



April 2016

---

## AFVANDINGSFORHOLD I SKAGEN BY

Fase 1: Interessentanalyse og samling af eksisterende data

---

**PROJEKT**

Afvandingsforhold i Skagen by  
Fase 1: Interessentanalyse og samling af eksisterende data  
Frederikshavn Kommune, Frederikshavn Vand A/S og Frederikshavn  
Spildevand A/S

---

Projekt nr. 222396  
Dokument nr. 1219289806  
Version 3  
Udarbejdet af RKL, AWS  
Kontrolleret af JBJ  
Godkendt af TOB

---

**NIRAS A/S**

Åboulevarden 80  
Postboks 615  
8000 Aarhus C

CVR-nr. 37295728  
Tilsluttet FRI  
[www.NIRAS.dk](http://www.NIRAS.dk)

T: +45 8732 3232  
F: +45 8732 3200  
E: [NIRAS@NIRAS.dk](mailto:NIRAS@NIRAS.dk)

D: +45 96306514  
E: [rkl@NIRAS.dk](mailto:rkl@NIRAS.dk)

---

---

**INDHOLD**

<b>1</b>	<b>INDLEDNING.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>SAMMENFATNING AF FASE 1.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>PROBLEMMOMRÅDER.....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>DATAINDSAMLING.....</b>	<b>5</b>
4.1	Grundvandsstandens udvikling.....	6
4.1.1	Sammenfatning.....	9
4.2	Nedbør.....	9
4.2.1	Sammenfatning.....	11
4.3	Vandindvinding til drikkevandsformål.....	11
4.3.1	Sammenfatning.....	14
4.4	Løsninger på privat grund.....	15
4.4.1	Sammenfatning.....	17
4.5	Grøfter og vandløb.....	17
4.5.1	Sammenfatning.....	25
4.6	Kloaksystemet, separatkloakeringens fremdrift og uønsket vand.....	26
4.6.1	Sløjfning af septiktanke.....	29
4.6.2	Sammenfatning.....	29
4.7	Landsenkning og havstigning.....	29
4.7.1	Sammenfatning.....	30
<b>5</b>	<b>REFERENCER.....</b>	<b>30</b>

---

## 1 INDLEDNING

Skagen By har en række problemer med højtstående grundvand. Årsagen til dette er mangeartet, men det står klart, at den høje grundvandsstand først og fremmest er et naturligt fænomen skabt af områdets geografi og nedbørsforhold. De ældste dele af Skagen og Højen er anlagt på de højere liggende arealer, men byudviklingen har medført, at flere og flere lavereliggende arealer også er inddraget til bebyggelse. Skagen Spildevandsplan fra 2005 /8/ beskriver indgående problematikken om afvandingsforholdene i Skagen, og kommer med anbefalinger til fremtidige tiltag, som efterfølgende også er indarbejdet i Frederikshavn Kommunes Spildevandsplan 2012-16 /7/. Problemet er vedvarende og kan i fremtiden kun forventes at blive værre. Historiske, nuværende og fremtidige årsager/bidrag kan sammenfattes til følgende:

- Områdets geografi med mange lavtliggende arealer og en odde, som er omgivet af hav.
- Klimaforhold spiller ind i form af kraftig nedbørsintensitet, øget middelnedbør og øget havvandsstand samt afledt stigende grundvandsstand.
- Sløjfning af private grøfter eller rørlægning af grøfter med for små rør dimensioner samt manglende oprensning.
- Sløjfning af mere end 2.000 gamle septiktanke og reovering af private ledninger i Skagen reducerer dræneffekten på private parceller.
- Separatkloakering/reovering i Skagen By. Gamle utætte spildevandsledninger erstattes af nye tætte rør. Dræneffekten ophører, dette forhold opvejes dog af muligheden for, at ejendomme kan tilsluttes regnvandskloak for afledning af vand fra omfangsdræn omkring bygninger.
- Generel reduktion i grundvandindvindingen pga. nedgang i vandforbruget. Samtidig er grundvandsindvindingen omlagt til en mere skånsom indvinding (indvinding spredt over et større areal og på flere borer), som pålagt af hensyn til kvalitetskrav og naturhensyn. Endelig fremtidig udfasning af Skagen vandværk, for at imødekomme krav til en effektiv og prisbillig vandforsyningsstruktur i Frederikshavn Kommune.
- Rundt om i Skagen er der gennem årene blevet etableret private løsninger (grundvandssænkning med borer og dykpumper og afledning til faskiner eller kloaksystemet). Der er kun i få tilfælde ansøgt om tilladelse. Disse forhold kan i høj grad være med til at sløre årsag og virkning, herunder opstuvning i kloaksystemet under kraftig nedbør.

Samtidig er Frederikshavn Kommune og Naturstyrelsen i gang med at gennemfører et EU-LIFE projekt på Skagen Odde: REWETDUNE. Indbefattende Natura 2000 område 1 (Skagens Gren og Skagerrak) og 2 (Råbjerg Mile og Hulsig He-

---

de) beliggende hhv. lige nord og syd for Skagen by. Formålet med projektet er at etablere naturlige vandstandsforhold bl.a. ved at sløjfe grøfter for at fremme de bevaringsværdige våde klitlavninger og dertilhørende natur. Dette projekt kan være i konflikt med forholdene i Skagen by, og det ligger også i projektets opdrag, at indsatser i habitat områderne ikke må påvirke de omkringliggende områder negativt.

Formålet med følgende undersøgelse er derfor at kortlægge årsager til den høje grundvandsstand i Skagen By samt skitsere mulige løsninger. Dette gøres via et forløb på fire faser:

Fase 1: Interessentanalyse og samling af eksisterende data (kapitel 0 til 2)

Fase 2: Scenarieberegninger

Fase 3: Skitsering af løsninger og konsekvensberegninger

Fase 4: Skitseprojektering

---

## 2 SAMMENFATNING AF FASE 1

Skagen har problemer med højtstående grundvand. Problemerne omfatter generelt hele byen, da kendte problemområder ligger spredt i byen. Interessentanalysen viser, at der er mange problemer og interesser ift. en løsning

Analysen af det eksisterende faktuelle data viser også, at der ikke findes én isoleret årsag til problemerne med højtstående grundvand. Dette er en kombination af mange forskellige årsager og deres sammenspil. Således har dataet vist at:

- Geografien i området, nedbør og vandstanden i havet omkring Skagen medfører et naturligt højt grundvandsspejl, især i de lavere liggende områder i Skagen.
- Området omkring Skagen har historisk set været afvandet. Grøfteintensiteten nord for jernbanen har således været højere end den er i dag. Ligeledes er der grøfter i den sydøstlige del af Skagen, som med tiden er blevet sløjftet eller ikke vedligeholdt/glemte. Dette kan være en medvirkende årsag til nogle af problemerne med høj grundvandsstand. Der er en tendens til øget gennemsnitsnedbør i perioden 1991 – 2014 i forhold til perioden 1961 – 1990. Denne øgede nedbørsmængde bidrager til en øget grundvandsdannelse, hvilket bidrager til problemerne med høj grundvandsstand i Skagen.
- Sløjfning af gamle septiktanke formodes ligeledes at have stor reducerende dræneffekt, og kan dermed påvirke grundvandsstanden.
- Skagen gamle vandværk lukkede i 1999. Skagen ny vandværk har siden 2009 indvundet under gennemsnittet for perioden 1987 – 2015. Indvindingen ligger dog inden for den forventede normale variation. Neddrosling af indvinding på de nordligste boringer tilhørende Skagen ny vandværk i sommeren 2010 (pga. dårlig vandkvalitet klorid og pesticider). Samt den generelle nedgang i vandforbruget i Skagen i perioden 1987-2015 (se pkt. 4.3.1) formodes at ville have påvirket grundvandsstanden i det nærtliggende områder.
- Mindre områder fra 2003 – 2012 er blevet separatkloakeret. Derudover er en række delstrækninger blevet renoveret siden 1991. Det formodes at disse ændringer kan have en indvirkning på grundvandsstanden, da dræningseffekten forårsaget af gamle, utætte rør ophører ved erstatning af nye, tætte rør (mængden af uønsket vand reduceres). Dette opvejes dog af forbedret mulighed for tilslutning af drænvand til regnvandskloak.

---

I fremtiden forventes yderligere påvirkninger af grundvandsstanden. Dette skyldes bl.a.:

- Klimaændringer med ændrede nedbørsmønstre. Den forventede stigning af årsmiddelnedbøren, hvor det specielt er vinternedbøren som øges, vil have indvirkning på grundvandsstanden.
- Et stigende havvandspejl og landsænkning som vil forringe dræningen gennem grøfter/vandløb og samtidig hæve grundvandsspejlet op til 50 cm på store dele af Skagen Odde.
- Reduktion af vandindvinding og udfasning af Skagen vandværk.
- Separatkloakering. Utætte rørs dræningseffekt ophører. Dette opvejes af mulighed for tilslutning af drænvand til regnvandskloak.

Således vurderes årsagerne til den højtstående grundvandsstand i Skagen at være forårsaget af mange forskellige hændelser i et komplekst samspil.

Fakta er dog, at der er et problem med høj grundvandsstand i Skagen, og det er et problem som forventes at forværres, hvis der ikke i højere grad gennemgøres tiltag til mere omfattende dræning af grundvand og afledning af overfladevand.

---

### 3 PROBLEMOMRÅDER

Historisk er problemer med høj grundvandsstand i Skagen et kendt problem. Flere steder har der i mange år været problemer med oversvømmelser, vand på terræn og i kældere forårsaget af nedbør og høj grundvandsstand, fx T&M udvalgs møde 8. september 1999 pkt. 228: *"I to omgange i august måned blev flere boligområder i Skagen By oversvømmet. I sidste omgang blev også Ålbæk ramt af oversvømmelse"*. Ligeledes blev Skagen by ramt af en større regnhændelse med ca. 150 henvendelser om bl.a. opstuvning af spildevand i kældre den 30. juni 2001 /9/ (jf. Bilag 1 for uddrag fra "Fremtidig struktur for overfladeafvanding i Skagen og Ålbæk by, 2001"). Bilag 2 viser en oversigt over plan for fremtidig struktur for overfladeafvanding i Skagen fra 2001 og status for implementering i 2015. Af status ses, at der, som efter planen, er udført tiltag for at sikre overfladeafvandingen. Arkiver med registrerede hændelser er ved kommunesammenlægning i 2007 og udskillelse af spildevand i et selvstændigt aktieselskab i 2010 opsplittet. Dette gør det vanskeligt, at få klarhed over det historiske data samt effekten af udførte tiltag.

Frederikshavn Spildevand har ved borgerhenvendelse fra 2012 og frem registreret enkelte hændelser i EnviDrift. I denne perioden er der registreret 9 hændelser, hvoraf de 6 er ubetydelige i nærværende regi. Af relevans for denne rapport's problemområde er registreringer af 2 forhold med oversvømmelse pga. opstuvning i fælleskloak i hhv. 2012 og 2013, og et forhold grundet opstuvning i Fyrgrøften i 2014.

For at få et større indblik i omfanget af problemet med høj grundvandsstand har NIRAS udført en interessentanalyse, hvor boligejere og boligforeninger er kontaktet. Resultatet af interessentanalysen kan ses i bilag 3. Der gøres opmærksom på, at der ikke er udført en triangulering, hvor den kvalitative undersøgelse sammenlignes med eksisterende faktuelle oplysninger eller kvantitative undersøgelser for at bekræfte validiteten af de afgivne udsagn.

Interessentanalysen indikerer, at der er problemer med høj grundvandsstand mange forskellige steder i Skagen by (spredt rundt i det meste af byen). Der er ingen faktuelle indikation af, at problemerne med høj grundvandsstand er blevet værre. Den generelle subjektive holdning er dog, at grundvandsstanden i Skagen de seneste år er øget og problemerne forværret.

