

Screeningsundersøgelse og vandbalanceopgørelse for KE's indvindingsområde

Hydrologiske modelberegninger

Stisen, S., Troldborg, L. & Henriksen, H. J.



Screeningsundersøgelse og vandbalanceopgørelse for KE's indvindingsområde

Hydrologiske modelberegninger

Stisen, S., Trolborg, L. & Henriksen, H. J.

Indholdsfortegnelse

1. Introduktion	5
2. Modelopsætning	7
3. Modelbegrænsninger	8
4. Model simuleringer	9
5. Overordnede modellerings resultater	15
Trykniveauændringer for hele KE's indvindingsområde	15
Vandbalancen for hele KE's indvindingsområde	18
Vandløbspåvirkningen i KE's indvindingsområde	19
6. Slangerup Vandværk	21
Vandværksområdet	21
Trykniveau-ændringer	21
Den geologiske model	23
Vandbalancer	24
Vandløbspåvirkning	26
7. Søndersø Vandværk	27
Vandværksområdet	27
Trykniveau-ændringer	27
Den geologiske model	29
Vandbalancer	30
Vandløbspåvirkning	32
8. Islevbro Vandværk	33
Vandværksområdet	33
Trykniveau-ændringer	33
Den geologiske model	35
Vandbalancer	36
Vandløbspåvirkning	38
9. Marbjerg Vandværk	39
Vandværksområdet	39
Trykniveau-ændringer	39
Den geologiske model	41
Vandbalancer	42
Vandløbspåvirkning	43

10. Thorsbro Vandværk	45
Vandværksområdet.....	45
Trykniveau-ændringer.....	45
Den geologiske model	47
Vandbalancer.....	48
Vandløbspåvirkning	50
11. Lejre Vandværk	51
Vandværksområdet.....	51
Trykniveau-ændringer.....	51
Den geologiske model	53
Vandbalancer.....	54
Vandløbspåvirkning	55
12. Regnemark Vandværk	57
Vandværksområdet.....	57
Trykniveau-ændringer.....	57
Den geologiske model	59
Vandbalancer.....	60
Vandløbspåvirkning	62
13. Diskussion og perspektivering	63
Referencer	64
Appendix	65

1. Introduktion

I henhold til aftale med Københavns Energi (KE) repræsenterer denne rapport en undersøgelse af effekten af fremtidige indvindinger på KE's kildepladser. Rapporten består af tre hovedkomponenter:

- En screeningsundersøgelse af trykniveauændringer forårsaget af ændret indvinding
- En vandbalanceopgørelse for tre indvindingsscenarier
- En vurdering af vandløbspåvirkningen

Rapporten beskriver udelukkende resultater baseret på modelsimuleringer foretaget med den Nationale vandressource Model (opdatering jan. 2008) (Højberg et. al., 2008). Alle resultater vurderes og præsenteres separat for KE's syv vandværksområder og baseres på tre modelkørsler (scenarier) defineret iht. notat af 19. maj 2008 fra Miljøcenter Roskilde (MCR). De tre model scenarier er beskrevet i Tabel 1.

Tabel 1 Scenarie beskrivelser iht. MCR notat af 19. maj 2008

Navn/karakter	Uddybninger
Nul-alternativet <i>Den nuværende faktiske indvinding ved vandværket</i>	Nul-alternativet udgør et kendt og letforståeligt udgangspunkt for vurderingen af den ansøgte (eller planlægningsmæssigt justerede) vandindvindings påvirkning af grundvand samt vandløb, søer, moser og enge. Med dette scenarie som udgangspunkt kan ændringer bestemmes for alternative indvindingsmængder. "Bliver påvirkningen den samme, værre eller bedre end nu"?
Alternativ 1 – Fordeling af indvindingen som ansøgt <i>De ansøgte vandmængder på vandværket fordelt på den ansøgte måde på kildepladser</i>	I forbindelse med fornyelsen af indvindingstilladelserne lægges der op til ændringer i antallet og placeringen af kildepladser og de præcise mængder, der dels ønskes indvundet, dels tillagt som beredskabskapacitet, der i givne situationer kan indvindes for at sikre forsyningen i tilfælde af forurenninger eller tekniske nedbrud m.v. Ansøgningerne omfatter nedlæggelse af gamle kildepladser, etablering af nye traditionelle kildepladser samt etablering af et anlæg til indvinding af infiltreret søvand på Arrenæs og rensning af søvand ved Regnemark.
Alternativ 2 <i>Ingen regional vandindvinding ved vandværket (Modelberegningssnulpunkt)</i>	Ingen regional vandindvinding ved det pågældende vandværk. Hvad beregningsmodellen siger om vandbalancen, hvis den regionale vandindvinding beregningsmæssigt sættes til 0.

Nuværende indvinding er belyst i et Nul-alternativ, mens ansøgte indvindingsmængder er beskrevet i Alternativ 1 (screening i forhold til ansøgt indvinding). Alternativ 2 beskriver resultatet af syv efterfølgende simuleringer af en slukning af KE's indvindinger i hvert af de syv vandværks-område (modelberegningsskæbningspunkt).

Screeningen består i sammenligninger mellem Alternativ 1 og Nul-alternativet i form af to modelkørsler for perioden 1994-2005. Reference-kørslen (Nul-alternativet) repræsenterer her KE's faktiske vandindvindinger for perioden 1994-2005, mens scenariekørslen (Alternativ 1) repræsenterer KE's ansøgte indvindingsmængder samt mængderne for nye (opnåede) tilladelser for fremtidig indvinding. Anlæg til indvinding af søvand er ikke inkluderet i Alternativ 1. Af Tabel A1 i Appendix, som beskriver de aktuelle (Nul-alternativet) og ansøgte (Alternativ-1) indvindingsmængder pr. kildeplads fremgår det, at den samlede aktuelle indvinding udgør 67.224.700 m³/år i modsætning til den ansøgte mængde som udgør 72.150.000 m³/år, dvs. en stigning på 8%. Det skal pointeres, at den ansøgte mængde omhandler en tilladelse til maksimal indvinding som dermed ikke udnyttes fuldt ud, men samtidig inkluderer en bufferkapacitet på omkring 25 %. Til sammenligning har KE tidligere haft en indvindingstilladelse, der var godt 20 % større end de 67.224.700 m³/år som har været udnyttet i perioden 1994-2005. Dette betyder indirekte, at den ansøgte mængde og den fremtidige indvinding i realiteten udgør et "fald" i forhold til den historiske indvinding for perioden 1994-2005, som følge af det faldende vandforbrug i hovedstadsområdet. Alternativ 1 simuleres i modelsammenhæng som et "worst-case" scenarie, hvor alle kildepladser indvinder efter den ansøgte tilladelse, da de enkelte kildepladser i kortere perioder forventes at skulle kunne yde denne vandmængde.

For Alternativ 2 er "*ingen regional vandindvinding*", tolket som ingen indvinding fra KE's kildepladser. Dette scenarie er kørt som syv separate modelsimuleringer, hvor der på skift er "slukket" for et vandværksområde af gangen. KE's indvindinger udgør som regel langt den største andel af den samlede indvinding indenfor KE's indvindingsområde, typisk omkring 85-95 %. Dette scenarie giver mulighed for "indledende" vurderinger af konsekvenserne af indbyrdes justeringer af indvindingsmængderne i forhold til fordelingen på de syv kildepladser.

Ud over de omtalte scenarier, er der ligeledes foretaget en ekstra modelkørsel for at belyse modellens generelle sensitivitet overfor indvindingsændringer. Dette scenarie består i en reduktion på 10 % af alle KE's indvindinger iht. nul-alternativet.

2. Modelopsætning

I dette afsnit beskrives kortfattet den anvendte grundvands-overfladevandsmodel (DK modellen).

Modelberegninger er foretaget med den Nationale vandressource Model for område 1 (DK-model Sjælland) for perioden 1994-2005 (Højberg et. al., 2008; www.vandmodel.dk). Denne version af DK-modellen inkluderer bl.a. opdatering af Geologi og afstrømnings netværk, samt en forbedret numerisk diskretisering på 500 m i forhold til den tidligere DK-model KE på 1000 m (Troldborg og Henriksen, 2006). Derudover er indvindinger i DK-model Sjælland angivet på boringsniveau i modsætning til tidligere, hvor indvindinger blev angivet som linieboringer på anlægsniveau. Dette kan være af stor betydning for vurderingen af trykniveau ændringer nær kildepladser og indvindinger i modellen. Det skal i den forbindelse noteres at indvindingsmængderne på boringsniveau er fordelt jævnt på den pågældende kildeplads' indvindinger, hvorfor større (eller mindre) trykniveauændringer i enkelte punkter kan forventes, hvis en "skæv" faktisk fordeling anvendes.

Modellen er kalibreret stationært mod observeret middel-trykniveau fra 4100 filtre, samt dynamisk mod observeret afstrømning ved 50 stationer for kalibrerings-perioden 2000-2003.

I henhold til de indvindingsmængder KE har opgivet, er Tabel A1 i Appendix udfærdiget og angiver indvindingerne for Nul-alternativet og Alternativ 1. For Alternativ 2 er KE's indvindinger identiske med Nul-alternativet bortset fra det vandværksområde som er slukket i den pågældende kørsel. I dette vandværksområde er KE's indvindinger sat til nul.

Figur A1 i Appendix viser et udsnit af DK-model Sjælland modelområdet og angiver samtlige anvendte indvindingsboringer. Alle boringsinformationer (bortset fra de i tabel 1A angivne indvindingsmængder) er hentet fra Jupiterdatabasen. Hvad angår placering af KE's boringer, både geografisk og dybdemæssigt (relateret til geologisk lagfølge) samt anlægstilknytning, så tages der forbehold for fejl i Jupiter databasen. Filterplaceringer er, i tilfælde af uoverensstemmelse med den geologiske model, justeret ift. de geologiske lag i DK-model Sjælland.

For alle modelkørsler er anvendt middelindvindinger for KE's boringer for perioden (1994-2005) mens alle øvrige indvindinger på Sjælland er repræsenteret ved deres faktiske indvindinger (år til år variation).

3. Modelbegrænsninger

DK-model Sjælland er som beskrevet kalibreret stationært mod trykniveau pejlinger. Kalibreringsresultaterne viser en statistisk afvigelse (RMSE) i omegnen af 4 m for det simulerede trykniveau på tværs af modellag (Højberg et. al., 2008). I forhold til denne screenings undersøgelse, hvor områder med trykniveau-ændringer større end ± 25 cm skal udpeges er dette en betragtelig fejl. En vurdering af modelresultaternes gyldighed skal dog ses i lyset af at screeningen omhandler trykniveau-ændringer mellem to modelkørsler, hvilket stiller mindre krav til modellens absolutte præcision.

En vurdering af modellens egnethed til den aktuelle screening skal snarere ses i forhold til en validering af dynamiske simuleringer. En sådan validering er foretaget samlet for hele Sjælland og har vist tilfredsstillende resultater, hvorfor yderligere dynamisk finkalibrering af modellen ikke er foretaget. Eksempler på dynamisk validering af DK-model Sjælland findes i Højberg et. al. (2008). Heraf fremgår det at den dynamiske simulering af trykniveauer generelt følger de observerede trykniveauer, også for modellag hvor den absolutte fejl i simuleret trykniveau er relativt høj.

En anden modelbegrænsning er antagelsen om at trykniveauet i øverste modellag repræsenterer et egentligt grundvandsspejl. Det øverste modellag er i DK-model Sjælland sat uniformt til at have en tykkelse på 3 meter. I eventuelle områder, hvor trykniveauet befinder sig mere end 3 m under terræn, vil trykniveauet i øverste modellag ikke kunne beskrive et reelt trykniveau men bunden af lag 1. På denne baggrund er områder udpeget, hvor trykniveauet ligger under 3 meter under terræn. Disse områder er illustreret på detailfigurerne (hvide områder) for de enkelte vandværksområder. Det ses af disse detailfigurer (kommende afsnit, eks. Figur 6.2) at der i overvejende grad ikke er sammenfald mellem problemområder iht. det øverste modellag og de eksisterende vådområder, da områder med en dyb umættet zone ikke er sammenfaldende med udbredelsen af vådområder. Det konkluderes derfor at simulerede trykniveauændringer i øverste modellag er et tilstrækkeligt grundlag til den aktuelle screeningsundersøgelse, omend problematikken bør undersøges nærmere ved mere detaljerede studier. Det er desuden valgt også at præsentere de simulerede trykniveauændringer i det primære magasin (Kalken) for bedre at understøtte modelresultaterne fra øverste modellag, og for at formidle en integreret forståelse af effekterne på dybere og øvre grundvand.

Med hensyn til scenariernes udformning, tilnærmer Alternativ 2 sig for nogle deloplande et nul-scenarie uden nævneværdig vandindvinding idet KE i disse oplande indvinder langt hovedparten af den samlede vandindvinding. Dette repræsenterer en betydelig udfordring til gyldighedsområdet af den konceptuelle model idet det udgør et scenarie som modellen ikke er kalibreret imod og heller ikke kan valideres imod ved hjælp af data pga. ikke eksisterende observationer.

4. Model simuleringer

Indledningsvist skal det præciseres at der opereres med to oplandstyper; Afstrømningsoplande og indvindingsoplande. Afstrømningsoplande er topografiske oplande som repræsenterer et givent vandløbssystem og hvis afgrænsning er uafhængigt af grundvandsstrømning og grundvandsskel. Omvendt er indvindingsoplande her defineret som den del af magasinet hvor vandet vil strømme til en given indvinding eller gruppe af indvindinger (Kildeplads). Indvindingsoplandenes udbredelse vil med andre ord være påvirket af indvindingens størrelse, klimatiske variationer osv., mens afstrømningsoplandene vil være konstante størrelser.

I et forsøg på at facilitere de kommende VVM-ansøgninger for KE's kildepladser er trykniveauændringer, vandbalancer og vandløbspåvirkninger beskrevet for hvert vandværksområde for sig. Dog beregnes vandbalancerne på afstrømningsoplands niveau, hvilket indebærer at der i nogle tilfælde er knyttet flere afstrømningsoplande til et enkelt vandværksområde. Afstrømningsoplandene er de overordnede topografiske vandløbsoplande som er defineret af Miljø centrene i Roskilde og Nykøbing Falster. De 20 afstrømningsoplande der er udvalgt til at indgår i denne vandbalanceopgørelse udgør alle de topografiske oplande som er i "berøring" med indvindingsoplandene for KE's vandværksområder. Vandbalance opgørelser er beregnet for alle de 20 udvalgte afstrømningsoplande (Figur 4.1). Dog er 12 af oplandene (Tabel 4.1) i særlig grad påvirket af KE's indvindinger og fokus vil være særligt rettet mod disse for hvert af de respektive vandværksområder. De 12 afstrømningsoplande er udvalgt efter indflydelsen af KE's indvindinger på oplandets samlede vandbalance og efter den arealmæssige udbredelse indenfor indvindingsoplandene. Vandbalancer for de resterende otte oplande er angivet i tabelform i Appendix (Tabel A2-A9).

Tabel 4.1 Afstrømningsoplande af særlig interesse for KE's fremtidige indvindinger

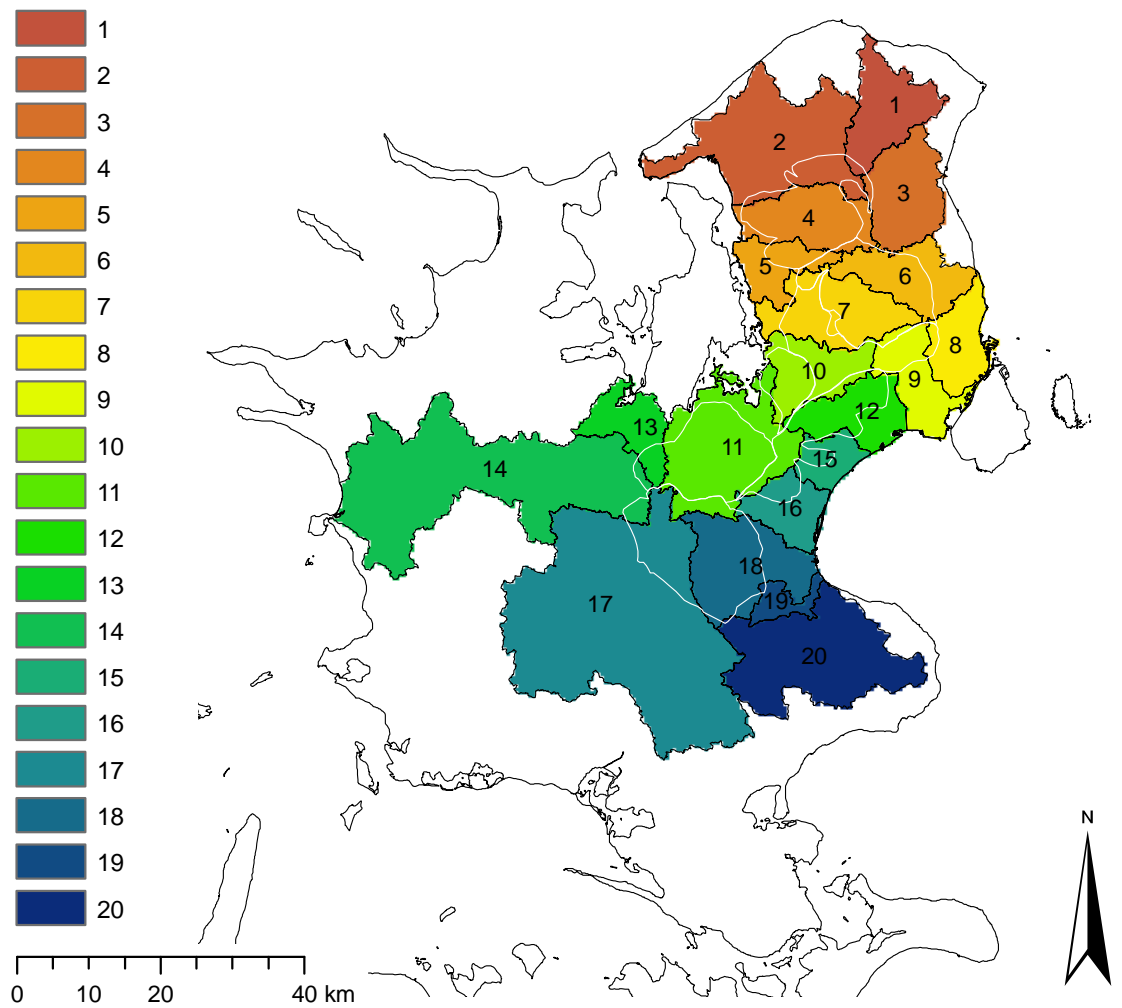
Opland	Planopland	Areal [km ²]	Oplandsnr (iht. Figur 4.1)
Havelse å	Roskilde Fjord	134	4
Sillebro å /Græse å	Roskilde Fjord	78	5
Mølleåen	Øresund	123	6
Værebros å	Roskilde Fjord	157	7
Harrestrup å	Køge Bugt	105	9
Maglemose å /Hove å	Roskilde Fjord	112	10
Helligrenden /Kornerup å /Gevninge å	Roskilde Fjord	262	11
St. Vejleå og Ll. Vejleå	Køge Bugt	109	12
Olsbæk, Rørmoseløbet og Karlstrupmosebæk	Køge Bugt	55	15
Solrød Bæk / Skensved å	Køge Bugt	85	16
Øvre Suså	Tystrup-Bavelse	755	17
Køge å	Køge Bugt	183	18

I forbindelse med denne udvælgelse af afstrømningsoplande har det været nødvendigt at udarbejde nye indvindingsoplande baseret på den anvendte hydrologiske model (DK-model Sjælland). Indvindingsoplandene er defineret ud fra partikelbane simuleringer og inddeles efter KE's syv vandværksområder. Disse nye indvindingsoplande er illustreret i Figur 4.2, som viser indvindingsoplandene beregnet for både nul-alternativet og Alternativ-1. Den væsentligste ændring mellem de to scenariers indvindingsoplande fremkommer omkring Marbjerg vandværksområde. Til udvælgelsen af afstrømningsoplande og i de følgende illustrationer er indvindingsoplandet for Alternativ-1 anvendt.

Trykniveauændringerne mellem nul-alternativet og Alternativ 1 beskrives primært ved ændringerne i det øverste modellag. I henhold til aftale med KE ønskes områder udpeget, hvor ændringen i trykniveau i øverste modellag er større end ± 25 cm, da disse potentielle problemområder evt. skal undersøges nærmere. De simulerede trykniveauændringer er som angivet ved middelværdier for et normal-år (2005) beliggende sidst i simuleringsperioden. Trykniveauændringerne vil dog være afhængig af nettonedbøren det pågældende år samt årstidsvariationer. På denne baggrund skal resultaterne betragtes som en middel effekt af indvindingsændringer og ikke som et bud på et "worst case" scenarie. Som supplement til det øverste terrænnære modellag, angives den simulerede trykniveauændring i det primære magasin (Kalken). Derudover beskrives det simulerede terrænnære vertikale flow defineret som strømningen i z-retningen mellem modellag 2 og 1. Denne strømningskomponent beskriver de udstrømningsområder hvor grundvandet bidrager til vandløbsafstrømningen idet disse vil være karakteriseret ved en positiv strømning mellem modellag 2 og 1. Den opadrettede grundvandsstrømning er særligt interessant for sommermånedene, hvor baseflowet i vandløbene er mest følsomt overfor ændringer i grundvandstilstrømningen. Derfor er grundvandsflowet i udstrømningsområdet mellem modellag 2 og 1 beregnet for perioden juli-september 2005, og med særligt fokus på ændringerne mellem de to model scenarier.

Beskrivelsen af vandbalancen indeholder en illustration af vandbalancekomponenterne for alle tre scenarier samt en opsummering af den overordnede vandbalance på tabelform. Alle vandbalancer er udtrykt som middeltal for perioden 1994-2005.

Afstrømningsoplande



Figur 4.1 Udvalgte afstrømningsoplande baseret på administrative topografiske oplande (efter MC-Roskilde og MC-Nykøbing F.) og indvindingsoplande for KE's vandværksområder.

I vandbalance opgørelsen skelnes mellem sekundære, øvre regionale og nedre regionale grundvandsmagasiner. Disse er defineret i forhold til modellens beregningslag som hhv. lag 1-3, lag 4-11 og lag 12. Denne inddeling indebærer at det øvre regionale magasin udgøres af sandlag mens det nedre udelukkende beskrives ved den regionale kalkformation. Den samlede vandløbsafstrømning udgøres af de to komponenter, drænastrømning og grundvandsafstrømning.

For vandbalance illustrationerne gælder at vandbalancen kun kan afstemmes overordnet, altså for den eksterne rand, men ikke for de enkelte magasiner separat. Dette skyldes at grundvandsafstrømningen til vandløb angives som et samlet tal for alle tre grundvandsmagasiner. Denne komponent vil dog typisk vil være domineret af afstrømning fra det sekundære magasin.

Vandbalancekomponenter for overordnet vandbalance på oplandsskala:

- **Nettonedbør**
- **Netto randstrømning**
- **Samlet Magasin ændring**
- **Samlet Indvinding**
- **Drænafstrømning**
- **Grundvandsafstrømning**
- **Fejl**

Udover vandbalancen illustreres simuleret medianminimums-vandføring som indikator for påvirkningen af vandløbsafstrømningen for en række udvalgte vandløbspunkter indenfor hvert opland. Den primære indikator betegner ændringen i medianminimum mellem Nul-alternativet og Alternativ 1. Medianminimumsvandføring er her defineret som medianen af de årlige simulerede minimumsvandføringer for perioden 1992-2005. Derudover beregnes ændringen i middel vandføring samt en 10% fraktil-værdi af sommervandføringen (jul-okt).

Vandførings indikatorer for udvalgte vandføringspunkter:

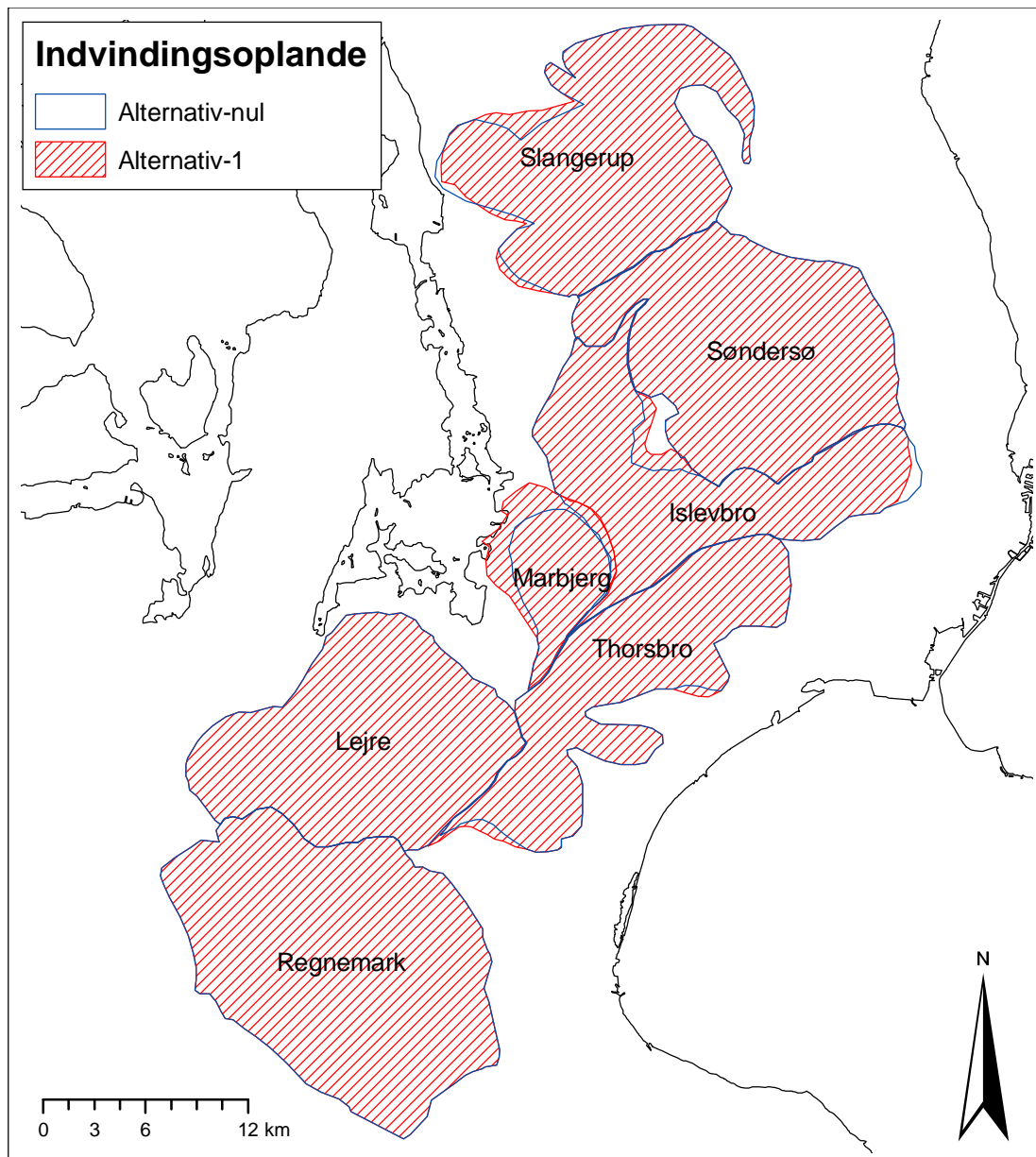
- $\Delta Q_{\text{medianminimum}}$
- ΔQ_{middel}
- $\Delta Q_{10\%,\text{jul-okt}}$

Hvor $\Delta Q_{10\%,\text{jul-okt}}$ skal læses som ændringer i 10% fraktilen af daglig vandføring for perioden juli-oktober (1992-2005). Middel og medianminimum er beregnet for hele perioden 1992-2005.

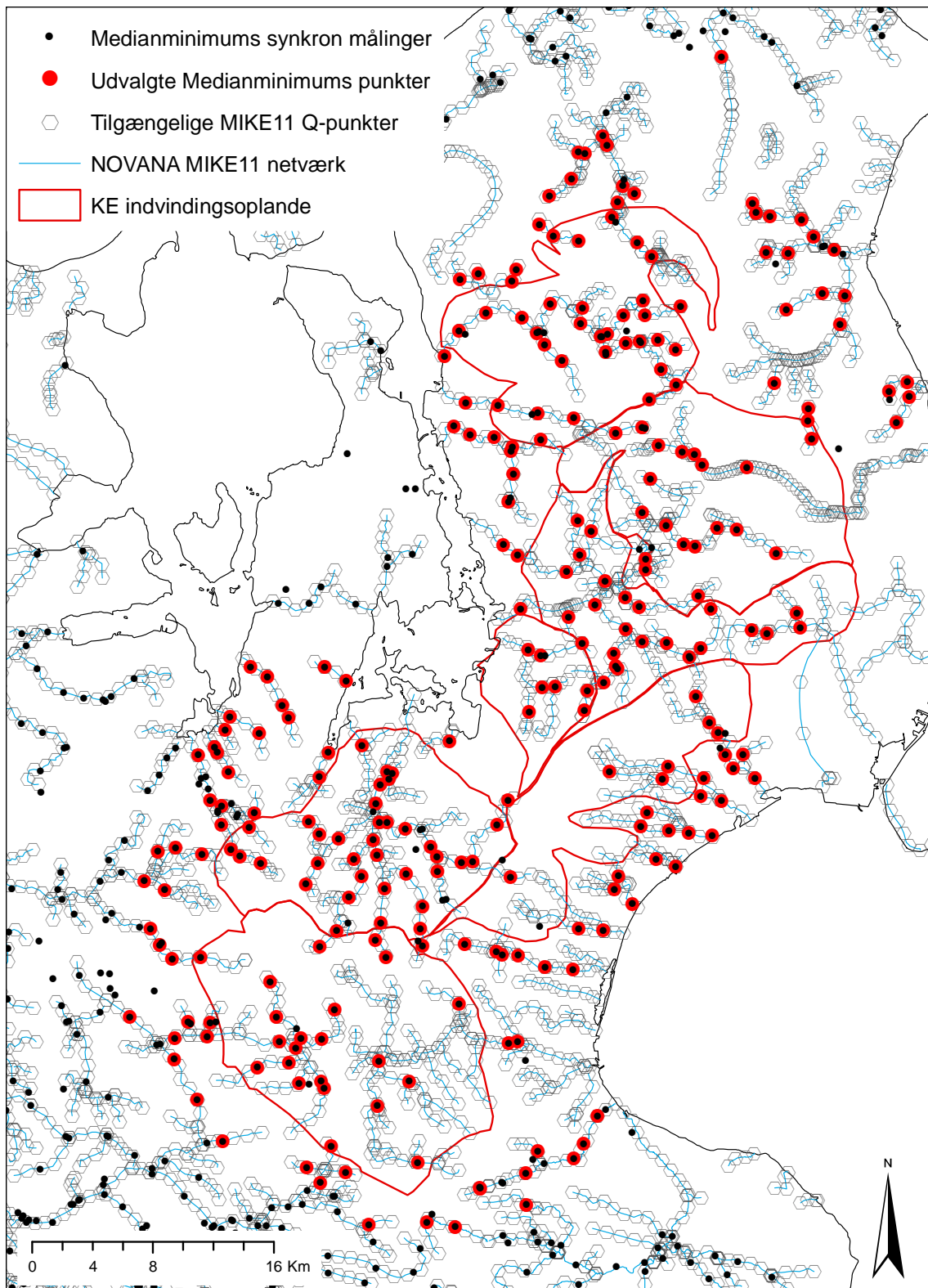
De vandløbspunkter som er udvalgt er baseret på et omfattende netværk af synkronmålepunkter (980 for hele Sjælland). For hele KE's indvindingsområde er 269 punkter udvalgt (se Figur 4.3). Disse er udvalgt på baggrund af:

- Nærhed til KE's indvindinger
- Overensstemmelse med beliggenhed af simulerede vandløbsberegningpunkter i DK-model Sjælland (MIKE11 Q-punkter).

I rapporten illustreres modelresultater for de 269 vandløbspunkter ved temakort, mens simulerede medianminimumsværdier for nul-alternativet og Alternativ-1 er angivet for alle punkter i Tabel A10 i Appendix.



Figur 4.2 Nye KE indvindingsoplande beregnet vha. partikel-base simuleringer med DK-model Sjælland for hhv. Alternativ-nul og 1.

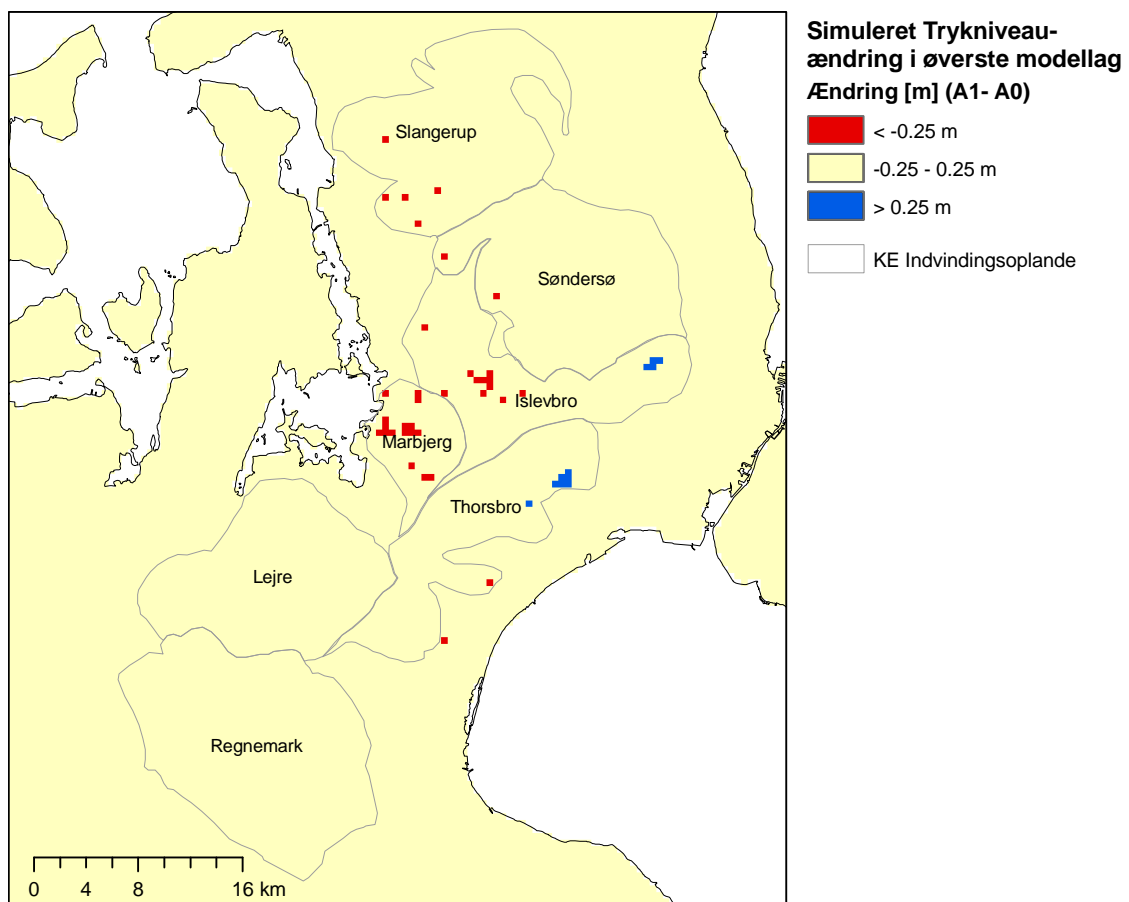


Figur 4.3 Udvalgte synkronmålepunkter, for hvilke der udtrækkes modelsimuleret medianminimumsvandføring med DK-model Sjælland for hhv. Alternativ-nul og 1.

5. Overordnede modellerings resultater

Trykniveauændringer for hele KE's indvindingsområde

Trykniveauændringerne mellem nul-alternativet og Alternativ 1 beskrevet ved ændringerne i det øverste modellag er angivet i Figur 5.1. Udelukkende områder med en ændring større end ± 25 cm er udpeget i Figur 5.1 og disse begrænser sig primært til relativt få modelceller omkring kildepladser ved vandværksområderne Marbjerg og Islevbro (negativ ændring) samt Thorsbro (positiv ændring). En vurdering af trykniveauændringeren i det øverste modellag er tænkt som en indikator for afsænkning af grundvandspejlet. Det skal dog pointeres at pga. et meget begrænset antal pejleobservationer i netop det øverste modellag er trykniveauet i dette lag behæftet med særlig stor usikkerhed. Desuden er der som nævnt tidligere modelgrids hvor det simulerede vandspejl ligger under det øverste modellag, hvilket bevirker at den relative forskel i trykniveau mellem to modelkørsler ikke kan anvendes som indikator for disse modelgrids. I den følgende præsentation af simuleringsresultater for de enkelte vandværksområder vil disse "problem områder" være markeret i figurene. Nogle af de i Figur 5.1 markerede modelgrids, som har en afsænkning større end 25 cm ligger ikke umiddelbart nær en KE kildeplads.

