de rammevilkår, som de enkelte selskaber opererer under. Det kan for drikkevandsselskaber dreje sig om geologiske forhold, adgang til grundvandet samt omfanget af beskyttelsen, og for spildevandsselskaberne kan det dreje sig om topografiske forskelle, rensekrav til afledning og muligheder for bortskaffelse af slam. For begge kan det tillige være forskelle i befolkningstæthed samt kvalitet og alder på lednings-/kloaknettet. For København er der således både større omkostninger ved den lange transportvej, men omvendt betyder den højere befolkningstæthed, at spildevandet ikke skal transporteres så langt, og at der er mange til at dele omkostningerne, hvilket i sidste ende betyder relativt lave vandpriser pr. m^3.

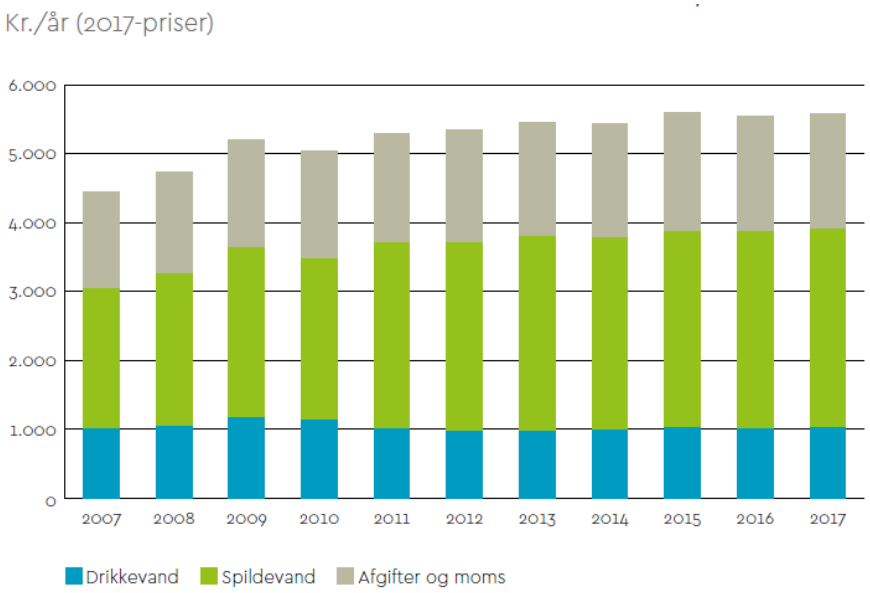
Den gennemsnitlige husstandsudgift til vand har udviklet sig siden 1985 fra godt 2.000 kr. pr. husstand til ca. 5.500 kr. pr. husstand i 2017, når der er taget højde for inflation. Denne stigning er sket på trods af det faldende forbrug for husstande. Udviklingen er illustreret i Figur 5.3, der også indikerer forskellige tiltag, der har haft betydning for vandprisen.



Figur 5.3. *Historisk udvikling i en gennemsnitshusstands vandudgift i perioden 1985-2017. Bemærk, at figuren er baseret på et forbrug på 80,8 m³ pr. husstand pr. år.*

Kilde: DANVA (2018)

Det ses, at udgiften til drikkevand inklusive afgifter og moms har været nogenlunde stabil siden indførelsen af afgift på ledningsført vand i 1994, hvorimod spildevandsprisen har varieret mere gennem hele perioden. Af figur 5.4, hvor udviklingen i udgiftens fordeling mellem drikkevand, spildevand og moms/afgifter er illustreret, kan man tillige se, at den samlede udgift til moms/afgifter også er steget i perioden 2007-2017.



Figur 5.4. *En gennemsnitlig husstands vandudgift fordelt på drikkevand, spildevand og moms/afgifter. Bemærk, at figuren er baseret på et forbrug på 80,8 m³ pr. år.*

Kilde: DANVA (2018)

5.2.1 Øgede omkostninger til sikring af boringsnære beskyttelsesområder (BNBO)

Aftaleparterne bag Pesticidstrategi 2017-21 har den 11. januar 2019 vedtaget en tillægsaftale, der blandt andet pålægger kommunerne at gennemgå alle boringsnære beskyttelsesområder (BNBO) inden udgangen af 2022 med henblik på at vurdere behovet for yderligere indsats for at reducere risikoen for forurening med pesticider fra erhvervsmæssig anvendelse. BNBO'erne udgør ca. 10.000 ha i hele Danmark. Kommunerne skal gennemgå alle BNBO'er i en periode på tre år med henblik på at vurdere, om der skal indføres yderligere beskyttelsestiltag. De anvendte ordninger omfatter servitutter med påbud om pesticidfri dyrkning. Der er i de sidste fem år indgået en række frivillige aftaler omfattet disse påbud af vandforsyningen og kommunerne i Ålborg, Århus samt i hovedstadsområdet. Der udbetales fuld kompensation, og den udbetalte kompensation udgør typisk omkring 40-60.000 kr. pr. ha ved påbud om pesticidfri dyrkning og 80-100.000 kr. pr. ha ved påbud om pesticidfri dyrkning og lav kvælstoftildeling (Jacobsen, 2019). Omkostningerne pr. m^3 ved disse ordninger varierer med den oppumpede mængde, men som eksempel beregnede Københavns Energi, at for hele deres område ville disse tiltag svare til en stigning i vandprisen på 0,15-0,33 kr. pr. m^3 ved brug af permanente deklarationer i forhold til pesticider alt efter den valgte model (Københavns Energi, 2009; DANVA, 2019b).

Såfremt der også stilles krav til kvælstof, kan det øge meromkostningen, men omvendt vil der også være en del BNBO'er, hvor der måske ikke er behov for en ekstra indsats.

5.3 Moms og afgifter

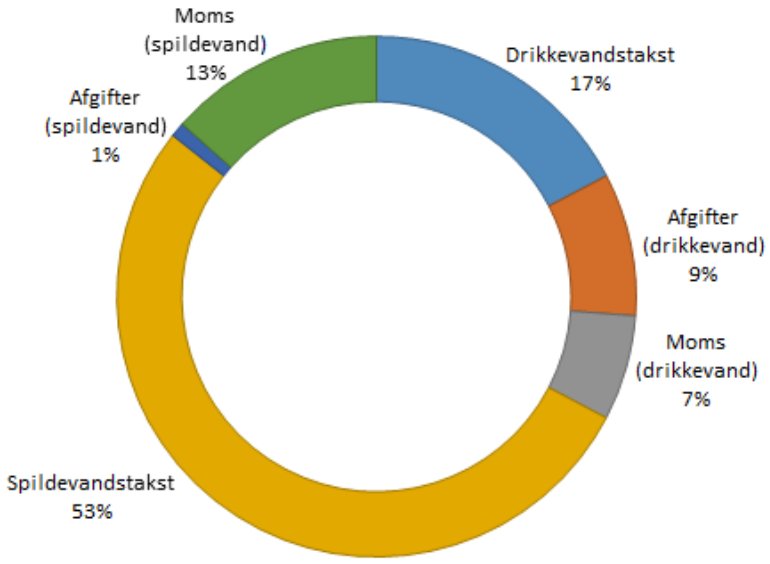
Der skal svares afgift af alt ledningsført vand, som forbruges i Danmark. I 2019 udgør denne afgift 6,18 kr. pr. m^3 (Finansministeriet, 2018). Egen indvinding af vand er således ikke pålagt denne afgift. Dertil kommer en drikkevandsbeskyttelsesafgift, som udgør 0,19 kr. pr. m^3 ledningsført vand. Drikkevandsbeskyttelsesafgiften ophører ifølge planen i 2021, men der betales i dag en afgift på 6,37 kr. pr. m^3 ledningsført vand. Desuden betales der moms af såvel drikkevandstakst som af de pålagte afgifter. Momsregistrerede virksomheder kan som udgangspunkt få godtgjort både moms samt deres vandafgift og drikkevandsbeskyttelsesafgift. Der betales således en række grønne afgifter, der yderligere øger incitamentet til at reducere vandforbruget.