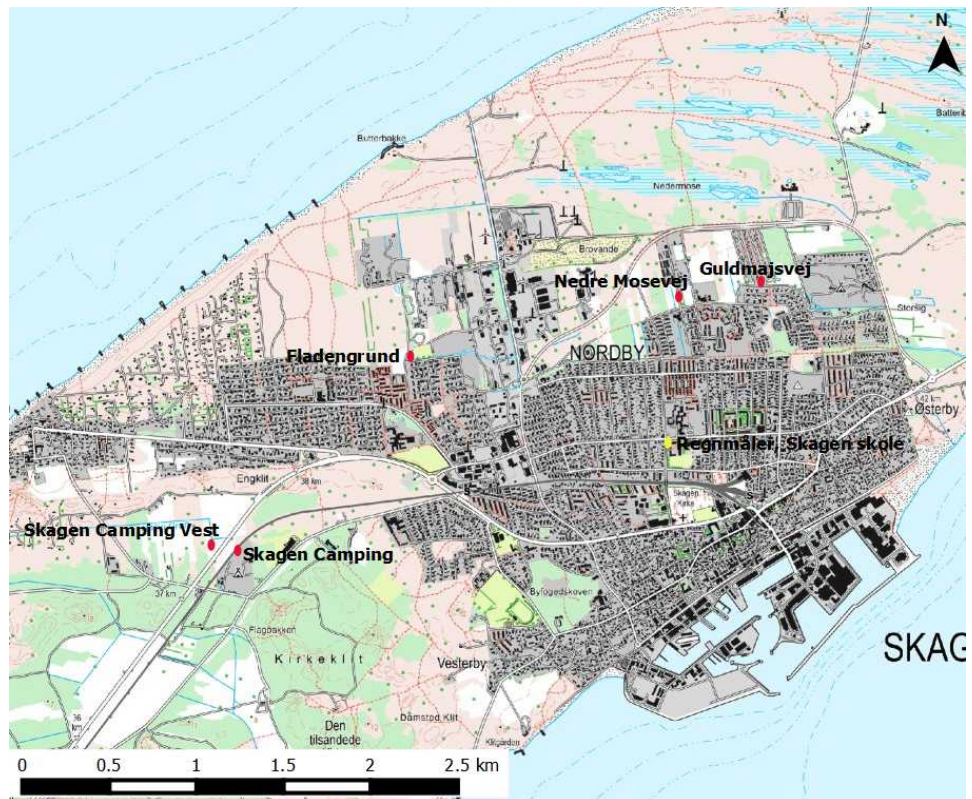
### 4 DATAINDSAMLING

For at få et overblik over mulige årsager til den generelle subjektive holdning, at grundvandsstanden i Skagen er øget, er relevante eksisterende faktuelle data indsamlet. Yderligere har NIRAS indsamlet data angående fremtidige planer for grundvandsindvinding og kloaksanering, med henblik på kunne vurdere yderligere fremtidige påvirkninger. I følgende afsnit gives et overblik over det indsamlede data.



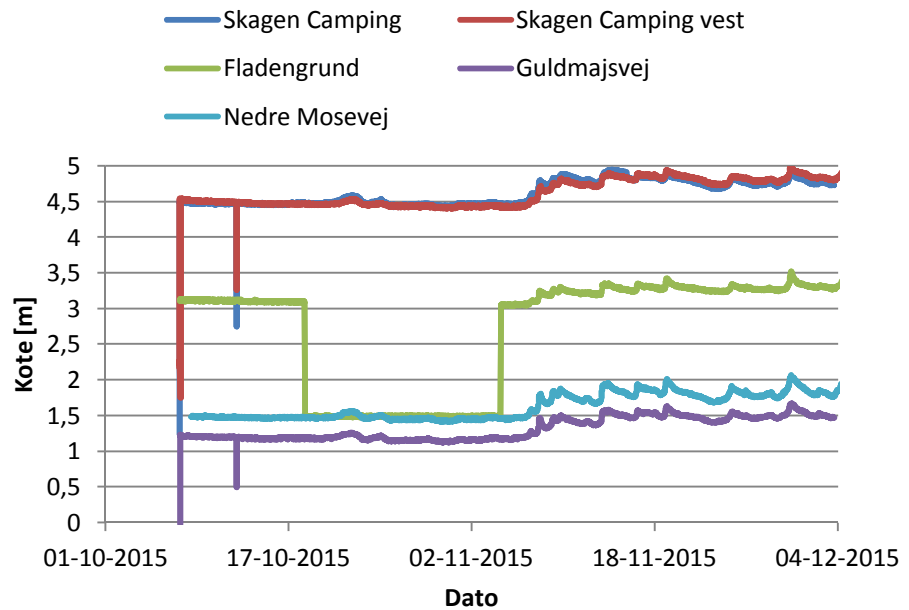
#### 4.1 Grundvandsstandens udvikling

I Skagen er der fem loggere, der følger grundvandsstandens udvikling. De fem loggers placering er vist på Figur 1.

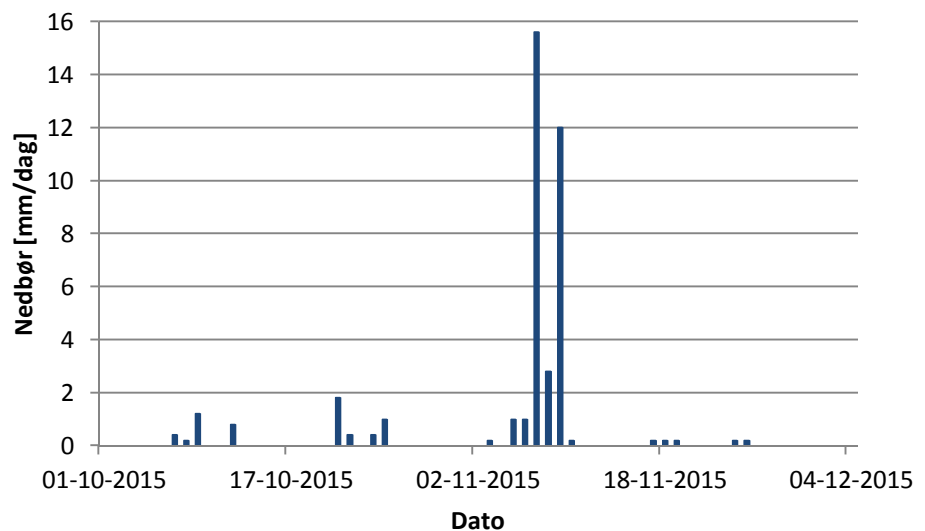


Figur 1. Placering af grundvandsstandsloggere (rød prik) samt regnmåleren ved Skagen skole (gul prik).

Loggerne har monitoreret grundvandsstanden siden 7. eller 8. oktober 2015. Data fremgår af Figur 2. For Fladengrund var der i perioden 18/10 2015 til 4/11 2015 fejl på kablet. For denne station passer dataet i denne periode derfor ikke. Nedbøren for samme periode er vist på Figur 3.



Figur 2. Grundvandsstandens udvikling fem forskellige steder i Skagen.



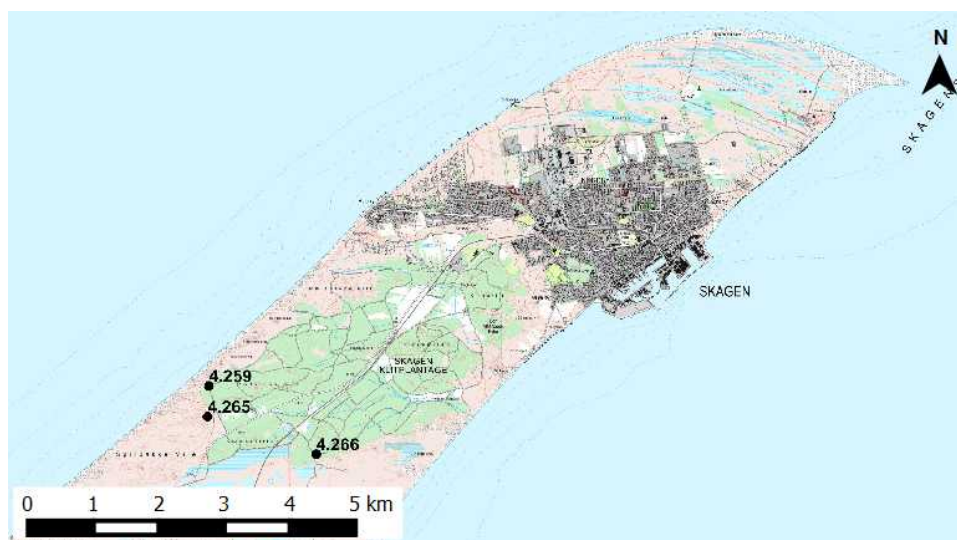
Figur 3. Nedbør [mm/dag] målt i perioden 1/10 2015 til 4/12 2015 af regnmåleren på Skagen Skole, jf. Figur 3.

De fem pejle punkter kan endnu ikke anvendes til at konkludere på grundvandsdynamikken grundet den korte måleperiode. Tabel 1 viser terrænkoterne ved de 5 stationer og det ses heraf at grundvandsstanden (når den er målt højest i Figur 2) alle steder er mindre end 0,5 m under terræn. Ved Skagen Camping og Nedre Mosevej står grundvandet i terræn eller er kun ca. 10 cm under. Ved Skagen Camping stemmer dette overens med, at der engang imellem er observeret vand på terræn (jf. Figur A, Bilag 3).

Tabel 1. Terrænkoter de fem steder hvor der også måles grundvandsstand, jf. Figur 1.

	<b>Terrænkote [m]</b>
Skagen Camping	5,1
Skagen Camping vest	5,3
Fladengrund	3,9
Guldmajsvej	2,0
Nedre Mosevej	2,1

Ud over disse grundvandsstandsdata har NIRAS i forbindelse med andre projekter haft længere tids monitoringsprogrammer kørende i Skagen Klitplantage. Således viser Figur 5 grundvandsstandens udvikling fra omkring april 2006 til januar 2015 i borerne DGU nr. 4.259, 4.265 og 4.266 beliggende i Skagen Klitplantage jf. Figur 4. Det ses, at grundvandsstanden på et år generelt varierer indenfor et spænd på ca. 0,5 - 1 m. Over hele monitoringsperioden har grundvandsspejlet flyttet sig indenfor et spæn på ca. 1,5 m. I Skagen by forventes spændet i grundvandsstanden at være mindre, da terrænkoten er lavere og grundvandsspejlet allerede står højt.



Figur 4. Placering af DGU nr. 4.259, 4.265 og 4.266 i Skagen Klitplantage.



Figur 5. Grundvandsstanden i borerne DGU nr. 4.259, 4.265 og 4.266.