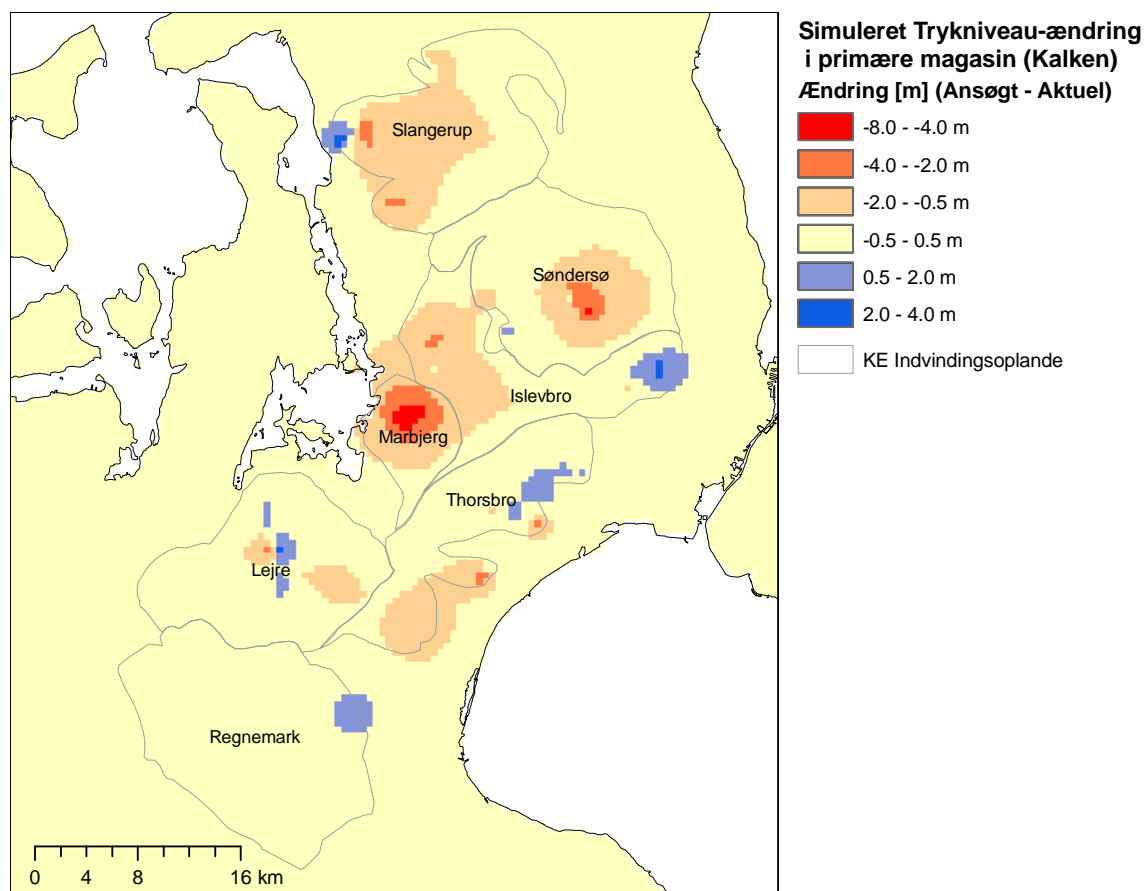


Figur 5.1 Den simulerede trykniveauændring i det øverste modellag mellem reference og scenarie kørsel (Alternativ 1 – nul-alternativet). Trykniveau-ændringen er beregnet som middellændringen for et normal-år (2005).

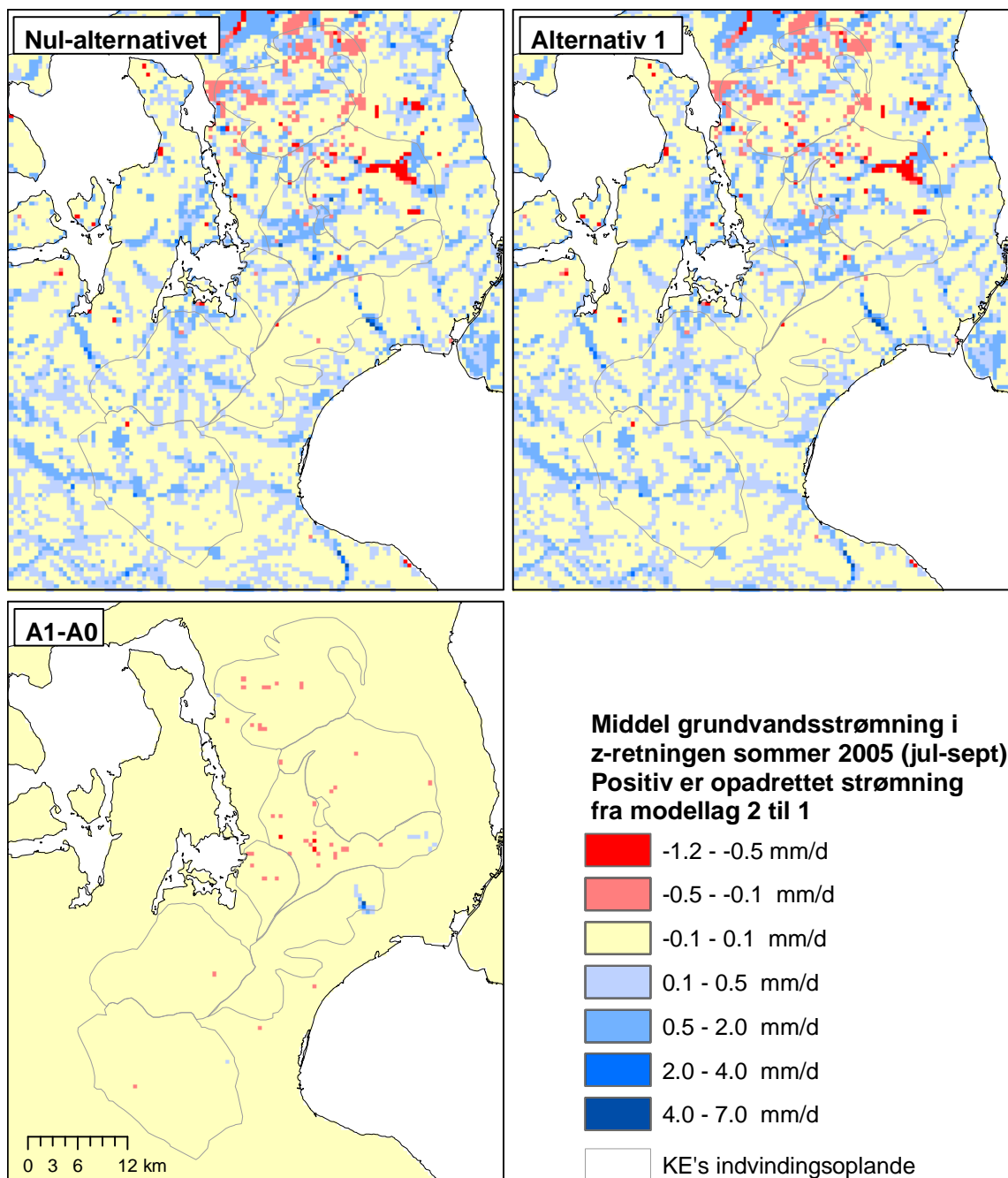
Årsagen til at disse modelgrids alligevel udviser følsomhed overfor indvindingsændringer skal findes i den overfladenære geologi. De områder hvor der er god hydraulisk kontakt mellem det primære magasin og det øverste modellag vil ifølge modellen udvise stor følsomhed overfor indvindingsændringer selv i det øverste modellag. Ved god hydraulisk kontakt forstås en sammenhængende geologi med høj hydraulisk ledningsevne som f.eks. sammenhængende sandlag der forbinder kalken med det øverste modellag. For hvert vandværksområde er der optegnet geologiske modeltværsnit for at illustrerer de geologiske forhold og evt. at sandsynliggøre eksisterende sammenhængende sandlag.

Figur 5.2 angiver de simulerede trykniveauændringer i det nederste modellag mellem nul-alternativet og Alternativ 1. Det nederste modellag beskriver den regionale Kalkformation som udgør det primære magasin, og fra hvilket hele KE's samlede vandindvinding indvindes. Trykniveauændringerne i kalken afspejler tydeligt scenariernes forskellige indvindingsfordeling. Særligt markante ændringer simuleres ved indvindingerne omkring Marbjerg hvor trykniveauet i kalken vurderes at falde med op til ca. 8m.

Modeludtræk svarende til Figur 5.1 og 5.2, men for sensitivitetsscenarioet (10 % reduktion af nul-alternativets indvindinger) er illustreret i Appendix som Figur A4 og A5.



Figur 5.2 Den simulerede trykniveauændring i det primære magasin (Kalken) mellem reference og scenarie kørsel (Alternativ 1 – nul-alternativet). Trykniveau-ændringen er beregnet som middel-ændringen for et normal-år (2005).

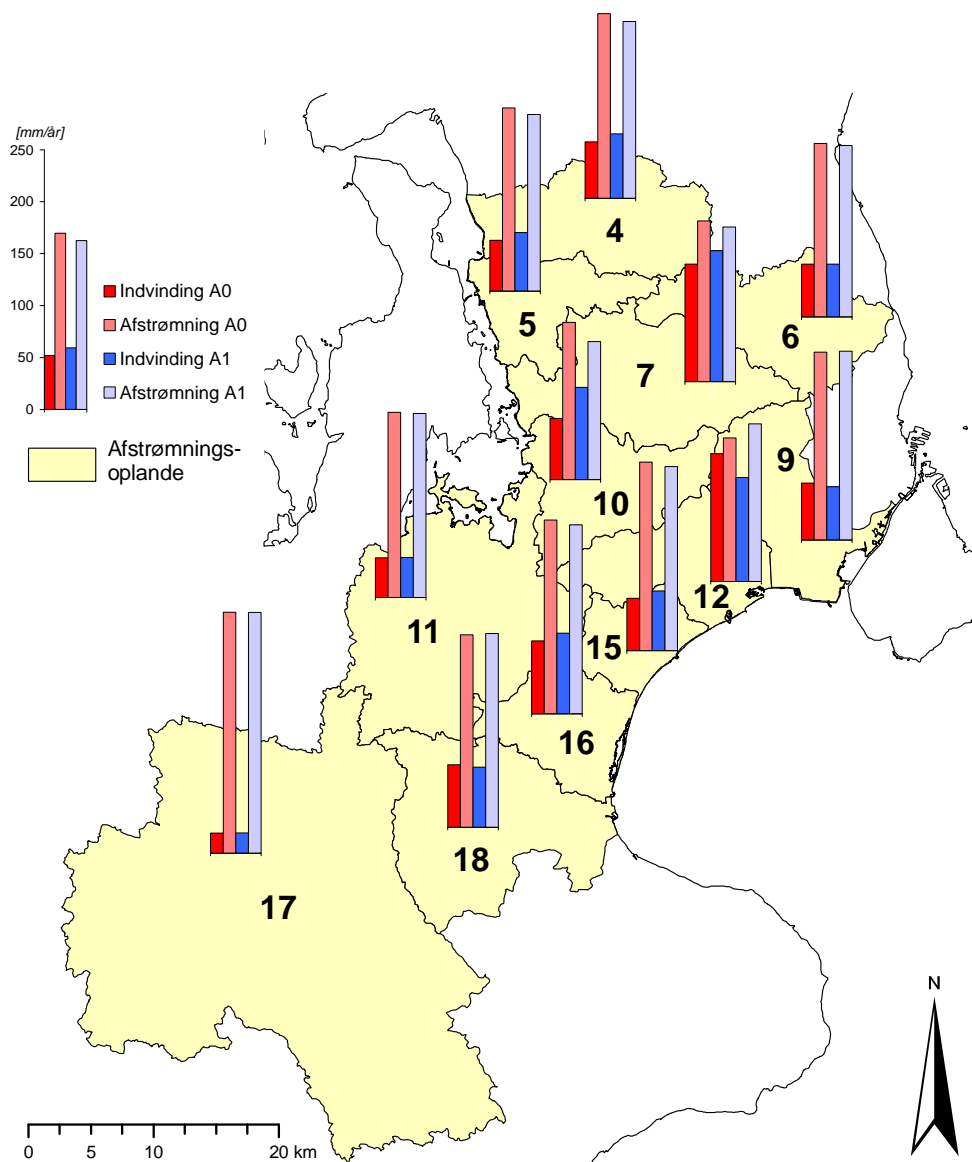


Figur 5.3 Vertikal grundvandsstrømning mellem modellag 1 og 2 for sommeren 2005 (juli-september). Figuren beskriver hhv. nul-alternativet, Alternativ 1 og forskellen (A1-A0)

Den vertikale grundvandsstrømning mellem de øvre modellag (1 og 2) afbildes i Figur 5.3, hvor særligt forskellen (A1-A0) afspejler det ændrede indvindingsmønster i lighed med Figur 5.1. Især omkring indvindingerne ved Islevbro og Thorsbro er der ændringer i det vertikale flow. Derimod giver den markante øgede indvinding ved Marbjerg, som fremgår af både Figur 5.1 og 5.2 ikke anledning til en lignende ændring i den vertikale gradient. Dette skyldes muligvis at den opadrettede strømning i Marbjerg området er mindre i absolutte tal, hvilket resulterer i en forholdsvis mindre ændring.

Vandbalancen for hele KE's indvindingsområde

Figur 5.4 viser en simpel vandbalance betragtning, hvor to komponenter, indvinding og afstrømning er afbilledet for hhv. Alternativ-nul og Alternativ-1 scenarierne. Figur 5.4 inkluderer udelukkende resultaterne for de 12 afstrømningsoplande som er af særlig interesse for KE's indvindingsoplande. Som det fremgår af figuren er indvindingsændringerne forholdsvis begrænsede, med undtagelse af en væsentlig udbygning af Marbjerg vandværk (Opland 10) og en tilsvarende neddrøsling på den østlige del af Thorsbro vandværksområde (Opland 12). Der er desuden væsentlige regionale forskelle på indvindingernes størrelse (relativt til oplandets størrelse udtrykt i mm/år).



Figur 5.4 Vandbalance udtræk for de 12 afstrømningsoplande for hhv. nul-alternativet og Alternativ-1 baseret på simuleringer med DK-model Sjælland. Tallene beskriver total indvinding og total vandløbsafstrømning indenfor oplandene.

Størst er indvindingen indenfor Opland 7 (Værebros å), hvor den for de to scenarier udgør hhv. 108 mm/år og 120 mm/år svarende til 50 og 55% af nettonedbøren. For Opland 17 (Øvre Suså) udgør indvindingerne beskedne 19 mm/år svarende til 8% af nettonedbøren for begge scenarier.

Det skal understreges at indvindingerne her udgør summen af alle registrerede indvindinger som indgår i DK-model Sjælland setup'et (inkl. KE's). Typisk udgør KE's indvindinger dog hovedparten af den totale indvinding indenfor de 12 afstrømningsoplande.

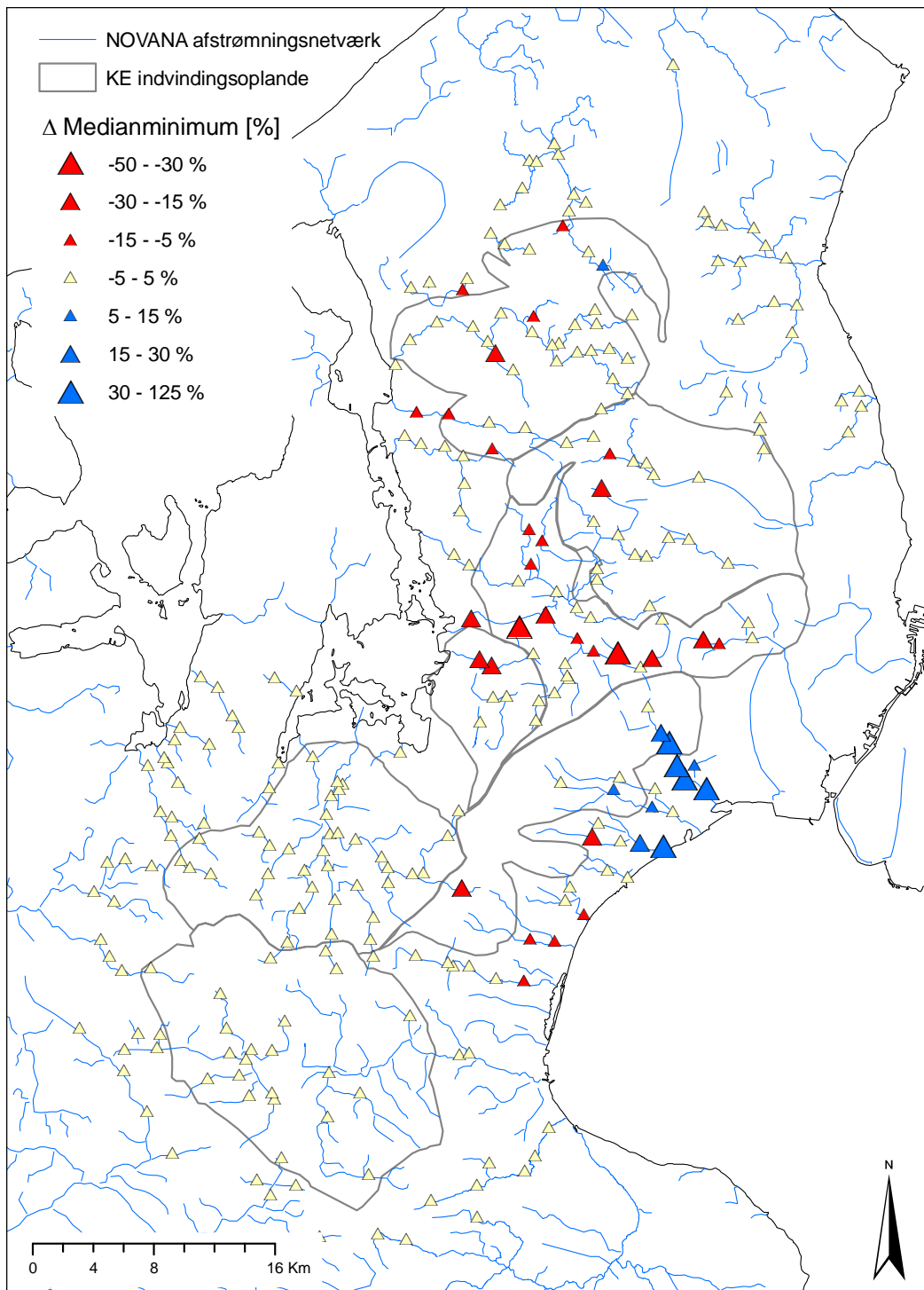
Vandløbspåvirkningen i KE's indvindingsområde

Medianminimumsvandføring er udvalgt som den primære indikator til vurdering af vandløbspåvirkningen forårsaget ved KE's ansøgte indvindingsmængder. Med de forestående VVM-ansøgninger for øje er der lagt særligt vægt på ændringer i medianminimumsvandføring mellem nul-alternativet og Alternativ-1. Fokus på den relative ændring er ligeledes at foretrække set i lyset af model-usikkerheder. DK-model Sjælland er ikke kalibreret mod minimumsvandføringer, men i forhold til R^2 værdier¹ og middelvandføringer, hvilket betyder at modellen er "tuned" primært til peak-flow simuleringer. Dette medfører en betydelig usikkerhed på de enkelte simulerede medianminimumsværdier i absolutte tal, mens modellens evne til at simulere relative ændringer vurderes at være betydeligt bedre.

Figur 5.5 illustrerer den procentvise ændring i simuleret medianminimumsvandføring mellem Alternativ-1 og nul-alternativet (A1-A0) for de 269 udvalgte synkronmålepunkter.

Målepunkter med mindre ændring den $\pm 5\%$ vurderes at være upåvirkede ud fra den betragtelige modelusikkerhed. De øvrige ændringer stemmer meget fint overens med de indvindingsændringer der er indbygget i scenarierne samt de simulerede trykniveauændringer. Største negative ændring i medianminimumsvandføring ses for Værebros å med en reduktion på op til 50 % mens de største positive ændringer findes i Store Vejle å med en forøgelse af medianminimumsværdierne på op til 125 %. Det bemærkes at disse store procentvise ændringer er på baggrund af meget små simulerede medianminimums værdier.

$$R^2 = \frac{\sum_i (Q_{o,i} - \bar{Q}_o)^2 - \sum_i (Q_{s,i} - Q_{o,i})^2}{\sum_i (Q_{o,i} - \bar{Q}_o)^2} = 1 - \frac{\sum_i (Q_{s,i} - Q_{o,i})^2}{\sum_i (Q_{o,i} - \bar{Q}_o)^2} \quad (\text{Nash and Sutcliffe, 1970})$$



Figur 5.5 Simuleret ændring i medianminimumsvandføring for 269 synkronmålepunkter.

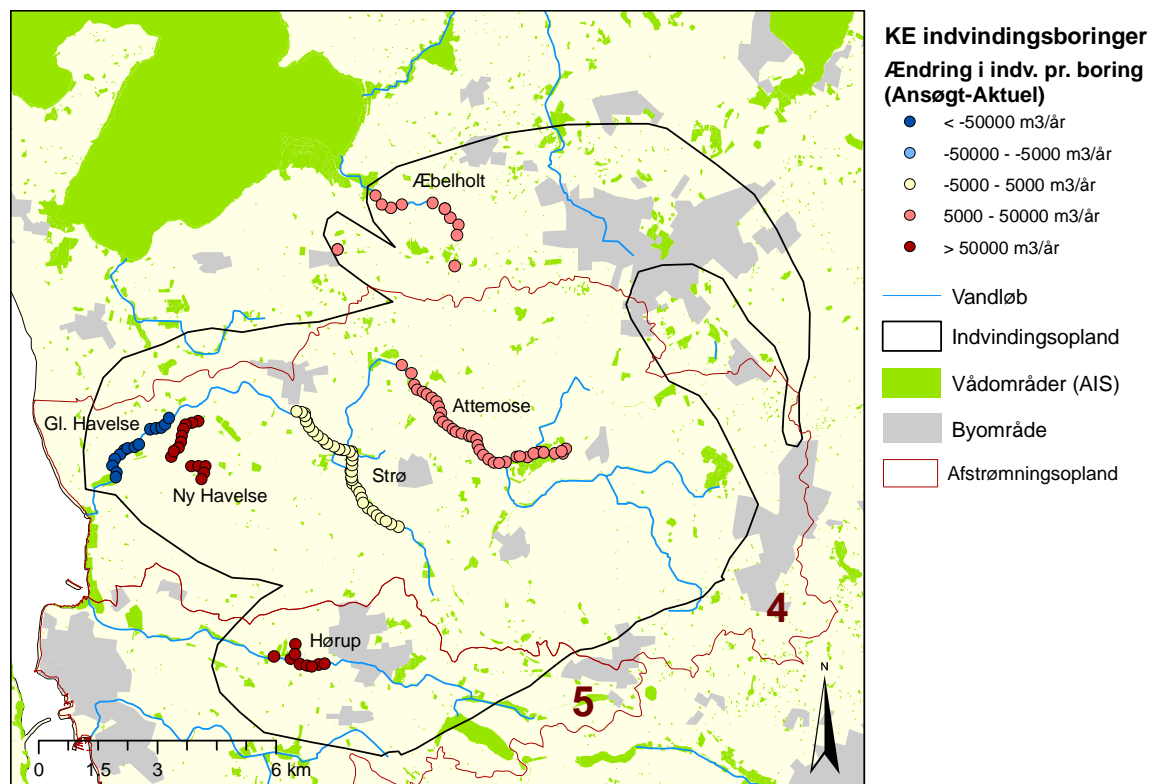
6. Slangerup Vandværk

Vandværksområdet

Oplandet til Slangerup vandværk er defineret som oplandet til indvindingerne fra kildepladserne: *Attemose, Gl. Havelse, Ny Havelse, Hørup, Strø og Æbleholt*. *Arrenæs* kildeplads er ikke inkluderet, da den beregningsmæssigt ikke indgår i modelsimuleringerne.

For perioden 1994-2005 har indvindingen fra de seks kildepladser udgjort ca. 9,4 mill. m³/år, svarende til ca. 89 % af den samlede indvinding indenfor indvindingsoplandet.

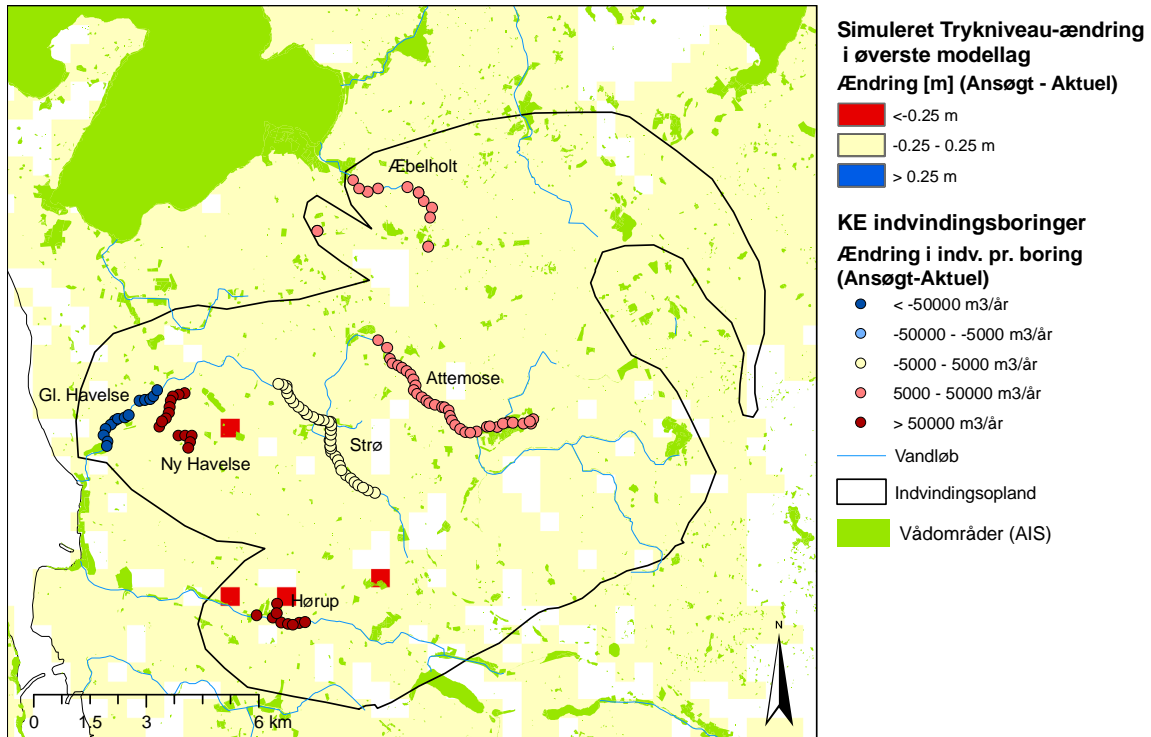
Indvindingsoplandet til Slangerup vandværksområde inkluderer primært to afstrømningsoplande; Opland 4 (Havelse å) og Opland 5 (Sillebro å/Græse å), hvorfor en mere detaljeret illustration af disse oplande er inkluderet. Disse vandløb afvander alle til Roskilde Fjord.



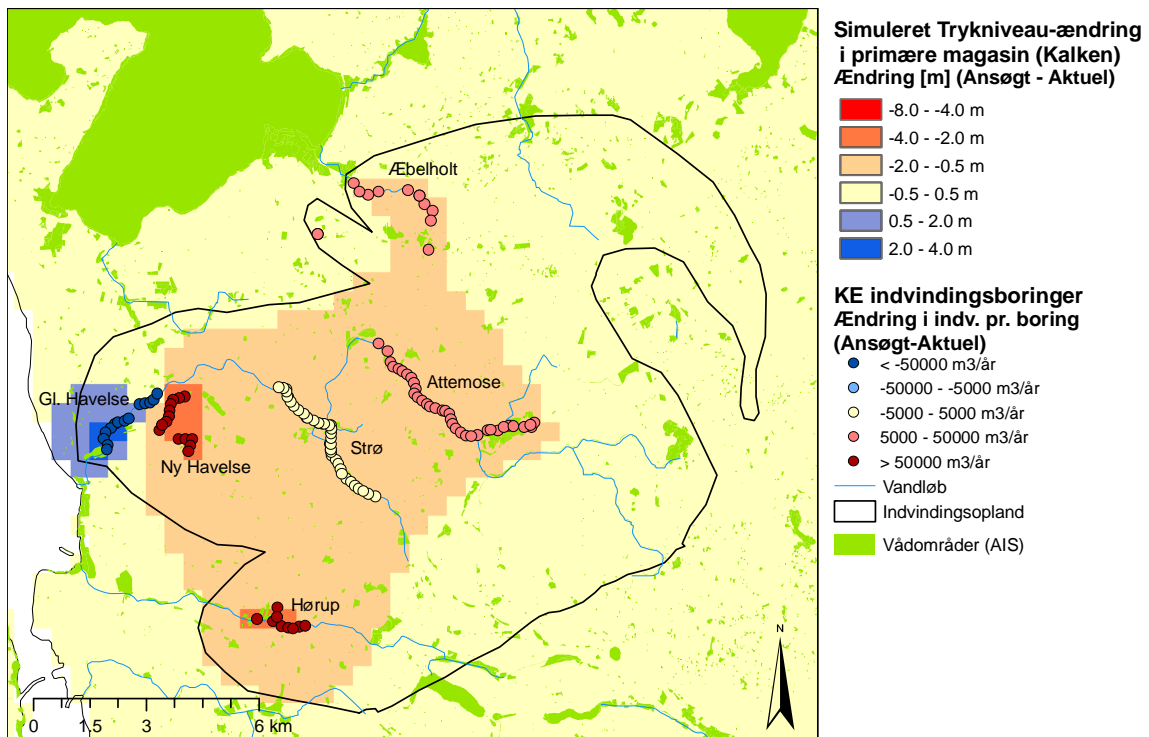
Figur 6.1 Slangerup vandværksområde med placering af KE's indvindinger.

Trykniveau-ændringer

Figur 6.2 med de simulerede trykniveau-ændringer i øverste modellag beskriver udelukkende ændringer større end ± 25 cm beregnet som middellændringen for 2005. Det fremgår af figuren at ændringer på mere end -25 cm begrænser sig til få modelgrids omkring *Hørup* og *Ny Havelse* kildepladserne. Det skal desuden bemærkes at de markerede modelgrids ikke er umiddelbart sammenfaldende med beliggenheden af kildepladserne, hvilket kan skyldes model begrænsninger som beskrevet i afsnit 5.



Figur 6.2 Den simulerede trykniveauændring i det øverste modellag mellem reference og scenarie kørsel (Alternativ 1 – nul-alternativet). Trykniveau-ændringen er beregnet som middel-ændringen for et normal-år (2005).



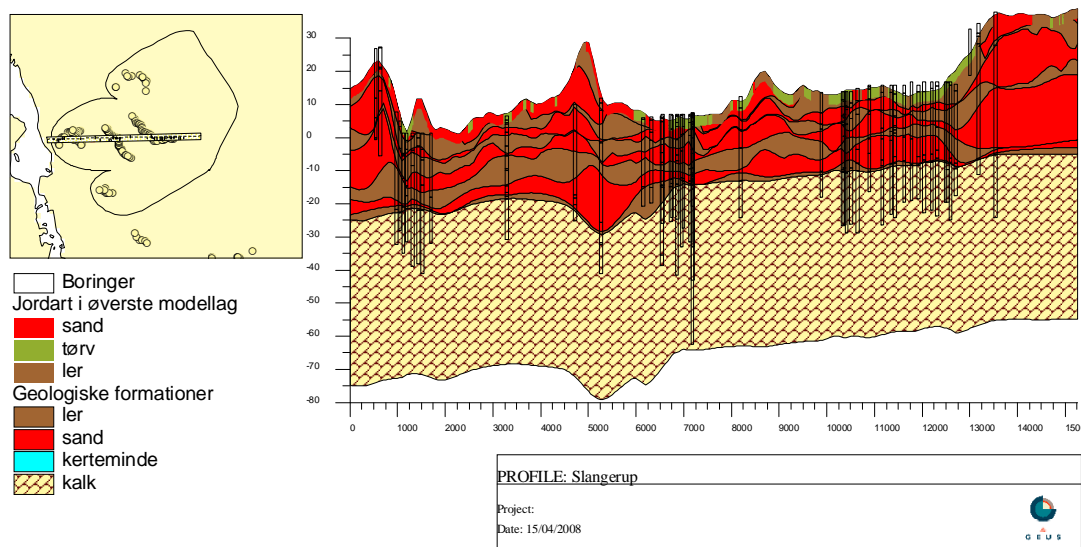
Figur 6.3 Den simulerede trykniveauændring i det primære magasin (Kalken) mellem reference og scenarie kørsel (Alternativ 1 – nul-alternativet). Trykniveau-ændringen er beregnet som middel-ændringen for et normal-år (2005).

Et modeludtræk svarende til Figur 6.2 men for det nederste modellag som beskriver det primære magasin (Kalken) er illustreret i Figur 6.3. Til forskel fra Figur 6.2 beskriver Figur 6.3 ikke blot trykniveau-ændringer større end en fastsat tæskelværdi, men hele spændet af de simulerede trykniveau-ændringer, som varierer mellem $\pm 4\text{m}$ indenfor Slangerup vandværksområde. Figur 6.3 viser den meget gode overensstemmelse mellem indvindingsændringer og ændringer i trykniveau, og samtidig illustrerer forskellene mellem Figur 6.2 og 6.3 betydningen af den mellemliggende modelgeologi.

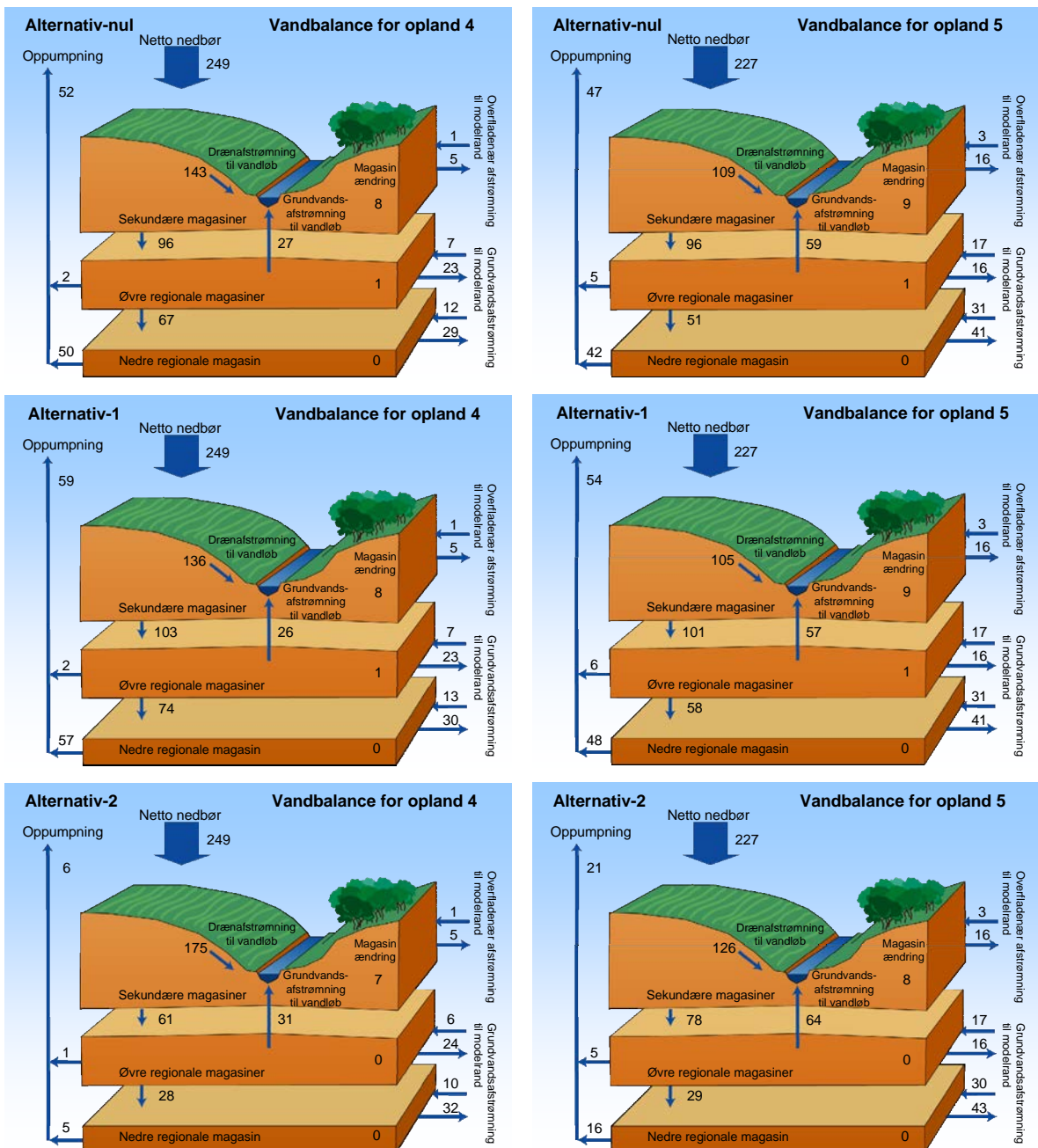
Modeludtræk svarende til Figur 6.2, men for trykniveau ændringer i øverste modellag mellem Alternativ 2 og nul-alternativet (A2-A0) er angivet i Appendix (Figur A 6).