På baggrund af den gennemsnitlige vandpris er der i tabel 5.5 beregnet, hvorledes denne sammensættes af drikke- og spildevandstakst, afgifter og moms. Fordelingen af moms og afgifter er vist i Figur 5.5, og herfra kan det beregnes, at ca. 30 % af den gennemsnitlige vandpris udgøres af moms og afgifter.

Tabel 5.5. *Vandprisen 2019. Sammensætning af takst, afgifter og moms.*

	Kr. pr. m^3
Drikkevandstakst	12,46
Afgifter (drikkevand)	6,37
Moms (drikkevand)	4,71
Spildevandstakst	38,09
Afgifter (spildevand)	0,65
Moms (spildevand)	9,68
I alt	71,96

Kilde: DANVA (2019c) og egne beregninger



Figur 5.5. *Vandprisens sammensætning 2019.*

Kilde: DANVA (2019c) og egne beregninger

Ifølge Finansloven for 2019 (Finansministeriet, 2018) forventes der et provenu på ledningsført drikkevand på i alt ca. 1.600 mio. kr. (inklusive drikkevandsbeskyttelsesafgift) samt et provenu fra spildevandsafgiften på ca. 290 mio. kr. Ud fra vandafgiftens størrelse kan der således estimeres et samlet provenu for moms og afgifter i 2019 på ca. 5,5 mia. kr. Sammensætningen kan ses af Tabel 5.6 herunder. De grønne afgifter udgør 1,9 mia. kr. og dertil kommer moms på 3,6 mia. kr. Dette kan sammenholdes med de direkte udgifter på 13,1 mia. eksklusive afgifter (se tabel 5.1.), og det betyder, at omkostningsdækningen for vandforsyningen udgør 115-142% alt efter om moms indgår i beregningen af omkostningsdækningen. Den samlede betaling incl. afgifter og skatter udgør herefter ca. 18,6 mia. kr. årligt.

Tabel 5.6. *De samlede grønne afgifter ved drikke- og spildevand i Danmark inkl. moms*

	Mio. kr.
Vandafgift	1.552
Drikkevandsbeskyttelsesafgift	48
Spildevandsafgift	290
Moms	3.614
I alt	5.504

Kilde: Finansministeriet (2018) og egne beregninger

Momsregistrerede virksomheder kan få tilbagebetalt afgiften af det vand, de forbruger, og bidrager således ikke til de ca. 1.600 mio. kr. i vand- og drikkevandsbeskyttelsesafgift samt den beregnede moms på ca. 3.600 mio. kr.

Spildevandsselskaber betaler en afgift af spildevand, der udledes til søer, vandløb eller havet, som i tabel 5.6 er opført til 290 mio. kr. for 2019. Afgift dækker også spildevand, der nedsives eller udledes på marker og lignende med henblik på nedsivning. Afgiftssatsen udgør for følgende stoffer indeholdt i spildevandet:

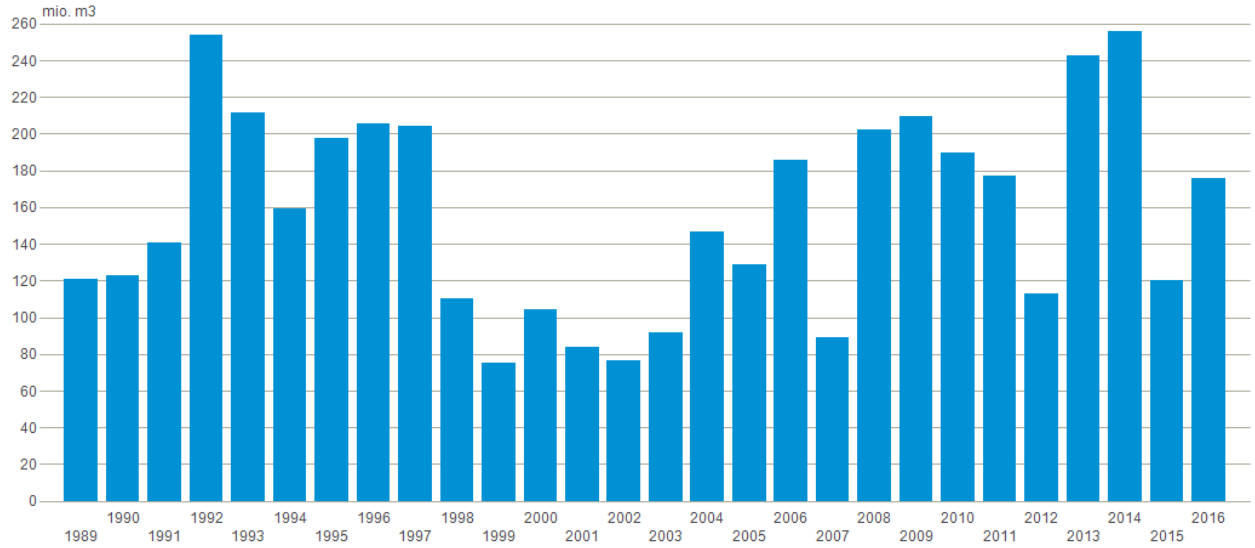
- 30 kr. pr. kg. totalnitrogen
- 165 kr. pr. kg. totalfosfor
- 16,5 kr. pr. kg. organisk materiale (BI5).

Denne afgift betales både af husholdningerne (gennem spildevandsprisen), landbruget og industrien. Visse erhverv med større udledninger kan få reduceret afgiften. Akvakulturerhvervet og regnbetingede udledninger er undtaget fra afgiften.

5.3 Omkostninger ved markvanding

Som beskrevet tidligere udgør markvanding en betydelig del af den samlede grundvandsindvinding, og især for de midt-, vest- og sønderjyske områder, alle beliggende i vanddistrikt 1. Det er på disse sandede jorde med lav rodzonekapacitet (se afsnit 3.4.1), hvor markvanding kan medvirke til sikringen af et stabilt udbytte og til sikring af grovfoderproduktion til husdyrsbrugene. Vandingstilladelser udstedes af kommunen for normalt 15 år ad gangen. Damme & Andersen (2018) viser, at tilladelserne er beregnet på baggrund af gennemsnitlige nedbørsmængder over en periode, hvor det i stedet vil være mere relevant at udstede disse på baggrund af vandingsbehovet i tørre år for at sikre stabilitet i udbytte. Det vurderes, at der typisk kun anvendes 50-60 % af de samlede tilladelser. Samlet er der udstedt vandingstilladelser på godt 500 mio. m^3 vand om året (Gertz et al., 2012). Landmænd foretager en indrapportering til kommunen om den vandmængde, der er anvendt. Den angivne mængde er baseret på måleinstrumenter på pumpen. Data samles i en national database (Jupiter) (Riberholdt et al., 2009).