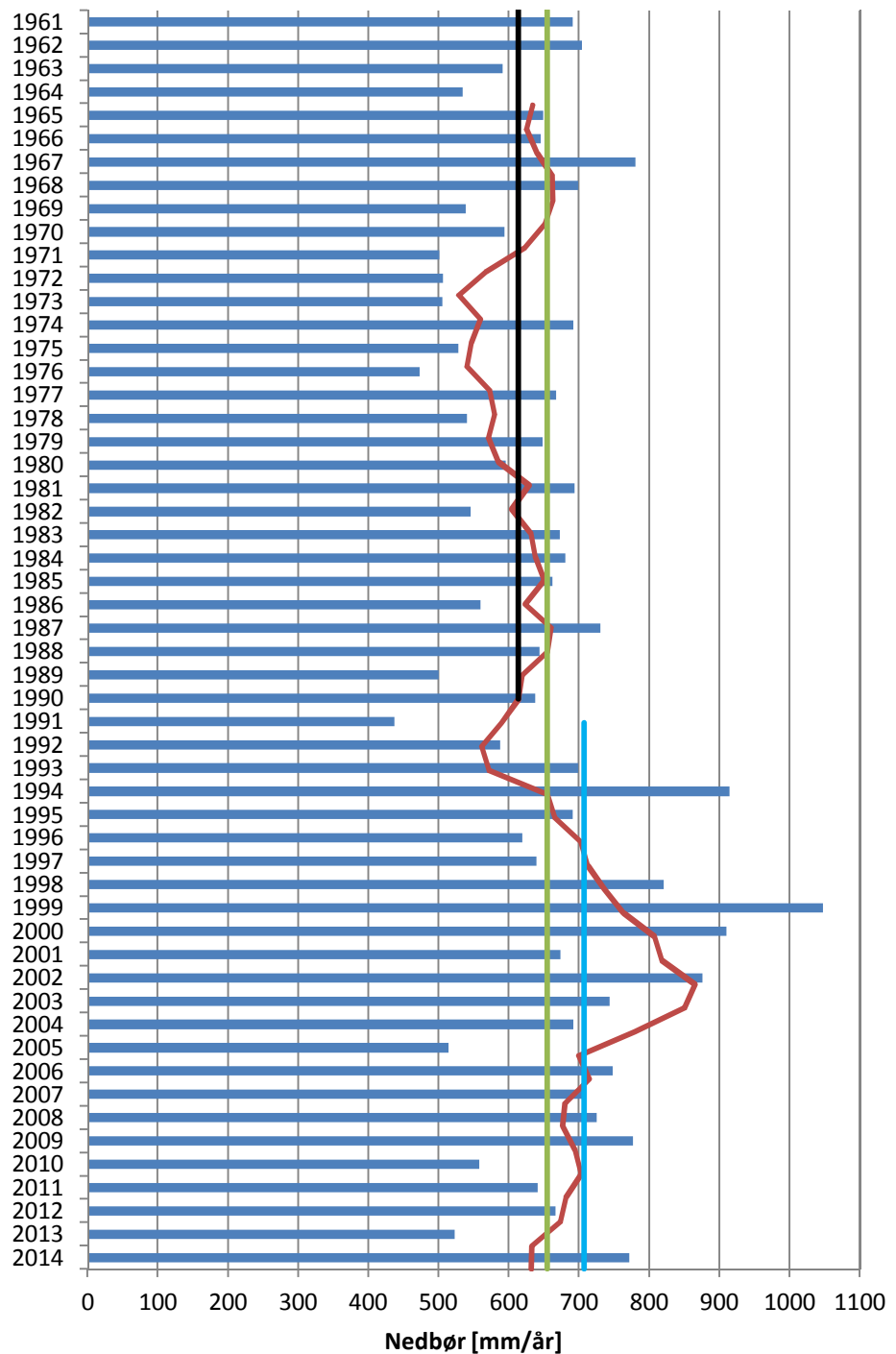
#### 4.1.1 Sammenfatning

Grundvandsstandsdata viser, at grundvandsstanden i Skagen by siden oktober 2015 har stået mindre end 1 m under terræn, og i perioder har grundvandet har stået i terræn eller er kun ca. 10 cm under. Dette stemmer overens med, at respondenterne i interessantanalysen fortæller om problemer med blankt vand på terræn.

#### 4.2 Nedbør

I analysen indgår månedlig nedbørsdata for Skagen området fra 1961 – 2001. For perioden 2002 – 2014 har NIRAS indhentet ugentligt nedbørsdata fra DMI. Den gennemsnitlige nedbørsmængde over hele perioden er 655,2 mm/år. For perioden 1961 – 1990 er den gennemsnitlige nedbør 613,5 mm/år, mens den for perioden 1991 – 2014 er 707,5 mm/år. Der er således en stigning på knap 100 mm/år fra referenceperioden 1961-1990 til perioden 1991 – 2014. Nedbørstigningen vurderes at give en øget grundvandsdannelse mellem 50.000 og 100.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>. Denne stigning af den gennemsnitlige nedbør fra perioden 1961 – 1990 til perioden 1991 - 2014 er en medvirkende årsag til øget grundvandsstand i Skagen. Det bemærkes at nedbøren i 2014 er ca. 10 % over gennemsnittet for perioden 1991-2014. Dette svarer til, at der dannes ca. 40-50.000 m<sup>3</sup> mere grundvand per km<sup>2</sup>.

Ved at sammenholde det årlige nedbør med et 5-års glidende gennemsnit ses det (Figur 6), at den gennemsnitlige 5-års nedbørsmængde i perioden 1991 – 2000 var kraftig stigende med et 5-års gennemsnit på 572,1 mm i 1991 til 865,5 mm i 2000. Siden 2000 har den 5-års glidende gennemsnitlige nedbørsmængde dog generelt været faldende.



Figur 6. Årlig nedbør i Skagen fra 1961 – 2014. Grøn linje viser gennemsnittet for perioden 1961 – 2014. Sort linje viser den gennemsnitlige nedbør over perioden 1961 – 1990. Blå linje viser gennemsnittet for perioden 1991 – 2014. Rød linje markerer det 5-års glidende gennemsnit.

I fremtiden forventes det, at nedbøren i Danmark vil stige med mellem 1,6 % - 6,9 % i 2081 – 2100 ift. referenceperioden 1986 – 2005. Nedbøren vil fordele sig

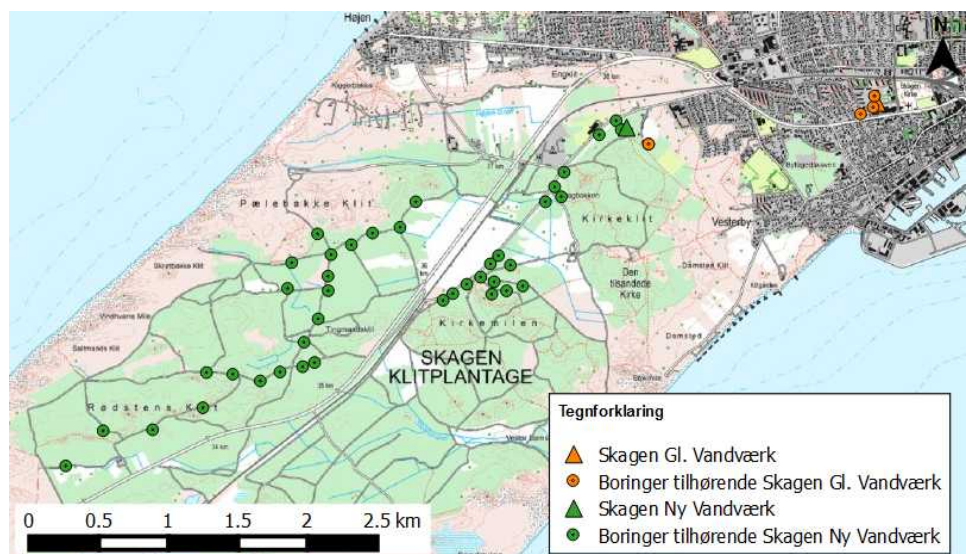
forskelligt på de fire årstider. Den største stigning i nedbør vil ses om vinteren, mens der om sommeren forventes en reduktion i nedbøren. Dette vil være medvirkende til en fremtidig hævnning af grundvandsstanden i Skagen i vinterhalvåret, samtidig er det problematisk, at det forventes nedbørsintensiteten stiger med flere og kraftigere skybrud til følge (i sommerhalvåret) /1/.

#### 4.2.1 Sammenfatning

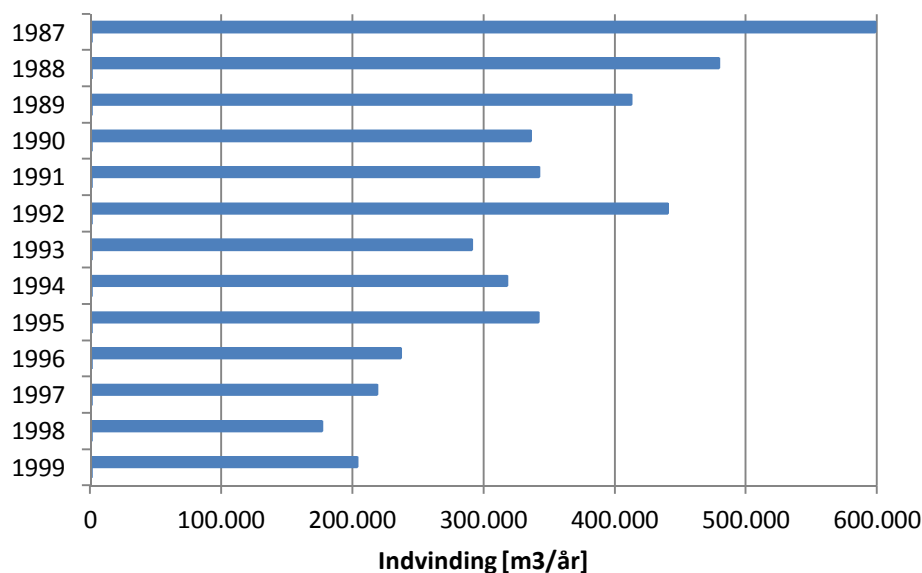
Dataet for nedbør viser, at der er en tendens til øget gennemsnitsnedbør i perioden 1991 – 2014 i forhold til perioden 1961 – 1990. Denne øgede nedbørsmængde bidrager til en øget grundvandsdannelse, hvilket bidrager til problemerne med høj grundvandsstand i Skagen. De forventede fremtidige nedbørsstigninger vil yderligere øge grundvandsstand i Skagen.

### 4.3 Vandindvinding til drikkevandsformål

I 1934 blev det første almene vandværk i Skagen taget i brug. Dette vandværk var opført på Kirkevej 21 og siden udvidet i 1973, og havde borer tilknyttet, som indvandt vand fra byområdet i en linje fra Kirkevej til Hedevej (se Figur 7). Vandværkets indvinding i perioden 1987 – 1999 er vist på Figur 8. I 1999 blev vandværket taget ud af drift, hvilket formodes at kunne have påvirket grundvandsstanden i Skagen by.

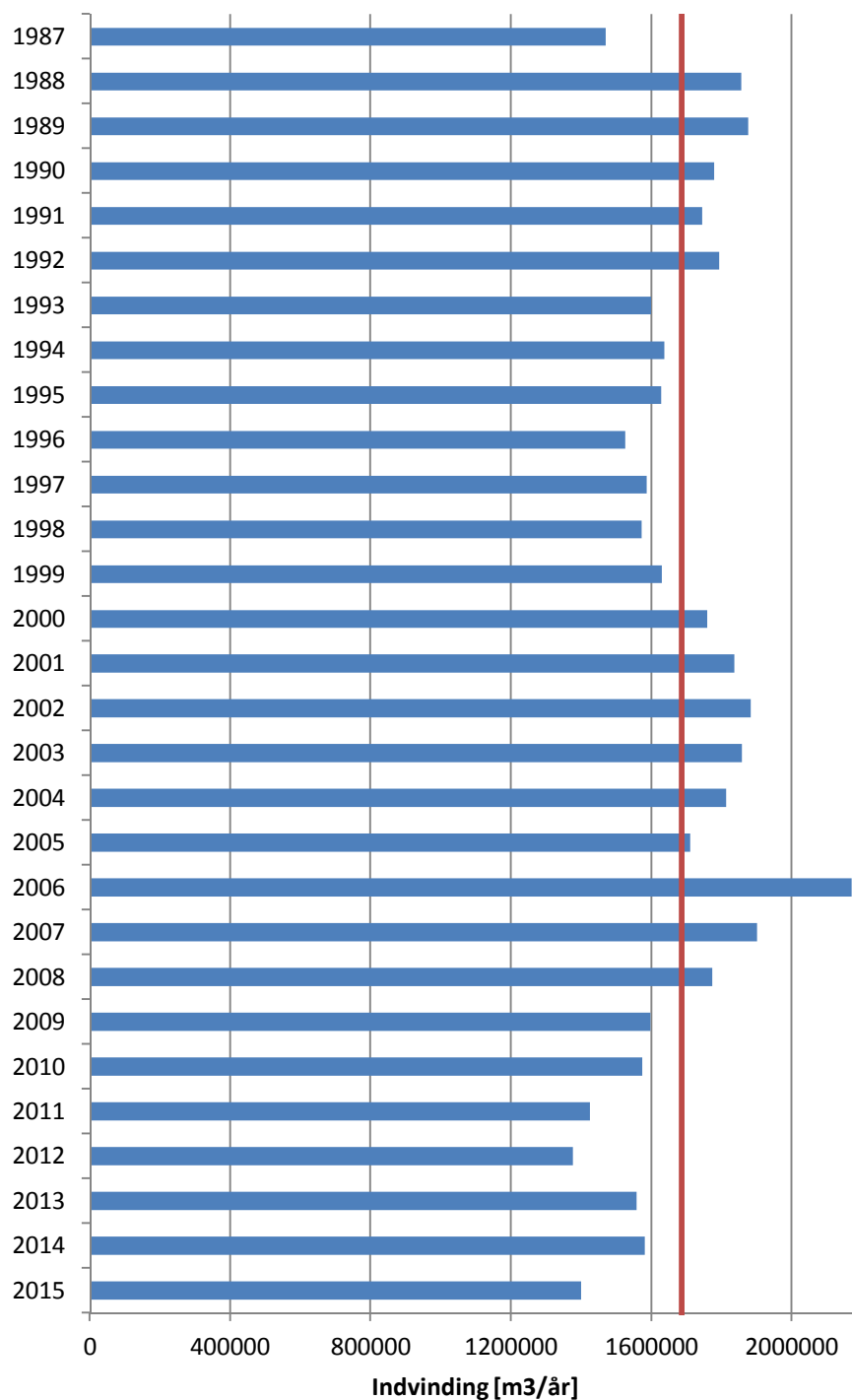


Figur 7. Placering af gammelt og nyt vandværk i Skagen samt deres indvindingsboringer.