Den geologiske model

Den geologiske model for området omkring Slangerup vandværksområde er forsøgt illustreret vha. et Øst-Vest gående tværsnitsprofil (Figur 6.4). Profilet illustrerer indvindingsboringernes placering i det prækvartære kalkmagasin, som er overlejret af skiftende sand og ler formationer. Områder, hvor der er store sammenhængende sandlag, som når helt op til det øverste beregningslag (øverste 3 m), vil modelmæssigt være særligt følsomme overfor trykniveau-ændringer, da disse ændringer som opstår i det primære kalkmagasin vil kunne forplante sig til det øverste modellag.



Figur 6.4 Geologisk profil tværnit gennem Slangerup vandværksområde iht. den geologiske model i DK-model Sjælland.



Figur 6.5 Vandbalancer for Nul-alternativet, Alternativ 1 og Alternativ 2 for hhv Opland 4 og Opland 5. Alternativ 2 er uden KE-indvinding for Slingerup Vandværksområde.

Vandbalancer

Vandbalanceopgørelser for de tre modelscenarier og for hvert af de to afstrømningsoplande (Opland 4 og 5) angives i Figur 6.5 samt i Tabel 6.1 og 6.2.

For Opland 4 viser vandbalanceudtrækkede generelt at forskellene mellem nul-alternativet og Alternativ-1 er forholdsvis små, dog med en øget indvinding (hhv. 52 og 59 mm/år). Samtidig ses det at KE's indvindinger er de klart dominerende i Opland 4 da den samlede indvinding ved Alternativ-2 er på blot 6 mm/år.

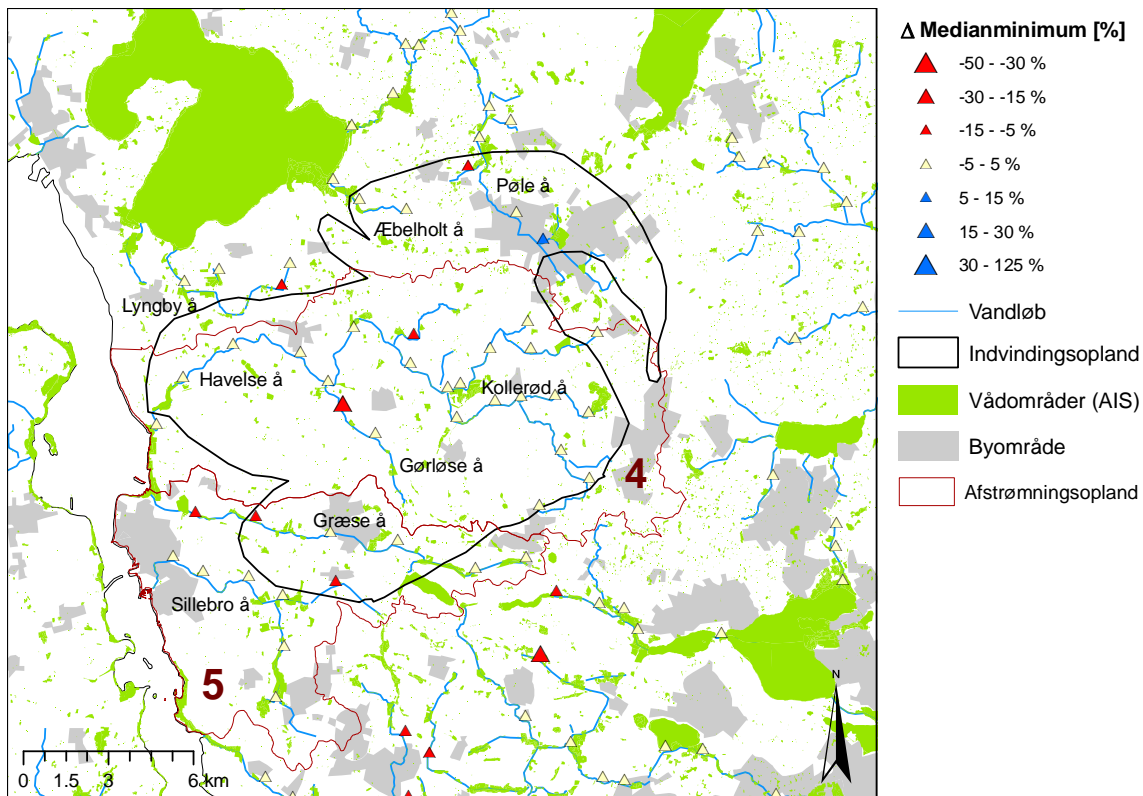
For Opland 5 er ændringerne ligeledes beskudne mellem nul-alternativet og Alternativ-1 (indvindinger på hhv. 47 og 54 mm/år). Generelt for Opland 4 og 5 kan det siges at de begrænsede indvindingsændringer resulterer i små, jævnt fordelte, ændringer i de øvrige vandbalancekomponenter.

Tablet 6.1 Overordnet vandbalance for Opland 4 (Havelse å), Alternativ-2 er uden KE-indvinding for Slingerup vandværksområde.

Overordnet vandbalance	Nul-alternativ		Alternativ 1		Alternativ 2	
	mm/år	% af Nettonedbør	mm/år	% af Nettonedbør	mm/år	% af Nettonedbør
Nettonedbør	249	100%	249	100%	249	100%
Netto randstrømning	-37	-15%	-37	-15%	-45	-18%
Samlet Magasin ændring	9	4%	9	4%	8	3%
Samlet Indvinding	52	21%	59	24%	6	3%
Drænaforstrømning	143	57%	136	55%	175	70%
Grundvandsafstrømning	27	11%	26	11%	31	12%
Fejl	0	0%	0	0%	0	0%

Tablet 6.2 Overordnet vandbalance for Opland 5 (Sillebro å/Græse å), Alternativ-2 er uden KE-indvinding for Slingerup vandværksområde.

Overordnet vandbalance	Nul-alternativ		Alternativ 1		Alternativ 2	
	mm/år	% af Nettonedbør	mm/år	% af Nettonedbør	Mm/år	% af Nettonedbør
Nettonedbør	227	100%	227	100%	227	100%
Netto randstrømning	-22	-9%	-21	-9%	-24	-11%
Samlet Magasin ændring	10	4%	10	4%	8	4%
Samlet Indvinding	47	21%	54	24%	21	9%
Drænaforstrømning	109	48%	105	46%	126	55%
Grundvandsafstrømning	59	26%	57	25%	64	28%
Fejl	0	0%	0	0%	0	0%



Figur 6.6 Δ Medianmin₁₉₉₂₋₂₀₀₅ for Slangstrup indvindingsopland.

Vandløbspåvirkning

Vandløbspåvirkningen for området omkring Slangstrup er afbilledet i Figur 6.6, som illustrerer den procentvise ændring i simuleret medianminimums vandføring mellem nul-alternativet og Alternativ-1. Mest markant er ændringen i Gørløse å og Græse å som resultat af den øgede indvinding ved Hørup kildeplads. Til gengæld er vandløbspåvirkningen neutral ved udløbet af Havelse å, hvor den gamle Havelse kildeplads lukkes i Alternativ-1. Ændringerne i Pøle å systemet kan ikke umiddelbart tilskrives indvindingsændringer, og må beskrives som "støj" forårsaget af usikkerheden i medianminimums metoden.

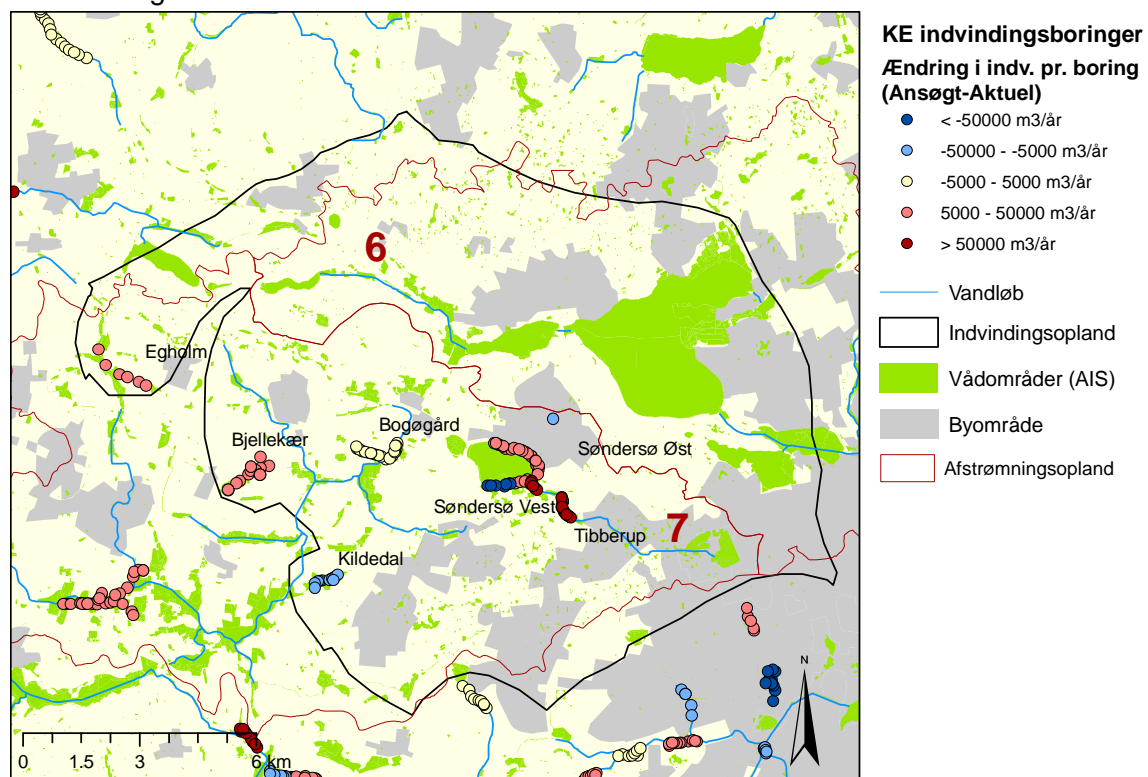
7. Søndersø Vandværk

Vandværksområdet

Oplandet til Søndersø vandværk er defineret som oplandet til indvindingerne fra kildepladserne: *Egholm, Bjellekær, Bogøgård, Søndersø Vest, Søndersø Øst, Kildedal og Tibberup*.

For perioden 1994-2005 har indvindingen fra de syv kildepladser udgjort ca. 12 mill. m³/år, svarende til ca. 72 % af den samlede indvinding indenfor indvindingsoplandet.

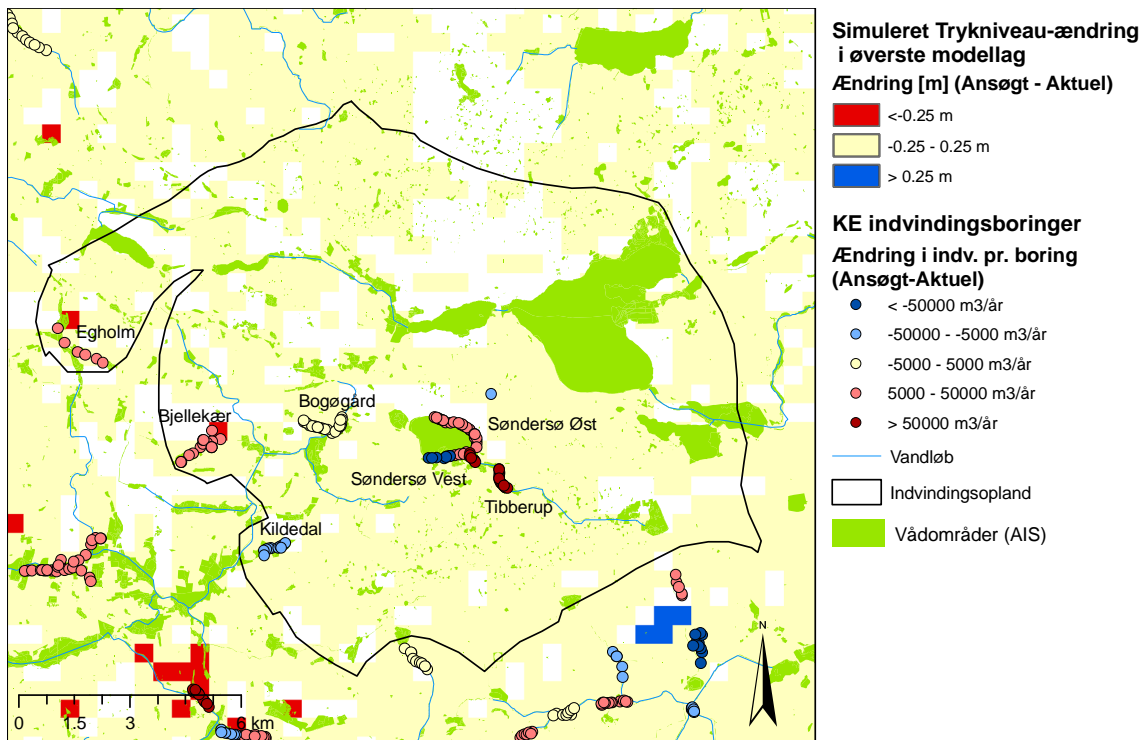
Indvindingsoplandet til Søndersø vandværksområde inkluderer primært to afstrømningsoplande; Opland 6 (Mølleåen) og Opland 7 (Værebros å) som afvander til hhv. Øresund og Roskilde Fjord. En mere detaljeret illustration af disse oplande er inkluderet i det følgende.



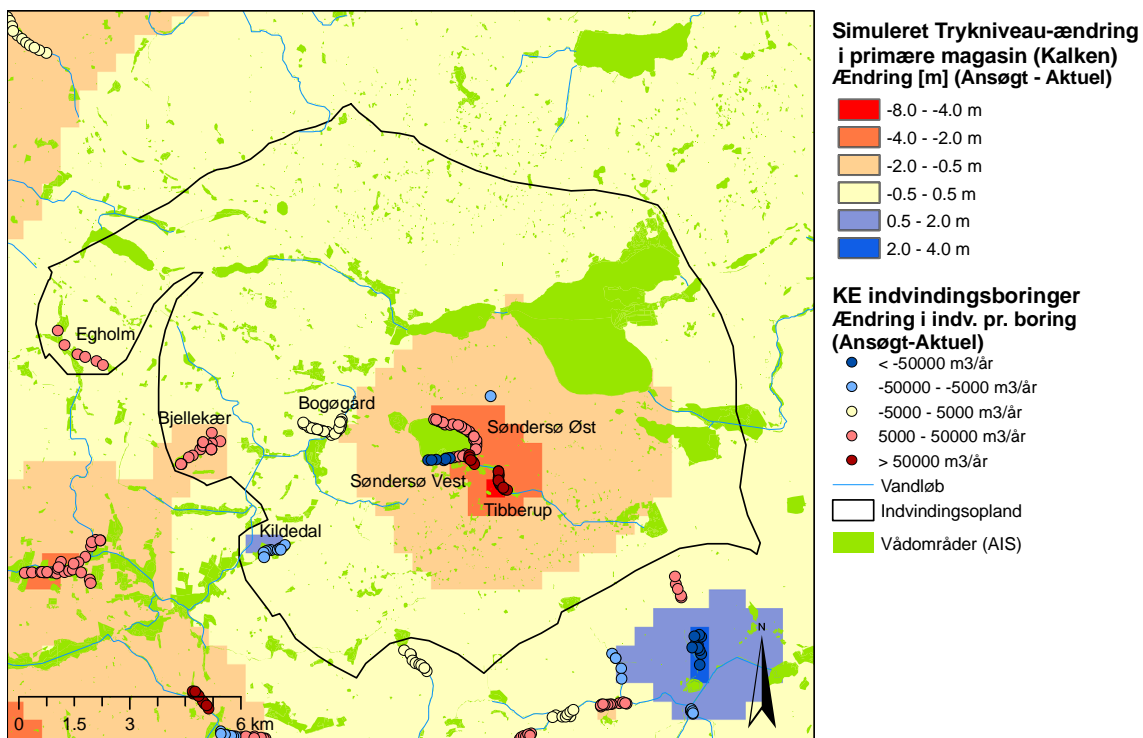
Figur 7.1 Søndersø vandværksområde med placering af KE's indvindinger.

Trykniveau-ændringer

Figur 7.2 med de simulerede trykniveau-ændringer i øverste modelag beskriver udelukkende ændringer større end ± 25 cm beregnet som middelændringen for 2005. Det fremgår af figuren at ændringer på mere end -25 cm begrænser sig til få modelgrids omkring *Egholm* og *Bjellekær* kildepladserne, mens den øgede indvinding ved *Tibberup* ikke i modelsammenhæng giver anledning til sænkning af det terrænnære trykniveau.



Figur 7.2 Den simulerede trykniveauændring i det øverste modellag mellem reference og scenarie kørsel (Alternativ 1 – nul-alternativet). Trykniveau-ændringen er beregnet som middelændringen for et normal-år (2005).



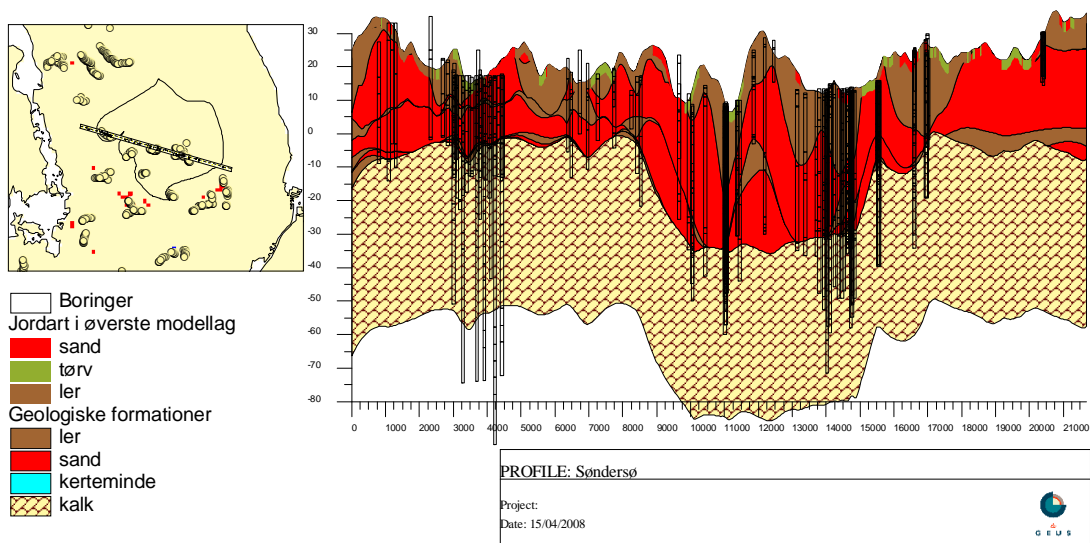
Figur 7.3 Den simulerede trykniveauændring i det primære magasin (Kalken) mellem reference og scenarie kørsel (Alternativ 1 – nul-alternativet). Trykniveau-ændringen er beregnet som middelændringen for et normal-år (2005).

Et modeludtræk svarende til Figur 7.2 men for det nederste modellag som beskriver det primære magasin (Kalken) er illustreret i Figur 7.3. Til forskel fra Figur 7.2 beskriver Figur 7.3 ikke blot trykniveau-ændringer større end en fastsat tæskelværdi, men hele spændet af de simulerede trykniveau-ændringer, som varierer mellem 2 og -8 m indenfor Søndersø vandværksområde. Figur 7.3 viser den meget gode overensstemmelse mellem indvindingsændringer og ændringer i trykniveau, og samtidig illustrerer forskellene mellem Figur 7.2 og 7.3 betydningen af den mellemliggende modelgeologi.

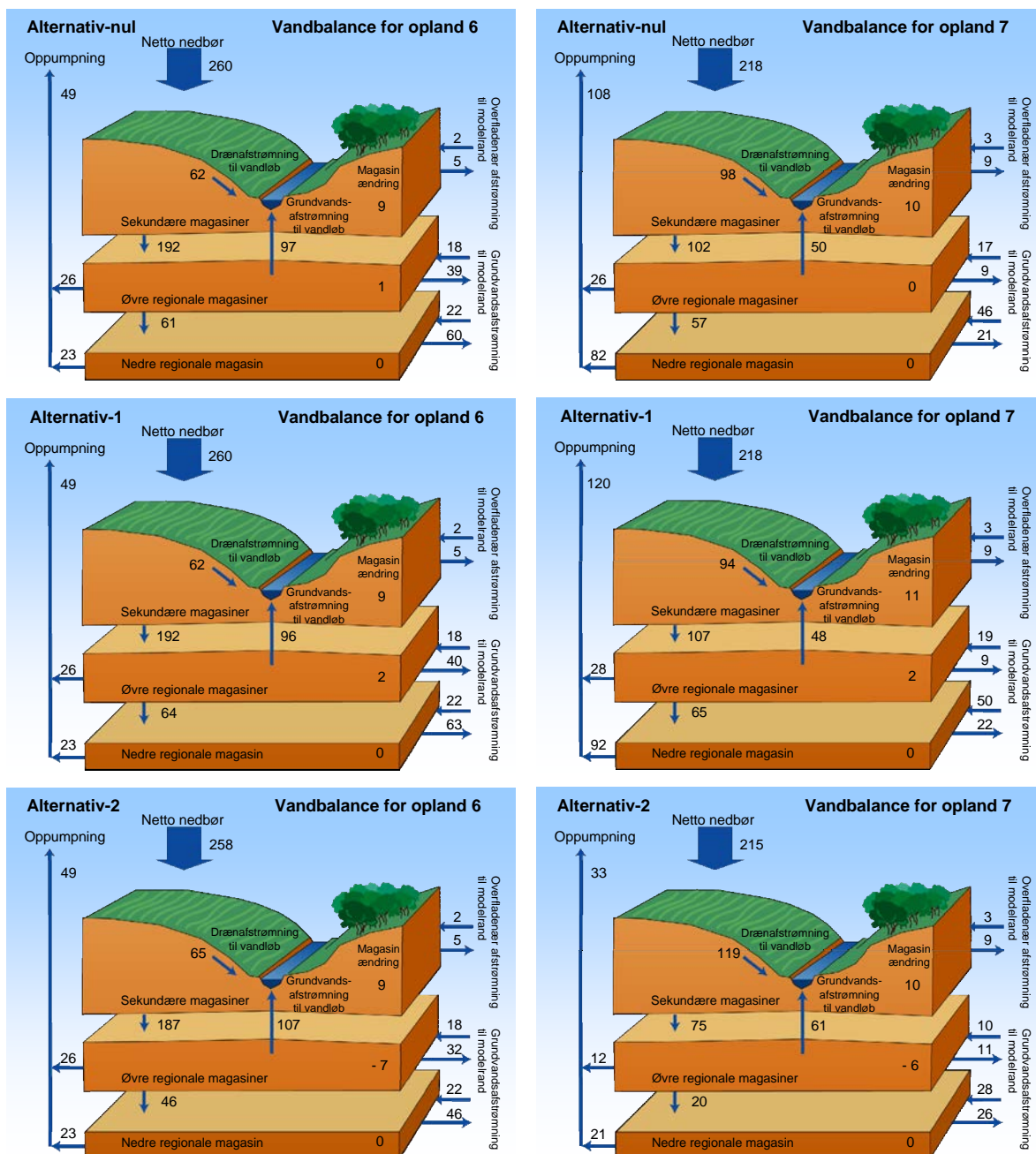
Modeludtræk svarende til Figur 7.2, men for trykniveau ændringer i øverste modellag mellem Alternativ 2 og nul-alternativet (A2-A0) er angivet i Appendix (Figur A 7).

Den geologiske model

Den geologiske model for området omkring Søndersø vandværksområde er forsøgt illustreret vha. et Øst-Vest gående tværnsnitprofil (Figur 7.4). Profilet illustrerer indvindingsboringernes placering i det prækvartære kalkmagasin, som er overlejret af skiftende sand og ler formationer. Områder, hvor der er store sammenhængende sandlag, som når helt op til det øverste beregningslag (øverste 3 m), vil modelmæssigt være særligt følsomme overfor trykniveau-ændringer, da ændringer som opstår i det primære kalkmagasin vil kunne forplante sig til det øverste modellag.



Figur 7.4 Geologisk profil tværnsnit gennem Søndersø vandværksområde iht. den geologiske model i DK-model Sjælland.



Figur 7.5 Vandbalancer for Nul-alternativet, Alternativ 1 og Alternativ 2 for hhv Opland 6 og Opland 7. Alternativ 2 er uden KE-indvinding for Sønderø Vandværksområde.

Vandbalancer

Vandbalanceopgørelser for de tre modelscenarier og for hvert af de to afstrømningsoplande (Opland 6 og 7) angives i Figur 7.5 samt i Tabel 7.1 og 7.2.

Da der ingen KE indvinding finder sted indenfor Opland 6 viser vandbalanceudtrækkene stort set ingen forskel mellem nul-alternativet og Alternativ-1. På grund af nærheden til KE's indvindinger udenfor Opland 6 (*Sønderø Øst* og *Tibberup*) er der dog en vis forskel i den simulerede afstrømning mellem nul-alternativet og Alternativ-2.

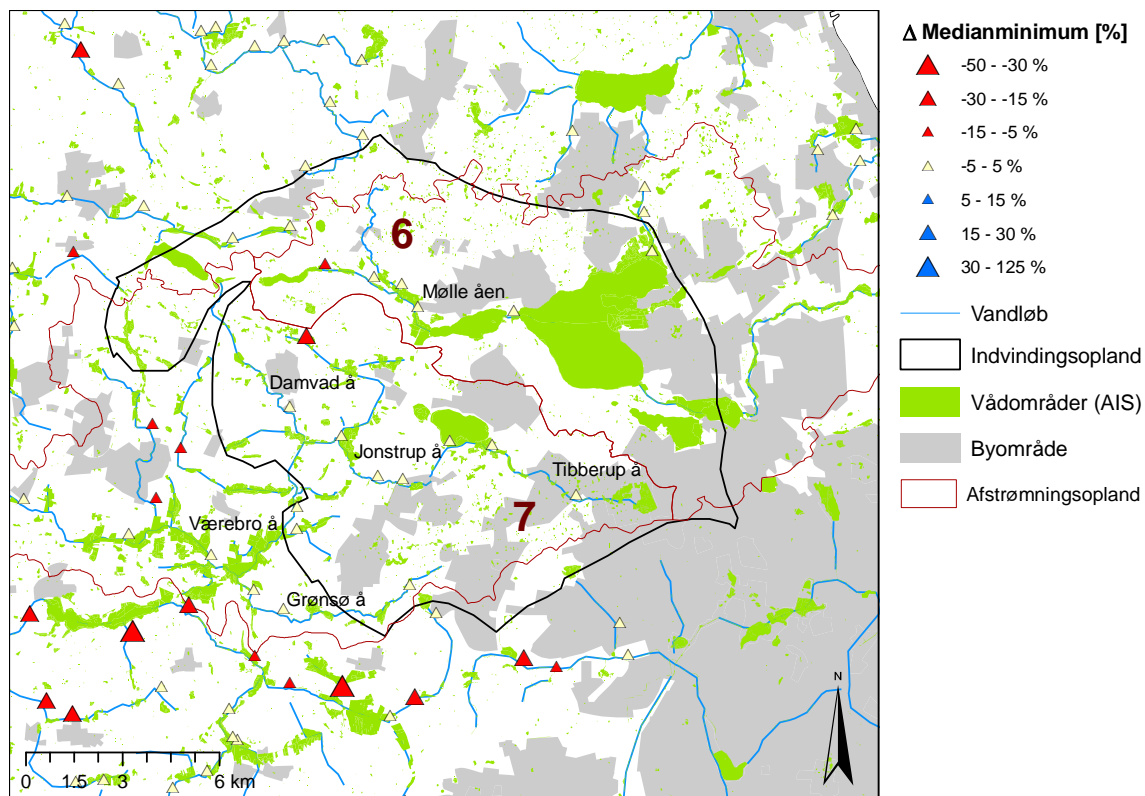
For Opland 7 er både indvindingerne og ændringerne større mellem nul-alternativet og Alternativ-1 (indvindinger på hhv. 108 og 120 mm/år). Den øgede indvinding forplanter sig i nogen grad til en reduktion af vandløbsafstrømningen, men kompenseres i nogen grad af en ændret randstrømning. Alternativ-2 for Opland 7 illustrerer at KE's indvindinger er dominerende indenfor oplandet og derfor en væsentlig forøgelse af vandløbsafstrømningen ved dette scenarie.

Tabel 7.1 Overordnet vandbalance for Opland 6 (Mølleåen), Alternativ-2 er uden KE-indvinding for Søndersø vandværksområde

Overordnet vandbalance	Nul-alternativ		Alternativ 1		Alternativ 2	
	mm/år	% af Nettonedbør	mm/år	% af Nettonedbør	Mm/år	% af Nettonedbør
Nettonedbør	260	100%	260	100%	258	100%
Netto randstrømning	-62	-24%	-66	-25%	-39	-15%
Samlet Magasin ændring	10	4%	12	5%	2	1%
Samlet Indvinding	49	19%	49	19%	49	19%
Drænaflowstrømning	62	24%	62	24%	65	25%
Grundvandsafstrømning	97	37%	96	37%	107	42%
Fejl	0	0%	0	0%	0	0%

Tabel 7.2 Overordnet vandbalance for Opland 7 (Værebros å), Alternativ-2 er uden KE-indvinding for Søndersø vandværksområde

Overordnet vandbalance	Nul-alternativ		Alternativ 1		Alternativ 2	
	mm/år	% af Nettonedbør	mm/år	% af Nettonedbør	Mm/år	% af Nettonedbør
Nettonedbør	218	100%	218	100%	215	100%
Netto randstrømning	27	13%	32	14%	-4	-2%
Samlet Magasin ændring	11	5%	13	6%	3	1%
Samlet Indvinding	108	50%	120	55%	33	16%
Drænaflowstrømning	98	45%	94	43%	119	55%
Grundvandsafstrømning	50	23%	48	22%	61	29%
Fejl	0	0%	0	0%	0	0%



Figur 7.6 Δ Medianmin₁₉₉₂₋₂₀₀₅ for Søndersø indvindingsopland.

Vandløbspåvirkning

Vandløbspåvirkningen for området omkring Søndersø er afbilledet i Figur 7.6, som illustrerer den procentvise ændring i simuleret medianminimums vandføring mellem nulalternativet og Alternativ-1. Ændringerne i simuleret minimums vandføring er meget små, med undtagelse af et enkelt sted i Damvad å. Dette skal primært forklares ved den begrænsede kontakt mellem det primære magasin vandløbene omkring Søndersø. Dette forhold fremgik ligeledes af Figureerne 7.2 og 7.3 samt af det geologiske tværsnit 7.4.

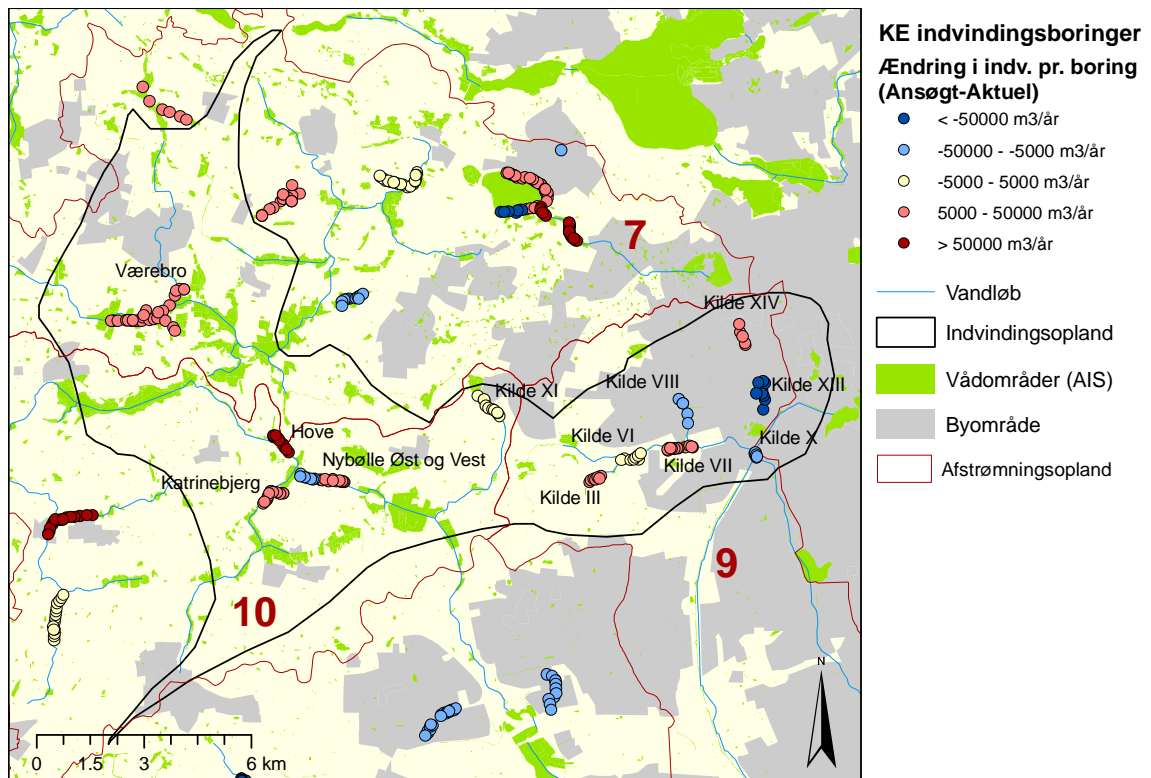
8. Islevbro Vandværk

Vandværksområdet

Oplandet til Islevbro vandværk er defineret som oplandet til indvindingerne fra kildepladserne: *Kilde III, Kilde VI, Kilde VII, Kilde VIII, Kilde X, Kilde XI, Kilde XII, Kilde XIV, Hove, Katrinebjerg, Nybølle øst, Nybølle Vest samt Værebros*.

For perioden 1994-2005 har indvindingen fra de 13 kildepladser udgjort ca. 7,7 mill. m³/år, svarende til ca. 85 % af den samlede indvinding indenfor indvindingsoplandet.

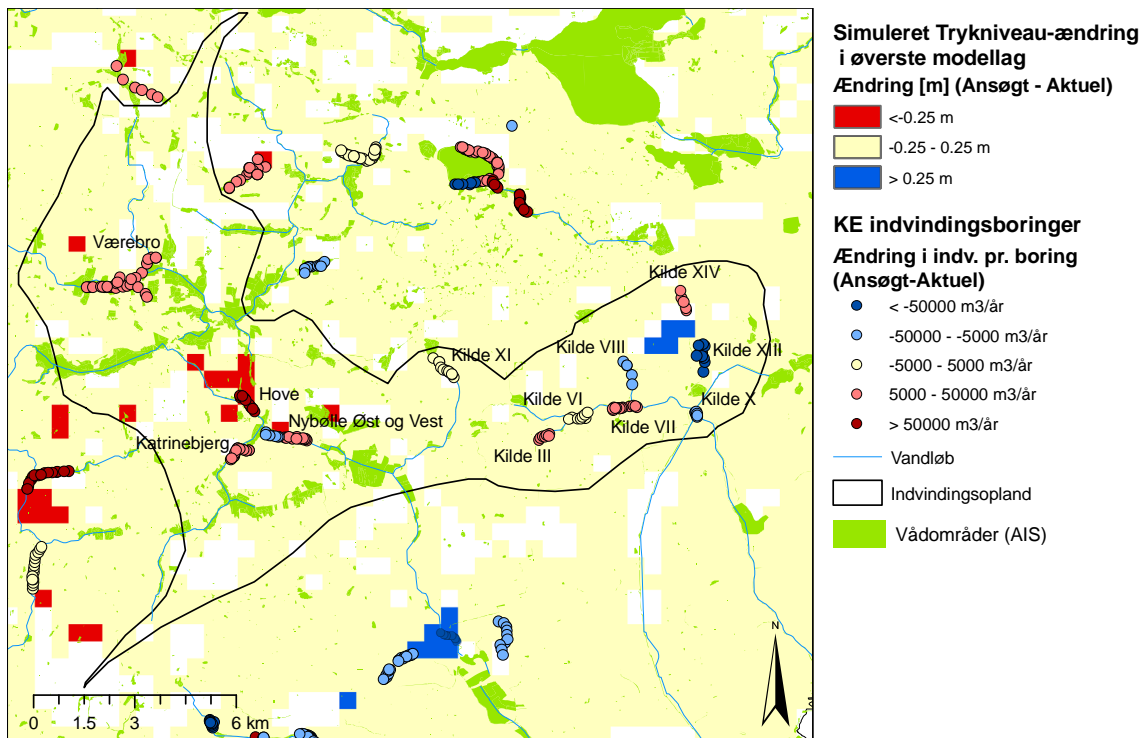
Indvindingsoplandet til Islevbro vandværksområde inkluderer primært tre afstrømningsoplande; Opland 7 (Værebros å), Opland 9 (Harrestrup å) og Opland 10 (Hove å /Maglemose å) som afvander til hhv. Roskilde Fjord, Køge Bugt og Roskilde Fjord. En mere detaljeret illustration af disse oplande er inkluderet i det følgende.