Der er etableret vandingsanlæg på godt 450.000 ha dyrkningsarealer i Danmark, svarende til knap 20 % af dyrkningsarealet (Hvid, 2019b). I Figur 5.6 herunder illustreres variationen i forbruget af grundvand til markvanding i perioden 1989-2016. Variationen mellem årene skyldes formentlig forskel i nedbørsmængder og solskinstimer i vækstsæsonen.



Figur 5.6. *Indvinding af grundvand til markvanding i perioden 1998-2016.*

Kilde: Danmarks Statistik (2019b)

Hvid (2019b) beregner de faste og variable omkostninger ved et vandingsanlæg, der kan dække 30 ha baseret på en boring, og en vandingsmaskine med en kapacitet på 4 mm pr. ha pr. dag. Beregningen forudsætter, at der gives en vandingstilladelse på 1.200 m^3 pr. ha. pr. år. Omkostningerne er specificeret herunder i Tabel 5.7.

Tabel 5.7. *Eksempel på omkostninger ved markvanding.*

Variable omkostninger:	
El (ved 55 øre netto pr. kWh)	2,50 kr. pr. mm
Vedligehold	2,00 kr. pr. mm
Flytning og tilsyn	3,50 kr. pr. mm
Faste omkostninger:	
Jordfaste anlæg, vandingsmaskine og pumpe (samlet investering 570.000 kr., afskrivning 30 år)	1.400 kr./ha/år

Kilde: Hvid (2019b)

Der opstilles i Hvid (2019b) forskellige scenarier for både forskelle i nedbørsmængde og rodzonekapacitet. Her vises eksempler på beregnet mergevinst for forskellige afgrøder ved vanding for en rodzonekapacitet på 60 mm og ved middel nedbørsmængde. Lav rodzonekapacitet og små nedbørsmængder kræver højere vandingsniveau, og vanding er således mere profitabelt for disse end ved større nedbørsmængder eller højere rodzonekapacitet. Det fremgår også, at der specielt for tørkefølsomme specialafgrøder er en økonomisk gevinst ved vanding, mens gevinsten ved fx vårbyg er noget lavere. I beregningen indgår faste årlige omkostninger til vanding på ca. 1.130 kr. pr. ha. Dertil kommer variable omkostninger til el og vedligehold samt flytning. Merudbyttet for korn på sandjord (JB1) er beregnet til ca. 30 hkg pr. ha over 24 år.

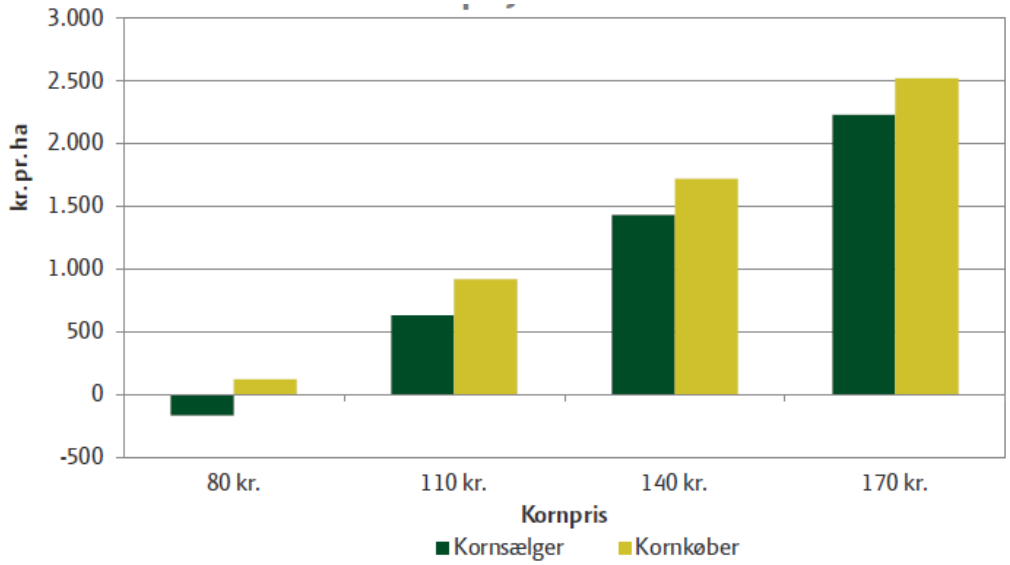
Tabel 5.8. *Oversigt over økonomisk resultat ved markvanding, rodzonekapacitet 60 mm og middel nedbør.*

	Ekstra dækningsbidrag som resultat af vanding (Kr. pr. ha pr. år)
Vårbyg	510
1/3 stivelseskartofler og 2/3 vårbyg	3.620
Kvægbrug, grovfodersædeskifte	950

Kilde: Hvid (2019a)

I Tabel 5.8 vises en oversigt over det økonomiske resultat ved markvanding for rodzonekapacitet 60 mm og middel nedbør. Som forudsætning er der regnet med en afregningspris for vårbyg på 110 kr. pr. hkg og 60 kr. pr. hkg stivelseskartofler. Tabellen viser de ekstra dækningsbidrag, der kan frembringes ved markvanding beregnet over en tidsserie fra 1990-2018.

Generelt er konklusionen i Hvid (2019a), at økonomien ved markvanding er meget afhængig af klima (nedbør) og jordtype, og at merudbyttet pr. mm markvanding aftager med stigende rodzonekapacitet. Markvanding giver større dyrkningssikkerhed og er især relevant for højværdiafgrøder, eller når der er høj pris på en afgrøde. Det sidste argument kan illustreres ved Figur 5.7, der viser indflydelse af prisen på udbyttet pr. ha.



Figur 5.7 *Potentiel økonomisk gevinst ved markvanding på grovsandet jord, rodzonekapacitet 60 mm ved kornsædeskifte.*

Kilde: Hvid (2011)

Vand til markvanding kommer typisk fra egen boring, og landbruget betaler derfor ikke hverken drikkevandsafgift, drikkevandsbeskyttelsesafgift eller vandafledningsafgift. Hvis man forestiller sig, at landbruget skulle betale samme afgift (6,37 kr. pr. m^3) som for ledningsført vand, vil det i ovenstående beregning, baseret på 1.200 m^3 pr. ha pr. år, medføre en ekstra årlig udgift på 7.644 kr. pr. ha. pr. år (6,37 kr. pr. m^3 x 1.200 m^3). Hvis man sammenholder denne ekstra udgift med økonomien vist i Tabel 4.6, ses det, at markvanding i overvejende grad vil være en urentabel løsning, hvis landbruget pålægges de samme afgifter som forbrugerne, og man må formode, at mange vil finde alternative afgrøder (som er mere tørkeresistente) eller alternative anvendelser for deres landbrugsarealer.

5.4 Afvanding af marker

I dag er 50-60 % af danske jorder drænet, og på arealer med højt grundvandsspejl er afvanding/dræning nødvendig, hvis jorden skal dyrkes. Jordens bæreevne aftager med stigende vandindhold, hvilket øger risikoen for jordpakning, strukturskader, som medfører dårlig udnyttelse af næringsstoffer og dårligere plantevækst (Gertz et al, 2012). Hvis jorden derimod er veldrænet, kan der sikres en optimal plantevækst i sæsonen. Påvirkningen af plantevæksten afhænger af flere faktorer, herunder grundvandsspejlets dybde og den tidsmæssige længde af vandoverskuddet. Tabel 5.9 giver et overblik over, hvorledes forskellige dybder af grundvandsspejlet kan påvirke væksten af tre forskellige afgrøder og dermed deres udbytte. Ved grundvandsspejl i en dybde på 1,5 meter eller lavere er væksten upåvirket. Ved grundvandsspejl i en halv meters dybde er udbyttet næsten halveret. På lerjorde er afgrøderne mere afhængige af dræning end på sandjorde, idet vandet kan udfylde luftfyldte porer i lerjorden.