Figur 8. Årlig grundvandsindvinding i perioden 1987 – 1999 fra Skagens gamle vandværk på Kirkevej 21.

Det nuværende Skagen Vandværk blev opført på Gl. Landevej 49 i 1957 og udvidet i 1984, og havde en indvindingstilladelse på 3.500.000, som senere blev reduceret til 1.951.000 m<sup>3</sup>/år pga. faldende vandforbrug. Den årlige grundvandsindvinding i perioden 1987 – 2015 fremgår af Figur 9. Det ses, at der periodevist indvindes hhv. mindre og mere end gennemsnittet over hele perioden. Fra 2009 er der en tendens til at vandindvindingen ligger under gennemsnittet for hele perioden. Vandindvindingen ligger dog inden for den forventede normale variation.

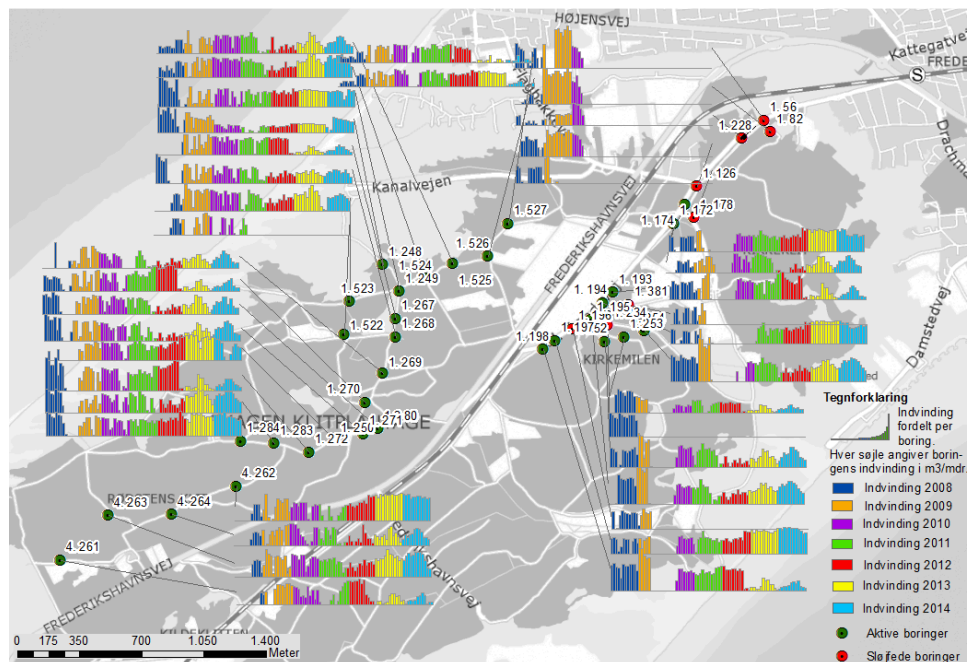


Figur 9. Årlig grundvandsindvinding i perioden 1987 – 2015 fra kildepladsen i Skagen Klitplantage tilknyttet Skagen Ny Vandværk på Gl. Landevej 49. Rød linje angiver gennemsnittet på 1.686.393 m<sup>3</sup>/år.

På grund af højt kloridindhold og forekomst af pesticider er indvindingen i Skagen klitplantage blevet omlagt i perioden 2006-2010, så den spredes over et større areal og på flere boreriger (mere skånsom indvinding og ydelsen per bo-



ring reduceres som krævet i midlertidig indvindingstilladelse fra Nordjyllands Amt i 2005 og fastholdt i Frederikshavn Kommunes tilladelse i 2008) i den vestlige del af Skagen Klitplantage og i området syd herfor. Denne omlægning er udført for at sikre en bæredygtig udvikling i grundvandskvaliteten på kildepladsen. Figur 10 viser udviklingen i de enkelte boringers indvinding.



Figur 10. Indvindingen 2008-2014 på boringsniveau.

Af Figur 10 ses det, at indvindingsboringerne nærmest Skagen by er blevet sløjfet i 2010 pga. højt kloridindhold og pesticider. Dette kan have haft en påvirkning af grundvandsstanden i nærliggende områder.

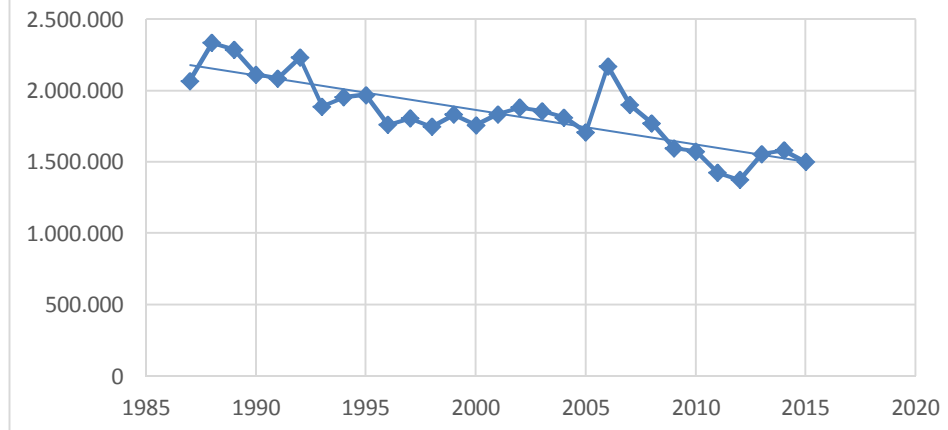
Frederikshavn Vand er pålagt at reducere vandindvindingen med mindst 500.000 m<sup>3</sup>/år for at opblende med vand fra Tolne, for på den måde at overholde nationale krav til drikkevandskvalitet i Skagen forsyningsområde, og planlægger endelig stoppe vandindvindingen helt i Skagen Klitplantage omkring 2030-35.

#### 4.3.1 Sammenfatning

Vandindvindingen til drikkevandsformål i Skagen blev i perioden 1934 – 1999 og siden 1957 foretaget af hhv. Skagen gamle vandværk og Skagen ny vandværk. Det gamle vandværk blev udfaset i perioden 1993 - 1999.

Den generelle udvikling i vandforbruget i Skagen er i perioden 1987 til 2015 faldet fra 2,3 mio. m<sup>3</sup>/år til 1,5 mio. m<sup>3</sup>/år, jf. Figur 11.

## UDVIKLING I VANDFORBRUG 1987-2015 I SKAGEN



Figur 11. Udvikling i brutto vandforbruget i Skagen i perioden 1987 til 2015

### 4.4 Løsninger på privat grund

Det danske bygningsreglement § 4.6 stk. 3 anfører. At ”Konstruktioner skal udføres på en sådan måde, at regn, sne, overfladevand, grundvand o.lign. ikke medfører fugtskader og fugtgener. Der skal i nødvendig omfang drænes under og omkring bygninger. Dræning skal udføres i overensstemmelse med DS 436, norm for dræning af bygværker”. Det medfører, at DS 436 er at betragte som et kapitel i bygningsreglementet og dermed får lovstatus.

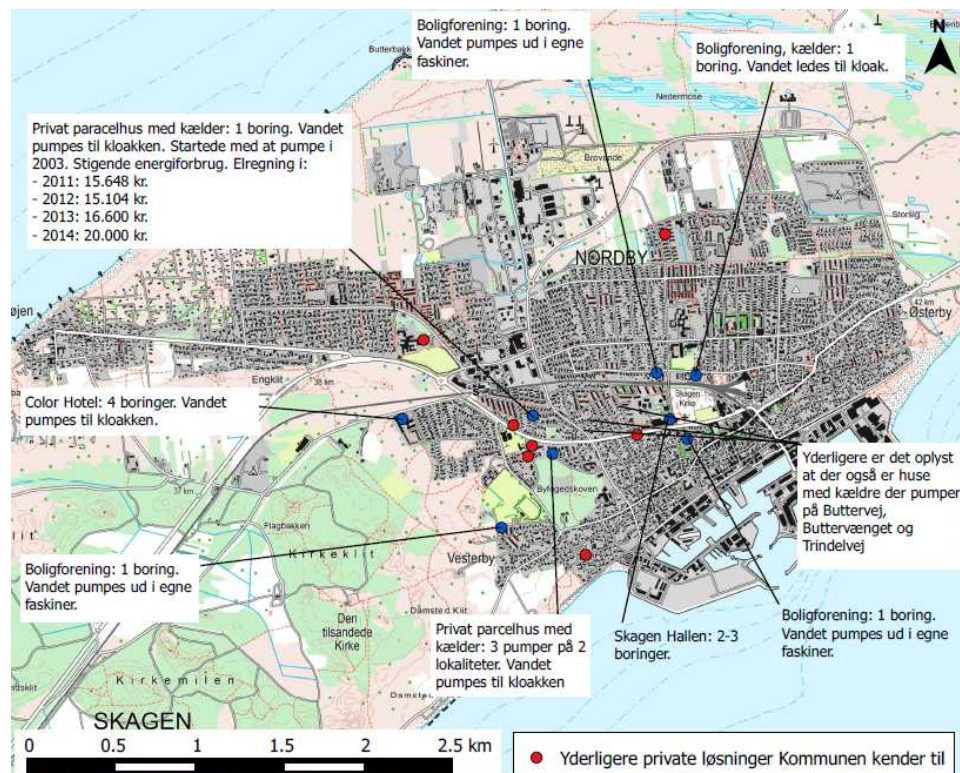
I Skagen Kommunes Spildevandsplan 2005 /8/ og i afsnit 12.3 i Frederikshavn Kommunes Spildevandsplan 2012-16 /7/ er det anført, at spildevand og drænvand fra stueplan kan afledes til kloak. Fra dybereliggende niveauer skal grundejeren selv etablere nødvendige pumpeforanstaltninger, og grundejeren er forpligtet til for egen regning at bekoste drift og vedligehold af private kloakanlæg på egen grund.

Tilslutning af regnvand til kloak kræver særskilt tilladelse, og der vil i visse tilfælde blive stillet krav om maksimalt flow i l/s og evt. anlæg af forsinkelsesmulighed. Desuden er der muligheden for nedsivning i faskiner samt mulighed for etablering af omfangsdræn til sikring af konstruktioner, som beskrevet ovenfor.

I Skagen by er der flere steder lavet forskellige løsninger for at forhindre grundvandet i at trænge ind i bygninger, boliger og specielt kældre. Der er kun i meget få tilfælde søgt om tilladelse til udførelse og tilslutning til kloaksystemet. Derfor er det uvist, om de ”uautoriserede” etablerede løsninger lever op til BR10 DS436. NIRAS har via interessentanalysen snakket med flere boligejere og boligforeninger, der har etableret løsninger, for at få kendskab til omfanget. Figur 12 viser, hvor der er etableret løsninger. Kommunen havde yderligere kendskab til nogle etablerede løsninger. Disse er også markeret på kortet. Desuden oplyser Forsy-

ningen, at i området omkring det gamle vandværk på Kirkevej (jf. Figur 7) har flere beboere installeret grundvandspumper.