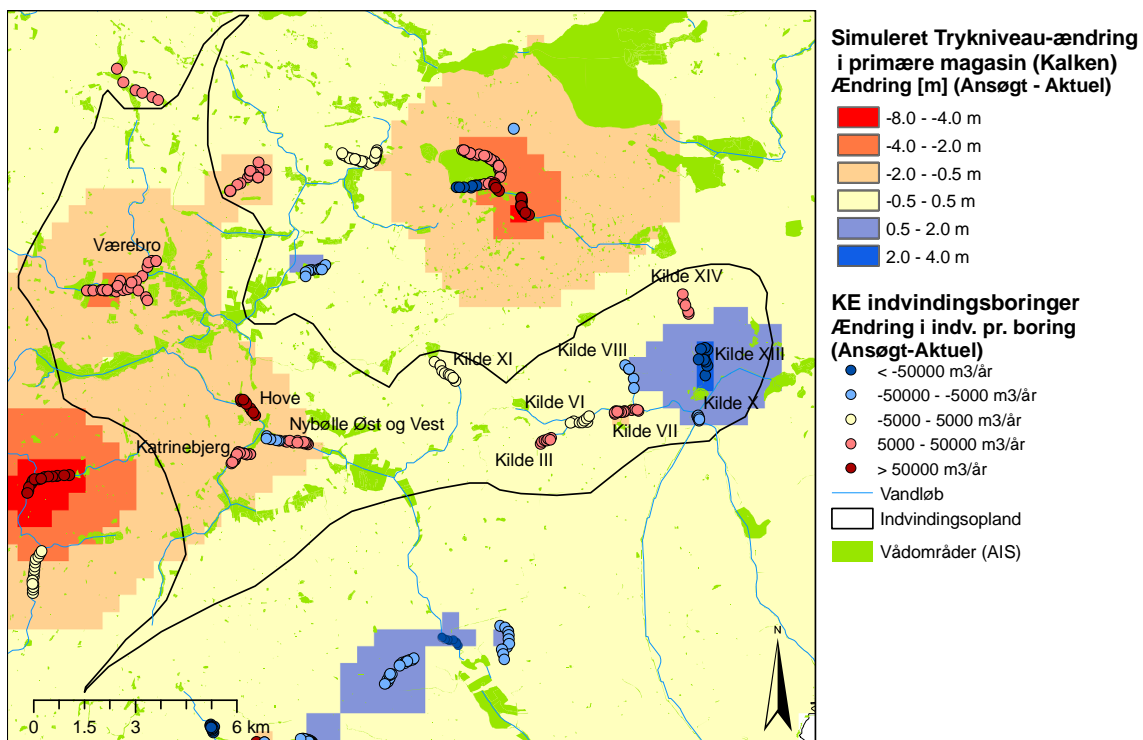
Figur 8.1 Islevbro vandværksområde med placering af KE's indvindinger.

Trykniveau-ændringer

Figur 8.2 med de simulerede trykniveau-ændringer i øverste modelag beskriver udelukkende ændringer større end ± 25 cm beregnet som middelændringen for 2005. Det fremgår af figuren at en gruppe modelgrids omkring *Hove* kildeplads har simulerede negative ændringer på mere end -25 cm. Ligeledes giver en neddrøsling på især *Kilde XIII* anledning til en positiv ændring større end 25 cm.



Figur 8.2 Den simulerede trykniveauændring i det øverste modellag mellem reference og scenarie kørsel (Alternativ 1 – nul-alternativet). Trykniveau-ændringen er beregnet som middel-ændringen for et normal-år (2005).



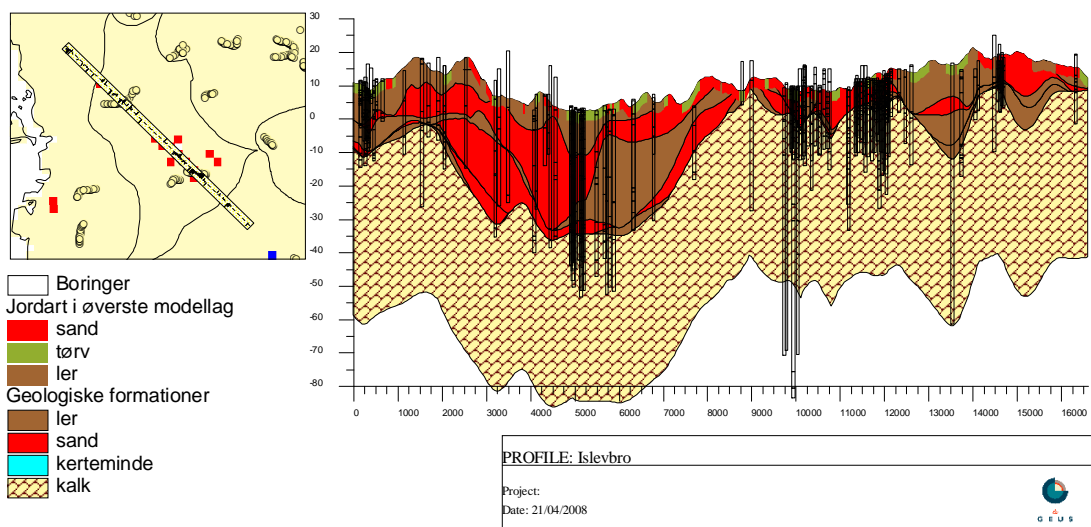
Figur 8.3 Den simulerede trykniveauændring i det primære magasin (Kalken) mellem reference og scenarie kørsel (Alternativ 1 – nul-alternativet). Trykniveau-ændringen er beregnet som middel-ændringen for et normal-år (2005).

Et modeludtræk svarende til Figur 8.2 men for det nederste modellag som beskriver det primære magasin (Kalken) er illustreret i Figur 8.3. Til forskel fra Figur 8.2 beskriver Figur 8.3 ikke blot trykniveau-ændringer større end en fastsat tæskelværdi, men hele spændet af de simulerede trykniveau-ændringer, som varierer mellem +4 og -4 m indenfor Islevbro vandværksområde. Figur 8.3 viser den meget gode overensstemmelse mellem indvindingsændringer og ændringer i trykniveau.

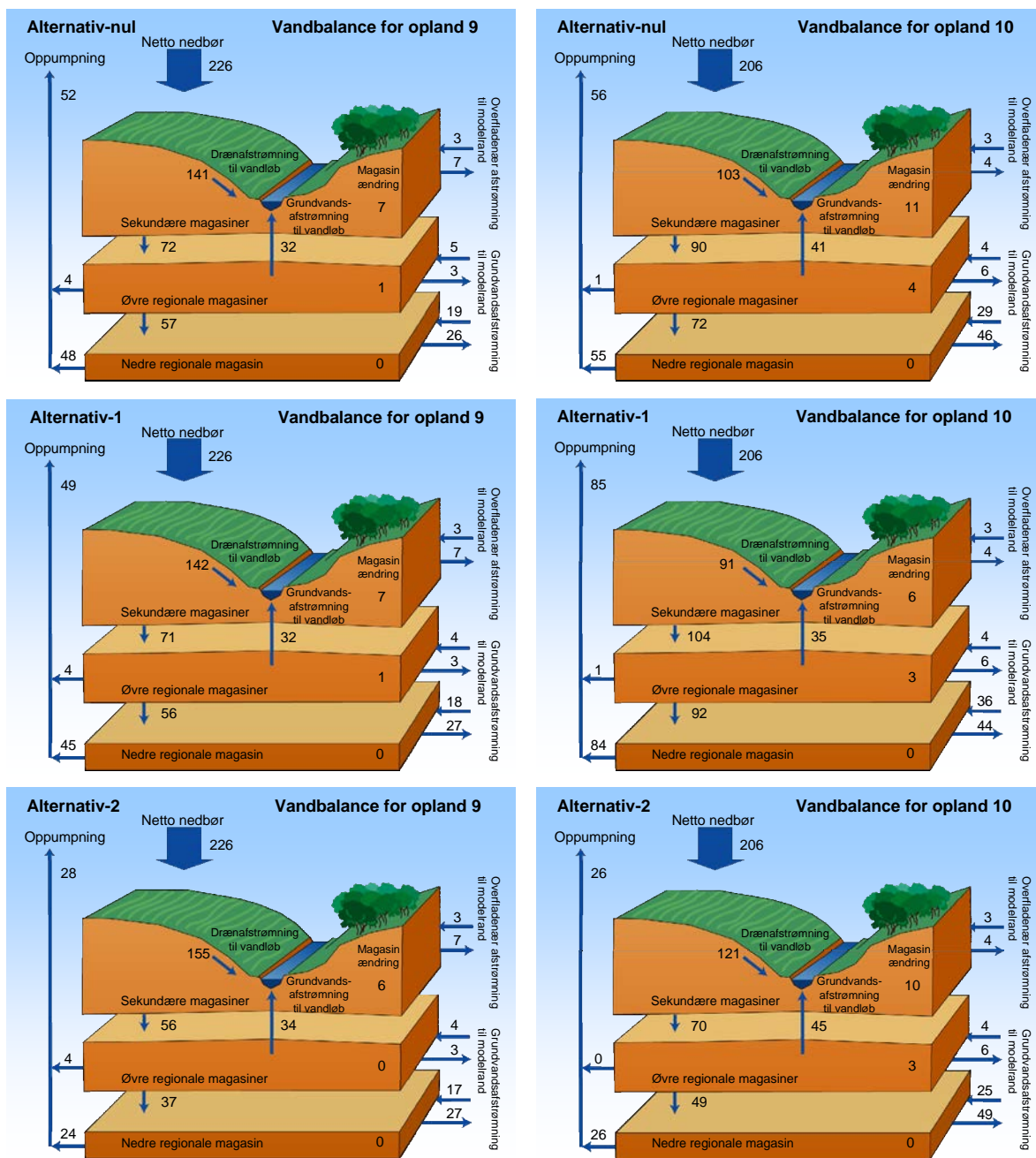
Modeludtræk svarende til Figur 8.2, men for trykniveau ændringer i øverste modellag mellem Alternativ 2 og nul-alternativet (A2-A0) er angivet i Appendix (Figur A 8).

Den geologiske model

Den geologiske model for området omkring Islevbro vandværksområde er forsøgt illustreret vha. et Nord-Vest-Syd-Øst gående tværsnitsprofil (Figur 8.4). Profilet illustrerer indvindingsboringernes placering i det prækvartære kalkmagasin, som er overlejret af skiftende sand og ler formationer. Områder, hvor der er store sammenhængende sandlag, som når helt op til det øverste beregningslag (øverste 3 m), vil modelmæssigt være særligt følsomme overfor trykniveau-ændringer, da disse ændringer som opstår i det primære kalkmagasin vil kunne forplante sig til det øverste modellag.



Figur 8.4 Geologisk profil tværsnit gennem Islevbro vandværksområde iht. den geologiske model i DK-model Sjælland.



Figur 8.5 Vandbalancer for Nul-alternativet, Alternativ 1 og Alternativ 2 for hhv Opland 9 og Opland 10. Alternativ 2 er uden KE-indvinding for Islevbro Vandværksområde.

Vandbalancer

Vandbalanceopgørelser for de tre modelscenarier og for hvert af de to afstrømningsoplande (Opland 9 og 10) angives i Figur 8.5 samt i Tabel 8.2 og 8.3 (Tabel 8.1 beskriver Opland 7).

Indenfor Opland 9 viser vandbalanceudtrækkene stort set ingen forskel mellem nul-alternativet og Alternativ-1. Selv Alternativ-2, hvor Islevbro vandværk slukkes helt giver

moderate ændringer i vandbalancen for Opland 9. Omvendt indeholder Alternativ-1 for Opland 10 en kraftig forøgelse af den samlede indvinding indenfor Opland 10, hvilket resulterer i en reduktion i vandløbsafstrømningen og randstrømningen ud af oplandet. Denne øgede indvinding finder hovedsagligt sted ved kildepladserne *Hove* og *Værebros*.

Tabel 8.1 Overordnet vandbalance for Opland 7 (Værebros å), Alternativ-2 er uden KE-indvinding for Islevbro vandværksområde

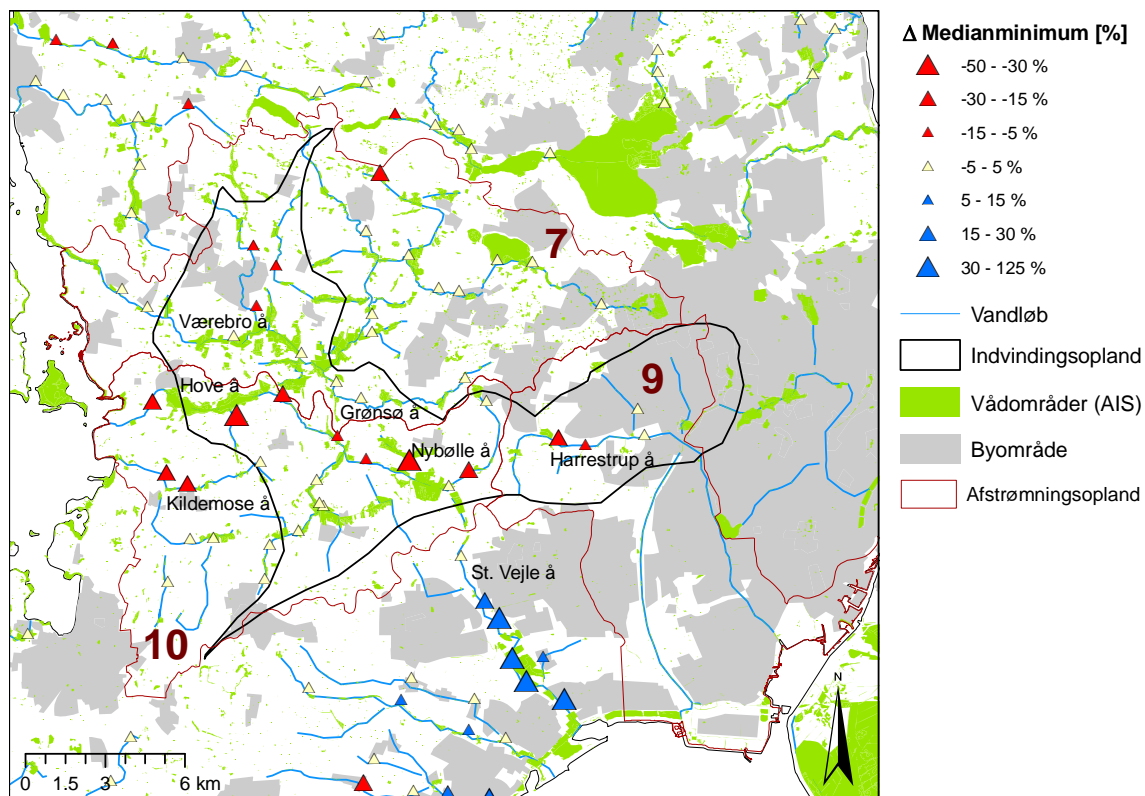
Overordnet vandbalance	Nul-alternativ		Alternativ 1		Alternativ 2	
	mm/år	% af Nettonedbør	mm/år	% af Nettonedbør	Mm/år	% af Nettonedbør
Nettonedbør	218	100%	218	100%	218	100%
Netto randstrømning	27	13%	32	14%	29	13%
Samlet Magasin ændring	11	5%	13	6%	9	4%
Samlet Indvinding	108	50%	120	55%	99	45%
Drænaflowstrømning	98	45%	94	43%	105	48%
Grundvandsafstrømning	50	23%	48	22%	52	24%
Fejl	0	0%	0	0%	0	0%

Tabel 8.2 Overordnet vandbalance for Opland 9 (Harrestrup å), Alternativ-2 er uden KE-indvinding for Islevbro vandværksområde

Overordnet vandbalance	Nul-alternativ		Alternativ 1		Alternativ 2	
	mm/år	% af Nettonedbør	mm/år	% af Nettonedbør	Mm/år	% af Nettonedbør
Nettonedbør	226	100%	226	100%	226	100%
Netto randstrømning	-9	-4%	-12	-5%	-14	-6%
Samlet Magasin ændring	8	3%	8	4%	6	3%
Samlet Indvinding	52	23%	49	22%	28	13%
Drænaflowstrømning	141	62%	142	63%	155	69%
Grundvandsafstrømning	32	14%	32	14%	34	15%
Fejl	0	0%	0	0%	0	0%

Tabel 8.3 Overordnet vandbalance for Opland 10 (Hove å/ Maglemose å), Alternativ-2 er uden KE-indvinding for Islevbro vandværksområde

Overordnet vandbalance	Nul-alternativ		Alternativ 1		Alternativ 2	
	mm/år	% af Nettonedbør	mm/år	% af Nettonedbør	Mm/år	% af Nettonedbør
Nettonedbør	206	100%	206	100%	206	100%
Netto randstrømning	-20	-10%	-10	-5%	-27	-13%
Samlet Magasin ændring	15	7%	16	8%	13	6%
Samlet Indvinding	56	27%	85	41%	26	12%
Drænaflowstrømning	103	50%	91	44%	121	59%
Grundvandsafstrømning	41	20%	35	17%	45	22%
Fejl	0	0%	0	0%	0	0%



Figur 8.6 Δ Medianmin₁₉₉₂₋₂₀₀₅ for Islevbro indvindingsopland.

Vandløbspåvirkning

Vandløbspåvirkningen for området omkring Islevbro er afbilledet i Figur 8.6, som illustrerer den procentvise ændring i simuleret medianminimums vandføring mellem nulalternativet og Alternativ-1. Ændringerne i simuleret minimums vandføring er meget udtalte for Hove å systemet og Harrestrup å, hvor medianminimumsvandføringen reduceres med mellem -50 og -30 % for enkelte målepunkter.

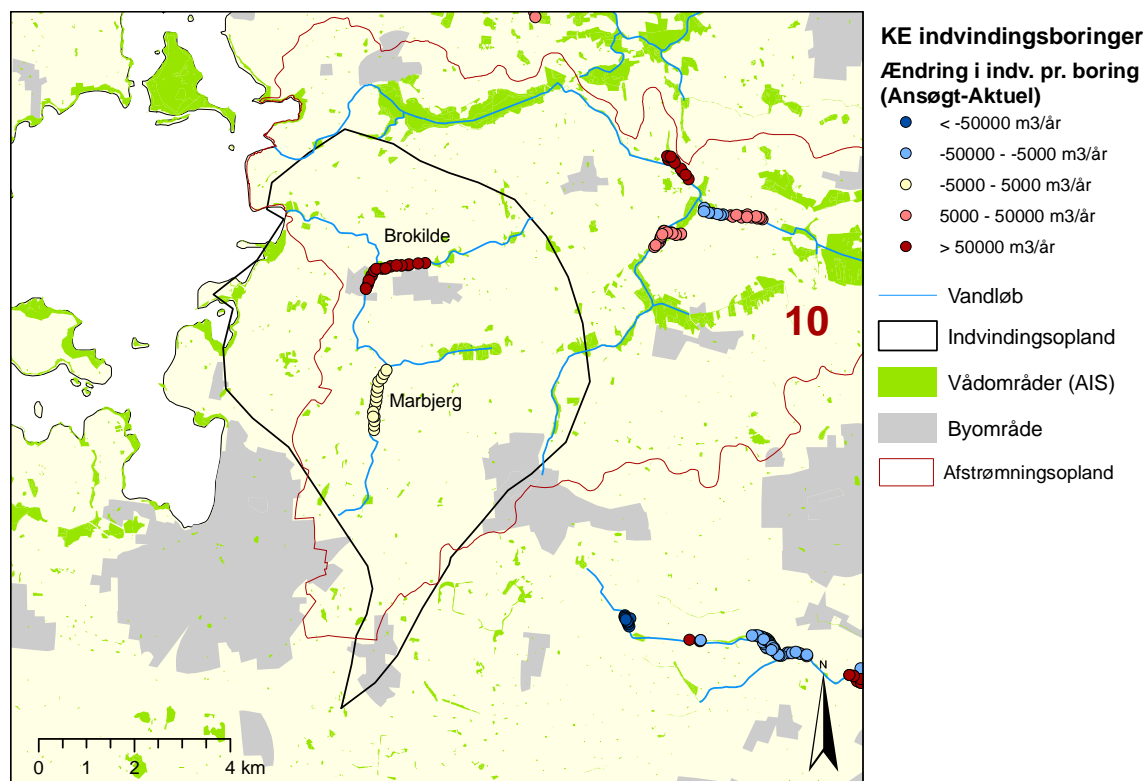
9. Marbjerg Vandværk

Vandværksområdet

Oplandet til Marbjerg vandværk er defineret som oplandet til indvindingerne fra kildepladserne: *Marbjerg* og *Brokilde*.

For perioden 1994-2005 har indvindingen fra de to kildepladser udgjort ca. 2,5 mill. m³/år, svarende til ca. 90 % af den samlede indvinding indenfor indvindingsoplandet.

Indvindingsoplandet til Marbjerg vandværksområde inkluderer primært et afstrømningsopland; Opland 10 (Hove å/Maglelose å) som afvander til Roskilde Fjord. En mere detaljeret illustration af dette opland er inkluderet i det følgende.

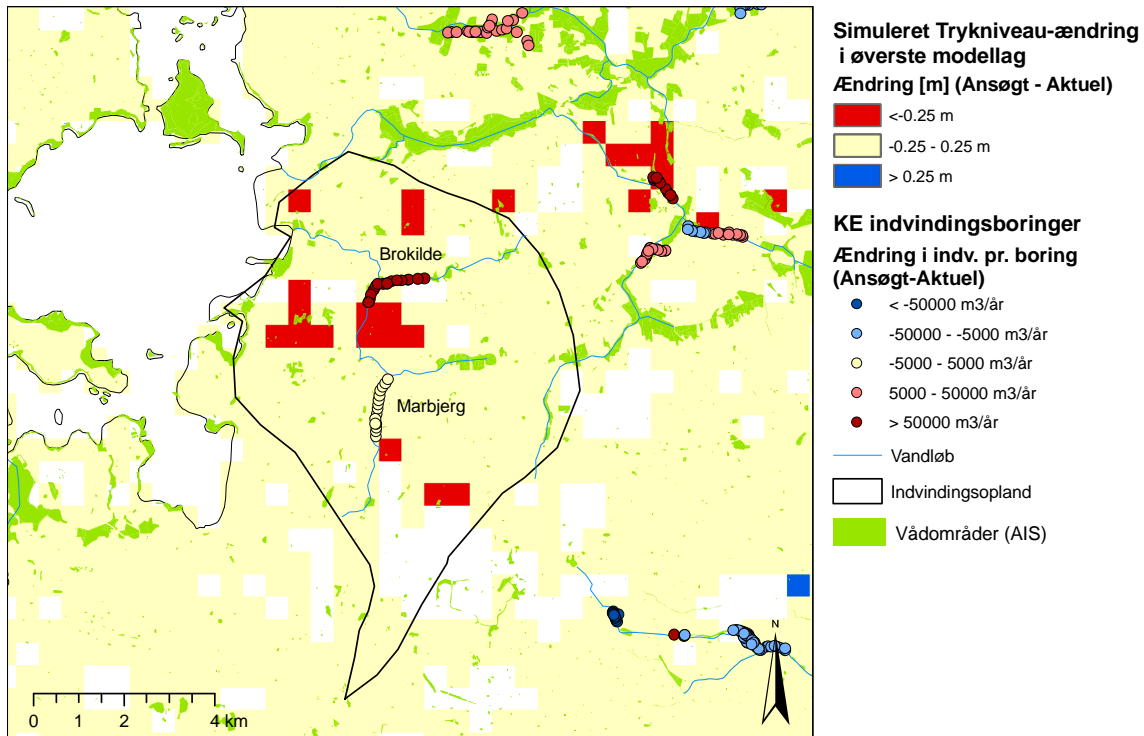


Figur 9.1 Marbjerg vandværksområde med placering af KE's indvindinger.

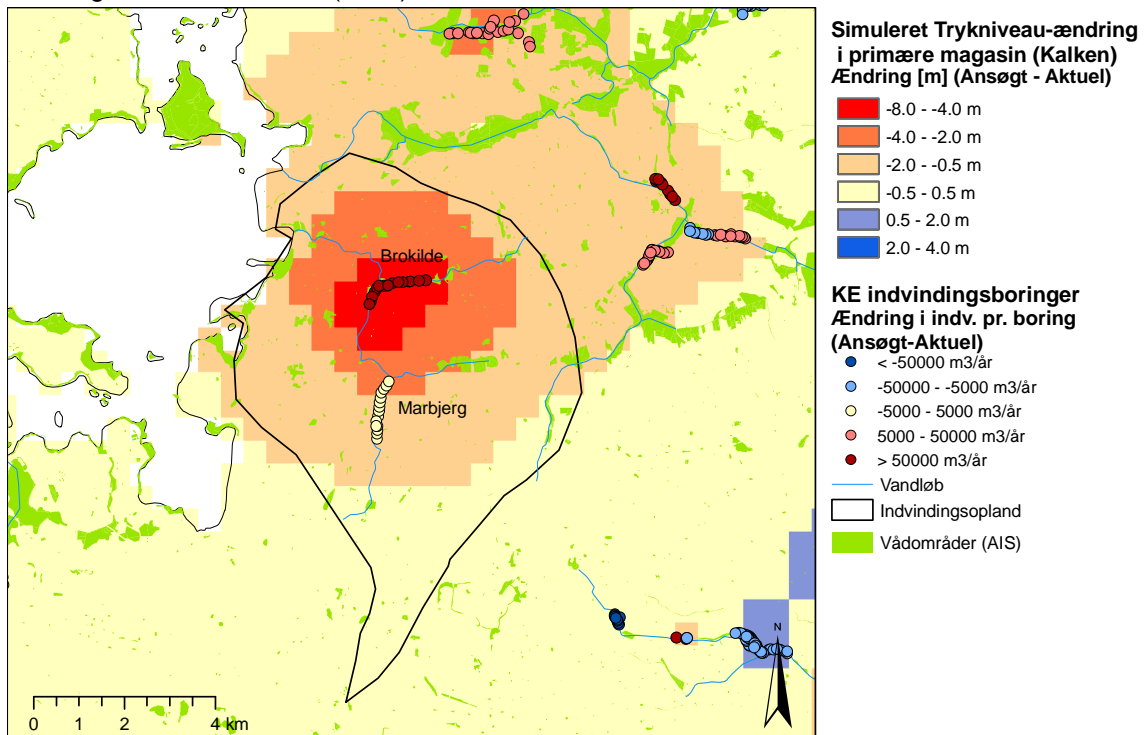
Trykniveau-ændringer

Figur 9.2 med de simulerede trykniveau-ændringer i øverste modellag beskriver udelukkende ændringer større end ± 25 cm beregnet som middelændringen for 2005. For kildepladsen *Brokilde* øges indvindingsmængderne væsentligt mellem nul-alternativet og Alternativ-1. Det fremgår af Figur 9.2 at denne indvindingsændring medfører en sænkning af trykniveauet i øverste modellag større end 25 cm for en gruppe af modelgrids. Desuden ses sænkningen i det nederste modellag (kalken) tydeligt af Figur 9.3, som illustrerer påvirkningen fra *Brokilde* kildepladsen godt. De simulerede trykniveau-ændringer varierer mellem 0 og -8 m indenfor Marbjerg vandværksområde. Figur

9.3 viser ligeledes den meget gode overensstemmelse mellem indvindingsændringer og ændringer i trykniveau.



Figur 9.2 Den simulerede trykniveauændring i det øverste modellag mellem reference og scenarie kørsel (Alternativ 1 – nul-alternativet). Trykniveau-ændringen er beregnet som middel-ændringen for et normal-år (2005).

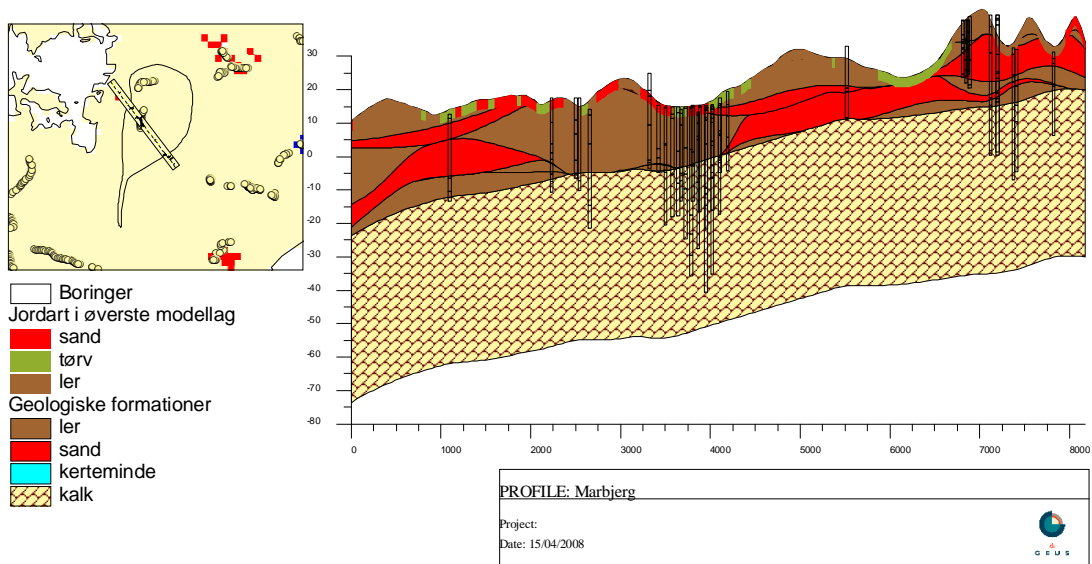


Figur 9.3 Den simulerede trykniveauændring i det primære magasin (Kalken) mellem reference og scenarie kørsel (Alternativ 1 – nul-alternativet). Trykniveau-ændringen er beregnet som middel-ændringen for et normal-år (2005).

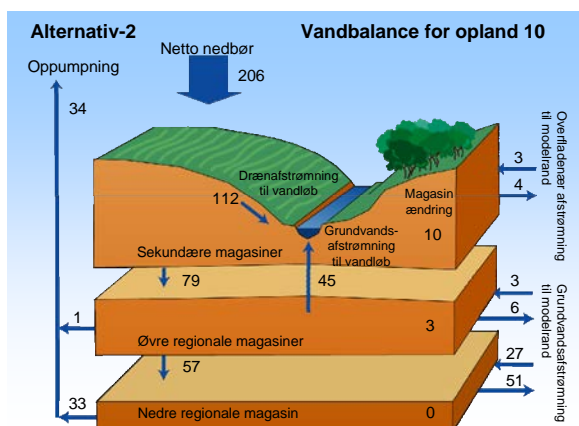
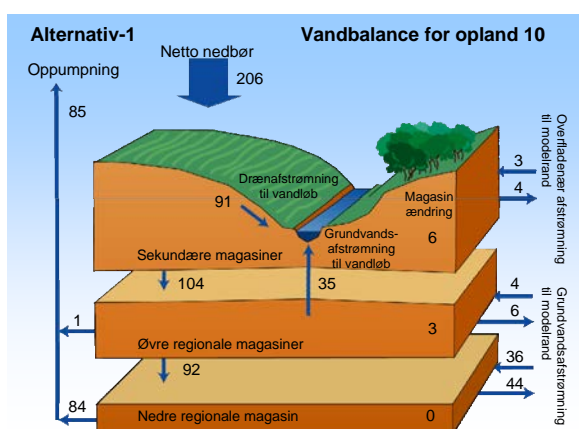
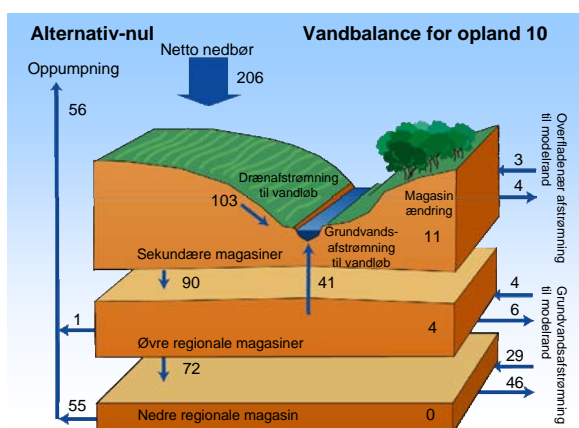
Modeludtræk svarende til Figur 9.2, men for trykniveau ændringer i øverste modellag mellem Alternativ 2 og nul-alternativet (A2-A0) er angivet i Appendix (Figur A 9).

Den geologiske model

Den geologiske model for området omkring Marbjerg vandværksområde er forsøgt illustreret vha. et Nord-Vest-Syd-Øst gående tværsnitsprofil (Figur 9.4). Profilet illustrerer indvindingsboringernes placering i det prækvartære kalkmagasin, som er overlejret af skiftende sand og ler formationer. Områder, hvor der er store sammenhængende sandlag, som når helt op til det øverste beregningslag (øverste 3 m), vil modelmæssigt være særligt følsomme overfor trykniveau-ændringer, da disse ændringer som opstår i det primære kalkmagasin vil kunne forplante sig til det øverste modellag.



Figur 9.4 Geologisk profil tværnsnit gennem Marbjerg vandværksområde iht. den geologiske model i DK-model Sjælland.



Figur 9.5 Vandbalancer for Nul-alternativet, Alternativ 1 og Alternativ 2 for Opland 10. Alternativ 2 er uden KE-indvinding for Marbjerg Vandværksområde.

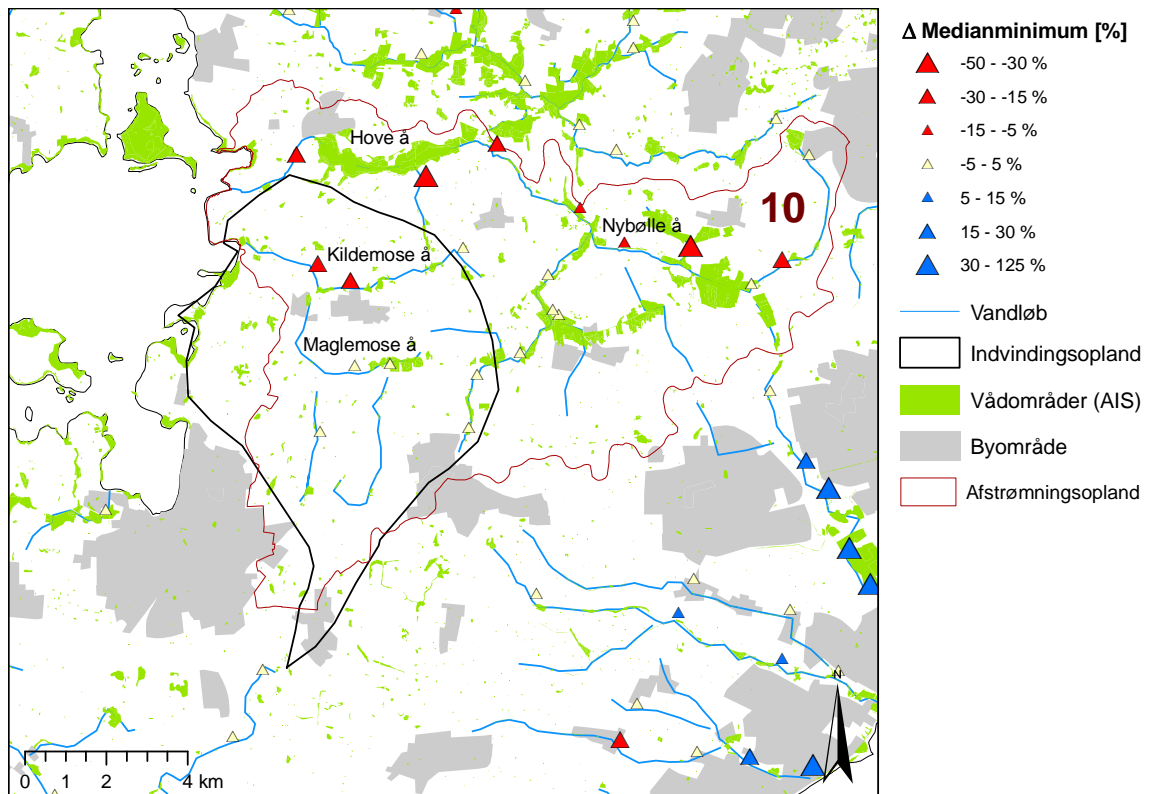
Vandbalancer

Vandbalanceopgørelser for de tre modelscenarier og for Opland 10 angives i Figur 8.5 samt i Tabel 9.1.