Tabel 5.9. *Oversigt over udbyttetab på lerjord for forskellige afgrøder ved varierende dybder af grundvandsspejl.*

Afgrøde	**Grundvandsspejlet dybde (cm)**				
	150	80-90	75	60	40-50
	Udbytte (%)				
Hvede	100	95	89	77	58
Byg	100	95	89	80	58
Havre	100	95	89	74	49

Kilde: Gertz et al. (2012)

Tabellen viser således, at det for nogle områder vil have en stor betydning for udbyttet at foretage afvanding. Det er dog inden for dette projekts rammer ikke lykkedes at finde økonomiske beregninger på rentabiliteten, hvor omkostninger til dræning sammenholdes med det ekstra udbytte omregnet i kroner og øre.

Dræning kan påvirke den økologiske tilstand af de omkringliggende vandløb, og omvendt kan ændret vandløbsvedligeholdelse påvirke afvandingen af de omkringliggende marker. Der er således tale om en balance, da vandkvaliteten øges ved en lavere afstrømningshastighed, men landbruget vil have en hurtig og effektiv afstrømning.

6. Miljø- og ressourceomkostninger

6.1 Introduktion

Det fremgår af artikel 9 i vandrammedirektivet, at medlemsstaterne skal tage hensyn til princippet om, at alle omkostninger i forbindelse med forsyningspligtydelser, herunder miljømæssige og ressourcerelaterede omkostninger(MRO), skal dækkes (EU, 2000). Vandrammedirektivets beskriver således, hvordan anvendelsen af økonomiske principper og instrumenter skal være en bærende del af prissætningen af ydelserne relateret til forbruget af drikkevand og udledning af spildevand, herunder en hensyntagen til "forureneren betaler-princippet" (Jensen og Jacobsen, 2017). Bag dette ligger, at en samfundsøkonomisk optimal allokering af vand sikres ved at inkludere alle omkostninger i prisen på vand.

Uden de rette priser på vand vil der opstå såkaldte markedsfejl, fordi eksternaliteter ikke indgår, og det vil skabe en forkert allokering mellem fx vand til anvendelse i produktionsprocesser og vand i et økosystem. Dette kan ske, fordi indvinding af vand fra fx terrænnære og regionale grundvandsforekomster kan påvirke vandstanden i de tilknyttede vandløb og således påvirke fx rekreative muligheder i form af lystfiskeri og naturoplevelser (biodiversitet), som begge er goder, der ikke har nogen markedspris.

I denne sammenhæng kan miljøomkostninger defineres som skadesomkostninger i form af degradering og udnyttelse af vandøkosystemer som følge af en bestemt brug af vandressourcen (eksempelvis vandindvinding og udledning af forurenede stoffer). Der kan her skelnes mellem skadesomkostninger for vandmiljøet og for de, som bruger vandmiljøet (Jensen og Jacobsen, 2017).

På tilsvarende vis kan ressourceomkostningerne defineres som alternativomkostningerne ved en bestemt anvendelse af vand, når ressourcen er begrænset enten i tid eller rum (vandindvinding eller spildevandsudledning) (Jensen og Jacobsen, 2017). Det er vigtigt at holde sig for øje, at ressourceomkostninger udelukkende opstår for begrænsede ressourcer, da der ellers ikke findes en begrænsning i anvendelighed og dermed ingen alternativomkostning.

Udgangspunktet er, at omkostningsdækningen også i forhold til MRO skal følge princippet om, at forureneren betaler. Medlemsstaterne kan i den forbindelse tage hensyn til omkostningsdækningens sociale og økonomiske følger samt til de geografiske og klimatiske forhold i den eller de berørte regioner. Det er således muligt at differentiere MRO, så de pålægges vandprisen i de egne, hvor omkostningerne er højest.

Der findes ikke opdaterede vejledninger på området i EU-regi, og der er derfor ikke en klar og entydig fremgangsmåde i forhold til opgørelsen af MRO i forbindelse med udarbejdelsen af basisanalysen, idet det senest påbegyndte arbejde på området ikke er blevet afsluttet (WG Economics, 2015; EEA, 2013). Det er derfor relevant at se på, hvordan forskellige EU-lande har foretaget opgørelsen af MRO i deres økonomiske analyse af vandanvendelsen i anden planperiode.

Det fremgår således, at langt hovedparten af alle EU-lande angiver, at de har internaliseret miljø- og ressourceomkostningerne, men det er også tydeligt, at den dokumentation, der angives for at støtte dette synspunkt, er noget mere begrænset (European Commission, 2019b; Jacobsen, 2019b). Hvad angår miljøomkostningerne, så angiver en del EU-lande, at de anvender en omkostningstilgang, der omfatter nuværende afholdte omkostninger til at sikre vandkvaliteten og/eller de omkostninger, der er forbundet med at nå god økologisk status. Det fremgår, at fx omkostningen til den nuværende rensning af spildevand i nogle

lande vurderes som en grundomkostning (ikke miljøomkostning) (fx Danmark), mens den i andre lande indgår som en miljøomkostning, da den reducerer den miljømæssige belastning (fx Holland) (Jacobsen, 2019b).

Andre lande (fx Spanien og Italien) angiver, i tråd med en EU-ekspertgruppen om økonomi (WG Economics, 2015), at miljøomkostningen er koblet til de omkostninger, der er ved at gennemføre virkemidler, der sikrer opnåelse af målet om god økologisk status. Der synes dog ikke at være nogen EU-lande, der har en klar kobling mellem fremtidige miljøomkostninger og nuværende vandpriser, men flere lande arbejder i den retning (blandt andet Storbritannien og Slovakiet).

Alternativt kunne miljøomkostningerne opgøres som de gevinster, der er ved at opnå god økologisk tilstand. Der er dog kun få lande, som overvejer en benefit-tilgang (blandt andet Polen og Storbritannien) (Jacobsen, 2019b, WG Economics, 2015).

En del EU-lande (blandt andet Luxemburg, Holland, Polen, Rumænien og Spanien) angiver, at ressourceomkostningen er begrænset eller nul, da de ikke har distrikter, der normalt ikke har vand nok (Jacobsen, 2019b; WG Economics, 2015). Det anføres fx i Spanien, at når der er i en region er et marked for rettigheder til vand, så har brugere betalt ekstra i de områder, hvor der er en underforsyning af vand. Der er således ikke ressourceomkostninger i de områder, hvor der ikke er behov for et marked.

EU-Kommissionen har forsøgt at skabe afklaring, og det ville med afsæt i de analyser, landene har lavet i anden planperiode, være relevant at videreudvikle bedre retningslinjer som også angivet af EU-Kommissionen (European Commission, 2019b).