Generelt er den subjektive opfattelse, at pumperne kører mere end de tidligere har gjort. En privat parcelhusejer har via elregningen vist (jf. Figur 12) et stigende energiforbrug specielt fra 2013 til 2014, som følge af pumpen kører mere (elpriserne har været nogenlunde konstante i perioden).

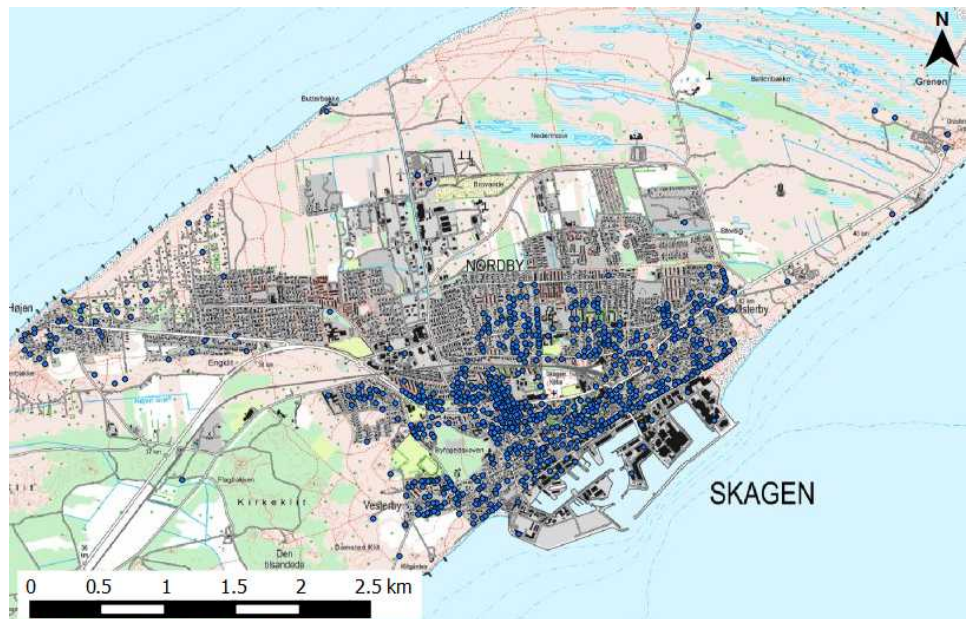


Figur 12. Private løsninger i Skagen. Blå prik angiver dem NIRAS har været i kontakt med i forbindelse med interessentanalysen. Rød prik er yderligere private løsninger Kommunen kender til. Der er ikke udført en triangulering, hvor den kvalitative undersøgelse sammenlignes med eksisterende faktuelle oplysninger eller kvantitative undersøgelser for at bekræfte validiteten.

Oftentimes har boligejerne og boligforeningerne oplyst, at de ikke har særligt kendskab til egne løsninger. Derfor er det kun i få tilfælde, det vides, hvornår pumpningen startede, og hvor meget der pumpes.

Yderligere blev det nævnt, at det menes, alle huse med kældre pumper (huse med kældre er vist på Figur 13). I det tilfælde er der mange boringer i Skagen, eller, hvis de ikke har sådanne, vil mange boligejere i fremtiden sandsynligvis få problemer, som de kan løse gennem etablering af anlæg, som beskrevet i BR 10 og DS 436.

Det blev også nævnt, at mange huse i Skagen har private boringer til havevanding.



Figur 13. Blå prikker angiver huse med kældre.

#### 4.4.1 *Sammenfatning*

Der findes en del løsninger med anlæg på privat grund i Skagen, som er lavet i forbindelse med problemer med grundvand. Oplysninger om, hvornår disse er udført, og hvor meget de pumper er sjældent tilgængeligt. Ligesom det nøjagtige antal afværgeboringer i Skagen er ukendt, da der ikke er ansøgt om de foreskrevne tilladelser. Det er dog den generelle subjektive holdning, blandt respondenter NIRAS har interviewet, at drænpumperne kører mere end de tidligere har gjort.

#### 4.5 **Grøfter og vandløb**

Området omkring Skagen har naturligt skulle afvandes. Således ses det på målebordsblade fra 1842 – 1899 (Figur 14) og 1901 – 1971 (Figur 15), at der på det tidspunkt allerede var gravet grøfter/afvandingskanaler. Nogle af disse kan genfindes på nuværende kort (Figur 16). Det ses også hvordan afvandingssystemet er blevet udvidet fra det første målebordsblad til det andet.



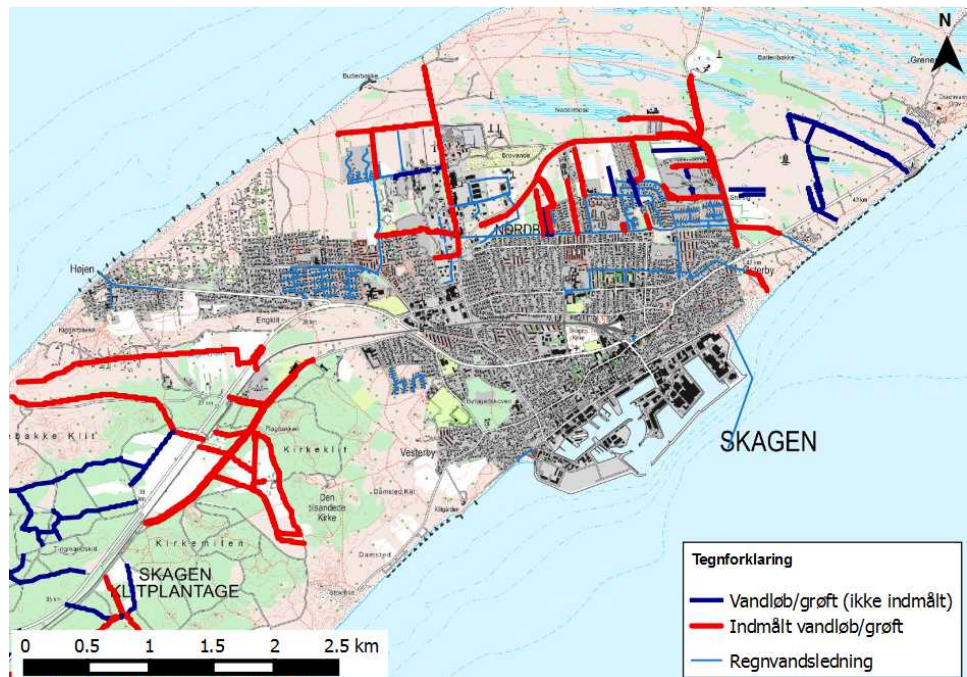
Figur 14. Høje målebordsblad 1842 – 1899.



Figur 15. Lave målebordsblad 1901 – 1971.

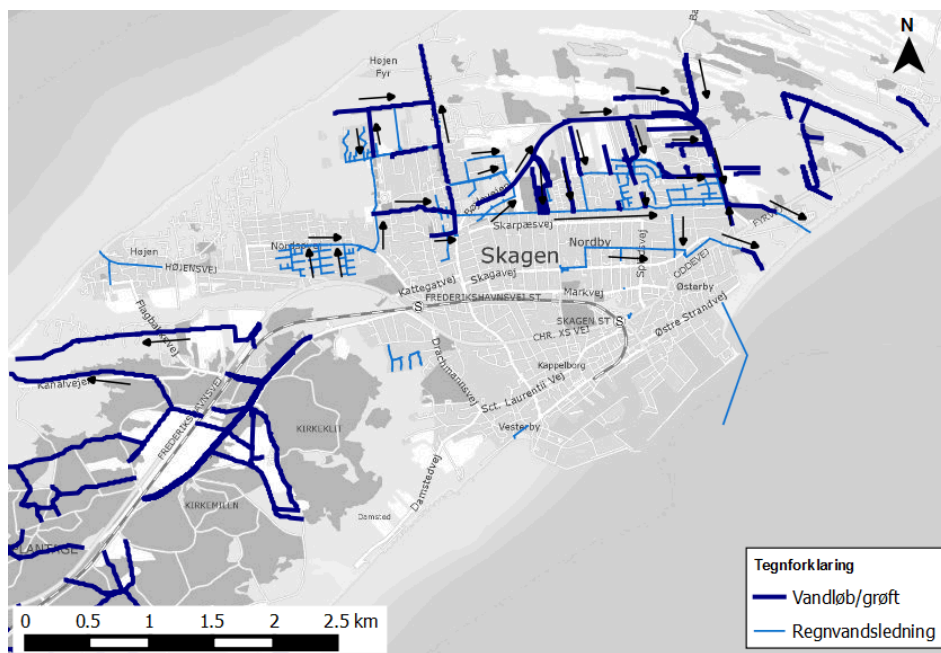
I dag er Skagen by udbygget og nogle af grøfterne er rørlagte. Samtidig er der lavet nye grøfter og nogle ældre grøfter er med tiden fjernet eller tilgroet. Det reducerede antal grøfter kan også være en medvirkende årsag til nogle af problemerne med høj grundvandsstand. Figur 16 viser således nuværende indmålte og ikke indmålte vandløb og grøfter i Skagen, samt rørlagte regnvandsledninger.

Beskrivelser af de enkelte grøfter kan findes i bilag 6. Uddybende beskrivelser i /3/.



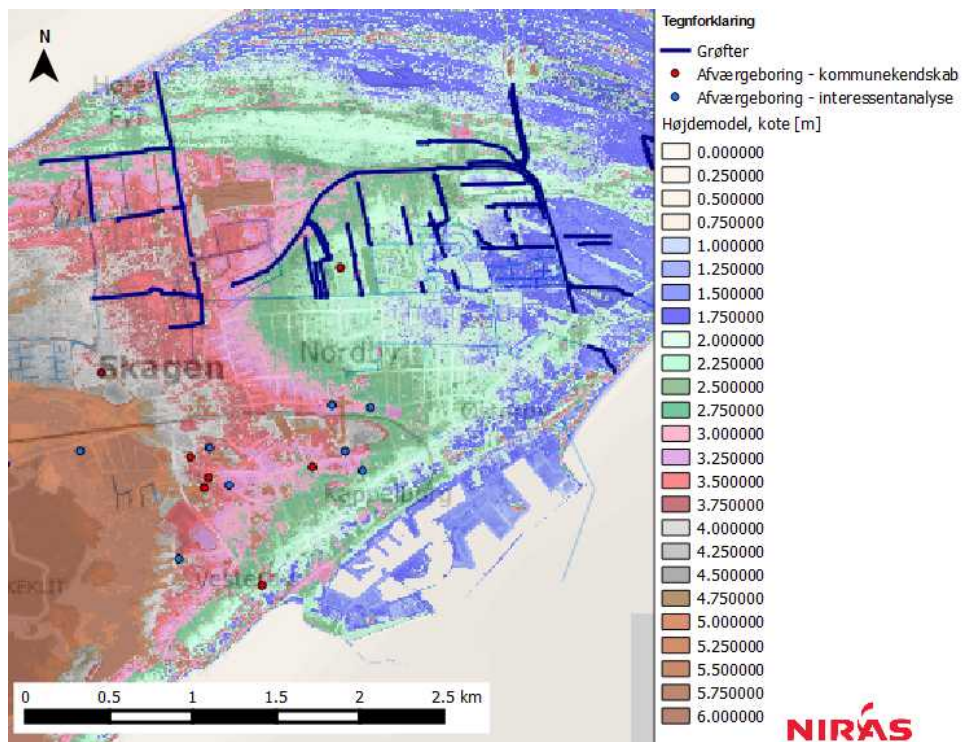
Figur 16. Indmålte og ikke indmålte vandløb og grøfter i Skagen. Desuden er regnvandsledninger vist.