Indenfor Opland 10 viser vandbalanceudtrækkede en kraftig ændring i indvinding mellem nul-alternativet og Alternativ-1 (hvh. 56 og 85 mm/år). For Alternativ-2, hvor Marbjerg vandværk slukkes helt, øges primært vandløbsafstrømningen indenfor Opland 10.

Tabel 9.1 Overordnet vandbalance for Opland 10 (Hove å/ Maglemose å), Alternativ-2 er uden KE-indvinding for Marbjerg vandværksområde

Overordnet vandbalance	Nul-alternativ		Alternativ 1		Alternativ 2	
	mm/år	% af Nettonedbør	mm/år	% af Nettonedbør	Mm/år	% af Nettonedbør
Nettonedbør	206	100%	206	100%	206	100%
Netto randstrømning	-20	-10%	-10	-5%	-28	-14%
Samlet Magasin ændring	15	7%	16	8%	14	7%
Samlet Indvinding	56	27%	85	41%	34	16%
Drænaflowstrømning	103	50%	91	44%	112	55%
Grundvandsafstrømning	41	20%	35	17%	45	22%
Fejl	0	0%	0	0%	0	0%



Figur 9.6 Δ Medianmin₁₉₉₂₋₂₀₀₅ for Marbjerg indvindingsopland.

Vandløbspåvirkning

Vandløbspåvirkningen for området omkring Marbjerg er afbilledet i Figur 9.6, som illustrerer den procentvise ændring i simuleret medianminimums vandføring mellem nul-alternativet og Alternativ-1. Ændringer i simuleret minimums vandføring finder sted i Kildemose å, hvor ændringerne i medianminimumsvandføringen dog begrænser sig til en reduktion på mellem -30 og -15 % for enkelte målepunkter.

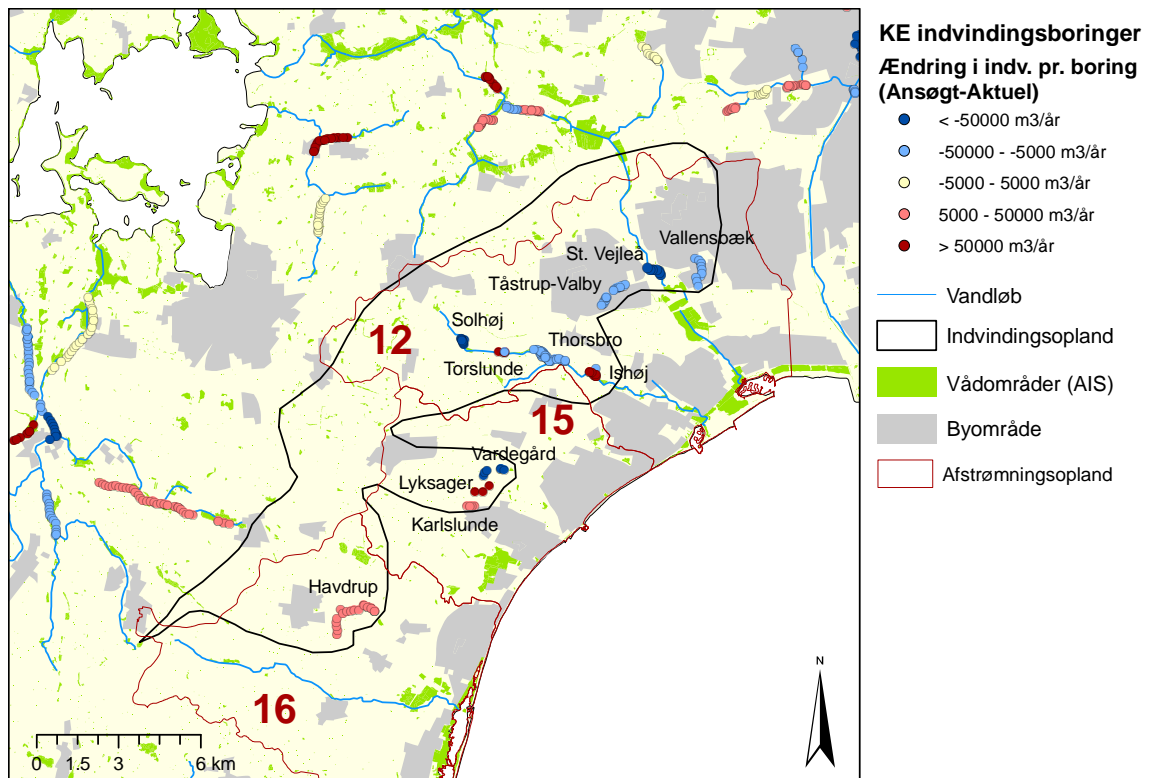
10. Thorsbro Vandværk

Vandværksområdet

Oplandet til Thorsbro vandværk er defineret som oplandet til indvindingerne fra kildepladserne: *Solhøj, Ishøj, Torslunde, Thorsbro, Vardegård, Havdrup, Karlslunde, Lyksager, Tåstrup-Valby, St. Vejleå og Vallensbæk..*

For perioden 1994-2005 har indvindingen fra de 11 kildepladser udgjort ca. 12,5 mill. m³/år, svarende til ca. 84 % af den samlede indvinding indenfor indvindingsoplandet.

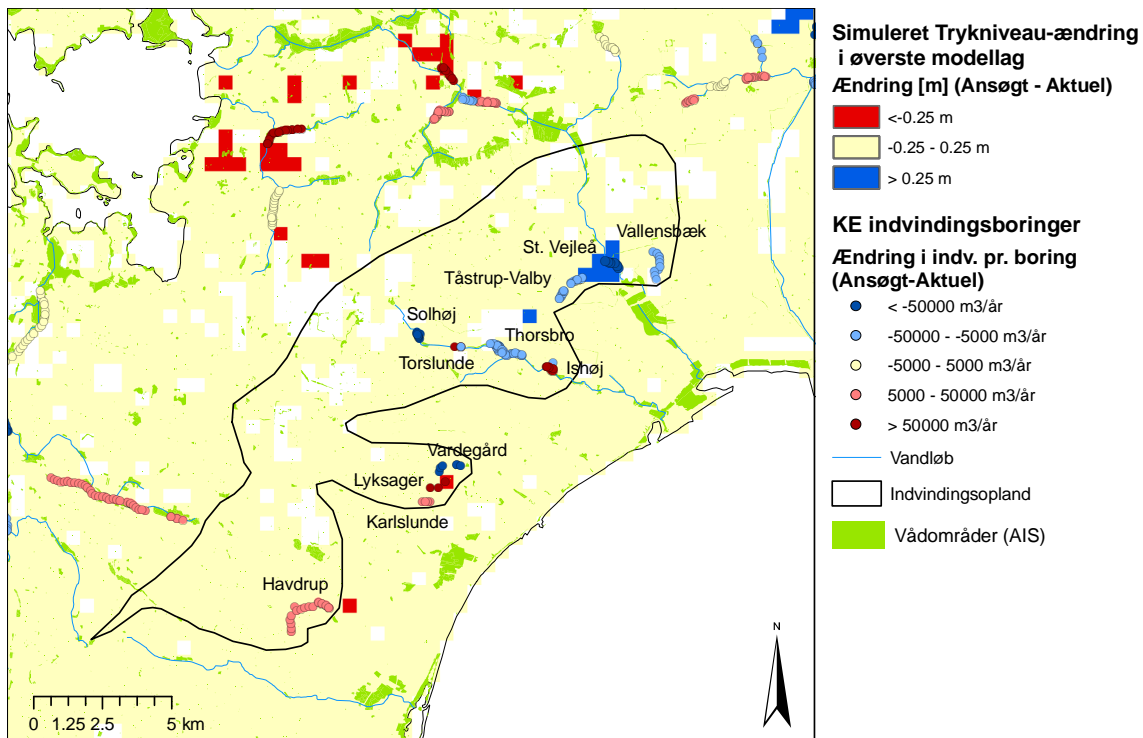
Indvindingsoplandet til Thorsbro vandværksområde inkluderer primært tre afstrømningsoplande; Opland 12 (St. Vejleå /Li. Vejleå), Opland 15 (Olsbæk /Rørmoseløbet /Karlstrupmosebæk) og Opland 16 (Solrød bæk /Skensved å) som alle afvander til Køge Bugt. En mere detaljeret illustration af disse oplande er inkluderet i det følgende.



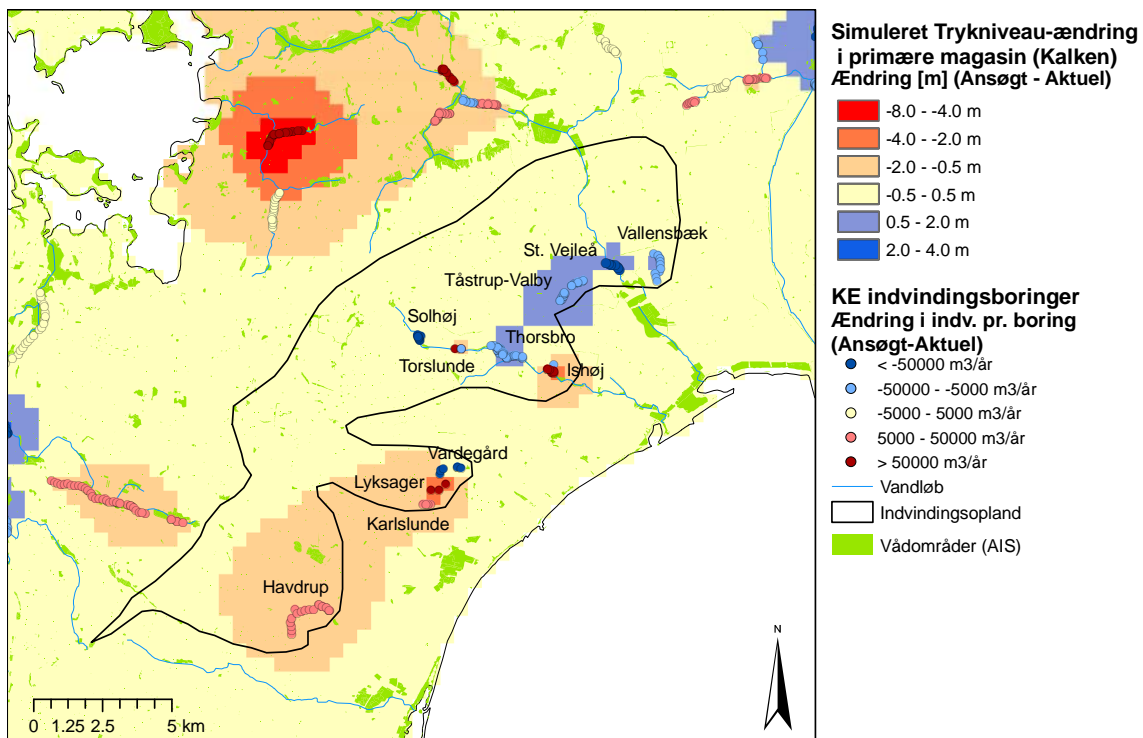
Figur 10.1 Thorsbro vandværksområde med placering af KE's indvindinger.

Trykniveau-ændringer

Figur 10.2 med de simulerede trykniveau-ændringer i øverste modellag beskriver udelukkende ændringer større end ± 25 cm beregnet som middelfændringen for 2005. Det fremgår af figuren at enkelte modelgrids omkring *Lyksager* og *Havdrup* kildepladserne har simulerede negative ændringer på mere end -25 cm. Til gengæld giver en neddrøsing på især *St. Vejle å* anledning til en positiv ændring større end 25 cm.



Figur 10.2 Den simulerede trykniveauændring i det øverste modellag mellem reference og scenarie kørsel (Alternativ 1 – nul-alternativet). Trykniveau-ændringen er beregnet som middel-ændringen for et normal-år (2005).



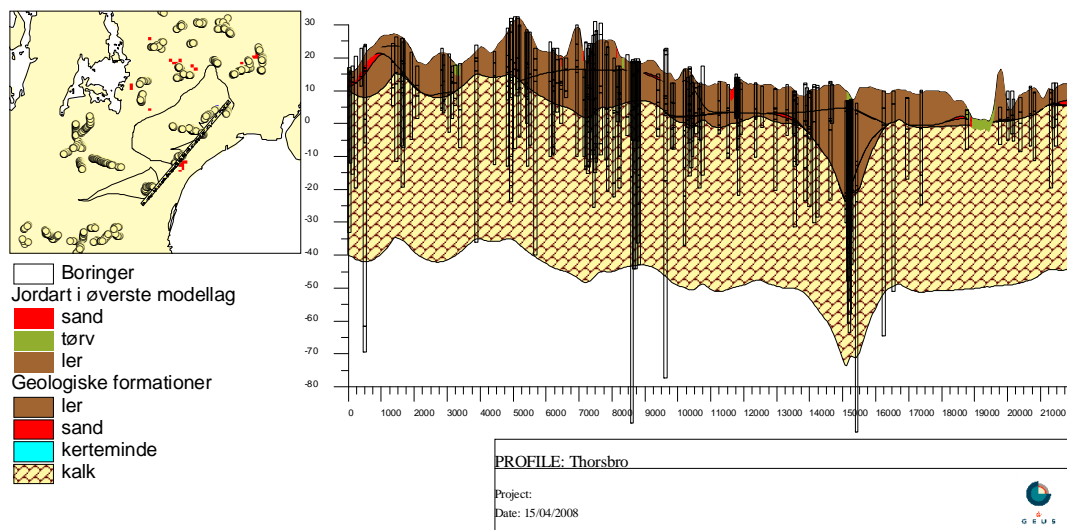
Figur 10.3 Den simulerede trykniveauændring i det primære magasin (Kalken) mellem reference og scenarie kørsel (Alternativ 1 – nul-alternativet). Trykniveau-ændringen er beregnet som middel-ændringen for et normal-år (2005).

Et modeludtræk svarende til Figur 10.2 men for det nederste modellag som beskriver det primære magasin (Kalken) er illustreret i Figur 10.3. Til forskel fra Figur 10.2 beskriver Figur 10.3 ikke blot trykniveau-ændringer større end en fastsat tærskelværdi, men hele spændet af de simulerede trykniveau-ændringer, som varierer mellem 2 og -2 m indenfor Islevbro vandværksområde. Figur 10.3 viser den meget gode overensstemmelse mellem indvindingsændringer og ændringer i trykniveau.

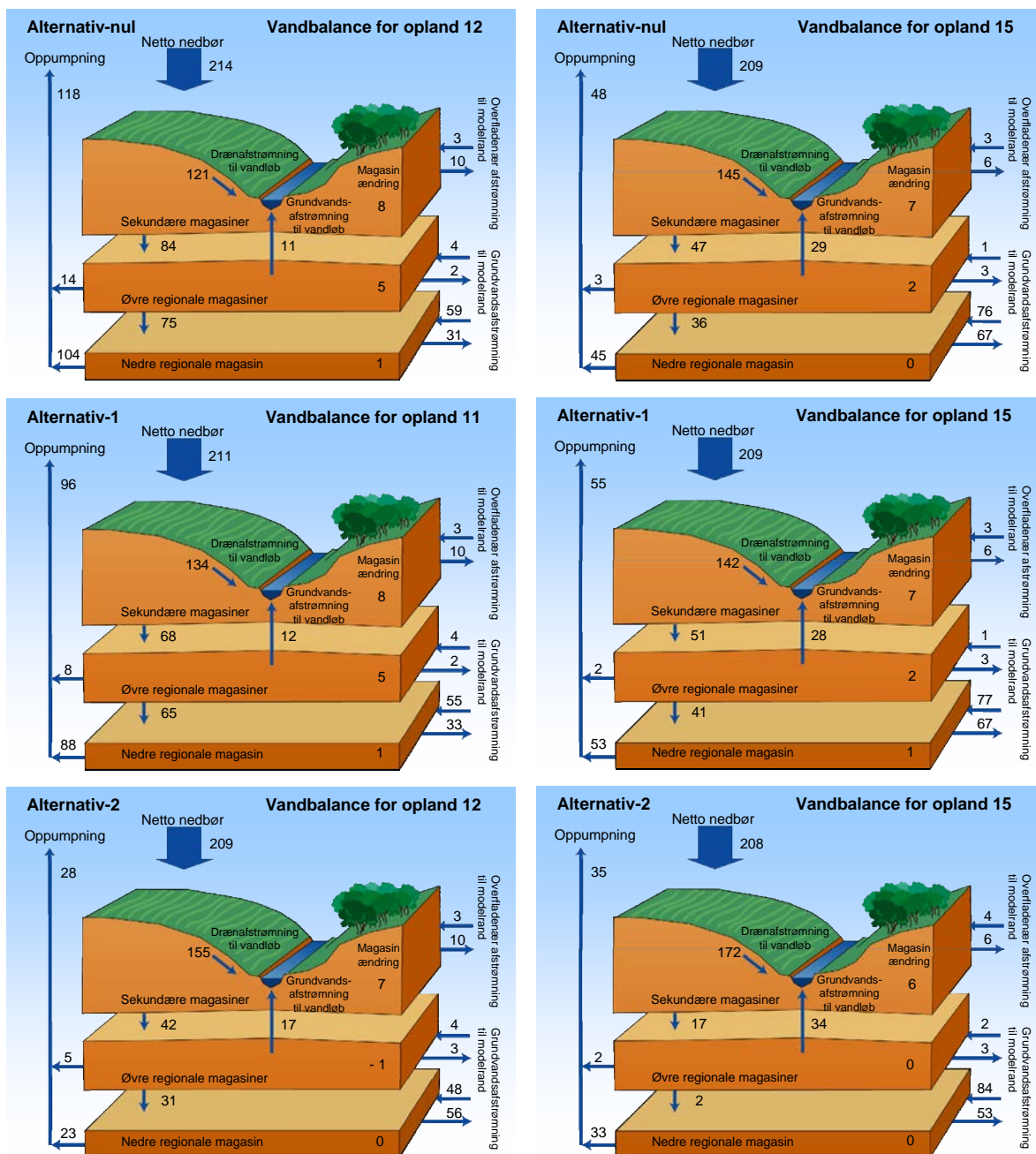
Modeludtræk svarende til Figur 10.2, men for trykniveau ændringer i øverste modellag mellem Alternativ 2 og nul-alternativet (A2-A0) er angivet i Appendix (Figur A 10).

Den geologiske model

Den geologiske model for området omkring Islevbro vandværksområde er forsøgt illustreret vha. et Nord-Øst-Syd-Vest gående tværsnitprofil (Figur 10.4). Profilet illustrerer indvindingsboringernes placering i det prækvartære kalkmagasin, som er overlejret af skiftende sand og ler formationer. Områder, hvor der er store sammenhængende sandlag, som når helt op til det øverste beregningslag (øverste 3 m), vil modelmæssigt være særligt følsomme overfor trykniveau-ændringer, da disse ændringer som opstår i det primære kalkmagasin vil kunne forplante sig til det øverste modellag. Det skal bemærkes at der for tværsnitprofilet ved Thorsbro stort set ikke er nogle sandlag, men at den prækvartære overflade overlejres af et tykt sammenhængende lerlag.



Figur 10.4 Geologisk profil tværsnit gennem Thorsbro vandværksområde iht. den geologiske model i DK-model Sjælland.



Figur 10.5 Vandbalancer for Nul-alternativet, Alternativ 1 og Alternativ 2 for hhv Opland 12 og Opland 16. Alternativ 2 er uden KE-indvinding for Thorsbro Vandværksområde.

Vandbalancer

Vandbalanceopgørelser for de tre modelscenarier og for hvert af de to afstrømningsoplande (Opland 12 og 16) angives i Figur 10.5 samt i Tabel 10.1 og 10.3. Tabel 10.2 beskriver vandbalancen for Opland 15, som ligeledes påvirkes af indvindinger fra Thorsbro vandværk.

Indenfor Opland 12 viser vandbalanceudtrækkede dels at KE's indvindinger er dominerende (forskellen mellem nul-alternativet og Alternativ-2) samt at de ansøgte indvindinger (Alternativ-1) indebærer en kraftig reduktion i KE's indvindinger (fra 118 til 96 mm/år). Indvindingspåvirkningerne indenfor Opland 15 og Opland 16 (Tabel 10.2 og

10.3) er mere begrænsede, både mellem nul-alternativet og Alternativ-1 og i forhold til Alternativ-2, da KE's indvindinger udgør en mindre andel af den samlede indvinding indenfor disse oplande. Dog viser vandløbsafstrømningen indenfor Opland 15 sig at være særligt følsom overfor ændringer, da denne vandbalancekomponent øges betydeligt (145 til 172 mm/år) ved en begrænset reduktion i indvinding (48 til 35 mm/år) mellem nul-alternativet og Alternativ-2.

Tabel 10.1 Overordnet vandbalance for Opland 12 (St. Vejleå / Li. Vejle å), Alternativ-2 er uden KE-indvinding for Thorsbro vandværksområde

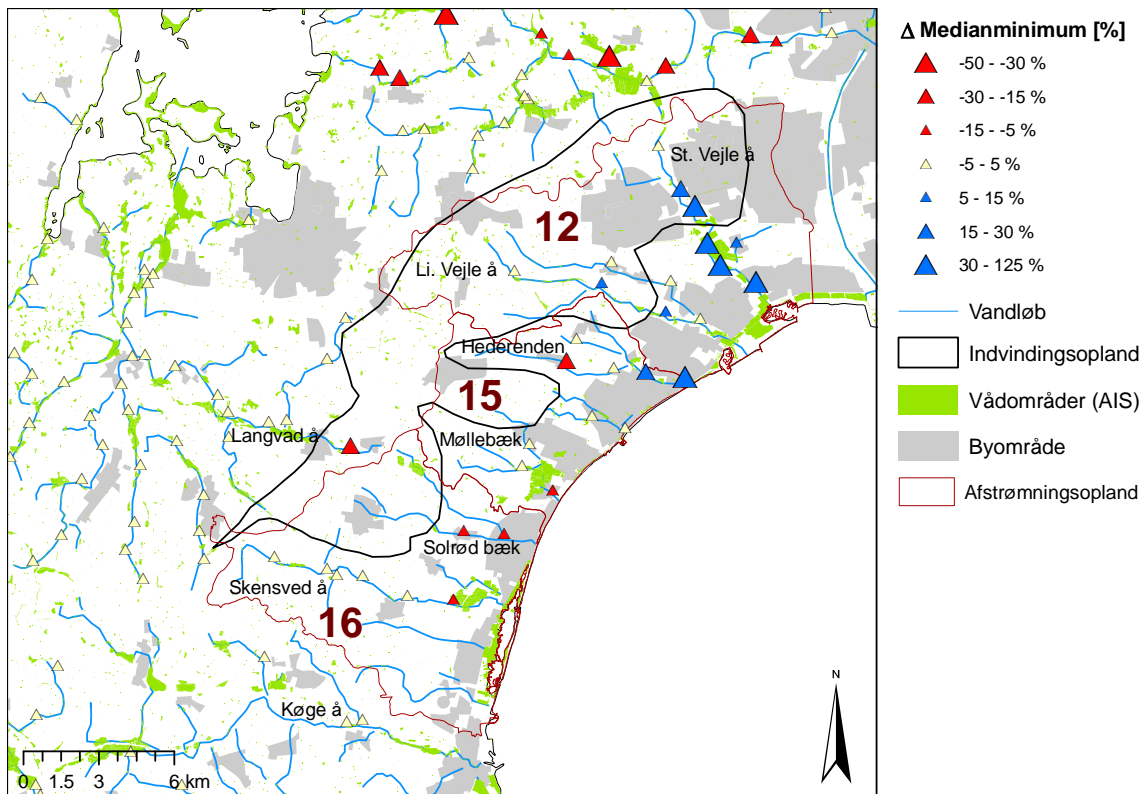
Overordnet vandbalance	Nul-alternativ		Alternativ 1		Alternativ 2	
	mm/år	% af Nettonedbør	mm/år	% af Nettonedbør	Mm/år	% af Nettonedbør
Nettonedbør	214	100%	211	100%	209	100%
Netto randstrømning	22	10%	16	8%	-15	-7%
Samlet Magasin ændring	14	6%	14	7%	6	3%
Samlet Indvinding	118	55%	96	45%	28	14%
Drænafstrømning	121	56%	134	63%	155	74%
Grundvandsafstrømning	11	5%	12	6%	17	8%
Fejl	0	0%	0	0%	0	0%

Tabel 10.2 Overordnet vandbalance for Opland 15 (Olsbæk /Rørmoseløbet / Karlstrupmosebæk), Alternativ-2 er uden KE-indvinding for Thorsbro vandværksområde

Overordnet vandbalance	Nul-alternativ		Alternativ 1		Alternativ 2	
	mm/år	% af Nettonedbør	mm/år	% af Nettonedbør	Mm/år	% af Nettonedbør
Nettonedbør	209	100%	209	100%	208	100%
Netto randstrømning	4	2%	6	3%	27	13%
Samlet Magasin ændring	10	5%	11	5%	5	2%
Samlet Indvinding	48	23%	55	26%	35	17%
Drænafstrømning	145	70%	142	68%	172	83%
Grundvandsafstrømning	29	14%	28	13%	34	16%
Fejl	0	0%	0	0%	0	0%

Tabel 10.3 Overordnet vandbalance for Opland 16 (Solrød bæk / Skensved å), Alternativ-2 er uden KE-indvinding for Thorsbro vandværksområde

Overordnet vandbalance	Nul-alternativ		Alternativ 1		Alternativ 2	
	mm/år	% af Nettonedbør	mm/år	% af Nettonedbør	Mm/år	% af Nettonedbør
Nettonedbør	222	100%	222	100%	221	100%
Netto randstrømning	17	8%	20	9%	13	6%
Samlet Magasin ændring	7	3%	7	3%	6	3%
Samlet Indvinding	67	30%	74	34%	45	20%
Drænafstrømning	154	70%	151	68%	169	76%
Grundvandsafstrømning	24	11%	23	11%	26	12%
Fejl	0	0%	0	0%	0	0%



Figur 10.6 Δ Medianmin₁₉₉₂₋₂₀₀₅ for Thorsbro indvindingsopland.

Vandløbspåvirkning

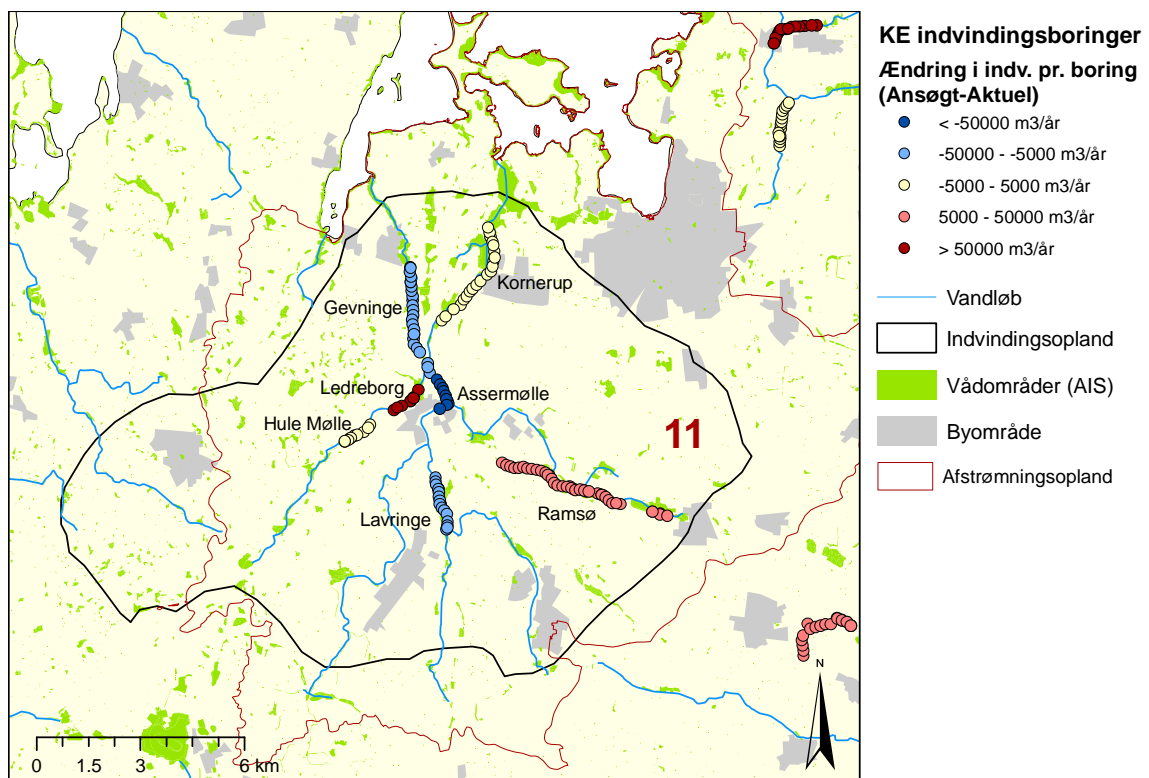
Vandløbspåvirkningen for området omkring Thorsbro er afbilledet i Figur 10.6, som illustrerer den procentvise ændring i simuleret medianminimums vandføring mellem nul-alternativet og Alternativ-1. Ændringerne i simuleret minimums vandføring er meget udtalte nedstrøms i Hedereanden og især for St. Vejle å, hvor der simuleres en væsentlig forøgelse af medianminimumsvandføringen på op til 125 %. Enkelte målepunkter i Opland 15 og 16 viser en reduktion i simuleret medianminimumsvandføringen, bl.a. ved Solrød bæk.

11. Lejre Vandværk

Vandværksområdet

Oplandet til Lejre vandværk er defineret som oplandet til indvindingerne fra kildepladserne: *Kornerup, Gevninge, Hule Mølle, Ledreborg, Assermølle, Lavring og Ramsø*. For perioden 1994-2005 har indvindingen fra de 7 kildepladser udgjort ca. 8,2 mill. m³/år, svarende til ca. 92 % af den samlede indvinding indenfor indvindingsoplandet.

Indvindingsoplandet til Lejre vandværksområde inkluderer primært et afstrømningsopland; Opland 11 (Helligrenden /Kornerup å /Gevninge å) som afvander til Roskilde Fjord. En mere detaljeret illustration af dette opland er inkluderet i det følgende.

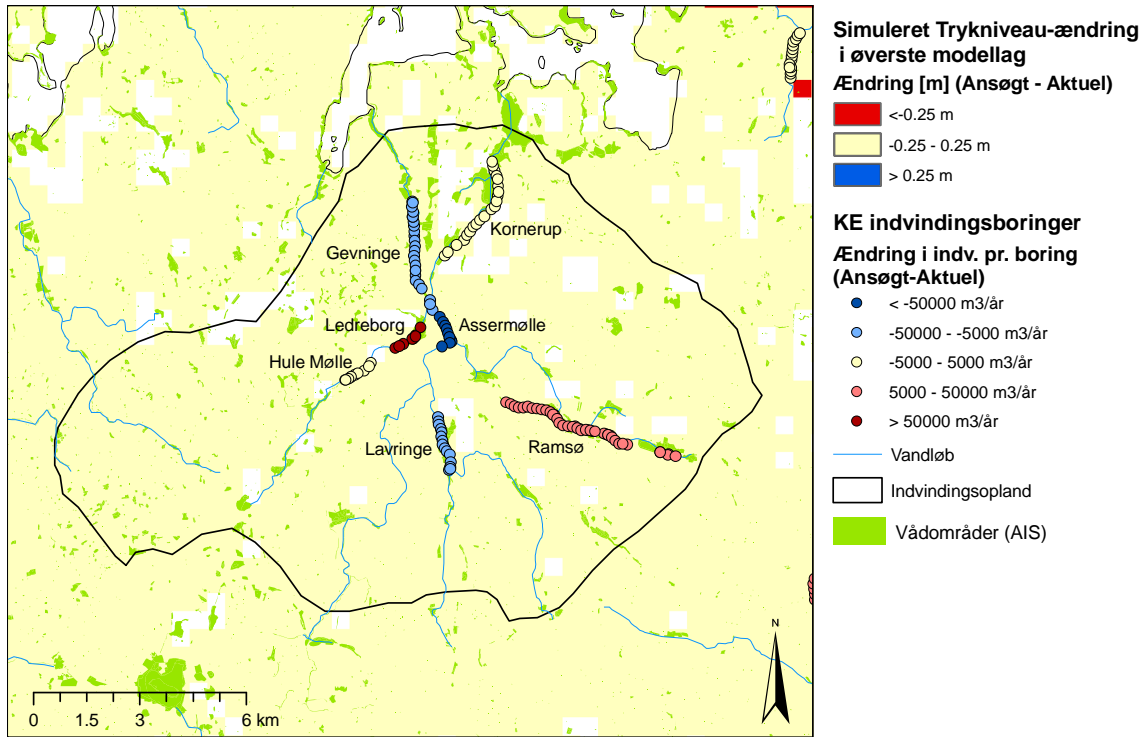


Figur 11.1 Lejre vandværksområde med placering af KE's indvindinger.

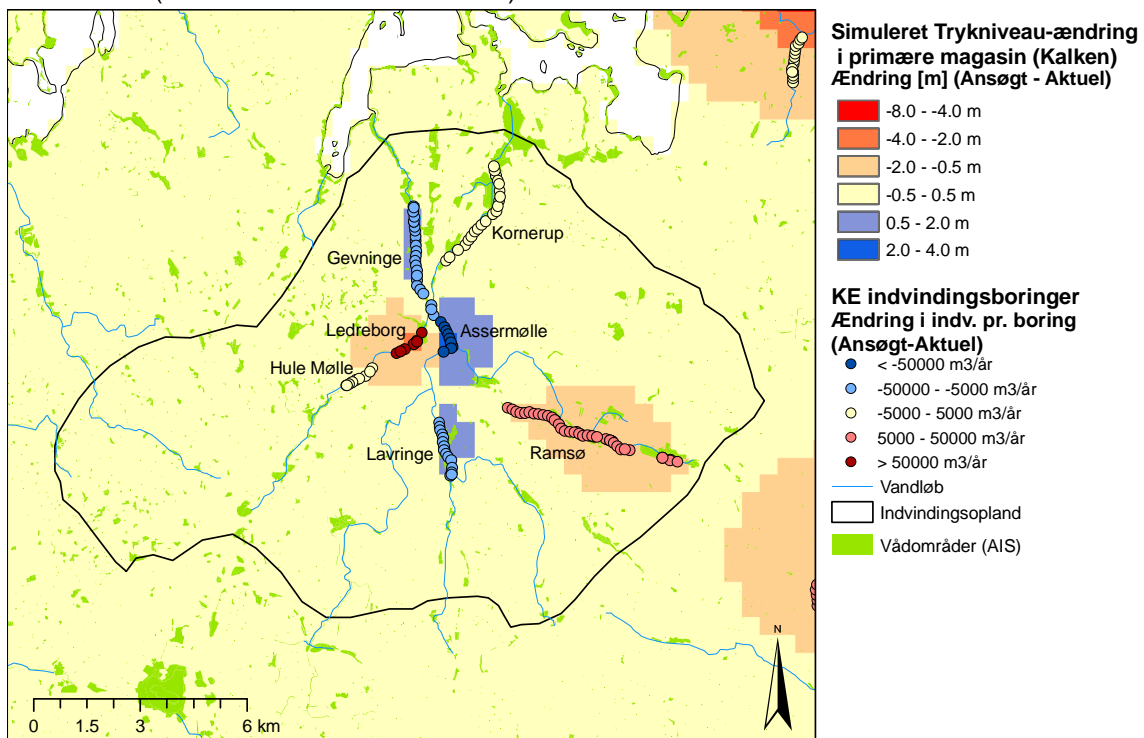
Trykniveau-ændringer

Figur 11.2 med de simulerede trykniveau-ændringer i øverste modellag beskriver udelukkende ændringer større end ± 25 cm beregnet som middelændringen for 2005. For kildepladsen *Ledreborg* øges indvindingsmængderne væsentligt mellem nulalternativet og Alternativ-1, mens den reduceres for den nærliggende *Assermølle* kildeplads. Det fremgår af Figur 11.2 at indvindingsændringer indenfor Lejre oplandet ifølge modellen ikke medfører en sænkning af trykniveauet i øverste modellag større end 25 cm. Dette skyldes, på trods af en væsentlig omfordeling af indvindingerne, at nogle områder har meget lille hydraulisk kontakt mellem Kalken og det øverste modellag. For området omkring *Ledreborg/Assermølle* skyldes det et andet fænomen, nemlig at ændringerne opvejer hinanden og at indvindingerne påvirker den samme udbred-

te og sammenhængende sandformation. Dette illustreres i det kommende vha. det geologiske modeltværsnit (Figur 11.4). Trykniveauændringer i det nederste modellag (kalken) ses tydeligt af Figur 11.3, som illustrerer påvirkningen fra alle kildepladsen med ændret indvinding. De simulerede trykniveau-ændringer varierer mellem 2 og -4 m indenfor Lejre vandværksområde.