6.2 Mulige tilgange til MRO i Danmark

Vandressourcens kvalitet og kvantitet reguleres i Danmark gennem politisk beslutningstagning ved forskellige politikker, der påvirker vandområdet. Et eksempel er vandsektorloven (se afsnit 5), som tager højde for, at vand ikke er et markedsbaseret gode, og prisen bliver således overvåget af Konkurrence- og Forbrugerstyrelsen, da den enkelte vandforsyning har monopol i et givet område. Fraværet af markedet betyder, at der er risiko for, at forbrugerne og virksomhederne betaler en overpris for vandforsyningen, da der ikke er tilstrækkelig konkurrence.

En fuld omkostningsdækning af MRO vil i princippet lede til et samfundsøkonomisk efficient forbrug af vandressourcen, hvilket formentlig vil lede til en bæredygtig vandanvendelse og en langsigtet beskyttelse af ressourcen. Zandersen et al. (2018) har gennemgået danske og udenlandske studier på blandt andet rekreation, biodiversitet og vandkvalitet, som potentielt kan benyttes som nøgletal for en sådan opgørelse. En kort gennemgang følger herunder i afsnit 6.3.

Der er siden slutningen af 1980'erne gennemført en række indsatser for at forbedre overflade- og grundvandskvaliteten, herunder Vandmiljøplanerne. Såvel staten som kommunerne, industrien, husholdningerne og landbrugserhvervet har været med til at finansiere disse indsatser. Disse har medført en betydelig reduktion af både kvælstof- og fosfortabet til vandmiljøet. Der er endvidere gennemført en meget omfattende grundvandskortlægning, som er finansieret af vandforbrugerne.

Baseret på afsnit 6.1 er der to mulige tilgange til at vurdere miljøomkostningerne i Danmark. Den ene er koblet til de negative eksternaliteter eller tabte gevinster, som er forbundet med forsyningspligtydelserne

vedrørende vand. Med den tilgang vil en vurdering af de negative eksternaliteter kunne indgå i prissætningen for vand i et givet område.

Den anden tilgang er, som angivet ovenfor, en omkostningstilgang, hvor de omkostninger, der er nødvendige for at nå målsætningen om god økologisk status, indgår i prissætningen for vand (Jensen og Jacobsen, 2017).

Det vurderes, at der kan være geografiske forskelle, i hvilken af de to tilgange der anvendes, idet tilgangene er baseret på henholdsvis en gevinst og en omkostningstilgang. Der skal endvidere foretages nogle overvejelser omkring den detaljeringsgrad, der skal anvendes (vanddistrikt eller delopland). Tanken er, at netop der, hvor omkostningerne til at nå målene er højest, også er der, hvor vandanvendelsen pålægges den højeste pris.

Hvad angår ressourceomkostninger, vurderes det generelt, at der i Danmark stort set ikke er sektorer eller distrikter, som ikke har den vandmængde til rådighed, som de ønsker. Efter en konkret vurdering stilles der dog lokalt grænser for visse indvindingstilladelser (vandforsyning, industri og landbrug). Anvendes ovenstående definition for ressourceomkostninger vurderes det, at de danske ressourceomkostninger er begrænsede.

Set i forhold til de enkelte sektorer så fremgik det af afsnit 4.3, at der i dag opkræves afgifter og moms på vandforsyning og spildevand, som blev estimeret til ca. 5,5 mia. kr. i 2019. Selvom MRO ikke direkte indgår i prisen for vandforsyning og vandafledning i Danmark, må det dog forventes, at en del eller måske hele MRO er dækket gennem disse afgifter, når de opgøres nationalt.

Tidligere analyser af omkostningerne ved at nå målene i vandrammedirektivet indikerede i 2012, at niveauet ville være omkring 1 mia. kr. for at nå det, som ikke var indeholdt i den dengang fremlagte plan (Jacobsen, 2012). Senere vurderinger indikerer, at omkostningen ved at nå de reduktioner, der er udskudt til tredje planperiode, kunne omfatte ca. 1,5 mia. kr., men der har dog endnu ikke været foretaget detaljerede analyser af de konkrete omkostninger for tredje planperiode (Jacobsen, 2017).

Der er derfor i forbindelse med tredje planperiode iværksat analysearbejde, der dels skal vurdere de samlede omkostninger ved det udskudte indsatsbehov i vandområdeplanerne 2015-2027, ligesom der også foretages en vurdering af værdien ved at opnå målene i vandrammedirektivet i 2027. Når resultater fra disse projekter foreligger vil det være muligt at forholde sig til om de nuværende grønne afgifter (1,9 – 5,5 mia. kr.) dækker dels de opgjorte miljø- og ressourceomkostninger, ligesom det vil være muligt at sammenholde omkostninger med de opnåede gevinster.

I dag betales den væsentligste andel af afgifterne af husholdningerne, hvorimod landbrugserhvervet og industrien er fritaget for såvel vandafgift, drikkevandsbeskyttelsesafgift og moms, som udgør knap 95 % af de betalte afgifter. Samtidig er der ikke en sammenhæng mellem eventuel overudnyttelse af vandressourcen og dermed MRO og de betalinger, forbrugeren bliver afkrævet i en given region.

Det vurderes som anført, at omkostningsdækningen for vandforsyning og spildevand med inddragelse af afgifter og moms nationalt udgør 115-142 %. For industrien og egen indvinding til landbrug og industri er der fuld omkostningsdækning, men der er typisk ikke nogen merbetaling, der kan kobles til MRO i dag.

I vismandsrapporten "Økonomi og Miljø" (DØRS, 2017) gennemgår De Økonomiske Råd konsekvenser af en fast afgift og konkluderer også, at afgiften, hvor den er udformet for at modvirke overindvinding, afviger fra principperne om, at afgiften bør afspejle miljøbelastningen og bør betales af alle, der bidrager til denne miljøbelastning. I dag opkræves afgiften med et fast beløb pr. m^3 i hele landet, uagtet at der er flere områder i Danmark, hvor der ikke sker miljøskadelig overindvinding af vand.

Samtidig er virksomheder fritaget fra at betale vandafgift og har således ikke afgiftens incitament til at mindske forbruget. Som tidligere nævnt i afsnit 5.3 betales der kun vandafgift af ledningsført vand (I 2015 udgjorde ledningsført vand omkring 44 % af det samlede vandforbrug på ca. 800 mio. m^3 jf. DØRS (2017)). Indregner man, at momsregistrerede virksomheder ikke betaler vandafgift, er det således kun omkring 27 % af det samlede vandforbrug, der reguleres gennem vandafgiften. På den baggrund foretager DØRS (2017) modelberegninger, der belyser de samfundsøkonomiske omkostninger ved at fritage virksomheder for vandafgiften og omkostningerne ved at opkræve vandafgift i de dele af landet, hvor det ikke er miljømæssigt begrundet. De konkluderer, at det er vigtigt med en afgift, der hvor indvindingen er stor, og at der er en effektivitetsgevinst ved at omlægge til ensartede afgifter for husholdninger og erhverv.

Til at opgøre miljø- og ressourceomkostninger jf. vandrammedirektivets artikel 9 (EU, 2000) for vanding af afgrøder kunne man forestille sig en tilsvarende og måske mere grundig analyse for landbrugserhvervet end den, der er refereret i afsnit 5.3, der modellerer, hvordan landbruget ville reagere på en eventuel vandafgift, herunder hvilke afgrøder erhvervet ville dyrke, og hvilken samfundsøkonomisk værdi det vil tilføre.