Vandløbene og grøfternes strømningsretninger er vist på Figur 17. Overordnet ses det, at vandet samles til tre hovedudløb: Fyrgrøften, Hvidegrøften og Buttergrøften. Herfra udledes det til havet.



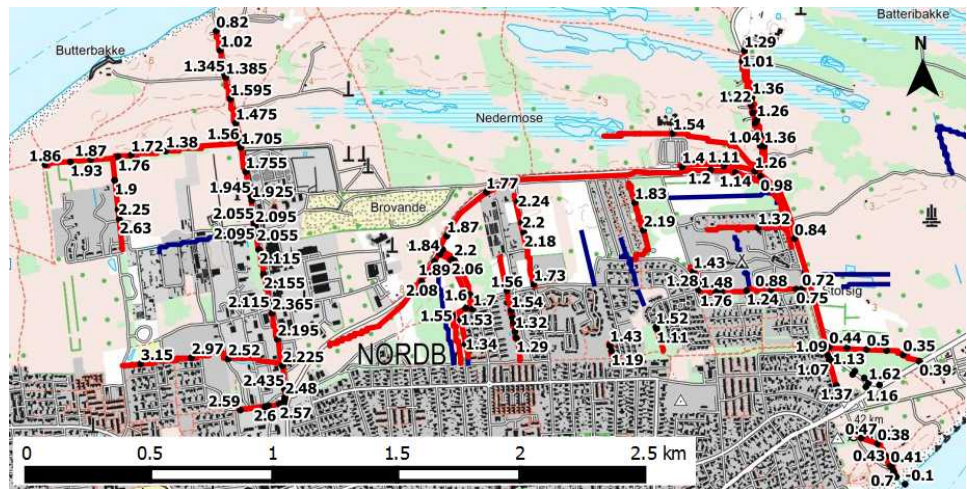
Figur 17. Strømningsretninger angivet med pile.

Topografisk er Skagen relativt flad. Store dele af byen ligger under kote 3 m, jf. Figur 18. Dette gør byen udsat både i forhold til høj grundvandsstand samt oversvømmelser. Ligeledes vanskeliggør det også grøfternes afledning af vand.

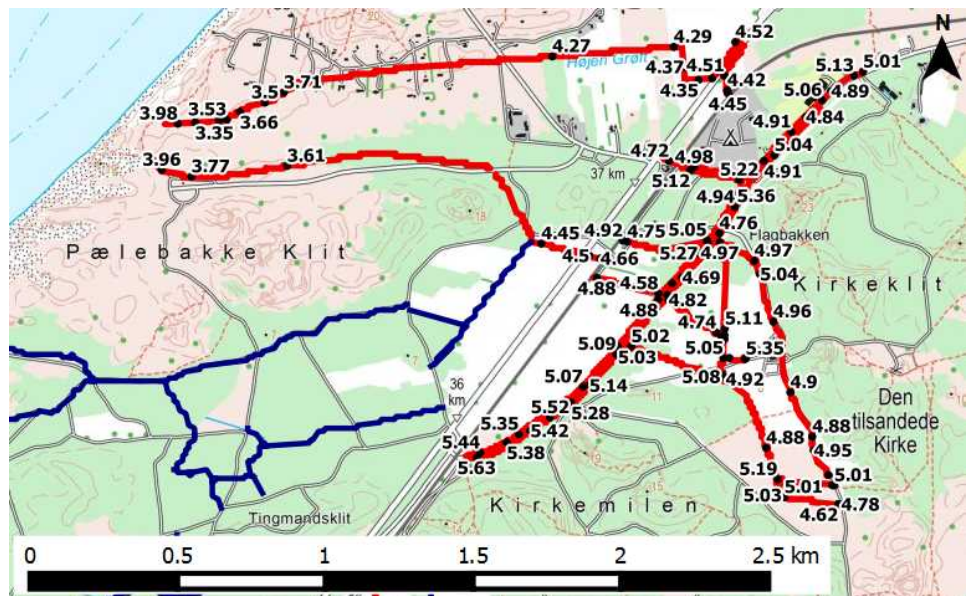


Figur 18. Topografien i og omkring Skagen. DHM baseret på 0,4 m grid.

Vandløbenes/grøfternes bundkoter er vist på Figur 19 og Figur 20. Koterne for de rørlagte regnvandsledninger er vist på Figur 21. Koterne afspejler det flade terræn.

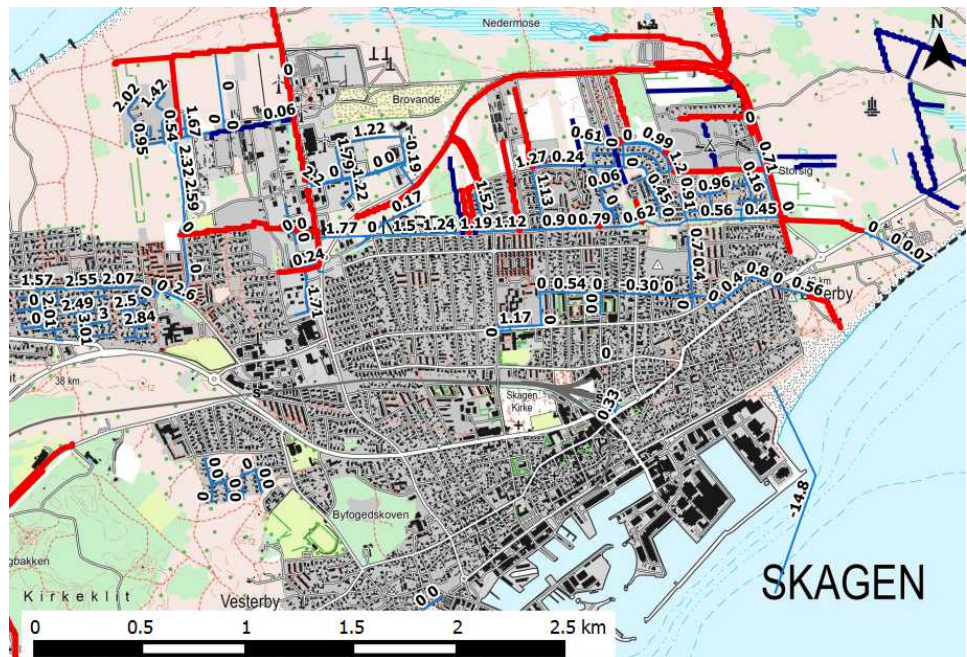


Figur 19. Bundkoter for vandløb/grøfter i Skagen.



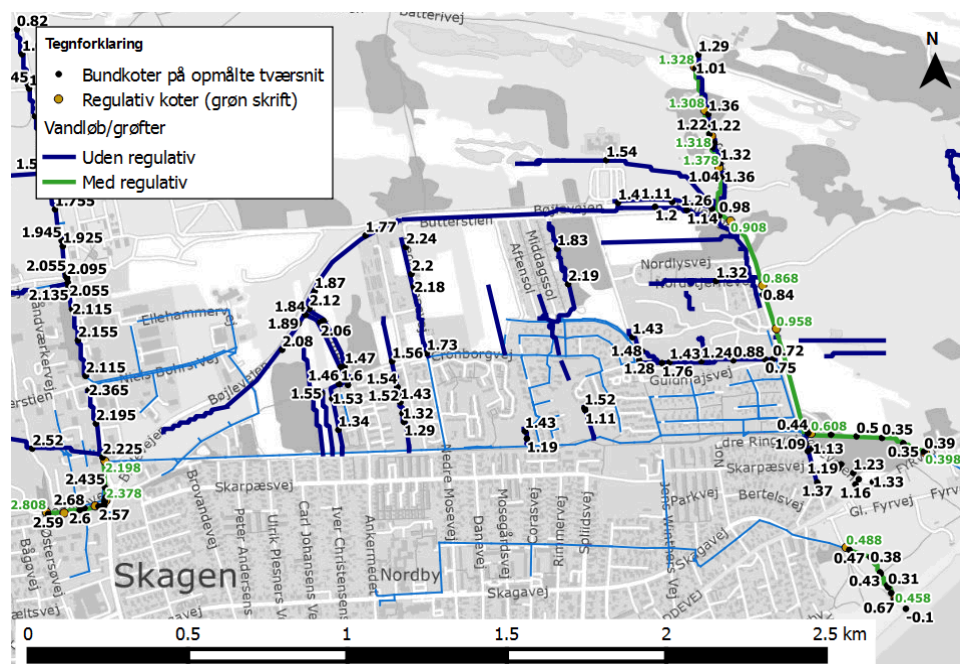
Figur 20. Bundkoter for vandløb/grøfter syd for Skagen.





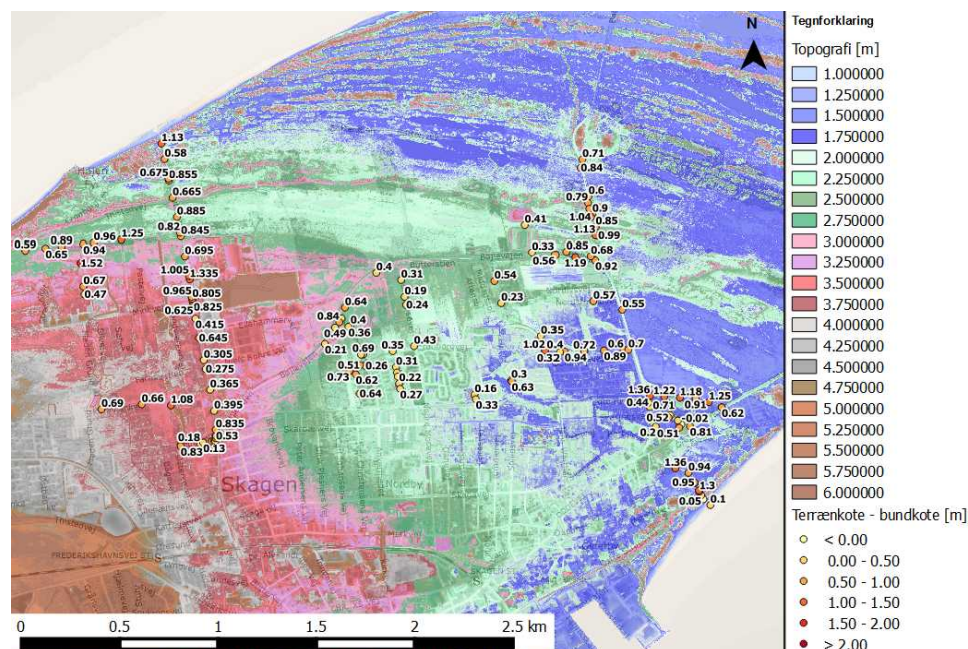
Figur 21. Koter for regnvandsledninger.

For Hvidegrøften, Fyrgrøften og Batterivejs Vester grøft findes der regulativer fra 1996. De fastsatte bundkoter fra regulativerne er vist på Figur 22 sammen med de nuværende bundkoter. Heraf ses det, at regulativerne ift. bundkoter overordnet set er overholdt (tværsnit er ikke kontrolleret – men på T&M udvalgets møde 8. september 1999 pkt. 232. blev det vedtaget: *”Vandløbskvaliteten i offentlige vandløb er i de senere år søgt forbedret gennem en skånsom vandløbsvedligeholdelse, hvor anvendelsen af maskinoprensning begrænses mest muligt”*).