Figur 11.2 Den simulerede trykniveauændring i det øverste modellag mellem reference og scenarie kørsel (Alternativ 1 – nul-alternativet).

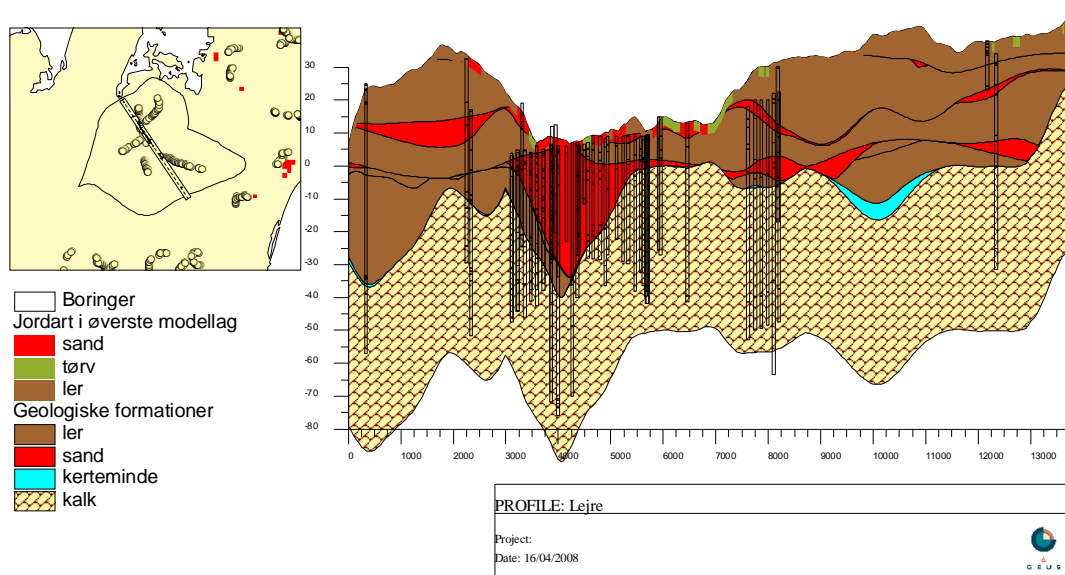


Figur 11.3 Den simulerede trykniveauændring i det primære magasin (Kalken) mellem referen- ce og scenarie kørsel (Alternativ 1 – nul-alternativet).

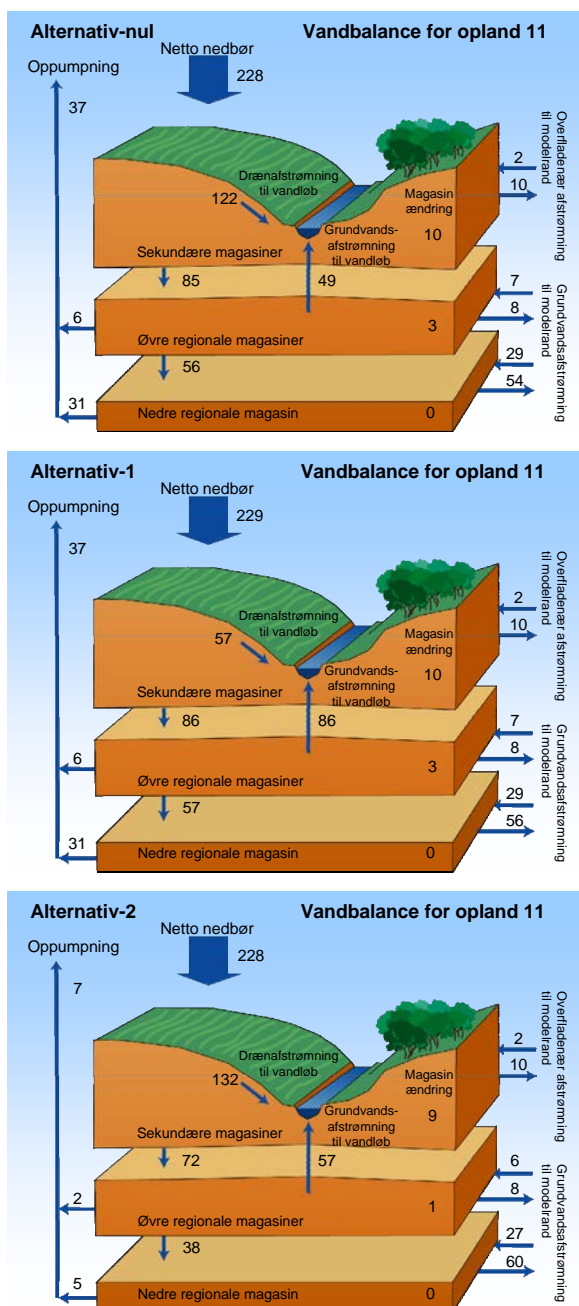
Modeludtræk svarende til Figur 11.2, men for trykniveau ændringer i øverste modellag mellem Alternativ 2 og nul-alternativet (A2-A0) er angivet i Appendix (Figur A 11).

Den geologiske model

Den geologiske model for området omkring Lejre vandværksområde er forsøgt illustreret vha. et Nord-Vest-Syd-Øst gående tværsnitsprofil (Figur 11.4). Profilet illustrerer indvindingsboringernes placering i det prækvartære kalkmagasin, som er overlejret af skiftende sand og ler formationer. Områder, hvor der er store sammenhængende sandlag, som når helt op til det øverste beregningslag (øverste 3 m), vil modelmæssigt være særligt følsomme overfor trykniveau-ændringer, da disse ændringer som opstår i det primære kalkmagasin vil kunne forplante sig til det øverste modellag. Profilet understøtter forklaringen om den manglende påvirkning af de trykniveau i det øverste modellag. Dette skyldes at de væsentlige indvindingsændringer ved *Ledreborg* og *Assermølle*, som burde kunne forplante sig til det overfladenære gennem en stor sandformation (Figur 11.4), udligner hinanden, netop pga. den gode hydrauliske kontakt i området.



Figur 11.4 Geologisk profil tværsnit gennem Marbjerg vandværksområde iht. den geologiske model i DK-model Sjælland.



Figur 11.5 Vandbalancer for Nul-alternativet, Alternativ 1 og Alternativ 2 for Opland 11. Alternativ 2 er uden KE-indvinding for Lejre Vandværksområde.

Vandbalancer

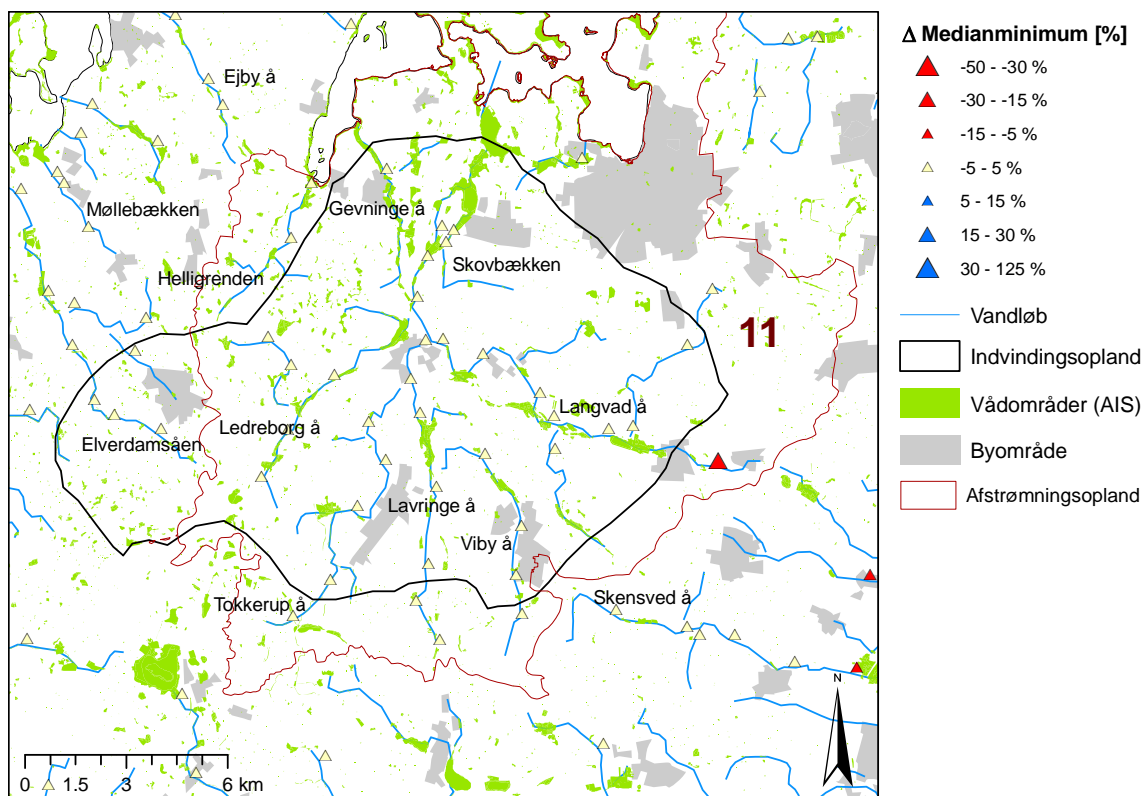
Vandbalanceopgørelser for de tre modelscenarier og for Opland 11 angives i Figur 11.5 samt i Tabel 11.1.

Indenfor Opland 11 viser vandbalanceudtrækkede at den samlede indvinding er uændret mellem nul-alternativet og Alternativ-1, og derfor fordeler de øvrige vandbalancekomponenter sig ligeledes ens mellem de to scenarier.

For Alternativ-2, hvor Lejre vandværk slukkes helt, øges primært vandløbsafstrømningen indenfor Opland 11.

Tabel 11.1 Overordnet vandbalance for Opland 11 (Helligrenden / Kornerup å /Gevninge å), Alternativ-2 er uden KE-indvinding for Lejre vandværksområde

Overordnet vandbalance	Nul-alternativ		Alternativ 1		Alternativ 2	
	mm/år	% af Nettonedbør	mm/år	% af Nettonedbør	Mm/år	% af Nettonedbør
Nettonedbør	228	100%	229	100%	228	100%
Netto randstrømning	-34	-15%	-35	-15%	-42	-19%
Samlet Magasin ændring	13	6%	13	6%	10	5%
Samlet Indvinding	37	16%	37	16%	7	3%
Drænaftstrømning	122	53%	121	53%	132	58%
Grundvandsafstrømning	49	21%	49	21%	57	25%
Fejl	0	0%	0	0%	0	0%



Figur 11.6 ΔMedianmin₁₉₉₂₋₂₀₀₅ for Lejre indvindingsopland.

Vandløbspåvirkning

Vandløbspåvirkningen for området omkring Lejre er afbilledet i Figur 11.6, som illustrerer den procentvise ændring i simuleret medianminimums vandføring mellem nul-alternativet og Alternativ-1. Den simulerede medianminimumsvandføring er stort set

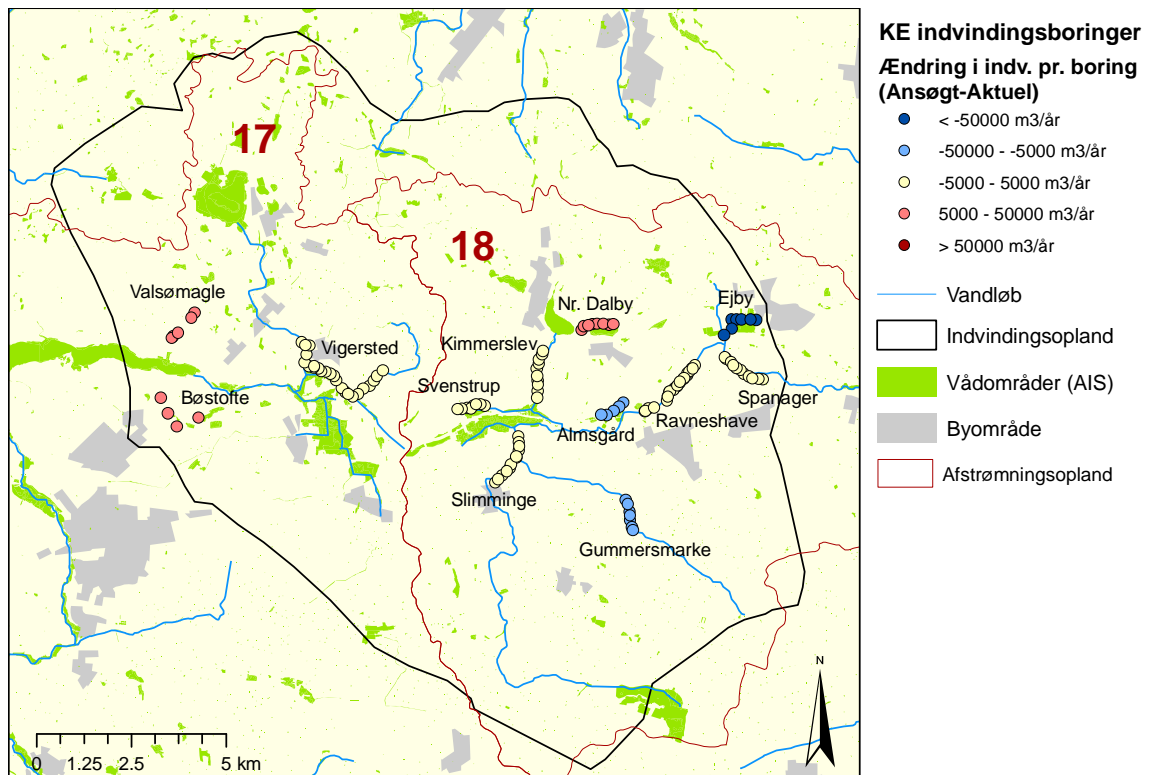
uændret mellem de to scenarier, hvilket korresponderer med den manglende påvirkning af trykniveauerne i det øverste modellag, som primært bidrager til afstrømning.

12. Regnemark Vandværk

Vandværksområdet

Oplandet til Regnemark vandværk er defineret som oplandet til indvindingerne fra kildepladserne: *Almsgård, Bøstofte, Ejby, Gummersmarke, Kimmerslev, Nr. Dalby, Ravneshave, Slimminge, Spanager, Svenstrup, Valsømagle* og *Vigersted*. For perioden 1994-2005 har indvindingen fra de 12 kildepladser udgjort ca. 14,9 mill. m³/år, svarende til ca. 95 % af den samlede indvinding indenfor indvindingsoplandet.

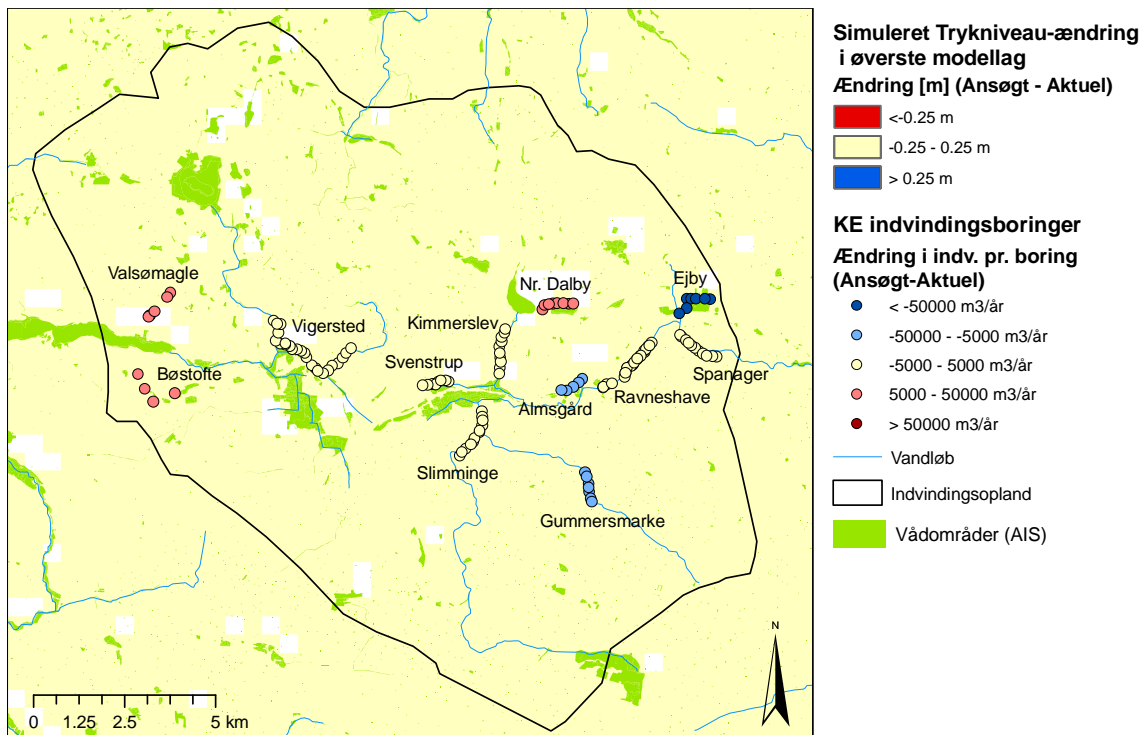
Indvindingsoplandet til Regnemark vandværksområde inkluderer primært to afstrømningsoplande; Opland 17 (Øvre-Suså) og Opland 18 (Køge å) som afvander til hhv. Tystrup-Bavelse søerne og Køge Bugt. En mere detaljeret illustration af disse oplande er inkluderet i det følgende.



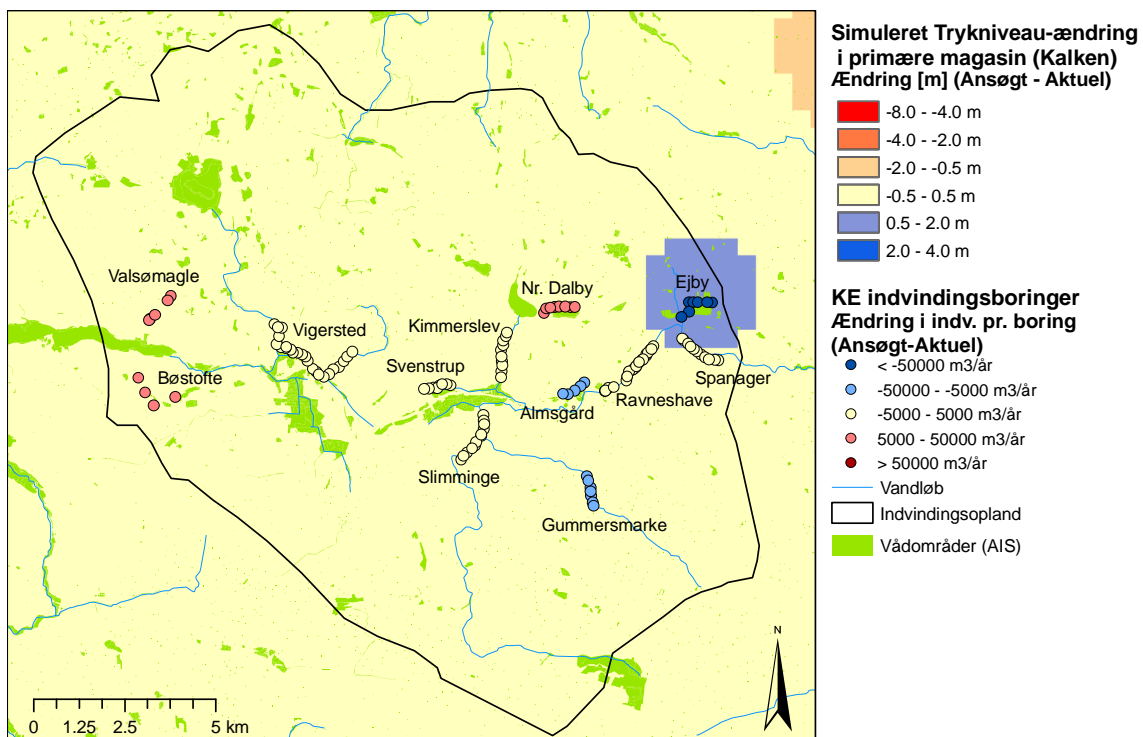
Figur 12.1 Regnemark vandværksområde med placering af KE's indvindinger.

Trykniveau-ændringer

Figur 12.2 med de simulerede trykniveau-ændringer i øverste modellag beskriver udelukkende ændringer større end ± 25 cm beregnet som middelfændringen for 2005. Det fremgår af figuren at forskellene mellem nul-alternativet og Alternativ-1 ikke fører til simulerede ændringer på mere end ± 25 cm i det øverste modellag indenfor Regnemark indvindingsopland. Dette skyldes dels de forholdsvis små ændringer samt et kompakt lerlag omkring *Ejby* kildeplads.



Figur 12.2 Den simulerede trykniveauændring i det øverste modellag mellem reference og scenarie kørsel (Alternativ 1 – nul-alternativet). Trykniveau-ændringen er beregnet som middelændringen for et normal-år (2005).



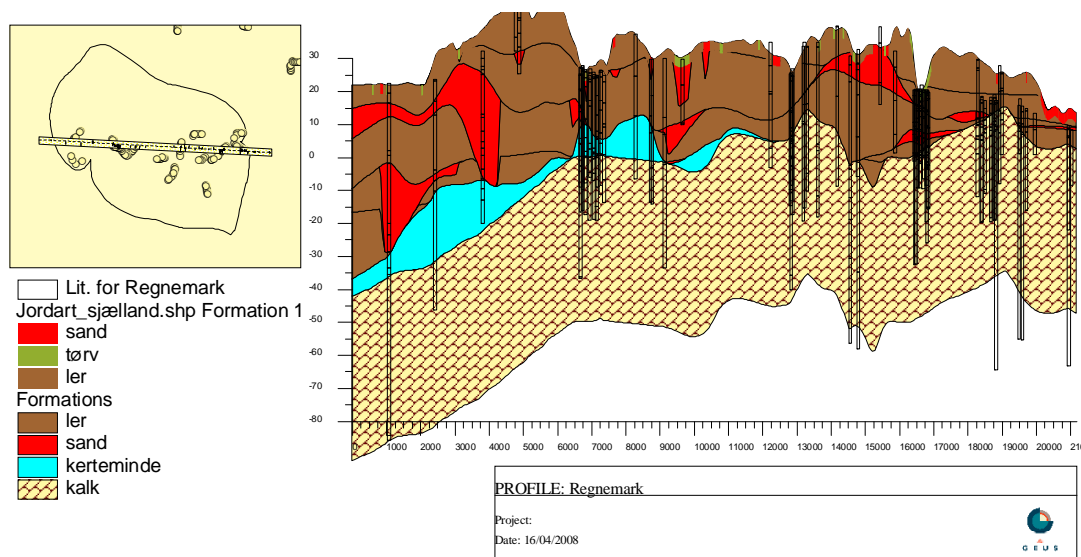
Figur 12.3 Den simulerede trykniveauændring i det primære magasin (Kalken) mellem reference og scenarie kørsel (Alternativ 1 – nul-alternativet). Trykniveau-ændringen er beregnet som middelændringen for et normal-år (2005).

Et modeludtræk svarende til Figur 12.2 men for det nederste modellag som beskriver det primære magasin (Kalken) er illustreret i Figur 12.3. Til forskel fra Figur 12.2 beskriver Figur 12.3 ikke blot trykniveau-ændringer større end en fastsat tæskelværdi, men hele spændet af de simulerede trykniveau-ændringer, som varierer mellem 2 og 0 m indenfor Regnemark vandværksområde. Figur 12.3 viser at betydelige trykniveau-ændringer kun forekommer omkring Ejby kildeplads, hvor trykniveauet stiger som respons på en neddrøsling af indvindingen.

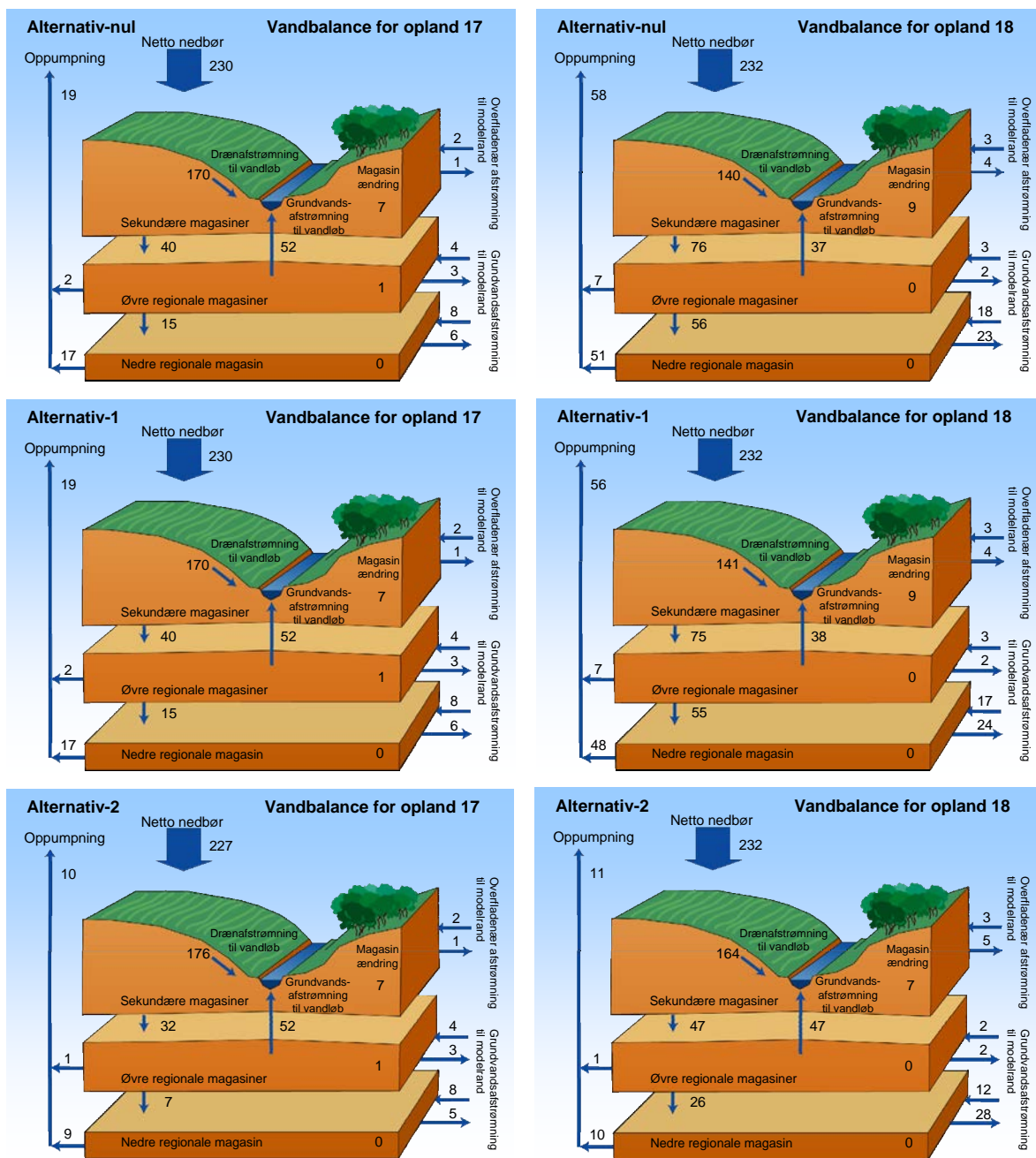
Modeludtræk svarende til Figur 12.2, men for trykniveau ændringer i øverste modellag mellem Alternativ 2 og nul-alternativet (A2-A0) er angivet i Appendix (Figur A 12).

Den geologiske model

Den geologiske model for området omkring Regnemark vandværksområde er forsøgt illustreret vha. et Øst-Vest gående tværnsnitsprofil (Figur 12.4). Profilet illustrerer indvindingsboringernes placering i det prækvartære kalkmagasin, som er overlejret af skiftende sand og ler formationer samt Kertemindemergel. Områder, hvor der er store sammenhængende sandlag, som når helt op til det øverste beregningslag (øverste 3 m), vil modelmæssigt være særligt følsomme overfor trykniveau-ændringer, da disse ændringer som opstår i det primære kalkmagasin vil kunne forplante sig til det øverste modellag. For det viste tværnsnitsprofil dominerer lerformationerne den terrænnære geologi og området vil derfor modelteknisk ikke i udpræget grad være følsomt overfor moderate trykniveauændringer i det nederste modellag.



Figur 12.4 Geologisk profil tværnsnit gennem Regnemark vandværksområde iht. den geologiske model i DK-model Sjælland.



Figur 12.5 Vandbalancer for Nul-alternativet, Alternativ 1 og Alternativ 2 for hhv Opland 17 og Opland 18. Alternativ 2 er uden KE-indvinding for Regnemark Vandværksområde.

Vandbalancer

Vandbalanceopgørelser for de tre modelscenarier og for hvert af de to afstrømningsoplande (Opland 17 og 18) angives i Figur 12.5 samt i Tabel 12.1 og 12.2.

For begge oplande er vandbalancerne uændrede mellem nul-alternativet og Alternativ-1, da indvindingsændringerne er små og som helhed opvejer hinanden. Opland 17 er oplandet til hele Øvre Suså, og KE's indvindinger påvirker kun en lille del af dette opland, hvorfor også vandbalancen for Alternativ-2 er sammenlignelig med vandbalan-

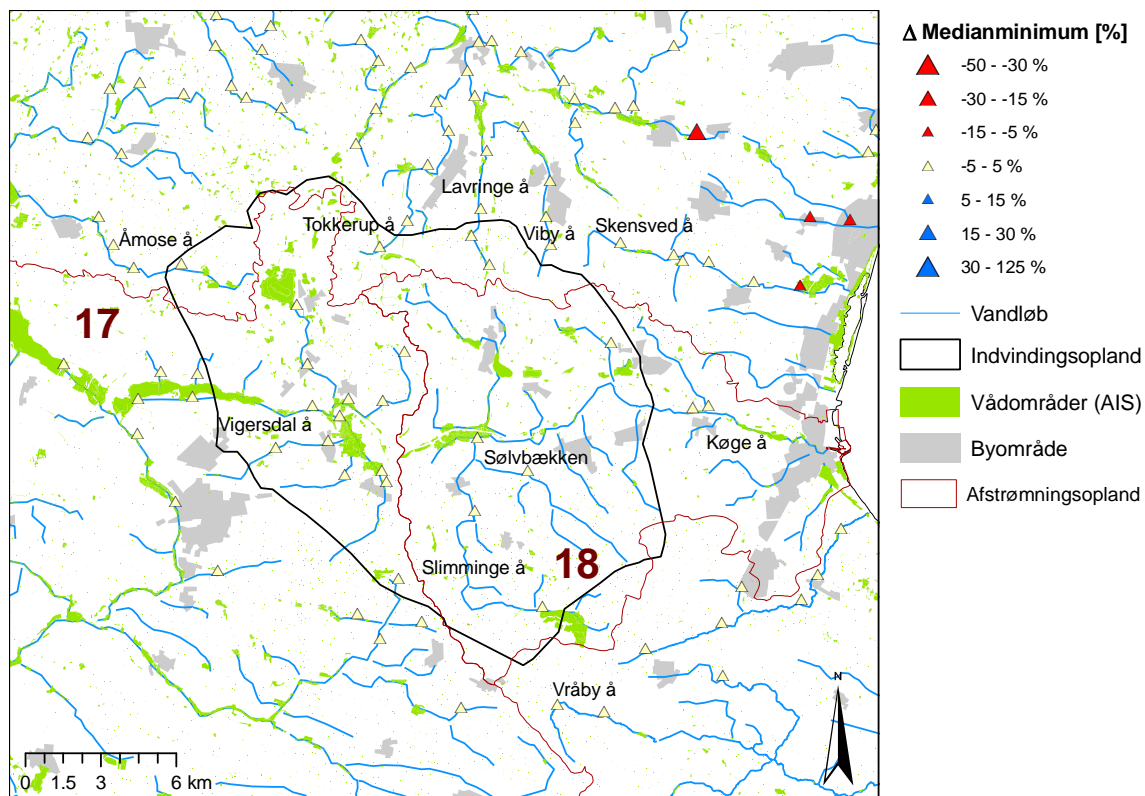
cerne for de øvrige scenarier. Udtræk for Alternativ-2 for Opland 18 viser en vis forskel i indvinding og afstrømning i forhold til nul-alternativet, og KE's indvindinger er de dominerende indenfor oplandet.

Tabel 12.1 Overordnet vandbalance for Opland 17 (Øvre-Suså), Alternativ-2 er uden KE-indvinding for Regnemark vandværksområde

Overordnet vandbalance	Nul-alternativ		Alternativ 1		Alternativ 2	
	mm/år	% af Nettonedbør	mm/år	% af Nettonedbør	Mm/år	% af Nettonedbør
Nettonedbør	230	100%	230	100%	227	100%
Netto randstrømning	3	1%	3	1%	3	1%
Samlet Magasin ændring	8	3%	8	3%	8	3%
Samlet Indvinding	19	8%	19	8%	10	5%
Drænafstrømning	170	74%	170	74%	176	77%
Grundvandsafstrømning	52	23%	52	23%	52	23%
Fejl	0	0%	0	0%	0	0%

Tabel 12.2 Overordnet vandbalance for Opland 18 (Køge å), Alternativ-2 er uden KE-indvinding for Regnemark vandværksområde

Overordnet vandbalance	Nul-alternativ		Alternativ 1		Alternativ 2	
	mm/år	% af Nettonedbør	mm/år	% af Nettonedbør	Mm/år	% af Nettonedbør
Nettonedbør	232	100%	232	100%	232	100%
Netto randstrømning	-6	-3%	-7	-3%	-17	-7%
Samlet Magasin ændring	9	4%	9	4%	7	3%
Samlet Indvinding	58	25%	56	24%	11	5%
Drænafstrømning	140	60%	141	61%	164	71%
Grundvandsafstrømning	37	16%	38	16%	47	20%
Fejl	0	0%	0	0%	0	0%



Figur 12.6 Δ Medianmin₁₉₉₂₋₂₀₀₅ for Regnemark indvindingsopland.

Vandløbspåvirkning

Vandløbspåvirkningen for området omkring Regnemark er afbilledet i Figur 12.6, som illustrerer den procentvise ændring i simuleret medianminimums vandføring mellem nul-alternativet og Alternativ-1. Der simuleres ingen ændringer i medianminimums-vandføring større end $\pm 5\%$, hvilket er i overensstemmelse med den moderate ændring i trykniveau i det øverste modellag.

13. Diskussion og perspektivering

Det skal præciseres at ovenstående vurdering af effekten af KE's ansøgte fremtidige indvindinger er en screeningsundersøgelse og at alle resultater udelukkende beror på modelsimuleringer. Disse modelsimuleringer er behæftet med usikkerhed og bør ikke stå alene i en vurdering af KE's indvindinger. Usikkerhederne består i en række forhold hvoraf de væsentligste er den geologiske model samt at den konceptuelle model er baseret på regionale forhold og ikke inkluderer lokale detaljer.

DK-model Sjælland er en regional vandressource model og ikke et specifikt VVM-værktøj, og i sin nuværende form ikke beregnet til detailanalyser af lokale forhold. Desuden er modellen ikke kalibreret eller valideret mod flere af de variable som udtrækkes i denne rapport. Dette gælder bl.a. trykniveau i øverste modellag og medianminimumsvandføring.

Det til trods udgør modellen det pt. bedste modelværktøj til integreret vurdering af indvindingspåvirkninger i KE regionen. Desuden fokuserer denne rapport stort set udelukkende på simulerede ændringer, hvilket stiller mindre krav til modellens absolutte præcision.

Parallelt med udarbejdelsen af denne rapport er der arbejdet med en videreudvikling af DK-modellen. Denne videreudvikling har bestået i en udskiftning af det eksisterende eksterne rodzonemodul, som pt. beregnet nettonedbøren der benyttes som input til DK-model Sjælland. Begrænsningen ved det eksterne rodzonemodul er, at der ikke er en direkte og dynamisk kobling mellem grundvand og fordampning. Ved at erstatte rodzonemodulet med en såkaldt "2-layer" fordampningsmodel som er indbygget i den konceptuelle model, skabes en sådan dynamisk kobling mellem grundvand og fordampning, som betyder at både rumlige og tidlige variationer i grundvands/rodzone interaktionen kan beskrives.