6.3 Studier af økonomiske tab og gevinster relateret til vandmiljø

I dette afsnit vises nogle af de studier, der er foretaget på vandmiljøområdet. Der er ikke tale om en fuldstændig gennemgang af alle studier. I stedet henvises til en nyere gennemgang af litteraturen foretaget i Zandersen et al. (2018) på vegne af Miljøstyrelsen

6.3.1 Rekreation

Lystfiskeri er en rekreativ aktivitet, hvis kvalitet må formodes at være påvirket af vandmiljøets tilstand. Et studie fra COWI (2010) undersøgte betalingsviljen for forskellige elementer af lystfiskeri i et betinget værdisætningsstudie og i et valgeksperiment. Resultaterne viste blandt andet, at naturoplevelsen af vandets kvalitet er en væsentlig parameter, der påvirker betalingsvilligheden. Også gode fangstmuligheder og muligheden for at fange store fisk havde betydning. I et nyligt studie af Olsen et al. (2019) omkring lystfiskeri på Fyn bekræftes disse resultater. Her fandt man også, at det miljø- og restaureringsarbejde, der foregår på og ved vandløb på Fyn, har stor betydning for både danske og udenlandske fiskeres valg af Fyn som rekreationsmål.

Damvad Analytics (2019) har undersøgt befolkningens betalingsvillighed for rent vandmiljø og badevand. Ca. 80 % har betalingsvillighed for at sikre et rent vandmiljø i nærområdet, og 13 % har en betalingsvillighed på mere end 500 kr. årligt. Majoriteten af respondenterne havde også betalingsvillighed for arbejdet med at sikre badevandskvaliteten i Danmark, hvor ca. 76 % af respondenterne er villige til at betale for dette, og 12 % har en betalingsvillighed på over 500 kr. årligt.

6.3.2 Nitrat i drikkevand

I Zandersen et al. (2018) beskrives nøgletallet for nitrat i drikkevand, som er opgjort til 183 kr. pr. mg NO_3 pr. liter drikkevand pr. indbygger. Nøgletallet er baseret på data om eksponering for nitrat og deraf følgende

sundhedseffekter samt værdisætning af de negative sundhedseffekter i form af antal tabte leveår og forøget morbiditet. De tabte leveår er beregnet ud fra en dansk levetidstabel, og eksponeringen er beregnet med udgangspunkt i studier fra USA og Slovakiet.

Omkostningerne for reduceret kvælstofudvaskning er beskrevet i det såkaldte virkemiddelskatalog (Eriksen et al., 2014) og der henvises til denne for listen af de forskellige virkemidler, deres effekt og beregnede budget- og samfundsøkonomiske omkostning.

6.3.3 Beskyttelse af grundvand

Der er udført et studie af beskyttelse af grundvand i Danmark, afrapporteret i Hasler et al. (2005 & 2007), som undersøger værdien af at beskytte grundvandsressourcen for forsyningen af drikkevand, nu og i fremtiden. Studiet viser, at værdien af at beskytte grundvandet som drikkevandskilde for nuværende og fremtidige generationer beløb sig til mellem 700 til 1.900 kr. pr. husstand pr. år. Som et hypotetisk alternativ blev værdien af at modtage renset drikkevand evalueret, og denne var ligeledes positiv, men kun mellem 500 til 900 kr. pr. husstand pr. år. Undersøgelsen værdisatte også de natureffekter, som beskyttelsen medfører, mens disse effekter ikke gør sig gældende, hvis vandet renses.

Campbell et al. (2014) har opgjort den danske befolknings betalingsvilje for øget grundvandsdannelse i en del af Danmark. De estimerer en betalingsvilje mellem 190 til 815 kr. pr. husstand pr. år for øget grundvandsdannelse. Betalingsviljen relaterer sig til kvantiteten af grundvand. Den øgede grundvandsdannelse repræsenterer en af konsekvenserne af ændret skovforvaltning, det vil sige den måde skoven dyrkes på, og grundvandsdannelse er dermed kun en af flere parametre, som respondenterne i undersøgelsen skal forholde sig til.

6.3.4 Beskyttelse af vandkvaliteten i ferske vandområder

Det mest omfattende studie i Danmark af beskyttelse og forbedringer af vandkvaliteten i ferskvandsområder er den danske del af det europæiske Aquamoney-projekt. Her opgøres værdien af forbedret vandkvalitet, de brugsmæssige, rekreative værdier samt den ikke-brugsmæssige eksistensværdi af forbedret vandkvalitet. Studiet værdisætter kvalitetsforbedringer for Odense Å jf. vandrammedirektivets målsætninger om god økologisk tilstand ved brug af forskellige metoder. Ved benyttelse af choice experiment-metoden beregner studiet fx betalingsviljen for at opnå god økologisk tilstand i hele Odense Å til 1.053 kr. pr. husstand pr. år (2008-priser). Se Hasler et al. (2009) for mere information.

Summary

Prior to the third River Basin Management Plan, a basic analysis will be prepared, and it includes an economic analysis of water use in Denmark. The main emphasis in the analysis is on the water services that are most relevant in Denmark, namely water supply and wastewater management. The analysis covers both public water supply and self-abstraction, and it covers households, industry and agriculture. The analysis, on the other hand, does not include storage and treatment of surface water as it is very seldom used in Denmark.

The analysis describes revenue and costs related to selected water services, including the price structure. Furthermore, it contains forecasts for supply and demand for water in the water districts in Denmark.

The analysis shows that water consumption in households has fallen from approx. 63 m^3 per person in 1989 to approx. 38 m^3 per person in 2017, corresponding to a daily consumption of approx. 103 liters per person (a reduction of about 40% over 28 years). It is estimated that the total water price of approx. DKK 72 per m^3 is among the highest in Europe and in the world. The high water price provides an incentive for lower water consumption in households (e.g. installation of low-flush toilets).

Households' total water consumption in Denmark has been slightly declining, despite an increasing population. A projection of demographic trends shows a slightly increasing trend, but whether the decoupling between population growth and falling water consumption can continue is questionable. It is uncertain whether there may be a continued reduction in consumption per person in households, as consumption is already relatively low, just as the water loss in pipes is low compared to other countries in Europe.

Industrial and agricultural water consumption has remained stable, but this is influenced by the amount used for irrigation, which varies widely from year to year. Own recovery of water for field irrigation is included in the analysis, and there appears to be a slight increase in consumption in recent years.

An assessment of the groundwater's quantitative status, which is included in River Basin Management Plans for the third planning period, shows that especially around Copenhagen a relatively significant amount of water is abstracted due to the high population density. This is a challenge in relation to groundwater formation, and it is evident that the water must be pumped up and transported at an even greater distance from Copenhagen.

The utilities in Denmark operate according to the "pay for itself" principle which means that expenses and income for water supply and wastewater treatment should be the same. In addition, the Competition and Consumer Agency sets an economic framework for the approx. 330 companies that are covered by the Water Sector Act and thereby ensures that the water price remains as low as possible. An annual economic efficiency requirement is also set, just as there is a fine aimed at reducing the loss of water.

The total cost related to water supply and wastewater for utilities in 2016 amounted to approx. 15 billion DKK as opposed to approx. 11 billion DKK in 2012. Part of this include green taxes of DKK 1.9 billion paid by households, but not by industry and agriculture.

Farmers do not pay taxes on water consumption for irrigation from its own wells, but they pay for the costs associated with their own wells. The analysis shows that if farmers were to pay the same green tax for water use as households, part of the current agricultural production would be unprofitable. However, the analysis

does not show what the alternative use of the soil (crops etc.) would be. The industry also pays for its own wells and in some cases for its own wastewater treatment. No analysis of the economic significance has been made if the industry were to pay the same green taxes as the consumers.