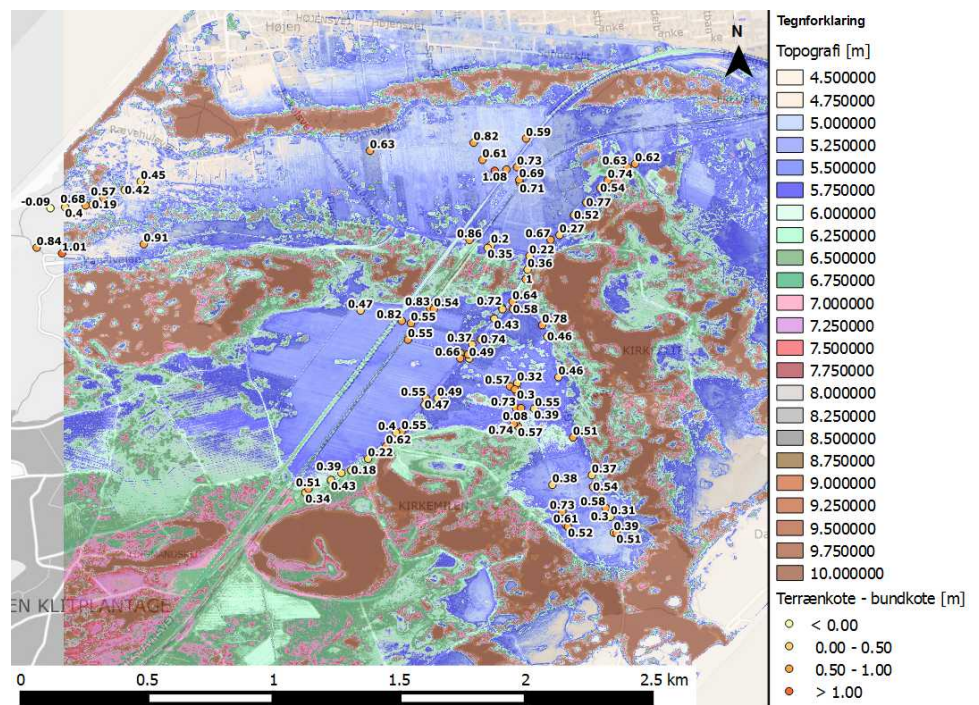


Figur 22. Vandløb og grøfter med (grøn) og uden (blå) regulativ samt regulativ bundkoterne (grønne tal) og bundkoter for opmålte tværsnit (sorte tal).

Vurderes forskellen mellem terrænkoten og bundkoten i de opmålte vandløb/grøfter (Figur 23 og Figur 24), ses det, at der er en meget lille maksimal afvandingsdybde, da det generelt er gældende at (terræn minus bundkote) < 1 meter.

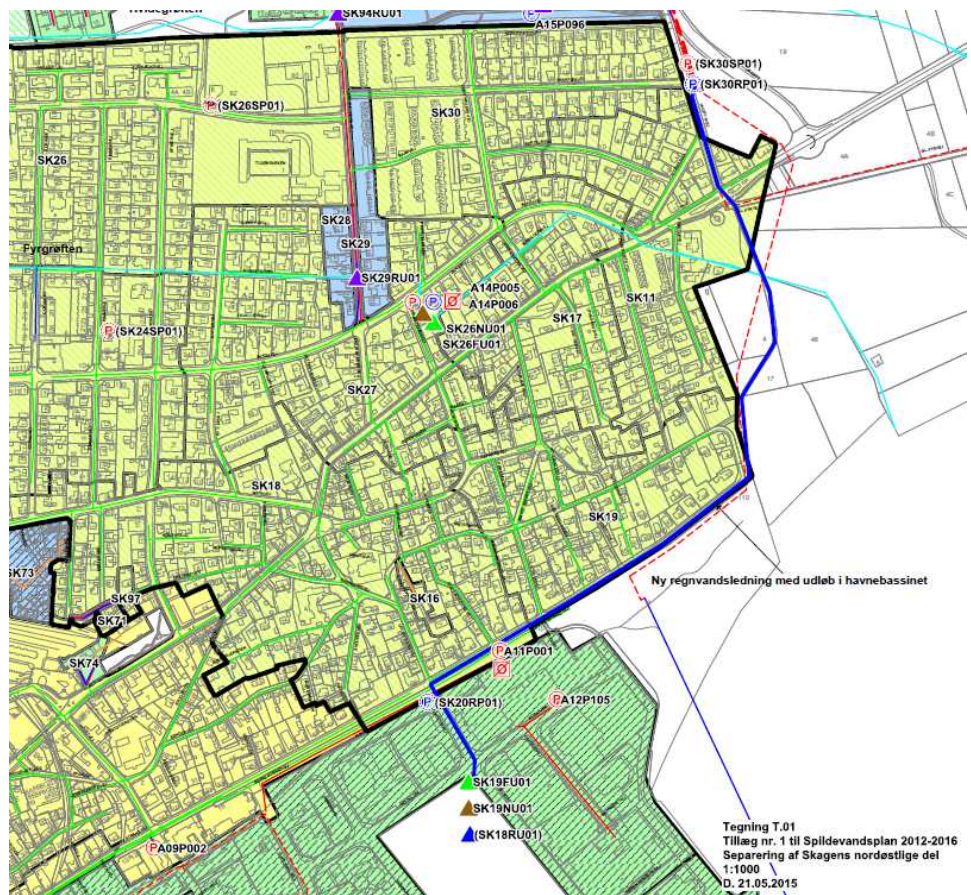


Figur 23. Forskel [m] mellem terrænkote og bundkote på opmålte vandløb/grøfte tværsnit i Skagen.



Figur 24. Forskel [m] mellem terrænkote og bundkote på opmålte vandløb/grøfte tværsnit syd for Skagen.

I de kommende år (2016-2030) er det meningen at den nordøstlige del af Skagen by skal separatkloakeres (jf. afsnit 4.6). I den forbindelse skal der etableres et nyt regnvandssystem inklusiv pumpestation som skal have udløb i Skagen havns østligste havnebassin (Østbassin 2) ved Coastervej. Figur 25 viser forløbet af den nye regnvandsledning /4/.



Figur 25. Forløb af ny regnvandsledning (blå streg) med udløb i Skagen havns østligste havnebassin /4/.

#### 4.5.1 Sammenfatning

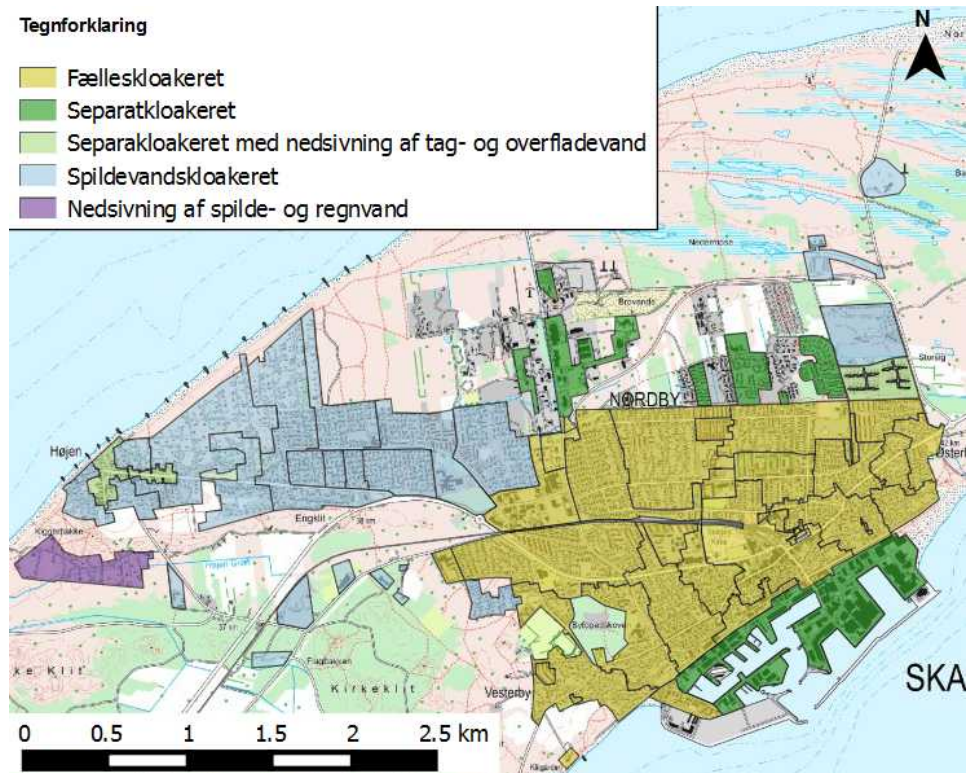
Historisk set har området omkring Skagen været afvandet via grøfter. Således viser høje og lave målebordsblade, at grøfteintensiteten nord for jernbanen har været højere end den er i dag. Ligeledes ses det, at der er grøfter i den sydøstlige del af Skagen, som med tiden er blevet sløjfet. Dette kan være en medvirkende årsag til nogle af problemerne med høj grundvandsstand.

Vandløbsbundkoterne går fra kote 0 m til kote ca. 2 – 2,5 m (overordnet set overholdes regulativerne fastsatte bundkoter). Dette afspejler det relative flade terræn og gør at vandet ikke afledes væk hurtigt. Samtidig vil opstuvninger fra højvande ses langt op i systemet og være medvirkende til at vandet ikke kan afledes. Ved samtidige højintensive regnhændelser kan det medvirke til oversvømmelser.

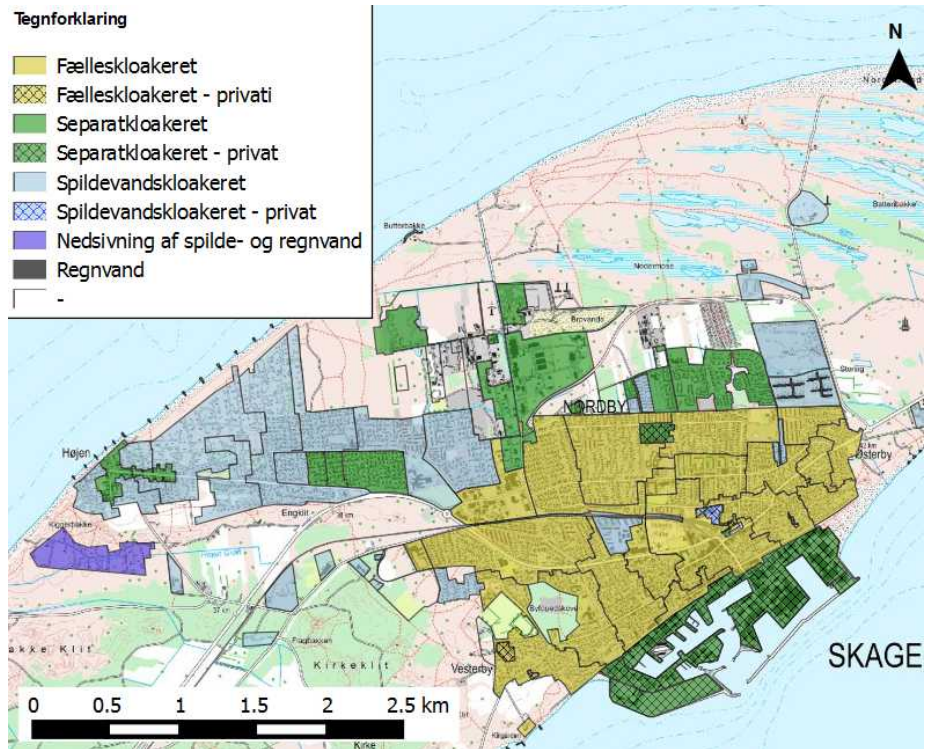
Det flade terræn afspejler sig også i den lille maksimale afvandingsdybde hvor (terræn minus bundkote) < 1 meter.