Desuden vil kalibreringen af en DK-Model Sjælland med en "2-layer" beskrivelse af fordampningen inkludere flere kalibreringsparametre for fordampningen samt flere objektivfunktioner som kan "tune" modellen bedre til bl.a. minimumsvandføring. Til validering af denne model vil der desuden være mulighed for at inkludere det omfattende netværk af synkronmålepunkter for måling af medianminimumsvandføring.

Referencer

Højberg, Anker L., Lars Troldborg, Per Nyegaard, Maria Ondracek, Simon Stisen, Britt S.B. Christensen & Anette Nørgaard (2008). National Vandressource Model – Sjælland, Lolland, Falster og Møn – Opdatering januar 2008. GEUS Rapport 2008/65.

Nash, J.E. & Sutcliffe, J.V. (1970). River flow forecasting through conceptual models. Part1 – a discussion of principles. *Journal of Hydrology*, 10, 282-290.

Troldborg, Lars & Hans Jørgen Henriksen (2006). Optimering af DK-model for Københavns Energi. GEUS Rapport 2006/8.

www.vandmodel.dk (2008), Hjemmeside for den Nationale vandressource Model.

Appendix

Tabel A1 KE kildepladser samt historiske og ansøgte indvindingsmængder

Jupiter ID	Kildeplads	Indvindinger pr. anlæg (m ³ /år)	
		Gennemsnitlig indvinding (1994-2005)	Ansøgte indvindinger / nye tilladelser
Islevbro Vandværk			
6799	Kilde III	650.500	775.000
985	Kilde VI	246.000	250.000
27390	Kilde VII	0	250.000
31559	Kilde VIII	164.300	0
1129	Kilde X	293.300	250.000
8332	Kilde XI	929.700	975.000
21247	Kilde XIII	1.242.800	450.000
16651	Kilde XIV	232.200	450.000
3200	Hove	462.200	1.000.000
9541	Katrinebjerg	1.197.300	1.500.000
4383	Nybølle Øst	709.300	900.000
30746	Nybølle Vest	147.700	0
2547	Værebrosø	1.468.300	2.200.000
Lejre Vandværk			
22785	Kornerup	1.694.200	1.800.000
6485	Gevninge	1.168.300	1.000.000
12102	Hule Mølle	1.842.800	1.800.000
17209	Ledreborg	99.800	800.000
14261	Assermølle	1.332.300	710.000
610	Lavring	1.002.100	800.000
10338	Ramsø	1.074.400	1.400.000
Marbjerg Vandværk			
21802	Marbjerg	759.300	800.000
31381	Brokilde	1.772.500	4.000.000
Regnemark Vandværk			
12475	Almsgård	561.600	500.000
103647	Bøstoft	503.500	550.000
30885	Ejby	571.700	0
17004	Gummersmarke	540.000	500.000
14759	Kimmerslev	1.303.600	1.300.000
17170	Nr. Dalby	427.000	550.000
21669	Ravneshave	2.742.200	2.850.000
31326	Slimminge	1.645.900	1.700.000
13064	Spanager	405.100	450.000
7483	Svenstrup	483.900	450.000
103646	Valsømagle	551.600	600.000
103648	Vigersted	5.186.400	5.200.000

Tabel A1 (Fortsat)

Jupiter ID	Kildeplads	Indvindinger pr. anlæg (m ³ /år)	
		Gennemsnitlig indvinding (1994-2005)	Ansøgte indvindinger / nye tilladelser
Slangerup Vandværk			
45625	Attemose	2,739,300	3,300,000
45626	Havelse	1,121,900	0
Ny	Ny Havelse	0	1,400,000
45627	Hørup	1,962,900	2,500,000
45628	Strø	2,250,200	2,400,000
45629	Æbelholt	1,281,200	1,500,000
83253	Arrenæs	0	0
Søndersø Vandværk			
45624	Egholm	1,213,500	1,300,000
45623	Bjellekær	926,800	1,200,000
11956	Bogøgård	1,761,700	1,800,000
12527	Kildedal	316,200	0
21582	Søndersø Vest	1,855,900	1,000,000
14253	Søndersø Øst	3,664,800	4,500,000
30441	Tibberup	2,217,700	3,400,000
Thorsbro Vandværk			
33312	Solhøj	5,557,800	5,000,000
33062	Ishøj	495,300	1,000,000
Ny	Torslunde	0	500,000
4522	Thorsbro	1,652,900	1,000,000
13055	Vardegård	465,200	0
2635	Havdrup	1,890,900	2,500,000
5780	Karlslunde	259,300	290,000
Ny	Lyksager	0	800,000
14001	Tåstrup-Valby	722,800	0
5695	St Vejleå	1,291,500	0
28132	Vallensbæk	165,100	0
Sum		67,224,700	72,150,000

Tabel A2 Overordnet vandbalance for Opland 1 (Esrum å/sø)

Overordnet vandbalance	Nul-alternativ		Alternativ 1	
	mm/år	% af Nettonedbør	mm/år	% af Nettonedbør
Nettonedbør	269	100%	269	100%
Netto randstrømning	-18	-7%	-18	-7%
Samlet Magasin ændring	9	3%	9	3%
Samlet Indvinding	9	3%	9	3%
Drænafstrømning	153	57%	153	57%
Grundvandsafstrømning	99	37%	99	37%
Fejl	0	0%	0	0%

Tabel A3 Overordnet vandbalance for Opland 2 (Pøle å/ Arresø)

Overordnet vandbalance	Nul-alternativ		Alternativ 1	
	mm/år	% af Nettonedbør	mm/år	% af Nettonedbør
Nettonedbør	259	100%	259	100%
Netto randstrømning	-14	-5%	-14	-5%
Samlet Magasin ændring	7	3%	7	3%
Samlet Indvinding	22	8%	23	9%
Drænafstrømning	183	71%	182	70%
Grundvandsafstrømning	47	18%	47	18%
Fejl	0	0%	0	0%

Tabel A4 Overordnet vandbalance for Opland 3 (Nivå)

Overordnet vandbalance	Nul-alternativ		Alternativ 1	
	mm/år	% af Nettonedbør	mm/år	% af Nettonedbør
Nettonedbør	272	100%	272	100%
Netto randstrømning	-16	-6%	-16	-6%
Samlet Magasin ændring	7	3%	7	3%
Samlet Indvinding	80	29%	80	29%
Drænafstrømning	125	46%	125	46%
Grundvandsafstrømning	58	21%	58	21%
Fejl	0	0%	0	0%

Tabel A5 Overordnet vandbalance for Opland 8 (København)

Overordnet vandbalance	Nul-alternativ		Alternativ 1	
	mm/år	% af Nettonedbør	mm/år	% af Nettonedbør
Nettonedbør	226	100%	226	100%
Netto randstrømning	-20	-9%	-19	-8%
Samlet Magasin ændring	8	3%	8	3%
Samlet Indvinding	49	22%	49	22%
Drænafstrømning	153	68%	154	68%
Grundvandsafstrømning	11	5%	11	5%
Fejl	0	0%	0	0%

Tabel A6 Overordnet vandbalance for Opland 13 (Elverdams å/ Tempelkrog)

Overordnet vandbalance	Nul-alternativ		Alternativ 1	
	mm/år	% af Nettonedbør	mm/år	% af Nettonedbør
Nettonedbør	230	100%	230	100%
Netto randstrømning	-34	-15%	-34	-15%
Samlet Magasin ændring	12	5%	12	5%
Samlet Indvinding	7	3%	7	3%
Drænafstrømning	149	65%	148	64%
Grundvandsafstrømning	53	23%	52	23%
Fejl	0	0%	0	0%

Tabel A7 Overordnet vandbalance for Opland 14 (Halleby å/ Åmose å)

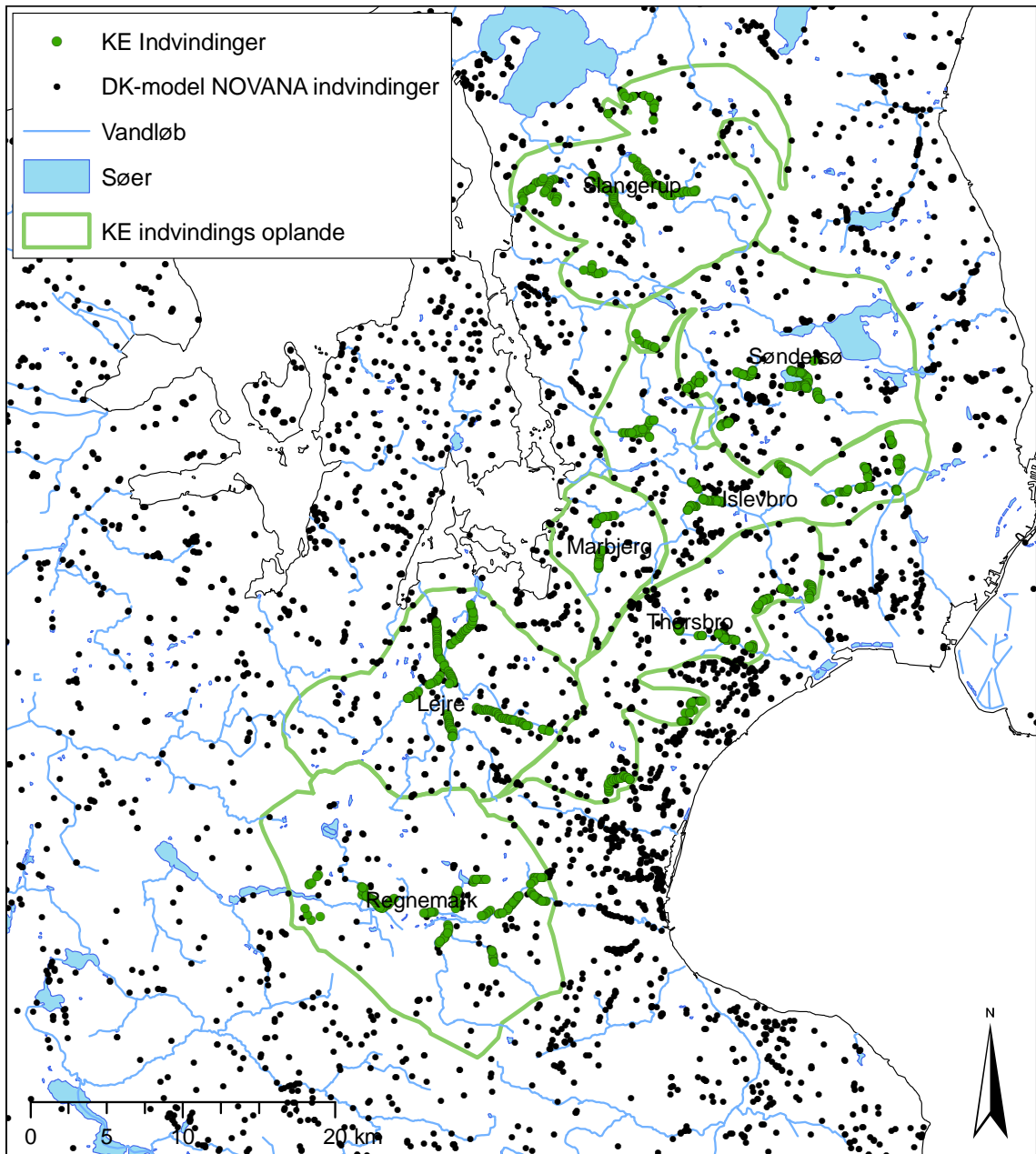
Overordnet vandbalance	Nul-alternativ		Alternativ 1	
	mm/år	% af Nettonedbør	mm/år	% af Nettonedbør
Nettonedbør	208	100%	208	100%
Netto randstrømning	-8	-4%	-8	-4%
Samlet Magasin ændring	6	3%	6	3%
Samlet Indvinding	4	2%	4	2%
Drænafstrømning	171	82%	171	82%
Grundvandsafstrømning	31	15%	31	15%
Fejl	0	0%	0	0%

Tabel A8 Overordnet vandbalance for Opland 19 (Vedskølle å)

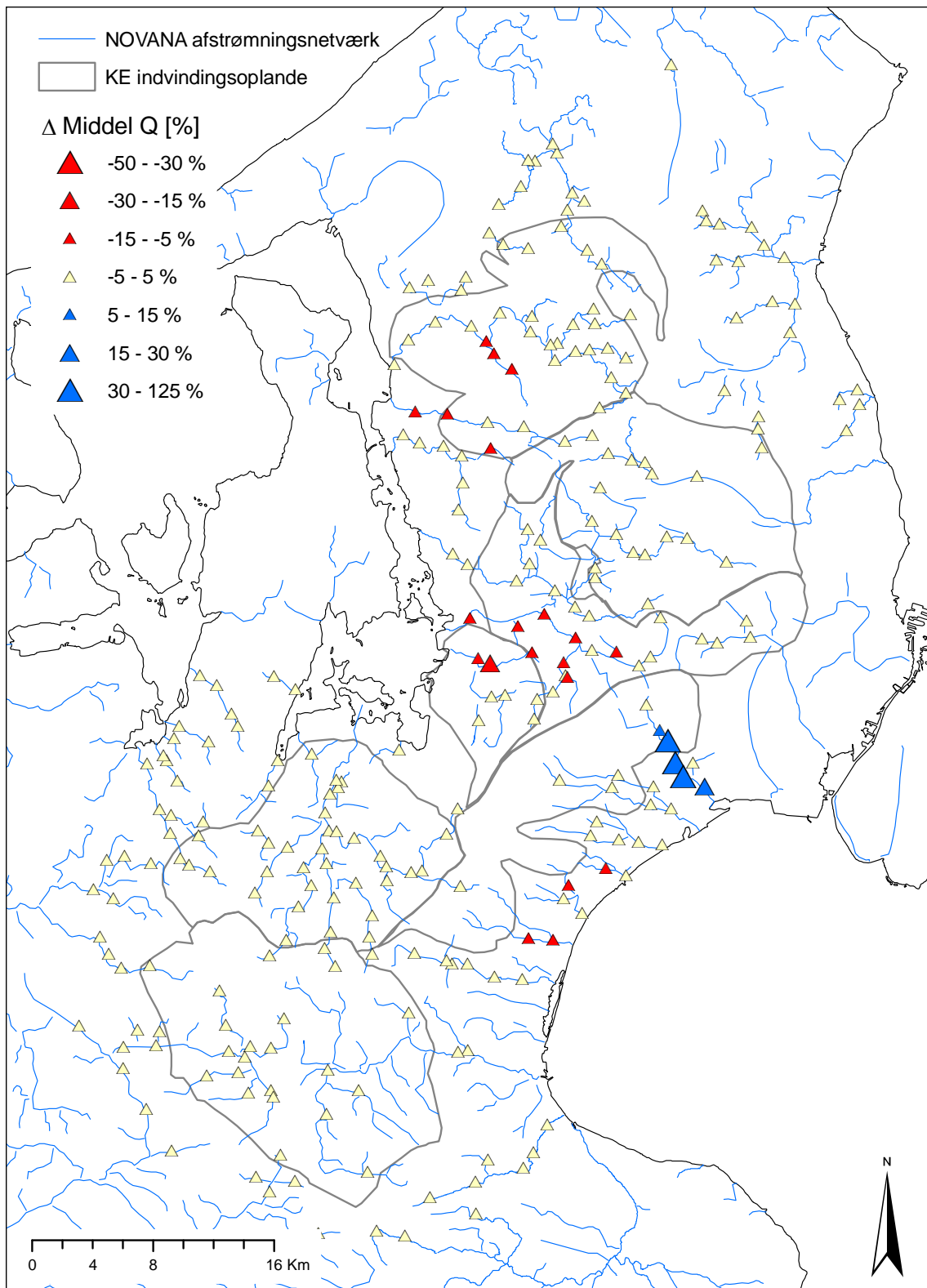
Overordnet vandbalance	Nul-alternativ		Alternativ 1	
	mm/år	% af Nettonedbør	mm/år	% af Nettonedbør
Nettonedbør	223	100%	223	100%
Netto randstrømning	-3	-1%	-3	-1%
Samlet Magasin ændring	7	3%	7	3%
Samlet Indvinding	30	13%	30	13%
Drænafstrømning	152	68%	152	68%
Grundvandsafstrømning	45	20%	45	20%
Fejl	0	0%	0	0%

Tabel A9 Overordnet vandbalance for Opland 20 (Tryggevejle å)

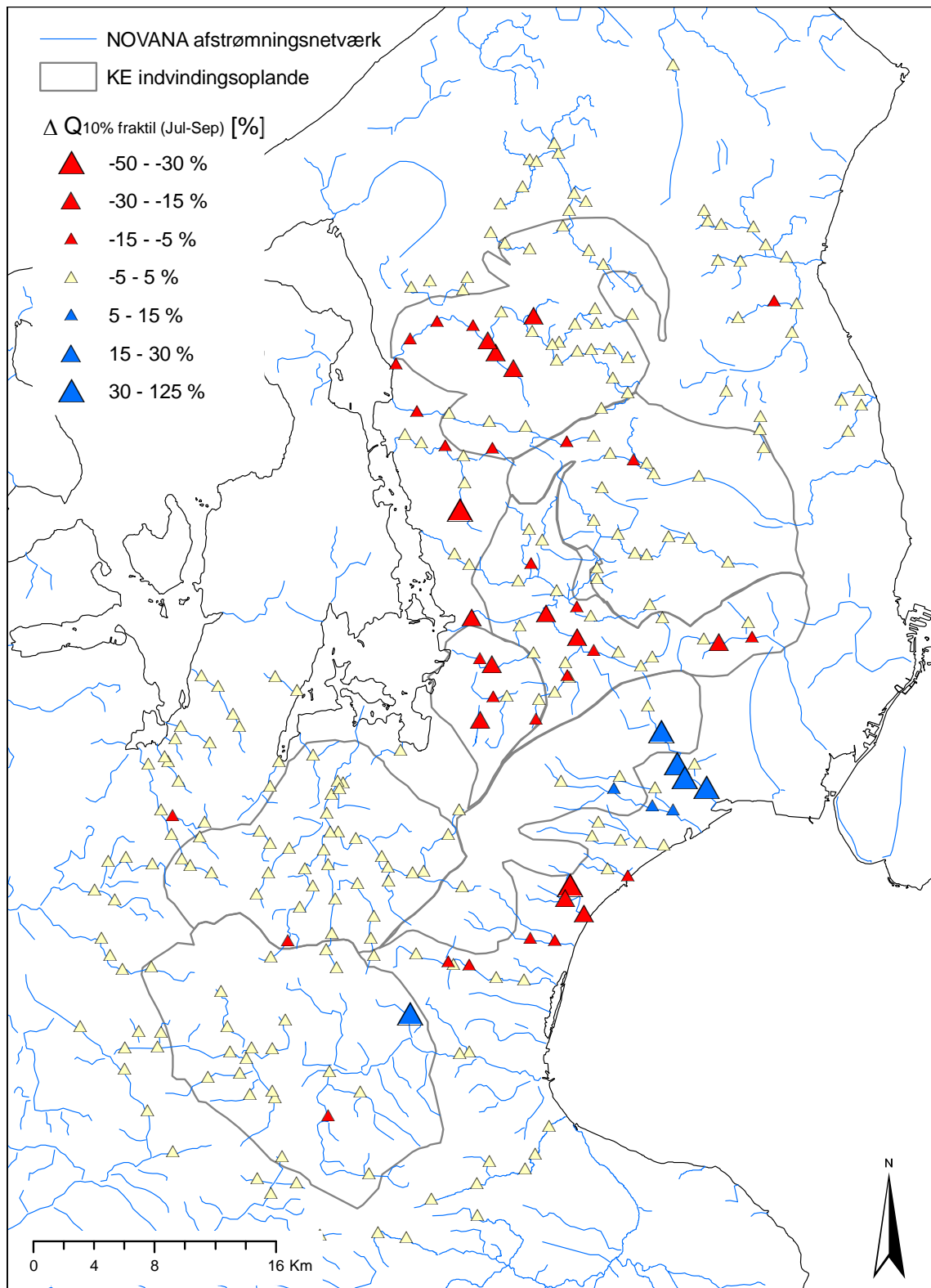
Overordnet vandbalance	Nul-alternativ		Alternativ 1	
	mm/år	% af Nettonedbør	mm/år	% af Nettonedbør
Nettonedbør	224	100%	224	100%
Netto randstrømning	-8	-4%	-8	-4%
Samlet Magasin ændring	7	3%	7	3%
Samlet Indvinding	5	2%	5	2%
Drænafstrømning	183	82%	183	82%
Grundvandsafstrømning	35	15%	35	15%
Fejl	0	0%	0	0%



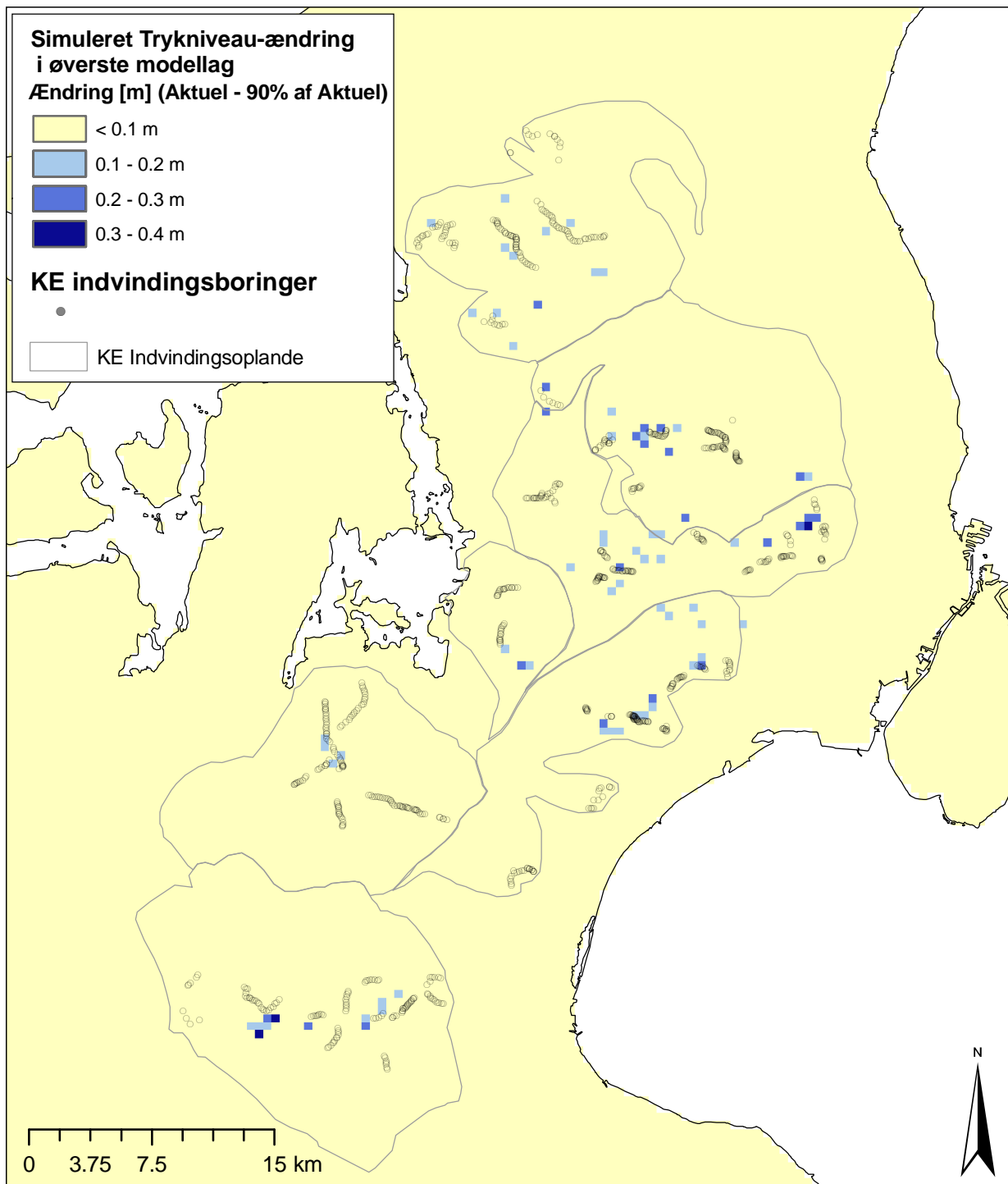
Figur A1 Indvindinger og indvindingsoplande i DK-model Sjælland



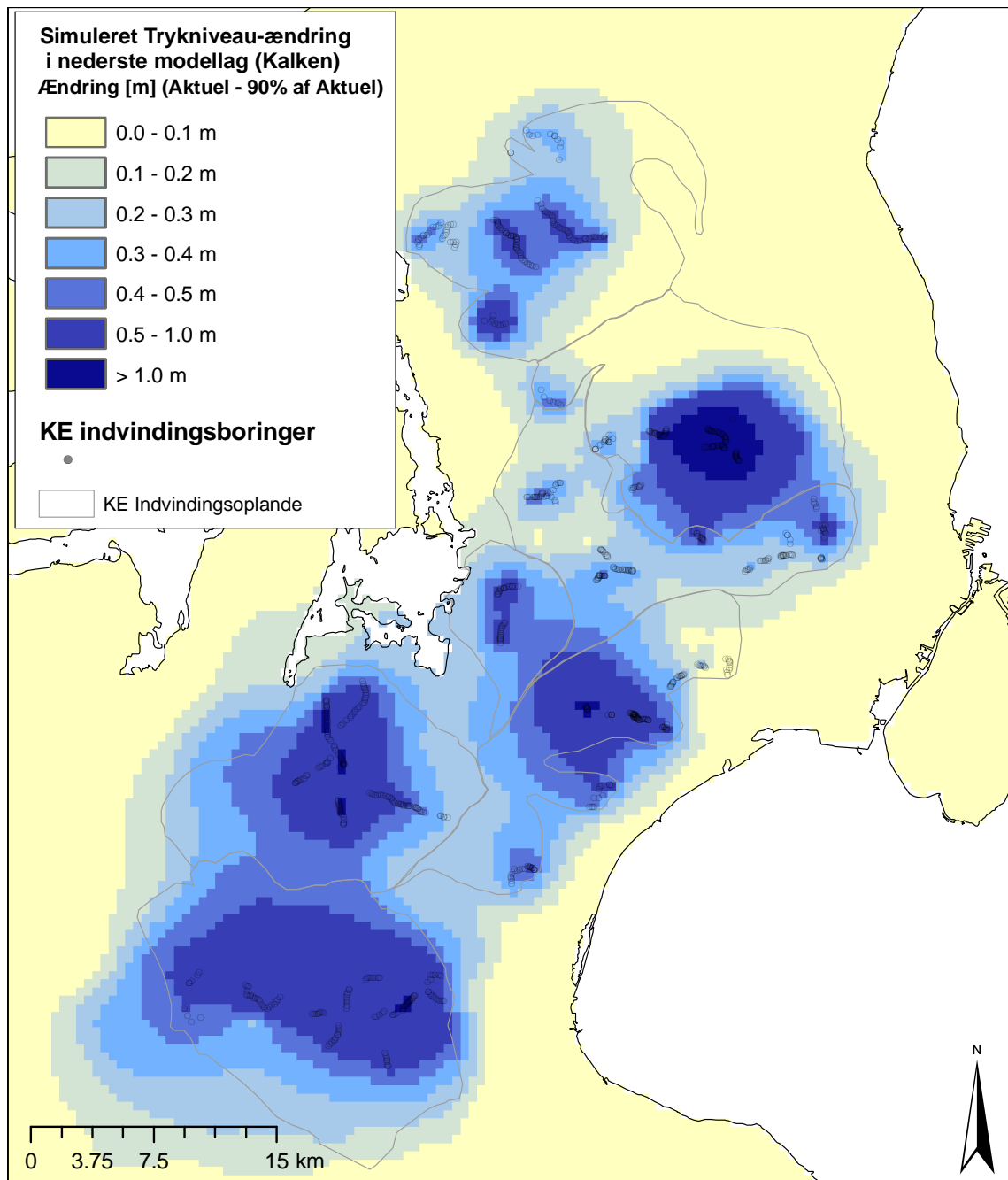
Figur A2 ΔQ_{middel} for hele KE indvindingsområde



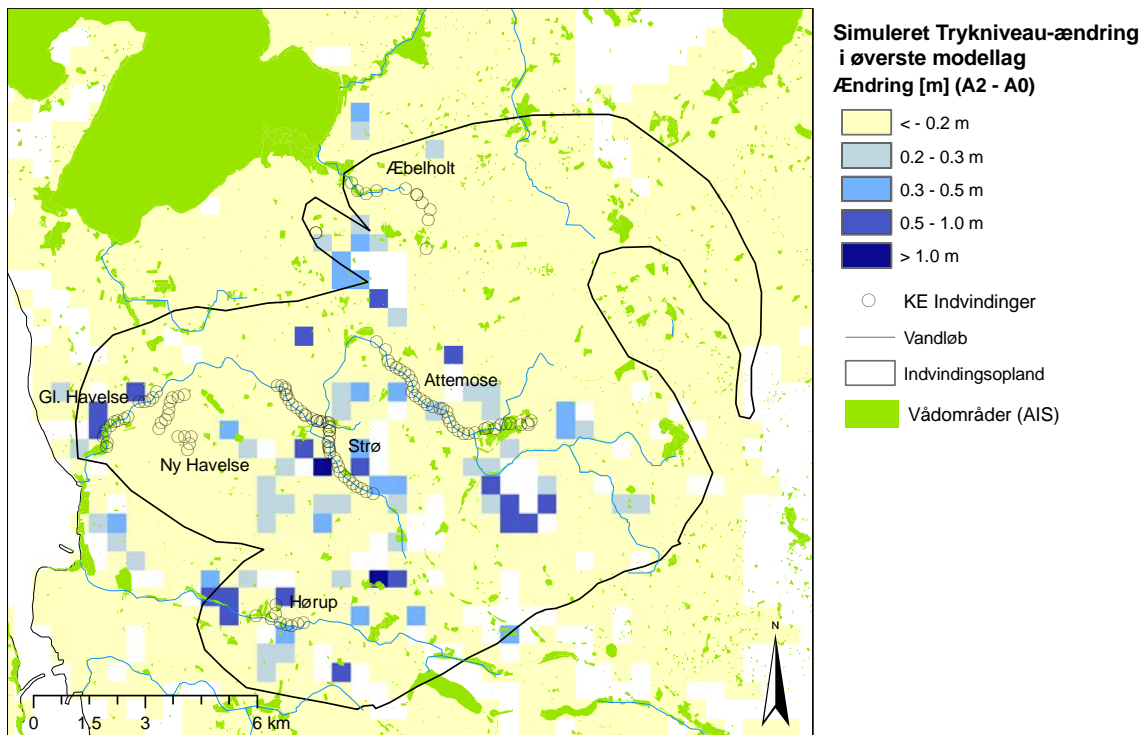
Figur A3 $\Delta Q_{10\%,jul-oct}$ for hele KE indvindingsområde



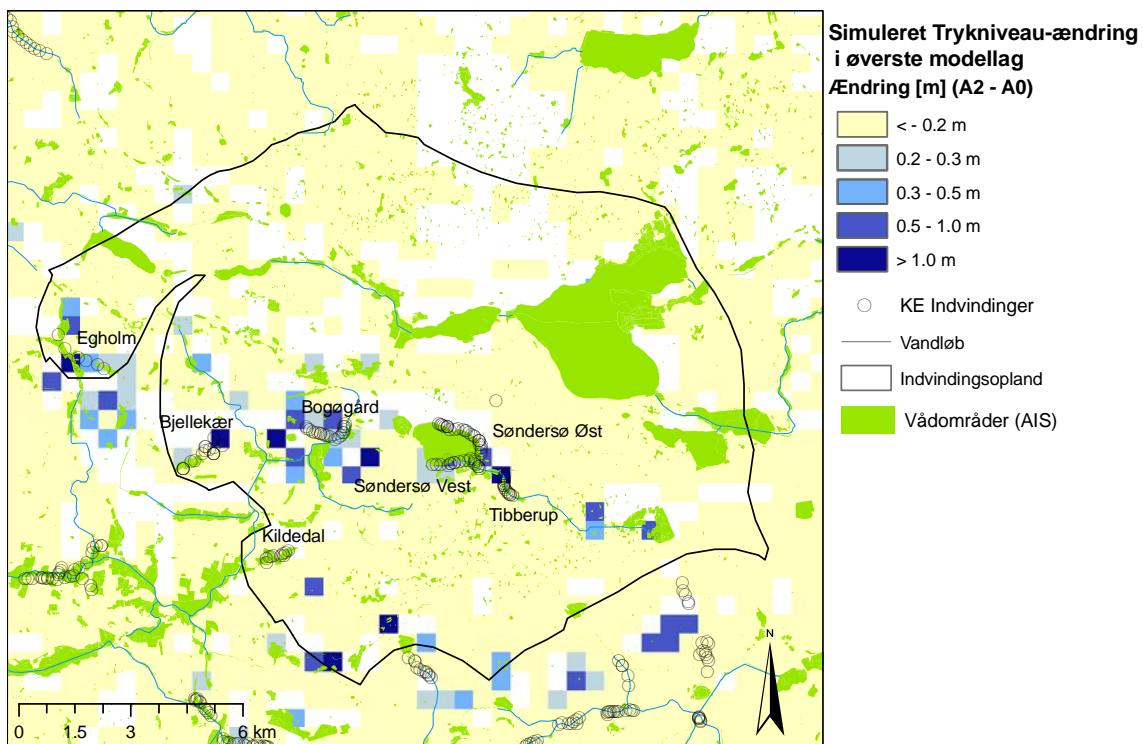
Figur A4 Simuleret trykniveau ændring i øverste modellag forårsaget af en 10 % reduktion af alle KE's indvindinger (sensitivitets scenariet).



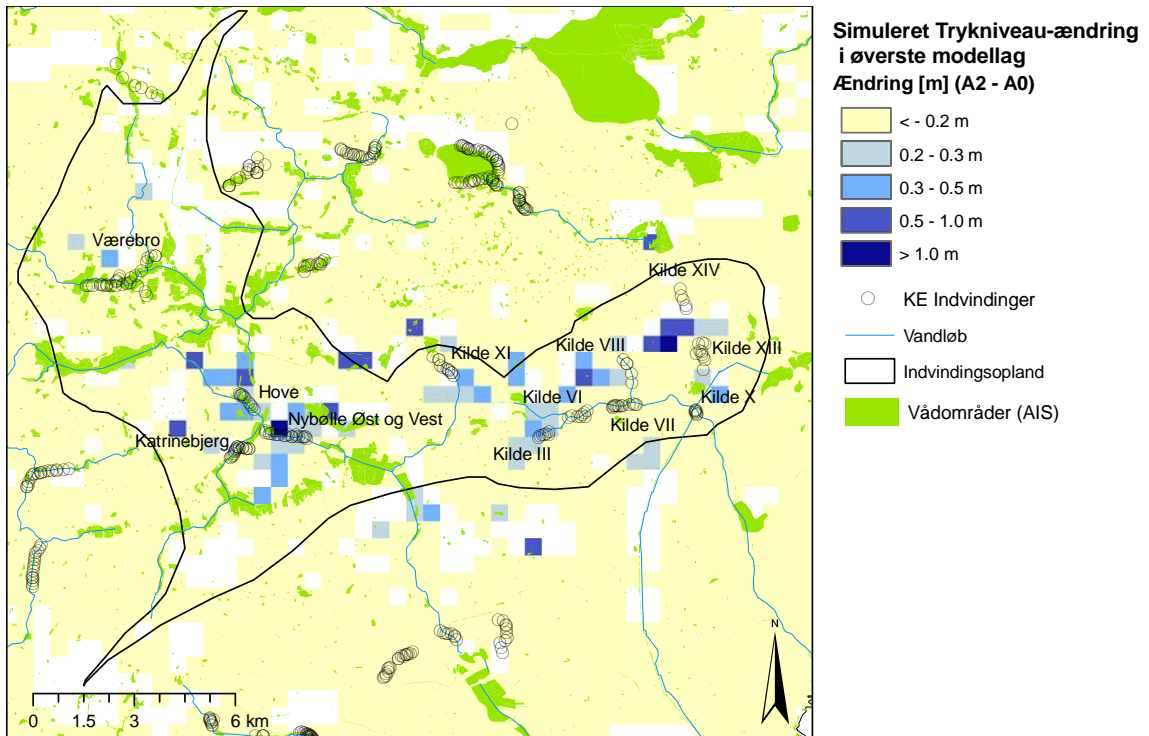
Figur A5 Simuleret trykniveau ændring i nederste modellag (Kalken) forårsaget af en 10 % reduktion af alle KE's indvindinger (sensitivitets scenariet).