Households pay approx. DKK 6,000 annually in 2019 to obtain and drain water, which corresponds to 1.6 % of the average household income. Regionally, there is a significant difference between the price of drinking water and household spending thus fluctuates between approx. DKK 3,500 to approx. DKK 9,800 annually. In addition to consumers, treatment plants pay around DKK 300 million for the discharge of nutrients and biological substances to the aquatic environment. Some of these funds are returned to the water sector.

Since the late 1980s, a number of efforts have been made to improve surface and groundwater quality, including the Action Plans for Aquatic Environment where the state, municipalities, industry, households and the agricultural industry have all contributed to these efforts. These have resulted in a significant reduction of both nitrogen and phosphorus losses to the aquatic environment. Furthermore, a very comprehensive groundwater survey has been carried out which is financed by water consumers.

It is estimated that green taxes of DKK 1.9 – 5.5 billion are collected annually, depending on whether VAT is included in the calculation. This means that the total cost recovery is 115-142 % compared to the direct costs for groundwater extraction and wastewater treatment of DKK 13.1 billion. Some of these green taxes cover administrative costs for local and national authorities with a view to, among other things, ensuring future groundwater quality.

Environmental and resource costs are not explicitly included in the water price today as it is uncertain how these costs should be calculated. Some EU countries choose to state that resource costs are the costs linked to water scarcity. As there is no pronounced shortage of water for any sector in Denmark, this approach would mean that the resource costs of water use in Denmark are limited.

Regarding environmental costs, work is being undertaken aimed at analyzing the costs and benefits of fully achieving the goals in the Water Framework Directive. This work will provide a background for an assessment of whether the current green taxes of DKK 1.9 – 5.5 billion cover the calculated environmental costs.

Litteratur

Aarhus Kommune (2016): VANDFORSYNINGSPLAN 2016-2023. Rent drikkevand til en kommune i vækst. Online 10.04.2019 (https://aarhus.dk/media/9245/vandforsyningsplan-2016-2023.pdf)

Campbell, D., Vedel, S. E., Thorsen, B. J., & Jacobsen, J. B. (2014). Heterogeneity in the WTP for recreational access: Distributional aspects. Journal of Environmental Planning and Management, 57(8), 1200–1219. https://doi.org/10.1080/09640568.2013.793173

COWI (2010). Lystfiskeri i Danmark - Hvem? Hvor meget? Hvordan? Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri. Marts 2019.

Copenhagen Economics (2018): Analyse af forrentning og investeringer i vandsektoren.): Næss-Schmidt, S, Jensen, ML., Wilke, S., Juhl, HW. & Sørensen, LC. Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet. Juni 2014.

Damme, Lorriane T. & Andersen, M.N. (2018): The cross and net-irrigation requirement of crops and model farms with different root zone capacities at ten locations in Denmark 1990-2015. Danish Centre for Food and Agriculture. Tjele, Denmark. DCA report no 112

Damvad Analytics (2019): Vandsektorens værdi for samfundet. Damvad Analytics, København. Præsentation tilgængelig fra: https://www.danva.dk/media/4975/vandsektorens-vaerdi-for-samfundet.pdf. Downloadet 05.06.2019

Danmarks Statistik (2019a). De fleste kommuner vokser.
https://www.dst.dk/da/Statistik/nyt/NytHtml?cid=24085. Danmarks Statistik Tilgået 27.03.19

Danmark Statistik (2019b). Udtræk fra Statistikbanken.
https://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1360

Dansk Akvakultur (2019). https://www.danskakvakultur.dk/viden-om/noegletal/. Tilgået 01.04.2019

DANVA (2017). Vand i tal 2017. DANVA Statistik og Benchmarking. Redaktion: Inge Hald, Thomas Bo Sørensen, Lars Fischer og Carl-Emil Larsen. DANVA, Skanderborg

DANVA (2018). Vand i tal 2018. DANVA Statistik og Benchmarking. Redaktion: Inge Hald, Thomas Bo Sørensen, Lars Fischer og Carl-Emil Larsen. DANVA, Skanderborg.

DANVA (2019a). Vand i tal 2019. DANVA Statistik og Benchmarking. Redaktion: Inge Hald, Thomas Bo Sørensen, Lars Fischer og Carl-Emil Larsen. DANVA, Skanderborg.

DANVA (2019b). Regeringen vil forbyde sprøjtemidler.https://www.danva.dk/nyheder/2019/stor-sejr-for-danva-regeringen-vil-forbyde-anvendelse-af-sproejtemidler-i-bnbo/

DANVA (2019c). Vandpriser 2019. Regneark med priser fra vandforsyningsselskaber. Thomas Bo Sørensen. DANVA, Skanderborg.

DØRS (2017). Økonomi og Miljø 2017. Kapitel II: Grønne afgifter og Miljøregulering. De Økonomiske Råd 2017.

EEA (2013). Assessment of cost recovery through water pricing. Technical report. No. 16/2013. European Environment Agency. ISSN 1725-2237.

EU (2000). Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2000/60/EF af 23. oktober 2000 om fastlæggelse af en ramme for Fællesskabets vandpolitiske foranstaltninger (vandrammedirektivet).

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/?uri=CELEX:32000L0060

European Commission (2019a). REPORT FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL on the implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC) and the Floods Directive (2007/60/EC). Second River Basin Management Plans - Member State: Denmark. 26.2.2019. European Commission.
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=SWD:2019:38:FIN&qid=1551205988853&from=EN (tilgået 26. oktober 2019).

European Commission (2019b). REPORT FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL on the implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC) and the Floods Directive (2007/60/EC). European Overview – River Basin Management Plans. 26.2.2019. European Commission. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=SWD:2019:30:FIN&qid=1551267381862&from=EN (tilgået 26. oktober 2019).

EUR-LEX (2014). Forslag til afgørelse fra generaladvokat Jääskinen fremsat den 22. maj 2014. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/?uri=CELEX:62012CC0525

Eriksen, JE Jensen, PN, & Jacobsen, BH (2014): Virkemidler til realisering af 2. generations vandplaner og målrettet arealregulering. Jørgen Eriksen (redaktør), Poul Nordemann Jensen (redaktør), Brian H. Jacobsen (redaktør) samt Ingrid K. Thomsen, Kirsten Schelde, Gitte Blicher-Mathiesen, Brian Kronvang, Elly Møller Hansen, Uffe Jørgensen, Hans Estrup Andersen, Carl Chr. Hoffman, Christen Børgesen, Anette Baatrup-Petersen, Jes Rasmussen, Jørgen E. Olesen, Charlotte Kjærgaard, Peter Sørensen, Berit Hasler (Økonomi), Johannes M. Eberhardt (Økonomi), Gitte H. Rubæk (Fosfor), Morten T. Strandberg (Natur), Per Kudsk (Pesticider), Lise N. Jørgensen (Pesticider), Søren O. Petersen (Klima), Lars J. Munk-holm, Lars Elsgaard, Louise Martinsen, Flemming Møller, Annette Bruhn, Bo V. Iversen, Karen Timmermann, Henrik Fossing, Birte Boelt, René Gislum. DCA rapport nr. 052

EurEau (2017). Europe's water in figures. An overview of the European drinking water and wastewater sectors. The European Federation of National Water Services.
https://www.danva.dk/media/3645/eureau_water_in_figures.pdf

Finansministeriet (2018). Finanslov for finansåret 2019. Tekst og anmærkninger. Tilgængelig på https://www.fm.dk/publikationer/2019/finansloven-for-2019.