#### 4.6 Kloaksystemet, separatkloakeringens fremdrift og uønsket vand

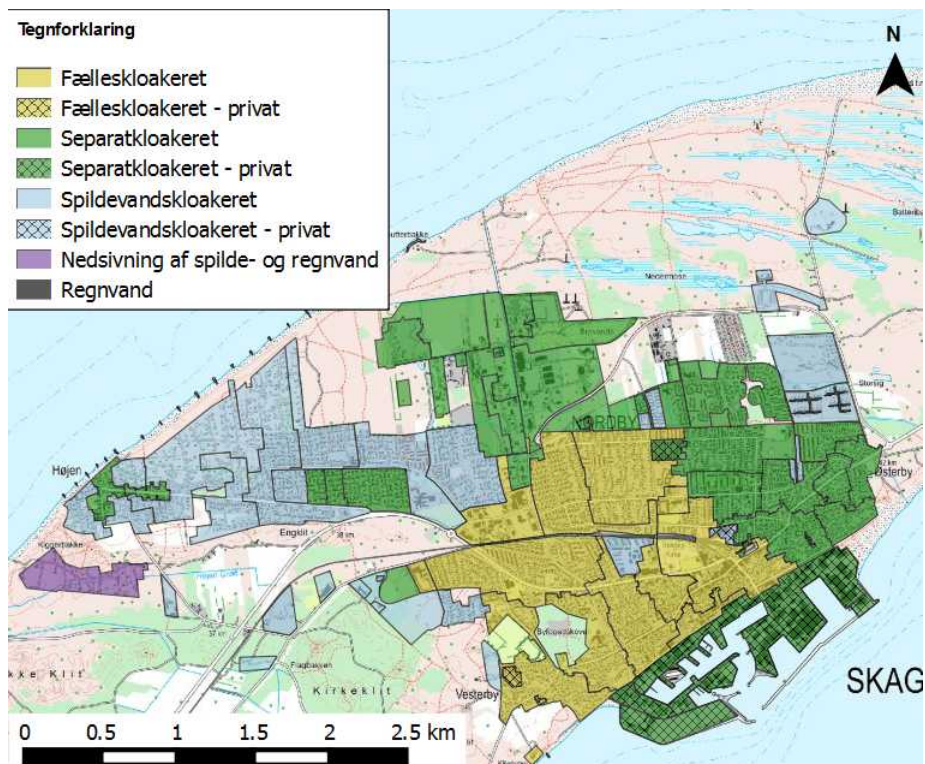
Kloakeringsforholdene i 2003, 2012 og fremtidige planer er vist på hhv. Figur 26, Figur 27 og Figur 28. I Skagen er yderområderne enten spildevandskloakeret eller separatkloakeret. Hvorimod det meste af midtbyen er fælleskloakeret (Figur 27).



Figur 26. Oversigt over kloakeringen i 2003 i Skagen.



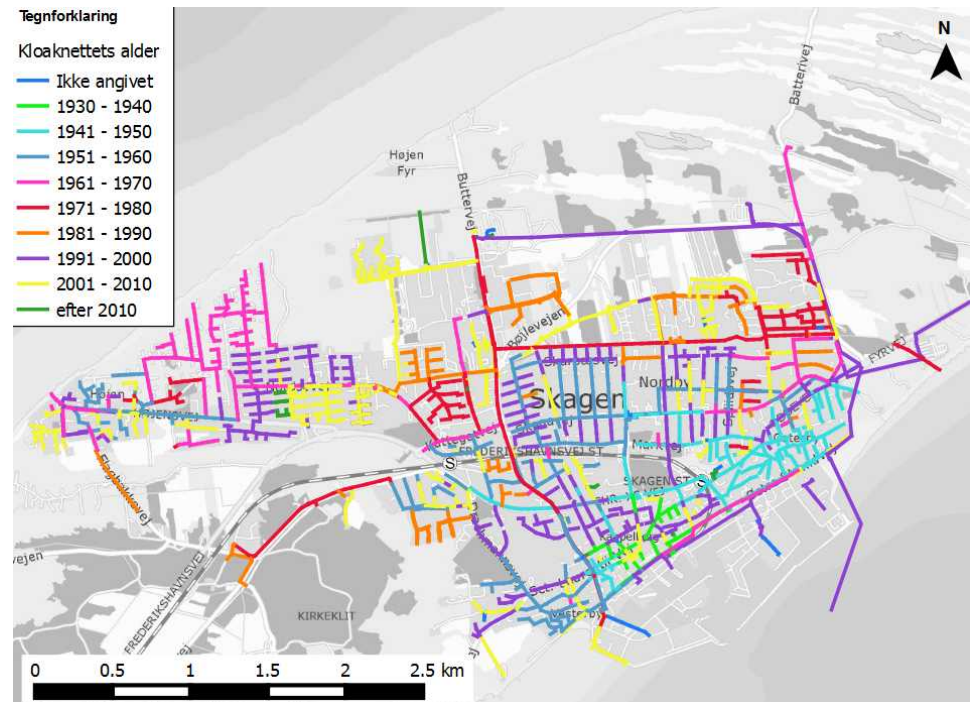
Figur 27. Oversigt over nuværende kloakering (status 2012) i Skagen.



Figur 28. Oversigt over planlagt fremtidig (2012 og fremefter) kloakering i Skagen.

Af Figur 28 fremgår det, at der er planer om at omlægge den nordøstlige del af Skagen fra fælleskloakering til separatkloakering. Ligeledes er der planer om, at udvide i den nordlige del. Denne del er planlagt at blive separatkloakeret.

Kloakledningernes anlægsalder er vist på Figur 29. Heraf ses det, at de ældste rør er fra perioden 1930 – 1940. Derefter er kloaknettet løbende udbygget. Figur 30 viser kloakrørenes anvendelse.



Figur 29. Kloakledningernes anlægsalder.



Figur 30. Kloakrørenes anvendelse.

---

Ved omlægning fra fælleskloakering til separatkloakering vil gamle og utætte rør blive fjernet. Disse utætte rør har eventuel en drænende effekt, som ved omlægning vil mindskes/forsvinde, det samme gælder for private stikledninger på de enkelte ejendomme. Dette vil have indflydelse på grundvandsstanden; men forholdet kan opvejes af etablering af omfangsdræn og afledning til ny regnvandskloak, og alt andet lige betyde en forbedring af de enkeltes grundejeres afvandsingsforhold.

I forhold til uønsket vand (indbefattende indsivning, fejlkoblinger og drænpumpninger, der går i kloaksystemet uden tilladelse) er den målte tørvejsmængde på Skagen renseanlæg i 2012 2.964.880 m<sup>3</sup>/år. Indvindingen fratrukket skyllevand for samme år var 1.375.000 m<sup>3</sup>/år. Hermed er estimeret på uønsket vand ca. 1,6 mio. m<sup>3</sup>/år. Dette omfatter også vand fra eksisterende omfangsdræn, som pr. definition ikke er uønsket, men netop en nyttig effekt i den aktuelle situation.

#### 4.6.1 Sløjfning af septiktanke

I 1995 var der ca. 5.000 private septiktanke i Skagen (T&M udvalgmøde den 8. september 1999 pkt. 223), dette tal var faldet til ca. 4.000 i 2000 og ca. 3.000 i 2006 (10954 – pkt. 13B6 Uddrag af spildevandsplaner fra de 3 kommuner), og med indførelse af tømningsordningen i 2007 må det forventes yderligere fald i antallet.

Septiktankene var alle gamle, og bestod normalt af 1 m brøndringe, og var 2 - 3 m dybe, og stammede fra tiden før etablering af renseanlæg i Skagen, det må derfor formodes, at de ikke var tætte og havde derfor, en drænende effekt. Denne effekt må antages reduceret i takt med sløjfningen af disse tanke, og kan have større indflydelse på grundvandsstanden end reovering af kloakledningerne.

#### 4.6.2 Sammenfatning

Overordnet er mindre områder fra 2003 – 2012 blevet separatkloakeret. Derudover er en række delstrækninger blevet reoveret siden 1991. Yderligere er der omfattende planer om separatkloakering i den østlige del af Skagen. Det formodes at disse ændringer kan have en indvirkning på grundvandsstanden, da dræningseffekten forårsaget af gamle, utætte rør ophører ved erstatning af nye, tætte rør. Dette opvejes dog af forbedret mulighed for at få tilsluttet fx drænvand til de nye kloakledninger.

Sløjfning af septiktanke har reduceret drænmulighederne på private parceller og kan have påvirket grundvandsstanden.

### 4.7 Landsenkning og havstigning

Efter sidste istids afsmeltning af isen har der været en landhævning af Nordjylland. Ved spidsen af Skagen Odde er denne almindelige landhævning ca. 1 mm/år. Trods dette oplever det yderste af Skagen Odde en overordnet landsenkning, da der sker en sætning af de aflejrede sedimentter, som overhaler den



---

almindelige landhævning. Således er det beregnet, at den samlede landsænking ved Skagen Odde i perioden 1942 – 1982 er ca. 0,5 mm/år. Præcisionsniveaulementer udført i perioden 1942 – 1982 viser en sætning på ca. 25 mm fra 1942 – 1953 (ca. 2,5 mm/år) og ca. 25 mm fra 1953 – 1982 (ca. 0,9 mm/år) og hævnings på ca. 20 mm fra 1982 – 1991 (ca. 2 mm/år). Således er de observerede landsænkninger lidt større end de beregnede. Landhævningen i perioden 1982 – 1991 kan ikke umiddelbart forklares. Det vurderes dog, at kunne skyldes andre bevægelser i undergrunden /2/.

Den fremtidige landsænking for spidsen af Skagen Odde forventes stort set overstået. Således er den beregnet landsænking i perioden 2000 – 2200 omkring 6 cm (0,03 mm/år), hvoraf der er en sænkning på ca. 2 mm i perioden 2010 – 2020 (ca. 0,2 mm/år) /2/.

I takt med landsænkningen forventes havvandstanden at stige. Således forventes vandstanden omkring Danmark at stige 0,3 - 0,6 meter fra 1986 – 2005 til 2081 - 2100. DMI vurderer, at den øvre grænse for vandstandsstigning er 1,2 meter /5/. Vandstandsstigningen er dog usikker. Frederikshavn Kommune har i deres klimatilpasningsplan valgt at arbejde med en estimeret havstigning på 50 cm frem mod 2050 /6/.

#### 4.7.1 *Sammenfatning*

Det stigende havvandspejl og landsænking vil forringe dræningen gennem grøfter/vandløb og samtidig hæve grundvandspejlet op til 50 cm på store dele af Skagen Odde.

## 5 REFERENCER

- /1/ <http://www.dmi.dk/klima/fremtidens-klima/danmark/nedboer/>. Besøgt 17. december 2015.
- /2/ Thorsen, G. & Ibsen, L. B. (2006). Skagen 3: Konsolideringsforsøg: (Datarapport 1). Aalborg: Department of Civil Engineering, Aalborg University. (AAU Geotechnical Engineering Papers; Nr. R0601).
- /3/ Skagen Nordby grøfter og vandløb. Rapport udleveret af Frederikshavn Kommune, 2015.
- /4/ Frederikshavn Kommune, 2015. Tillæg nr. 1 til Frederikshavn Kommunes Spildevandsplan 2012 – 2016. Separering af Skagens nordøstlige del.

- 
- /5/ <http://www.dmi.dk/klima/fremtidens-klima/danmark/vandstand/>.  
Besøgt 17. december 2015.
- /6/ Kommuneplan 2015 og Klimatilpasningsplan. <http://frederikshavn-kp13.cowi.webhouse.dk/dk/klimatilpasning/saarbarhedskortlaegning.htm#Havvandsstigning>. Besøgt 18. december 2015.
- /7/ Frederikshavn Kommune - Spildevandsplan 2012-2016  
Henvi sning: <http://frederikshavn.dk/Sider/Spildevandsplan-2012-2016.aspx>  
Vedttaget: Frederikshavn Byråd den 27.02 2015
- /8/ Skagen Kommune, Spildevandsplan 2005.
- /9/ Fremtidig Struktur for overfladeafvanding i Skagen og Ålbæk by, juli 2001, Hedeselskabet – Miljø og Energi, Skagen Kommune Forsynings- og Miljøafdelingen
- /10/ Frederikshavn Kommune Vandforsyningsplan 2009-19  
<http://frederikshavn.dk/Sider/Vandforsyningsplan.aspx>
- /11/ Konsekvensanalyse af reduceret indvinding på Skagen Vandværk, januar 2012, NIRAS
- /12/ Tilladelse til etablering af vandindvindingsanlæg samt foreløbig tilladelse til vandindvinding, november 2005, Nordjyllands Amt
- /13/ Endelig tilladelse til indvinding af op til 1.951.000 m<sup>3</sup> grundvand fra Skagen Kildeplads til drikkevandsformål og udpumpning via Skagen Vandværk, november 2008, Frederikshavn Kommune
- /14/ Frederikshavn Forsyning Afstrømningsmodel for grøftesystem i Skagen Nord, januar 2011, ORBICON A/S