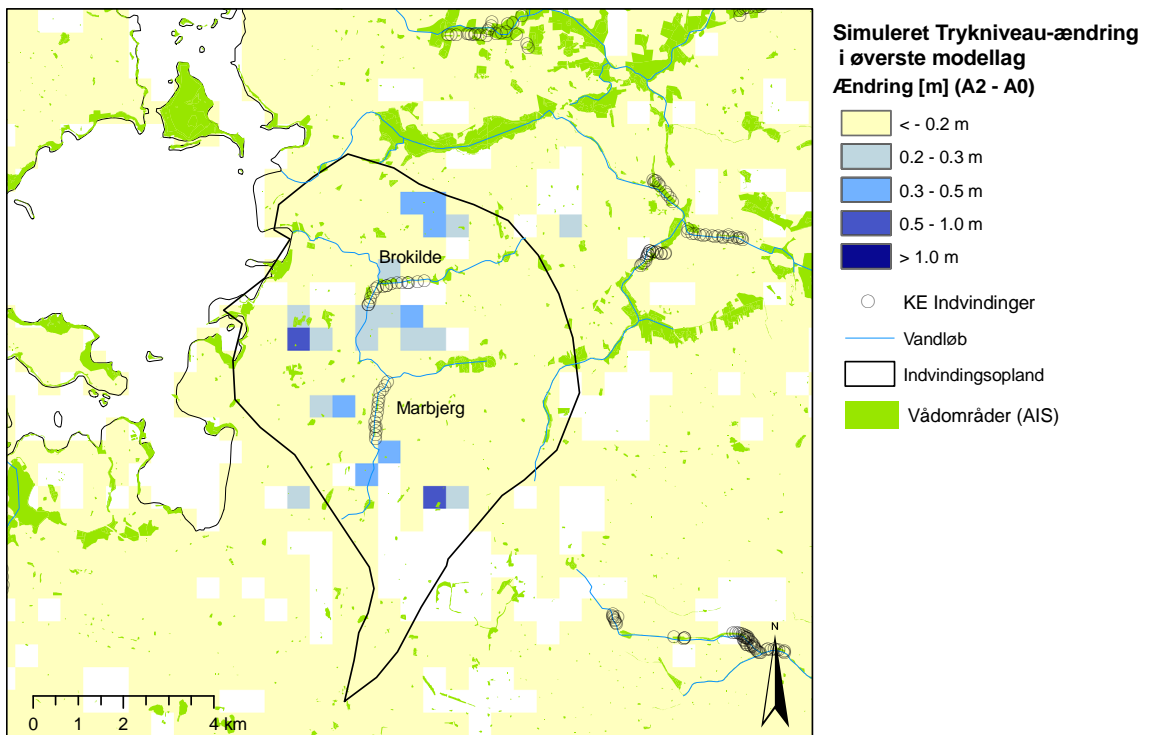
Figur A6 Den simulerede trykniveauændring i det øverste modellag mellem Alternativ 2 (Ingen KE indvinding indenfor Slangerup vandværksområde) og nul-alternativet (Alternativ 2 – nul-alternativet). Trykniveau-ændringen er beregnet som middel-ændringen for et normal-år (2005).



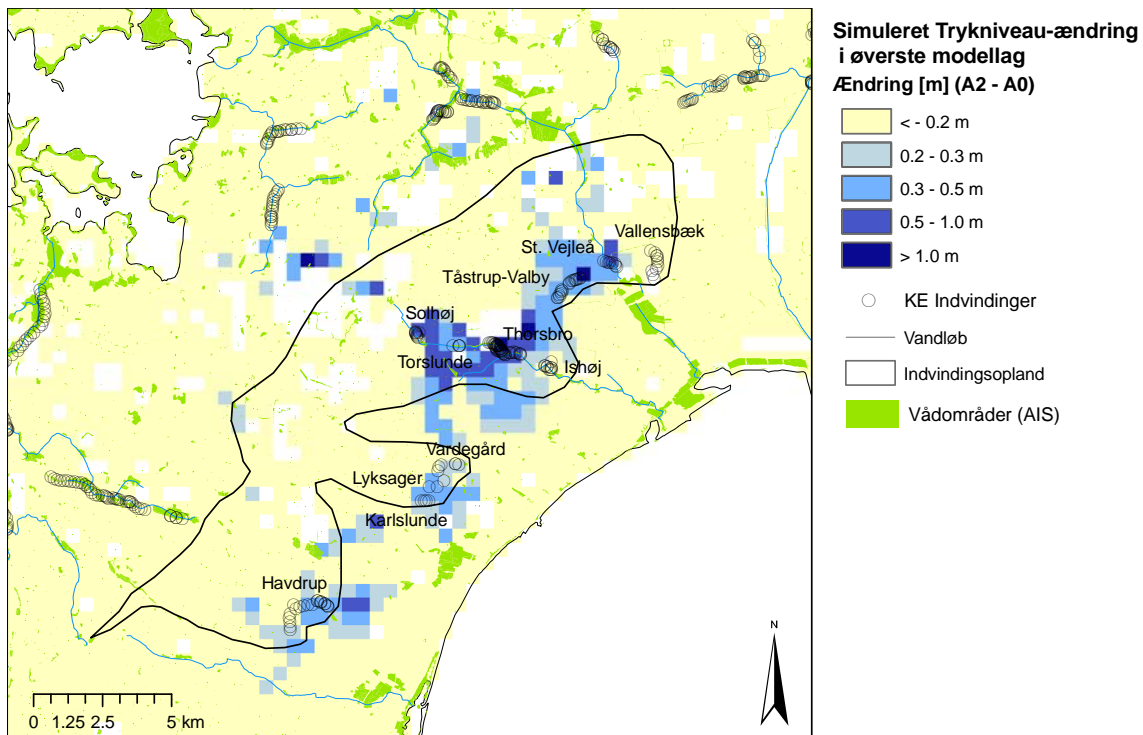
Figur A7 Den simulerede trykniveauændring i det øverste modellag mellem Alternativ 2 (Ingen KE indvinding indenfor Sønder sø vandværksområde) og nul-alternativet (Alternativ 2 – nul-alternativet). Trykniveau-ændringen er beregnet som middel-ændringen for et normal-år (2005).



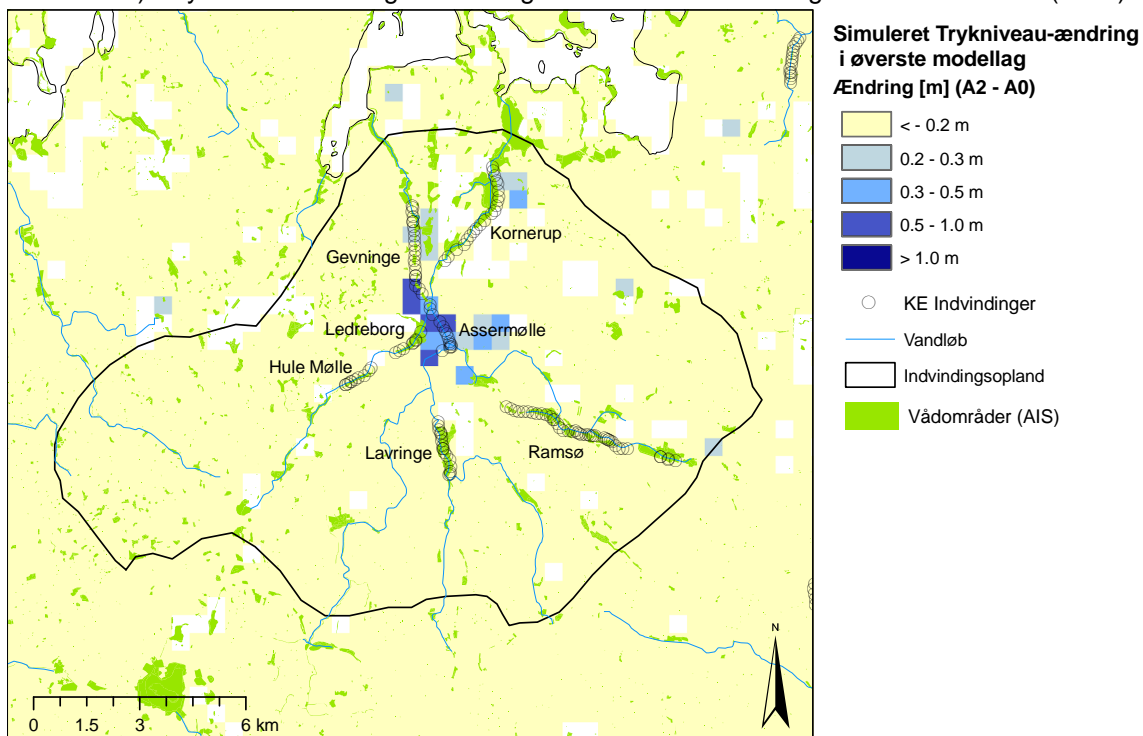
Figur A8 Den simulerede trykniveauændring i det øverste modellag mellem Alternativ 2 (Ingen KE indvinding indenfor Islevbro vandværksområde) og nul-alternativet (Alternativ 2 – nul-alternativet). Trykniveau-ændringen er beregnet som middel-ændringen for et normal-år (2005).



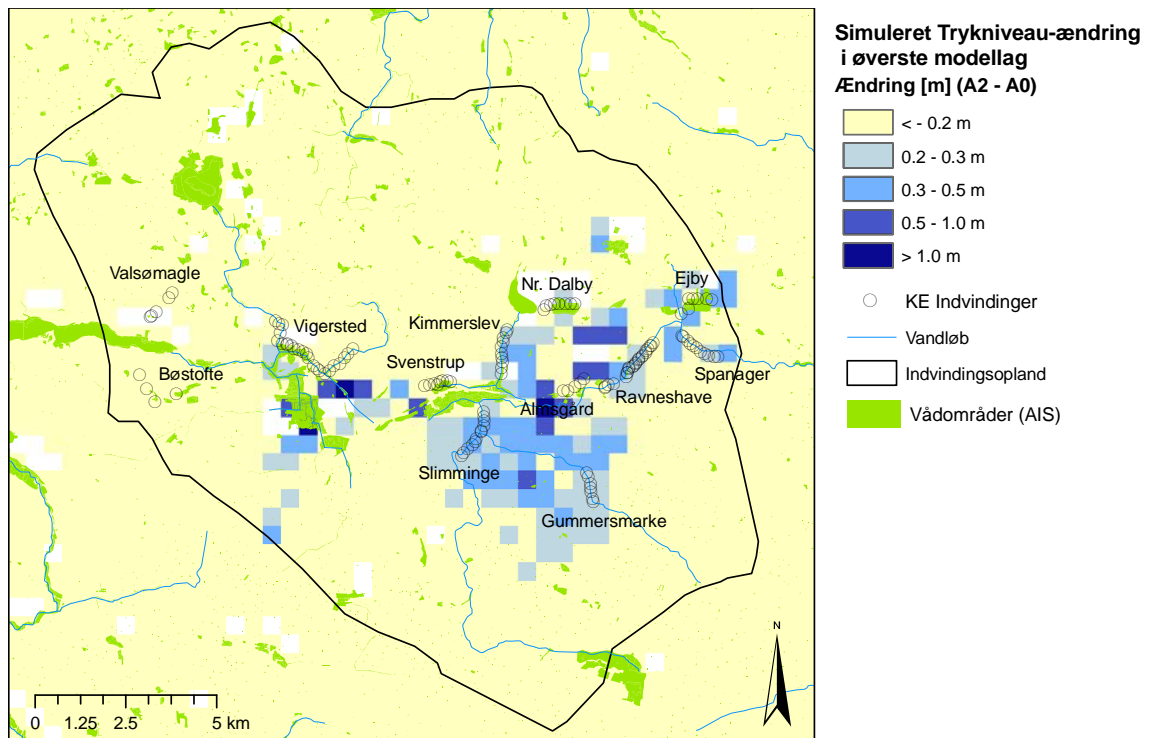
Figur A9 Den simulerede trykniveauændring i det øverste modellag mellem Alternativ 2 (Ingen KE indvinding indenfor Marbjerg vandværksområde) og nul-alternativet (Alternativ 2 – nul-alternativet). Trykniveau-ændringen er beregnet som middel-ændringen for et normal-år (2005).



Figur A10 Den simulerede trykniveauændring i det øverste modellag mellem Alternativ 2 (Ingen KE indvinding indenfor Thorsbro vandværksområde) og nul-alternativet (Alternativ 2 – nul-alternativet). Trykniveau-ændringen er beregnet som middel-ændringen for et normal-år (2005).



Figur A11 Den simulerede trykniveauændring i det øverste modellag mellem Alternativ 2 (Ingen KE indvinding indenfor Lejre vandværksområde) og nul-alternativet (Alternativ 2 – nul-alternativet). Trykniveau-ændringen er beregnet som middel-ændringen for et normal-år (2005).



Figur A12 Den simulerede trykniveauændring i det øverste modellag mellem Alternativ 2 (Ingen KE indvinding indenfor Regnemark vandværksområde) og nul-alternativet (Alternativ 2 – nul-alternativet). Trykniveau-ændringen er beregnet som middel-ændringen for et normal-år (2005).

Tabel A10 Simulerede medianminimum-værdier for 269 udvalgte synkronmålepunkter, A-1 og A-nul betegner hhv. Alternativ-1 og Alternativ-nul.

STEDNR	X	Y	Branch Chainage (MIKE 11)	A-1 MedianMin [m ³ /s]	A-nul MedianMin [m ³ /s]	A-1 – A-nul dMedian- min [%]
500009	706128	6191171	MOELLEAA -11093.33	0.013	0.014	-7.1
500007	707659	6190754	MOELLEAA -9506.00	0.017	0.017	0.0
500010	709005	6189840	MOELLEAA -8049.00	0.045	0.046	-2.2
500011	711963	6189701	MOELLEAA -4357.00	0.088	0.090	-2.2
490027	700828	6204684	AEBELHOLT_AA 0.00	0.001	0.001	0.0
490026	699171	6205014	AEBELHOLT_AA 1862.50	0.023	0.024	-4.2
490006	698246	6205748	AEBELHOLT_AA 3725.00	0.027	0.028	-3.6
570090	680445	6155710	ALBAEK_MOELLEAA 708.00	0.003	0.003	0.0
570089	680859	6153376	ALBAEK_MOELLEAA 3425.00	0.014	0.014	0.0
490058	700817	6210527	AMMENDRUP_AA 3469.67	0.053	0.053	0.0
550004	673452	6161760	B116 4192.50	0.016	0.016	0.0
550005	672112	6162383	B116 6399.75	0.057	0.057	0.0
550001	675931	6164129	B117 3038.00	0.005	0.005	0.0
550002	674177	6164559	B117 4997.67	0.009	0.009	0.0
570087	684702	6153871	B124 628.50	0.004	0.004	0.0
570389	683853	6151923	B124 3125.25	0.009	0.009	0.0
570086	682484	6151993	B124 4793.75	0.011	0.011	0.0
570083	682346	6148960	B125 2468.00	0.002	0.002	0.0
570082	679584	6150050	B127 3382.67	0.006	0.006	0.0
570081	681687	6150319	B127 5737.00	0.006	0.006	0.0
570391	676478	6153002	B128 1654.00	0.002	0.002	0.0
570241	675021	6153076	B140 873.50	0.014	0.014	0.0
570307	682851	6143415	B141 1478.00	0.003	0.003	0.0
570305	686974	6139668	B143 1840.00	0.002	0.002	0.0
570304	685422	6143100	B147 771.00	0.003	0.003	0.0
530044	711704	6170719	BAEKRENDEN 1574.67	0.010	0.009	11.1
530032	706738	6169938	BALDERSBAEK 5001.00	0.002	0.002	0.0
530033	709101	6169177	BALDERSBAEK 7526.00	0.005	0.005	0.0
520192	688507	6169464	BILOBET04 0.00	0.018	0.018	0.0
530018	705966	6163800	BRANCH_10 2105.50	0.007	0.007	0.0
530020	707276	6163328	BRANCH_10 3561.00	0.015	0.015	0.0
580022	696817	6151726	BRANCH_100 5068.00	0.026	0.026	0.0
490018	694217	6202540	BRANCH_112 0.00	0.001	0.001	0.0
530025	708110	6165565	BRANCH_14 3503.50	0.029	0.025	16.0
530026	709662	6165351	BRANCH_14 5138.00	0.034	0.020	70.0
520166	696170	6167713	BRANCH_15 726.67	0.001	0.001	0.0
520165	695433	6166066	BRANCH_15 3147.00	0.004	0.004	0.0
520196	693824	6163640	BRANCH_15 6841.00	0.005	0.005	0.0
520172	684026	6176476	BRANCH_16 825.67	0.015	0.015	0.0
520140	685465	6175586	BRANCH_16 2477.00	0.018	0.018	0.0
520128	699292	6175211	BRANCH_20 4572.00	0.033	0.034	-2.9
520126	697572	6173554	BRANCH_21 2133.00	0.006	0.006	0.0

520110	700166	6179810	BRANCH_24 868.00	0.002	0.003	-33.3
520333	703425	6176424	BRANCH_25 2758.00	0.003	0.003	0.0
520045	698347	6191529	BRANCH_31 2291.25	0.015	0.016	-6.3
530006	695799	6157476	BRANCH_4 1643.00	0.002	0.002	0.0
490041	704520	6207821	BRANCH_46 593.00	0.005	0.005	0.0
490024	696715	6202772	BRANCH_50 0.00	0.001	0.001	0.0
490022	696426	6201994	BRANCH_50 987.00	0.012	0.013	-7.7
490042	703021	6206206	BRANCH_51 833.50	0.008	0.009	-11.1
500034	712336	6207179	BRANCH_76 0.00	0.001	0.001	0.0
530016	703478	6162693	BRANCH_9 2188.00	0.002	0.002	0.0
520206	692307	6171617	BRANCH_95 2318.33	0.013	0.013	0.0
520102	705562	6188934	BUNDS_AA -4473.50	0.004	0.005	-20.0
510187	679055	6165898	BYGROEFTEN 1632.00	0.003	0.003	0.0
520098	705037	6186758	DAMVAD_AA 5316.75	0.032	0.033	-3.0
500026	714564	6200122	DONSE_AA 950.00	0.004	0.004	0.0
500028	716948	6201212	DONSE_AA 3909.00	0.014	0.014	0.0
500003	718452	6201029	DONSE_AA 5934.00	0.010	0.010	0.0
500012	716017	6193578	DUMPEDALSRENDEN 0.00	0.001	0.001	0.0
500080	716008	6192770	DUMPEDALSRENDEN 797.00	0.002	0.002	0.0
500013	716247	6191572	DUMPEDALSRENDEN 2274.00	0.002	0.002	0.0
580028	692937	6154243	EJBY_MOELLEBAEK 2593.00	0.005	0.005	0.0
510062	681660	6173176	EJBY_AA 1861.00	0.008	0.008	0.0
510063	681230	6173963	EJBY_AA 2774.00	0.011	0.011	0.0
510064	680250	6175851	EJBY_AA 5003.00	0.021	0.021	0.0
510008	679136	6176526	EJBY_AA 5832.50	0.026	0.026	0.0
510068	679822	6163563	ELVERDAMSAAEN 1607.00	0.007	0.007	0.0
510196	678433	6163990	ELVERDAMSAAEN 3577.00	0.014	0.014	0.0
510069	677837	6164442	ELVERDAMSAAEN 4463.00	0.019	0.019	0.0
510070	677201	6166055	ELVERDAMSAAEN 6182.00	0.050	0.050	0.0
510071	676484	6167668	ELVERDAMSAAEN 7787.00	0.098	0.098	0.0
510192	675669	6170683	ELVERDAMSAAEN 11663.00	0.138	0.138	0.0
480034	710265	6216819	ESRUM_AA 1531.00	0.810	0.811	-0.1
520063	701089	6200243	FREERSLEVHEGN- GROEFTEN 3170.50	0.007	0.008	-12.5
510065	679724	6172113	GARVERRENDEN 1645.00	0.003	0.003	0.0
510056	677790	6173200	GARVERRENDEN 3904.00	0.008	0.008	0.0
520205	686525	6171300	GEVNINGE_AA 1645.00	0.041	0.041	0.0
520008	699733	6196750	GOERLOESE_AA 2736.00	0.006	0.006	0.0
520007	698575	6197795	GOERLOESE_AA 4628.00	0.009	0.011	-18.2

520006	698073	6198605	GOERLOESE_AA 5574.00	0.006	0.006	0.0
520051	705049	6192367	GRAESE_AA 0.00	0.001	0.001	0.0
520050	703276	6191974	GRAESE_AA 2122.50	0.024	0.024	0.0
520048	700523	6192970	GRAESE_AA 4840.50	0.052	0.053	-1.9
520187	698145	6193271	GRAESE_AA 7907.00	0.065	0.066	-1.5
520189	695513	6193808	GRAESE_AA 11153.40	0.072	0.076	-5.3
520046	693378	6193948	GRAESE_AA 12769.00	0.076	0.081	-6.2
500033	712581	6206519	GROENHOLT_AA 3761.00	0.005	0.005	0.0
500032	713473	6206301	GROENHOLT_AA 4767.00	0.045	0.045	0.0
500022	715575	6206101	GROENHOLT_AA 7118.00	0.052	0.052	0.0
500046	716376	6204934	GROENHOLT_AA 8528.00	0.082	0.082	0.0
520091	708756	6181223	GROENSOE_AA 0.00	0.003	0.003	0.0
520090	704844	6180473	GROENSOE_AA 5260.00	0.007	0.007	0.0
530105	712275	6178964	HARRESTRUP 3822.40	0.005	0.006	-16.7
530104	713293	6178701	HARRESTRUP 4778.00	0.006	0.007	-14.3
530102	715498	6179074	HARRESTRUP 6801.00	0.025	0.026	-3.8
520005	705116	6200719	HAVELSE_AA 0.00	0.001	0.001	0.0
520004	703792	6199747	HAVELSE_AA 1901.50	0.024	0.025	-4.0
520277	702744	6198508	HAVELSE_AA 3756.50	0.031	0.032	-3.1
520003	702299	6198374	HAVELSE_AA 4684.00	0.031	0.032	-3.1
520002	700974	6199238	HAVELSE_AA 6685.33	0.125	0.128	-2.3
520062	698966	6200507	HAVELSE_AA 10245.60	0.145	0.150	-3.3
520190	697083	6199616	HAVELSE_AA 14234.40	0.175	0.183	-4.4
520054	694717	6199905	HAVELSE_AA 17146.50	0.199	0.208	-4.3
520052	692940	6198716	HAVELSE_AA 19087.90	0.211	0.221	-4.5
520270	691993	6197069	HAVELSE_AA 22000.00	0.199	0.207	-3.9
530022	704936	6165974	HEDERENDEN 3793.50	0.004	0.005	-20.0
530023	706817	6165699	HEDERENDEN 5688.00	0.006	0.006	0.0
520174	683686	6169236	HELLIGRENDEN 3101.00	0.140	0.138	1.4
520175	684282	6170858	HELLIGRENDEN 4756.00	0.155	0.154	0.6
590006	698149	6144521	HOLMEBAEKKEN 1910.50	0.006	0.006	0.0
520122	701221	6173655	HOVE_AA -7865.33	0.017	0.017	0.0
520121	701418	6174957	HOVE_AA -6918.67	0.018	0.018	0.0
520120	702483	6175481	HOVE_AA -5904.00	0.019	0.019	0.0
520212	703282	6176539	HOVE_AA -4281.00	0.023	0.024	-4.2
520118	703170	6177395	HOVE_AA -3363.00	0.028	0.029	-3.4
520117	703953	6179033	HOVE_AA -519.25	0.053	0.061	-13.1
520178	701911	6180605	HOVE_AA 2033.00	0.057	0.069	-17.4
520179	696998	6180343	HOVE_AA 8331.00	0.103	0.124	-16.9
510078	677456	6172358	HULRENDEN 1617.00	0.002	0.002	0.0
520104	708533	6184495	JONSTRUP_AA 850.00	0.017	0.017	0.0
520304	707765	6184619	JONSTRUP_AA 1700.00	0.086	0.086	0.0
520103	706641	6185847	JONSTRUP_AA 4087.00	0.085	0.086	-1.2
500030	713785	6195287	KAJEROED_AA 2826.00	0.012	0.012	0.0
590142	697380	6140978	KANDEROED_BAEK 3794.50	0.007	0.007	0.0
500101	721838	6192680	KIGHANERENDEN	0.011	0.011	0.0

			2216.50			
500079	722689	6194369	KIGHANERENDEN 4105.50	0.017	0.017	0.0
520124	701071	6178061	KILDEMOSE_AA 844.50	0.002	0.002	0.0
520129	698319	6177248	KILDEMOSE_AA 4005.50	0.012	0.015	-20.0
520031	697521	6177653	KILDEMOSE_AA 5283.00	0.088	0.125	-29.6
520141	682987	6166294	KISSERUPLOEBET 1429.33	0.003	0.003	0.0
520142	683685	6165467	KISSERUPLOEBET 2144.00	0.004	0.004	0.0
590008	697350	6143069	KKVL2 3281.00	0.010	0.010	0.0
590003	700512	6143999	KKVL2 7694.86	0.038	0.038	0.0
590002	701173	6144997	KKVL2 9669.43	0.049	0.049	0.0
590001	702092	6146831	KKVL2 11644.00	0.055	0.055	0.0
580007	696199	6151629	KOEGE_AA 13374.00	0.295	0.292	1.0
520076	707273	6197483	KOLLEROED_AA 950.00	0.050	0.050	0.0
520015	706080	6198114	KOLLEROED_AA 2850.00	0.054	0.055	-1.8
520014	704871	6198058	KOLLEROED_AA 3891.00	0.055	0.055	0.0
520013	703961	6197917	KOLLEROED_AA 4900.00	0.066	0.067	-1.5
520012	702607	6197327	KOLLEROED_AA 6900.00	0.072	0.074	-2.7
520168	696348	6162602	LANGVAD_AA -3229.00	0.005	0.006	-16.7
520163	693098	6163568	LANGVAD_AA 63.00	0.036	0.037	-2.7
520028	691487	6163949	LANGVAD_AA 1688.00	0.042	0.043	-2.3
520034	691066	6164641	LANGVAD_AA 3464.00	0.058	0.060	-3.3
520158	689365	6165793	LANGVAD_AA 6068.00	0.112	0.114	-1.8
520195	688178	6166252	LANGVAD_AA 7978.00	0.117	0.120	-2.5
520035	687433	6167497	LANGVAD_AA 9514.00	0.233	0.232	0.4
520037	687737	6168716	LANGVAD_AA 11172.67	0.369	0.369	0.0
520191	688157	6169602	LANGVAD_AA 12002.00	0.370	0.371	-0.3
520153	688094	6157326	LAVRINGE_AA -5566.00	0.001	0.001	0.0
520152	687392	6158478	LAVRINGE_AA -3852.67	0.008	0.008	0.0
520151	687755	6159577	LAVRINGE_AA -2996.00	0.010	0.010	0.0
520030	687995	6161857	LAVRINGE_AA -519.00	0.018	0.018	0.0
520029	687514	6164055	LAVRINGE_AA 2298.50	0.062	0.062	0.0
520198	687231	6165067	LAVRINGE_AA 3592.00	0.065	0.065	0.0
520197	687669	6166204	LAVRINGE_AA 5100.00	0.102	0.100	2.0
520145	682798	6162152	LEDREBORG_AA 863.00	0.004	0.004	0.0
520144	683583	6163553	LEDREBORG_AA 2555.50	0.008	0.008	0.0
520143	684956	6165170	LEDREBORG_AA 4789.00	0.051	0.052	-1.9
530027	702884	6169575	LILLE_VEJLEAA -2855.00	0.002	0.002	0.0
530030	706360	6169096	LILLE_VEJLEAA 1090.80	0.013	0.012	8.3
530042	708905	6167968	LILLE_VEJLEAA 4048.20	0.019	0.018	5.6
530040	710278	6167685	LILLE_VEJLEAA 5034.00	0.019	0.019	0.0
570393	677297	6145148	LILLEAA 2992.00	0.096	0.096	0.0
490016	692999	6202148	LYNGBY_AA 3050.50	0.029	0.030	-3.3
520176	705528	6194190	LYNGE_AA 0.00	0.001	0.001	0.0
520074	707299	6195170	LYNGE_AA 2403.00	0.003	0.003	0.0
520018	706288	6196178	LYNGE_AA 4005.00	0.004	0.004	0.0
520127	698421	6175153	MAGLEMOSE_AA 1794.00	0.047	0.049	-4.1
500099	721375	6194704	MAGLEMOSERENDEN	0.005	0.005	0.0

			1698.50			
500098	722560	6195349	MAGLEMOSE RENDEN 3286.50	0.015	0.015	0.0
530015	703182	6161812	MOELLEBAEK 2763.00	0.005	0.005	0.0
530017	704400	6160838	MOELLEBAEK 5802.00	0.018	0.019	-5.3
510076	677671	6169562	MOELLEBAEKKEN 918.00	0.001	0.001	0.0
510074	676955	6170870	MOELLEBAEKKEN 2561.00	0.001	0.001	0.0
510057	676749	6171194	MOELLEBAEKKEN 3166.00	0.011	0.011	0.0
500035	714704	6203870	NIVAA 1725.00	0.028	0.028	0.0
500052	717731	6204096	NIVAA 5275.00	0.152	0.152	0.0
500024	713233	6203911	NIVAA_DKMODEL 1446.00	0.013	0.013	0.0
520116	709570	6180357	NYBOELLE_AA -4068.50	0.002	0.002	0.0
520115	708899	6177753	NYBOELLE_AA -815.50	0.005	0.006	-16.7
520334	708151	6177178	NYBOELLE_AA 0.00	0.006	0.006	0.0
520213	705032	6178189	NYBOELLE_AA 3499.00	0.014	0.015	-6.7
530024	705343	6166873	OLSBAEK 899.00	0.004	0.004	0.0
490098	704722	6204564	POELE_AA 3600.50	0.093	0.089	4.5
490099	703421	6207226	POELE_AA 7100.00	0.201	0.199	1.0
490057	703752	6208326	POELE_AA 8262.00	0.221	0.217	1.8
490002	702721	6210975	POELE_AA 11640.00	0.723	0.721	0.3
490001	701266	6210459	POELE_AA 13773.67	0.796	0.799	-0.4
490100	700362	6208778	POELE_AA 16070.00	0.867	0.844	2.7
490007	698901	6207631	POELE_AA 18831.00	0.881	0.856	2.9
570167	671161	6153391	RINGSTED_AA 5115.00	0.095	0.096	-1.0
570255	674098	6150585	RINGSTED_AA 9122.71	0.301	0.302	-0.3
570179	675614	6147887	RINGSTED_AA 12865.57	0.332	0.333	-0.3
520040	695258	6191685	SILLEBRO_AA 2415.00	0.043	0.044	-2.3
520022	693654	6191871	SILLEBRO_AA 4860.00	0.062	0.063	-1.6
520020	692598	6192430	SILLEBRO_AA 5675.00	0.066	0.067	-1.5
530004	693322	6158187	SKENSVED_AA -1887.50	0.009	0.009	0.0
530005	695427	6157701	SKENSVED_AA 629.00	0.015	0.015	0.0
530007	696835	6157461	SKENSVED_AA 2135.50	0.021	0.022	-4.5
530008	698609	6156651	SKENSVED_AA 4509.00	0.027	0.028	-3.6
530009	700457	6156490	SKENSVED_AA 6263.00	0.032	0.034	-5.9
520138	688279	6169102	SKOVBAEKKEN 3311.00	0.016	0.016	0.0
580031	690210	6143727	SLIMMINGE_AA 3330.00	0.007	0.007	0.0
580030	687517	6147522	SLIMMINGE_AA 11281.33	0.022	0.022	0.0
580008	687618	6150428	SLIMMINGE_AA 14739.00	0.035	0.035	0.0
490067	705669	6203628	SLOTSMOELLEGGROEF- TEN 488.00	0.074	0.070	5.7
520080	707580	6200333	SLAAENBAEKKEN 0.00	0.001	0.001	0.0
520019	705225	6199763	SLAAENBAEKKEN 3180.67	0.016	0.016	0.0
570105	684476	6144817	SNESLEV_LILLEAA 0.00	0.001	0.001	0.0
570037	683744	6142432	SNESLEV_LILLEAA 3494.00	0.015	0.015	0.0
580032	689634	6149115	SOELVBAEKKEN 5291.00	0.006	0.006	0.0
530103	715252	6180062	SOEMOSE_AA 1903.50	0.004	0.004	0.0
520092	705258	6182959	SOERUP_RENDE -25.00	0.009	0.009	0.0

530012	700855	6159225	SOLROED_BAEK 4549.00	0.008	0.009	-11.1
530013	702458	6159100	SOLROED_BAEK 6633.00	0.012	0.013	-7.7
520086	700794	6186216	STENLOESE_AA 2752.50	0.008	0.009	-11.1
520084	700908	6183921	STENLOESE_AA 6032.50	0.029	0.031	-6.5
530076	708610	6174547	STORE_VEJLEAA 7940.00	0.004	0.004	0.0
530072	709494	6172834	STORE_VEJLEAA 10054.00	0.035	0.028	25.0
530086	710052	6172167	STORE_VEJLEAA 11151.00	0.066	0.029	127.6
530043	710549	6170691	STORE_VEJLEAA 13507.50	0.101	0.060	68.3
530038	711069	6169796	STORE_VEJLEAA 14441.25	0.102	0.060	70.0
530070	712490	6169137	STORE_VEJLEAA 16343.50	0.119	0.076	56.6
520160	691511	6162977	SYV_BAEK 4058.50	0.007	0.007	0.0
510066	679385	6166868	TADEROED_BAEK 1752.00	0.002	0.002	0.0
510127	677244	6167293	TADEROED_BAEK 4338.00	0.021	0.020	5.0
520107	713899	6184019	TIBBERUP_AA 1862.00	0.002	0.002	0.0
520106	711295	6185585	TIBBERUP_AA 5715.67	0.008	0.008	0.0
520105	709982	6185691	TIBBERUP_AA 7109.00	0.009	0.009	0.0
490004	702423	6211620	TINGHUS_AA 6407.00	0.037	0.037	0.0
520150	683730	6158025	TOKKERUP_AA 501.00	0.005	0.005	0.0
520149	684842	6159072	TOKKERUP_AA 2195.00	0.008	0.008	0.0
520147	685651	6161286	TOKKERUP_AA 5770.75	0.017	0.017	0.0
520146	686486	6162660	TOKKERUP_AA 7770.25	0.027	0.027	0.0
520033	685991	6163798	TOKKERUP_AA 8770.00	0.027	0.027	0.0
520113	706662	6178104	TYMOSE_AA 1927.00	0.001	0.002	-50.0
550003	673012	6164326	TYSINGE_AA 3095.00	0.021	0.021	0.0
500037	718122	6199159	USSEROED_AA 2162.00	0.268	0.269	-0.4
520299	705257	6183637	VAEREBRO_AA 3735.00	0.309	0.321	-3.7
520194	702603	6182159	VAEREBRO_AA 7520.00	0.337	0.349	-3.4
520083	700064	6182816	VAEREBRO_AA 11037.50	0.374	0.389	-3.9
520038	696817	6183892	VAEREBRO_AA 14880.00	0.441	0.456	-3.3
520214	695848	6184593	VAEREBRO_AA 16558.00	0.455	0.470	-3.2
500008	708515	6190566	VASSINGROEDLOEBET 4800.00	0.003	0.003	0.0
590066	694317	6142044	VEDSKOELLE_AA 1019.00	0.002	0.002	0.0
520089	703929	6181090	VEJLE_AA 36.50	0.011	0.011	0.0
520096	701657	6185468	VEKSOEMOSEVAND- LOEBET 3491.20	0.019	0.020	-5.0
520157	690525	6158097	VIBY_AA 1037.00	0.003	0.003	0.0
520155	690347	6159243	VIBY_AA 2832.00	0.009	0.009	0.0
520154	690514	6160679	VIBY_AA 3789.60	0.026	0.026	0.0
520032	689439	6162818	VIBY_AA 6662.40	0.032	0.032	0.0
570085	684011	6148695	VIGERSDAL_AA 4080.00	0.010	0.010	0.0
570395	683825	6149141	VIGERSDAL_AA 4939.00	0.011	0.011	0.0
570079	682140	6151313	VIGERSDAL_AA 7334.00	0.026	0.026	0.0
570271	681061	6151725	VIGERSDAL_AA 8852.00	0.080	0.081	-1.2

570077	676281	6152088	VIGERSDAL_AA 13835.00	0.117	0.118	-0.8
570139	674115	6151995	VIGERSDAL_AA 15859.00	0.167	0.168	-0.6
590082	690795	6139813	VRAABYAA -8301.38	0.006	0.006	0.0
590083	692664	6139502	VRAABYAA -6435.63	0.015	0.015	0.0
520081	696220	6187444	AALEBAEKSRENDEN 627.73	0.002	0.002	0.0
520303	696512	6189245	AALEBAEKSRENDEN 2408.86	0.010	0.010	0.0
520044	696461	6191057	AALEBAEKSRENDEN 4190.00	0.008	0.008	0.0
550009	675850	6157337	AAMOSE_AA -8131.00	0.004	0.004	0.0
550010	673955	6157202	AAMOSE_AA -6307.00	0.010	0.010	0.0
550110	673129	6158105	AAMOSE_AA -4563.50	0.016	0.016	0.0
550112	672552	6159244	AAMOSE_AA -2896.67	0.022	0.022	0.0