Frederiksberg Kommune (2018): Vandforsyningsplan 2018-2028. Frederiksberg Kommune.
https://www.frederiksberg.dk/sites/default/files/meetings-appendices/1476/Punkt_213_Bilag_4_UDKAST_Vandforsyningsplan_20182028.pdf

Gertz, F., Hvid, SK., & Nielsen, JA. (2012): Landbrugets behov for afvanding og markvanding. Vand & Jord. 19. årgang nr. 2, maj 2012. 49-52.

GEUS (2019). https://www.geus.dk/udforsk-geologien/laering-om-geologi/viden-om/viden-om-grundvand/kortlaegning-af-grundvand/. Tilgået den 01.04.2019

Hasler, B., Brodersen, S. L., Christensen, L. P., Christensen, T., Hansen, H. E., Kataria, M., … Nissen, C. J. (2009). Assessing Economic Benefits of Good Ecological Status under the EU Water Framework Directive . Testing practical guidelines in Odense River basin CASE STUDY REPORT Illustration : Maps of Odense River basin and Odense River used for the valuation, (March).

Hasler, B., Lundhede, T., & Martinsen, L. (2007). Protection versus purification - assessing the benefits of drinking water quality. Hydrology Research, 38(4–5), 373–386.

HOFOR (2018): Vandsalgsprognosen 2018-2028. Notat. HOFOR A/S. København.

Hoffmann, Leif (2019). Spørgsmål vedr. indvinding af vand og udledning af spildevand. Personlig meddelsen pr. mail 02.04.2019

Hvid, Søren Kolind. (2011): Økonomi i markvanding i kornsædskifte 1987-2010. Artikel i pjece 'Produktionsøkonomi for Planteavl'. Videncentret for Landbrug, Aarhus.

Hvid, Søren Kolind (2019a): Økonomi I etablering af markvanding. Indlæg ved Plantekongres 2019. 23 slides.

Hvid, Søren Kolind. (2019b): Personlig meddelelse 12.04.2019

Jacobsen, B. H. (2012). Analyse af omkostningerne ved en yderligere reduktion af N-tabet fra landbruget med 10.000 tons N. Udredningsnotat 26/2012. Fødevareøkonomisk Institut, KU.
https://static-curis.ku.dk/portal/files/45184163/FOI_Udredning_2012_26.pdf

Jacobsen, B.H. (2019b). Analyse af opgørelsen og anvendelsen af Miljø- og Ressourceomkostninger i Vandområdeplaner i EU. Notat. IFRO, KU (Under udarbejdelse). Københavns Universitet.

Jacobsen, B. H., (2019). Vurdering af erstatningsniveauer i forbindelse med dyrkningsrestriktioner i boringsnære beskyttelsesområder (BNBO), IFRO Udredning, Nr. 2019/ nr. 22. Københavns Universitet.

Jacobsen, B.H. (2017). Beregning af kvælstofskyggepris med udgangspunkt i Fødevare- og Landbrugs-pakken. Udredning 2017/ nr. 8. https://curis.ku.dk/ws/files/179405531/IFRO_Udredning_2017_08.pdf

Jensen, AK. og Jacobsen, BH. (2017). Definitioner og metoder til opgørelse af miljø- og ressourceomkostninger forbundet med forsyningspligtydelserne vandforsyning og spildevandsbehandling. IFRO udredning 2017/07. Københavns Universitet.

Københavns Energi (2009). Erfaringer fra BNBO projekter 2007-2008 - Anbefalinger til Københavns Energi. Notat.

Klimatilpasning (2019). Grundvand og vandforsyning.
https://www.klimatilpasning.dk/sektorer/vand/grundvand-og-vandforsyning/

Konkurrence- og Forbrugerstyrelsen (2019): Benchmarking. https://www.kfst.dk/vandtilsyn/benchmarking/. Tilgået 01.04.2029

Konkurrence- og Forbrugerstyrelsen (2016). Data for prislofterne 2011-2016. Regneark. https://www.kfst.dk/vandtilsyn/analyser/. Tilgået 02.04.2019

Markvandingsgruppen (2013). Arbejdsnotat om balance mellem vandforekomster og vandindvinding til markvanding. Miljøstyrelsen.

MiljøGis (2019). MiljøGIS – data om natur og miljø på webkort. https://mst.dk/service/miljoegis/

Miljø- og Fødevareministeriet (2019): Vandområdeplaner og kort
https://mst.dk › media › bilag-3-miljoemaalslovens-bilag-1-vandområdedistrikter (tilgået 24.04.2019) og https://mst.dk/media/118680/hovedvandoplande.pdf (tilgået 24.04.2019)

Miljøstyrelsen (2004): Miljøstyrelsens miljøprojekt nr. 972.

Miljøstyrelsen (2018): Bedre viden om uvedkommende vand. Grundvand og drikkevand nr. 2. Maj 2018

Miljøstyrelsen (2019a): Punktkilder 2017, NOVANA, Miljøstyrelsen 2019

https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2019/02/978-87-7038-042-3.pdf

Miljøstyrelsen (2019b). Find frem til vandtabet. https://mst.dk/natur-vand/vand-i-hverdagen/vandtab/

Olsen, S.B., Lundhede, T., Ståhl, L., Gundelund, C & Skov, C. (2019): Lystfiskeri langs kysten på Fyn om foråret: Lystfiskeres forbrugsmønstre og præferencer. DTU Aqua-rapport nr. 340-2019

Regeringen 2016: Forsyning for fremtiden – en forsyningssektor for borgere og virksomheder. 2015/16:24

Retsinformation (2014). Bekendtgørelse af lov om vandplanlægning. Lov nr. 1606 af 26. december 2013 https://www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=186425

Retsinformation (2016). Bekendtgørelse om basisanalysen. BEK nr 837 af 27/06/2016. https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=181972

Riberholdt, L.; Larsen, K. og Ørum, J.E. (2009). Water for the irrigation in Denmark. Notat. University of Copenhagen og Statistics Denmark.

Thorling, L., Albers, C.N., Ditlefsen, C., Ernstsen, V., Hansen, B., Johnsen, A.R., & Troldborg, L., (2019): Grundvandsovervågning Status og udvikling 1989 – 2017. Teknisk Rapport, GEUS 2019

Thorling, L., Hansen, B., Larsen, C.L., Larsen, F., Mielby, S., Johnsen, A.R., & Troldborg, L. (2016): Grundvand. Status og udvikling 1989 – 2015. Teknisk rapport, GEUS 2016.

Vogdrup-Schmidt, M. & Jacobsen, BH. (2014): Økonomisk analyse af vandanvendelsen. Del af basisanalyse for Vandplan 2015. Miljøministeriet & Københavns Universitet.

WG Economics, 2015: A guidance for assessing environmental and resource cost and their recovery in the context of the Water Framework Directive. Draft memo prepared by the ERC drafting group. 19.03.2019 (not public).

Zandersen, M., Lundhede, T., Martinsen, L., Hasler, B. & Termansen, M. (2018): Nye nøgletal på natur- og miljøområdet – et litteraturstudie over muligheder og begrænsninger. Faglig rapport nr. 276 fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi.