

Grundvandsstandens udvikling på Sjælland 1989-2001

Udført af

Britt S.B. Christensen

og

Torben O. Sonnenborg

GEUS

for

Vandplan Sjælland

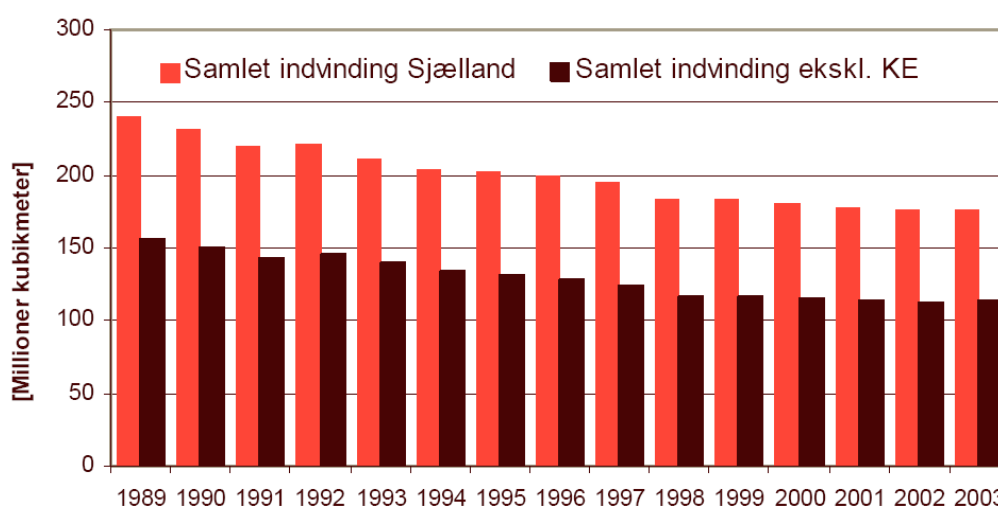
Januar 2006

Indhold

Grundvandsstandens udvikling på Sjælland 1989-2001	1
A. Sammenligning af observeret og simuleret trykniveau-udvikling	3
B. Trykniveau-udvikling 1989-2001 i observationspunkter	5
C. Trykniveau-udvikling 1989-2001 for hele Sjælland	7
D. Fastholdelse af 1989-indvinding	13
E. Fremtidig trykniveau-udvikling	17
Konklusion	21
Referencer	22

Grundvandsstandens udvikling på Sjælland 1989-2001

Formålet med projektet ”Grundvandsstandens udvikling på Sjælland 1989-2001” er at undersøge udviklingen i hydraulisk trykniveau på Sjælland i perioden 1989-2001 vha. DK-model KE (også benævnt DK-model Sjælland, Troldborg og Henriksen, 2006). Grundvandsindvindingen på Sjælland har været faldende siden 1989, se figur 1, og det kan derfor forventes, at grundvandets trykniveau har været stigende i samme periode. Vandplan Sjælland (2005) viser på baggrund af tidsserier for grundvandsstanden i 1121 målepunkter (filtre), at der kan observeres en signifikant stigning i trykniveauet for de undersøgte målinger under ét. Der er imidlertid et behov for at undersøge, om de målte data er repræsentative for trykniveauet på Sjælland. Desuden er der behov for at kvantificere, hvorledes eventuelle ændringer i trykniveauet fordeler sig geografisk, og hvordan forskellige hydrogeologiske enheder på Sjælland påvirkes af den faldende grundvandsindvinding.



Figur 1 Samlet grundvandsindvinding på Sjælland samt indvindingen eksklusiv oppumpning foretaget af Københavns Energi (KE) 1989-2003 (fra Vandplan Sjælland, 2005).

Undersøgelsen er opdelt i fem afsnit:

A. Først foretages en undersøgelse af modellens evne til at reproducere observerede stigninger i grundvandsstanden. Hermed opnås et mål for, hvor troværdig modellen er til at kvantificere effekten af ændringer i randbetingelser (grundvandsindvinding, nettonedbør) på trykniveauet.

B. Herefter anvendes modellen til at kvantificere trykniveauudviklingen for hhv. et terrænnært magasin og de dybtliggende kalkformationer (det primære grundvandsmagasin i store dele af Sjælland), hvor der kun udtrækkes resultater i de punkter, hvor der er pejlinger af grundvandsstanden til rådighed. Hermed opnås resultater, der repræsenterer udviklingen i grundvandsstanden i de to magasiner på de lokaliteter, hvor der blevet målt trykniveau.

C. Modellen benyttes derefter til at belyse de generelle ændringer i trykniveauet på Sjælland for hhv. et terrænnært magasin og de dybtliggende kalkformationer.

D. Det undersøges, om en eventuel ændring i grundvandsstanden kan tilskrives udviklingen i grundvandsindvinding i samme periode.

E. Desuden undersøges det, hvornår der med indvindingsmængder svarende til 2001 kan forventes at opnås en tilstand i grundvandsmagasinerne svarende til ”dynamisk ligevægt”, samt hvad grundvandsstanden svarende til denne tilstand er.

DK-model Sjælland er opbygget af 11 geologiske lag (hydrostratigrafiske enheder), se tabel 1, som er opløst i 9 beregningslag.

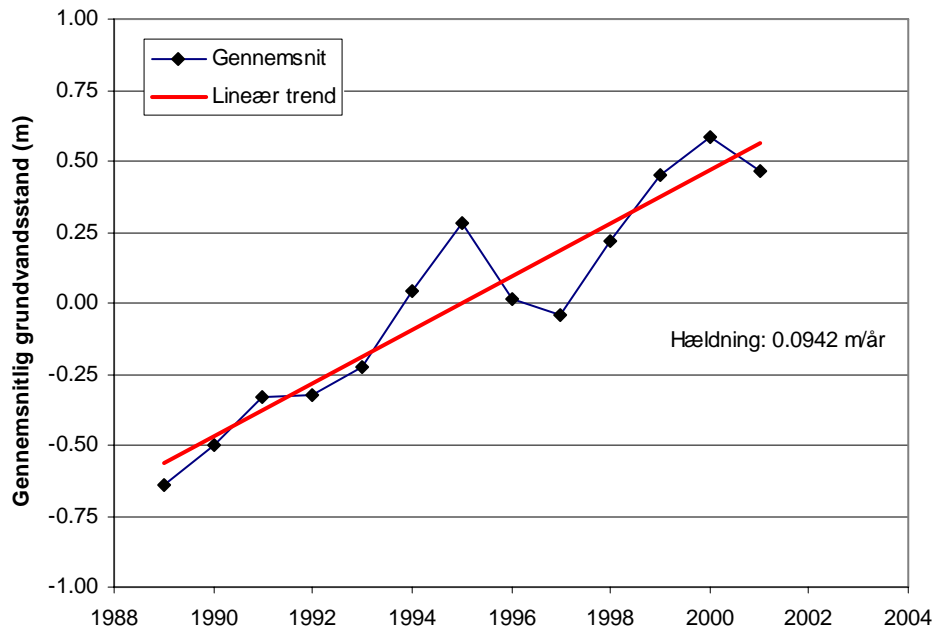
Tabel 1 Beskrivelse af de 11 hydrostratigrafiske lag i Sjællandsmodellen.

Geolog	Beregningslag	Beskrivelse
1	1	I landområder er modellens øverste lag 3.5 meter tykt og udgør den umættede zone samt den øverste del af den mættede zone. Laget regnes for opsprækket og relativt vandførende. I havområder udgør modellens øverste lag havet og har derfor en tykkelse som vanddybden. Laget antages her at have meget høj hydraulisk ledningsevne, hvilket fører til, at trykniveauet fastholdes på havniveau.
2	1	Et forholdsvist lavpermeabelt lag bestående hovedsagelig af moræneler og evt. lidt sen- og postglaciale lerede aflejringer. Laget er det øverste lerlag og findes især i områder med topografi over ca. 50 meter.
3	1	Et vandførende lag eller linser af smeltevandssand og grus, som udgør sekundære lokale magasiner. Laget, som er det øverste sandlag, ligger omkring kote 30 til 50 meter og har begrænset udstrækning. Laget findes således kun udbredt i de højtliggende områder på Sjælland. Lagtykkelser over 2 meter findes især i Syd-, Midt- og i Nordsjælland.
4	2	Et lavpermeabelt lerlag bestående hovedsageligt af moræneler evt. også smeltevandsler og -silt. Laget er dæklag til de primære smeltevandssandsmagasiner.
5	3	Et vandførende lag af smeltevandssand og -grus. Laget er det regionale primære øvre magasin og har en relativ stor udstrækning med lagtykkelser over 10 meter i mange områder, især i Midt- og Nordsjælland. Laget findes ofte omkring kote 0 til -15 meter.
6	4	Et lavpermeabelt lerlag bestående hovedsageligt af moræneler (evt. også smeltevandsler og -silt). Laget adskiller de regionale primære øvre smeltevandssandsmagasiner fra dybereliggende magasiner.
7	5	Et vandførende lag af smeltevandssand og -grus, som udgør et regionalt nedre primært magasin. Laget har relativ stor udstrækning og har tykkelser over 10 meter i mange områder, især i Nord- og Vestsjælland samt på Lolland. Laget mangler dog, hvor de prækvartære aflejringer ligger højt som på Østsjælland og på Møn. Laget findes ofte omkring kote -20 til -35 meter.
8	6	Et lavpermeabelt lerlag bestående hovedsageligt af moræneler evt. også smeltevandsler og -silt. Laget adskiller de regionale primære øvre smeltevandssandsmagasiner fra et dybtliggende magasin. Laget mangler i nogle områder (Nordsjælland), hvor der derfor er hydraulisk kontakt mellem de kvartære sandmagasiner.
9	7	Et vandførende lag af smeltevandssand og grus, som udgør et dybtliggende nedre primært magasin, der især findes i dybe sænkninger i den prækvartære overflade som i Nordsjælland og på Lolland samt i mindre udstrækning i Vestsjælland. Laget findes ofte dybere end kote -45 meter.
10	8	Et lavpermeabelt lerlag bestående hovedsageligt af Kvartær ler og silt samt prækvartære lerede aflejringer (Palæocæn og Eocæn ler). Laget adskiller de kvartære smeltevandssandsmagasiner fra de prækvartære magasiner. I en del områder findes laget ikke, og der er derfor hydraulisk kontakt mellem det overliggende kvartære sand og de prækvartære vandførende aflejringer.
11	9	Vandførende prækvartære kalkaflejringer fra Danien og Kridt samt Selandien (grøn-sandskalk).

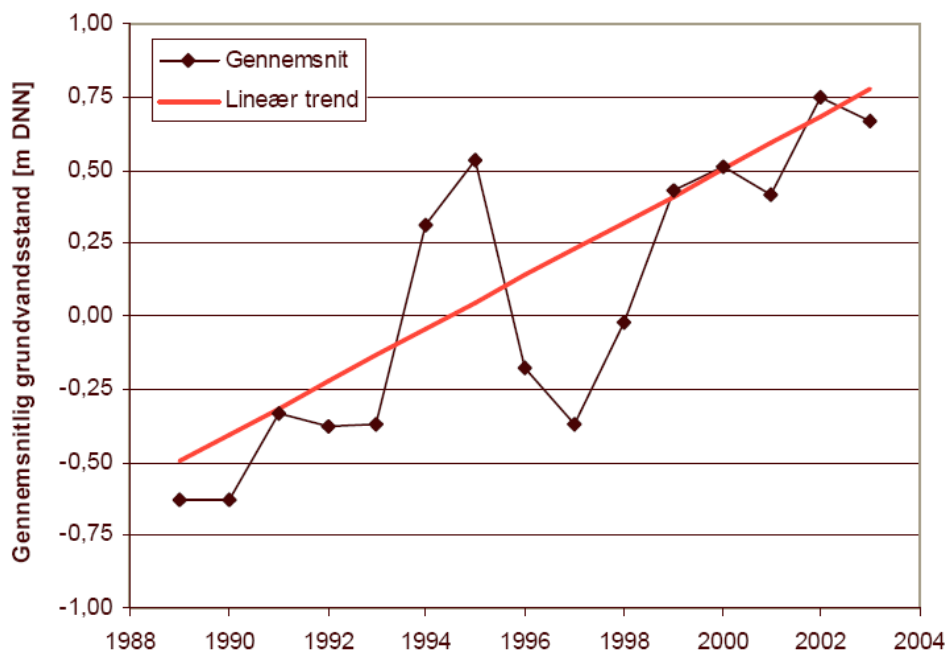
Klimainputtet til modellen består af daglige 40 x 40 km gridværdier (Scharling, 1999) af temperatur, nedbør og referencefordampning. Gridnedbøren korrigeres med månedlige standardværdier svarende til moderat læ (lækategori B), se Allerup et al. (1998). Referencefordampning er beregnet ved brug af en modificeret Penman-ligning (Scharling, 1999). Grundvandsindvindingen er i forbindelse med etablering af Sjællandsmodellen (Troldborg og Henriksen, 2006) blevet opdateret, så alle Københavns Energis kildepladser beskrives på boringsniveau, og indvindingsmønsteret for de enkelte kildepladser er så vidt muligt fordelt på produktionsboringer. Der benyttes for alle indvindingsanlæg i modellen årlige værdier af indvindingsrater.

A. Sammenligning af observeret og simuleret trykniveau-udvikling

Middeltrykniveauet for årene 1989-2001 er udtrukket fra modellen i 1121 punkter svarende til de punkter, der har dannet basis for analysen af pejledata i Vandplan Sjælland (2005). De simulerede trykniveaudata er bearbejdet efter fremgangsmåden beskrevet i Vandplan Sjælland (2005), og et plot af modeldata svarende til figur 1 i Vandplan Sjælland (2005) er vist nedenfor.



Figur 2 Udviklingen i gennemsnitlige grundvandsstand baseret på DK-model Sjælland.



Figur 3 Udviklingen i gennemsnitlig grundvandsstand baseret på pejlinger (Vandplan Sjælland, 2005).

Ved sammenligning af kurver for observeret og simuleret trykniveau skal det bemærkes, at trendlinien for de simulerede data er baseret på værdier for årene 1989-2001, mens trendlinien for de observerede data er baseret på flere værdier, idet data for 2002 og 2003 er medtaget. De 1121 observationer fordeler sig på beregningslag som følger: Lag 1: 299 stk., lag 3: 38 stk., lag 5: 16 stk., lag 7: 10 stk. og lag 9: 758 stk. Kurverne vist på figur 2 og 3 er dermed domineret af forholdene i de dybe prækvartære magasiner.

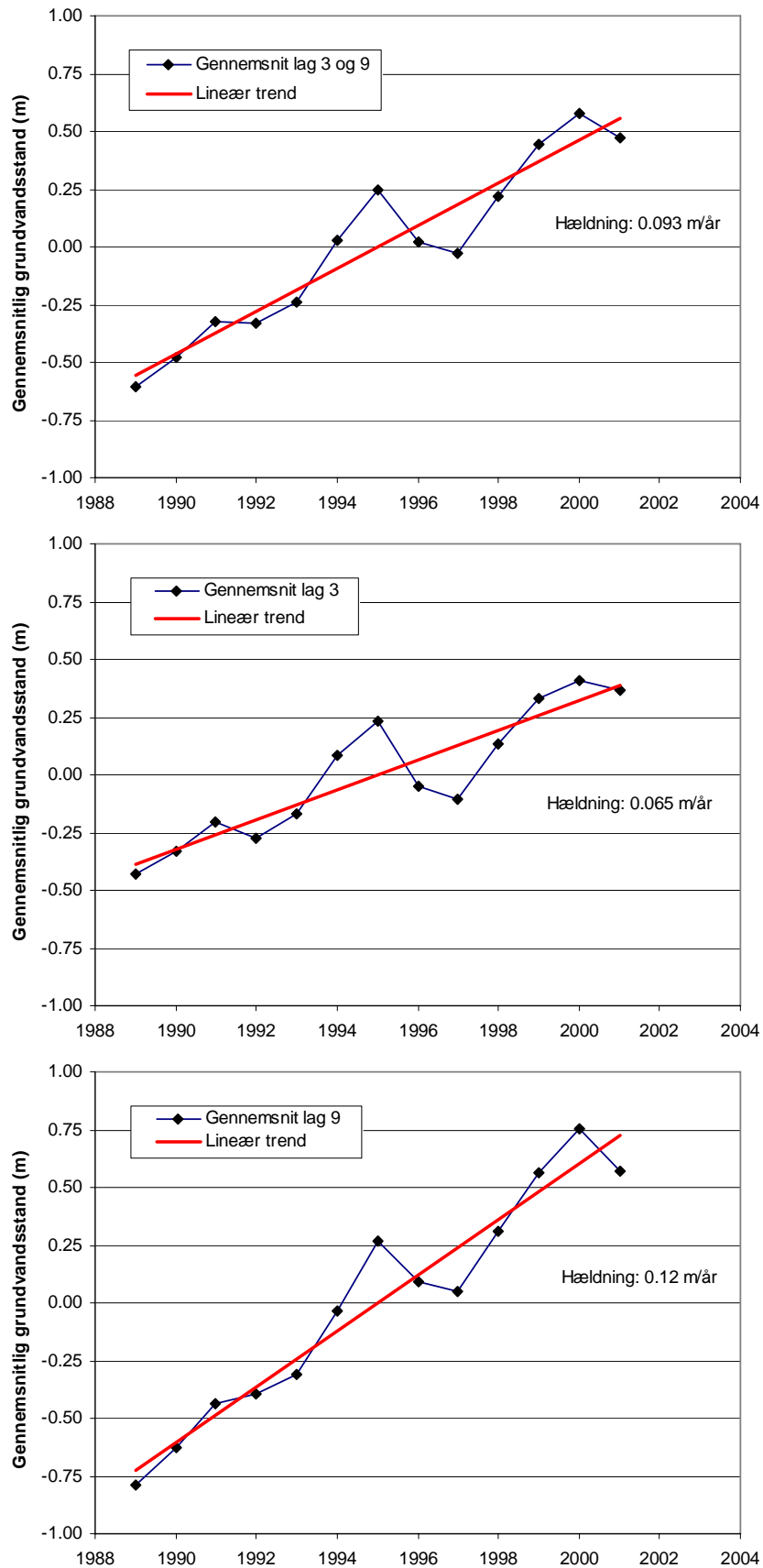
Modellen simulerer en gennemsnitlig stigning i trykniveauet på 9,4 cm/år i perioden 1989-2001, mens der på baggrund af de observerede data findes en stigning på 9,1 cm/år (1989-2003). Trenden i trykniveauet beskrives dermed tilfredsstillende, og kvalitativt er modellen også i stand til at simulere år med hhv. højt og lavt trykniveau. Der er imidlertid problemer med at reproducere størrelsen af de enkelte års variation omkring middelværdien. Det antages primært at skyldes, at der i modellen anvendes for høje magasineringskoefficienter (specifik ydelse for de frie magasiner, specifikt magasintal for de artesiske magasiner). Resultatet viser imidlertid, at modellen er i stand til at beskrive langtidseffekten af ændringer i randbetingelser (grundvandsindvinding, nettonedbør). Det skal bemærkes, at modellen er kalibreret mod data fra 1988-1991, som kun dækker de første par år af den analyserede periode, og at der reelt derfor er tale om en valideringstest af modellen.

B. Trykniveau-udvikling 1989-2001 i observationspunkter

På figur 4 ses simuleret trykniveau-udvikling i beregningslag 3 og 9, hvor der kun er udtrykket resultater på lokaliteter, hvor der forefindes boringer, som af Vandplan Sjælland (2005) er benyttet til evaluering af grundvandsstandens udvikling. Da der i nogle boringer er installeret flere filtre, reduceres antallet af observationspunkter i denne analyse fra 1121 til 1074 (i hvert beregningslag).

I beregningslag 9 findes en stigning i trykniveau på 12 cm om året, mens der for beregningslag 3 optræder en stigning på 6,5 cm/år. Den gennemsnitlige stigning er på 9,3 cm/år, hvilket er tæt på værdien beregnet ud fra de reelle filterplaceringer (figur 2).

Resultaterne viser, at den samlede stigning i grundvandsstanden er sammensat af en relativ markant forøgelse af trykniveauet i de dybe magasiner og en mere moderat stigning i de overfladenære magasiner.



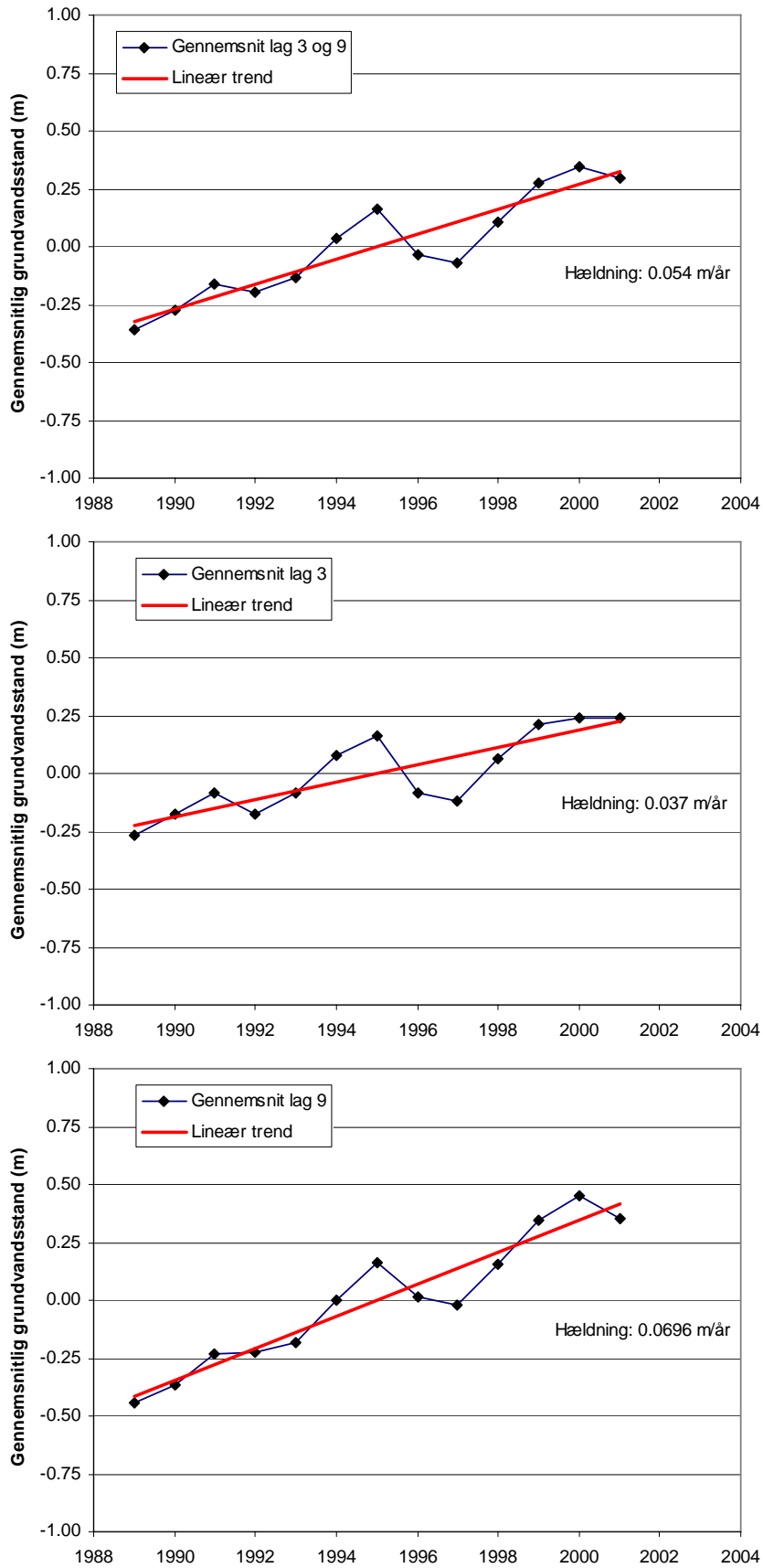
Figur 4 Udvikling i trykniveau for beregningslag 3 og 9, kun beregningslag 3 og kun beregningslag 9 i de 1074 borer, hvor der er observeret trykniveau.

C. Trykniveau-udvikling 1989-2001 for hele Sjælland

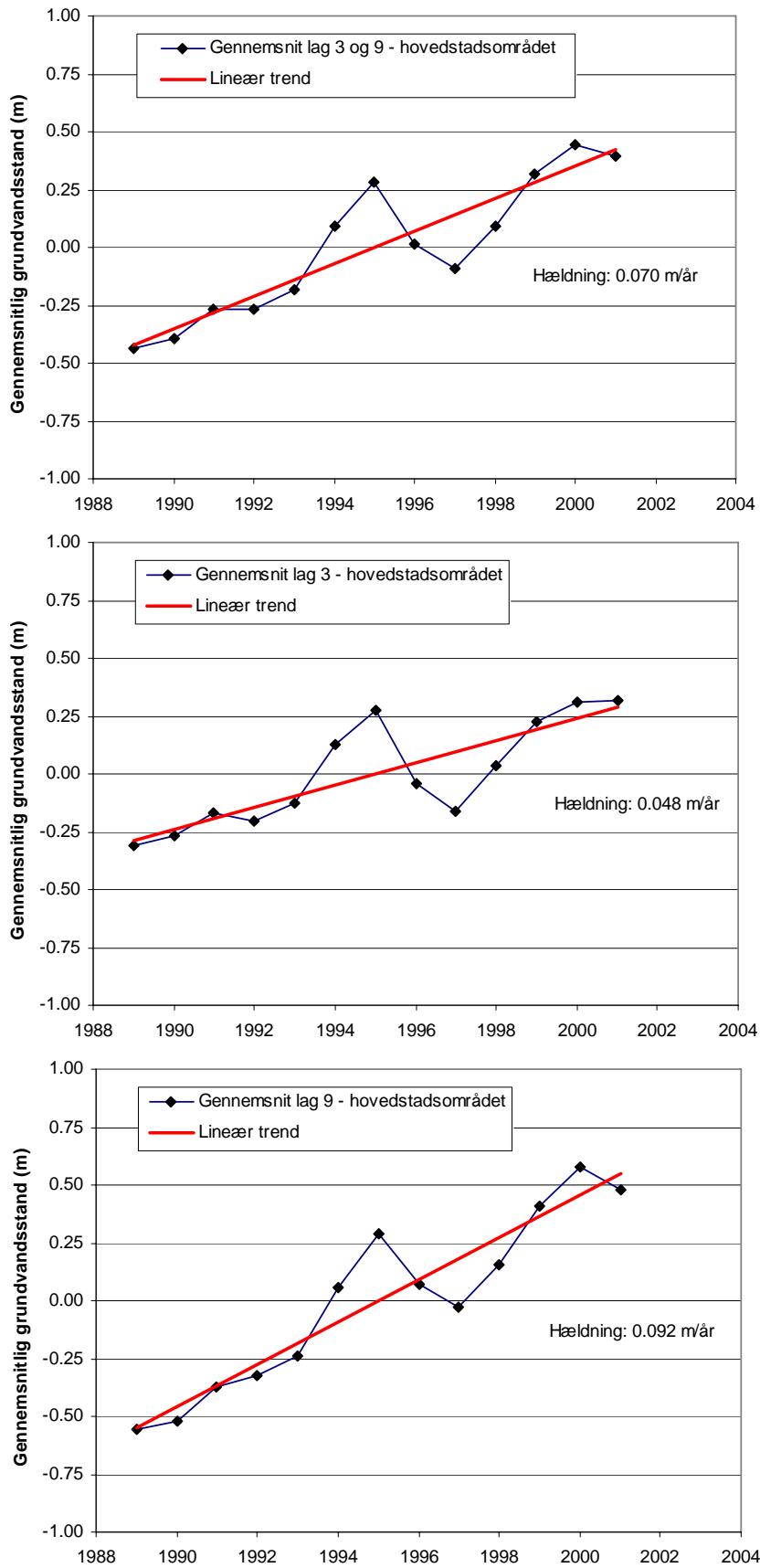
På figur 5 ses modelleret trykniveau-udvikling baseret på samtlige celler i beregningslag 3 og 9 i Sjællandsmodellen. Den illustrerede udvikling i trykniveauet repræsenterer derfor hele Sjælland. Den største stigning findes i beregningslag 9, hvor der beregnes en ændring på ca. 7 cm om året. For beregningslag 3 findes stigningen til 5,4 cm pr. år. I forhold til udviklingen baseret på trykniveauet i observationsboringerne (figur 2) findes her en mindre markant stigning i grundvandsstanden, hvilket sandsynligvis kan forklares ved, at observationsboringerne generelt er placeret relativt tæt på indvindingsboringer og derfor viser en forholdsvis kraftig effekt af reduceret indvinding.

På figur 6 er tilsvarende resultater vist for hovedstadsområdet (Frederiksborg Amt, Københavns Amt, Roskilde Amt samt Københavns og Frederiksbergs Kommuner). Igen findes den største stigning i trykniveauet i beregningslag 9, hvor der beregnes en årlig stigning på over 9 cm om året. For beregningslag 3 bliver stigningen kun halvt så stor.

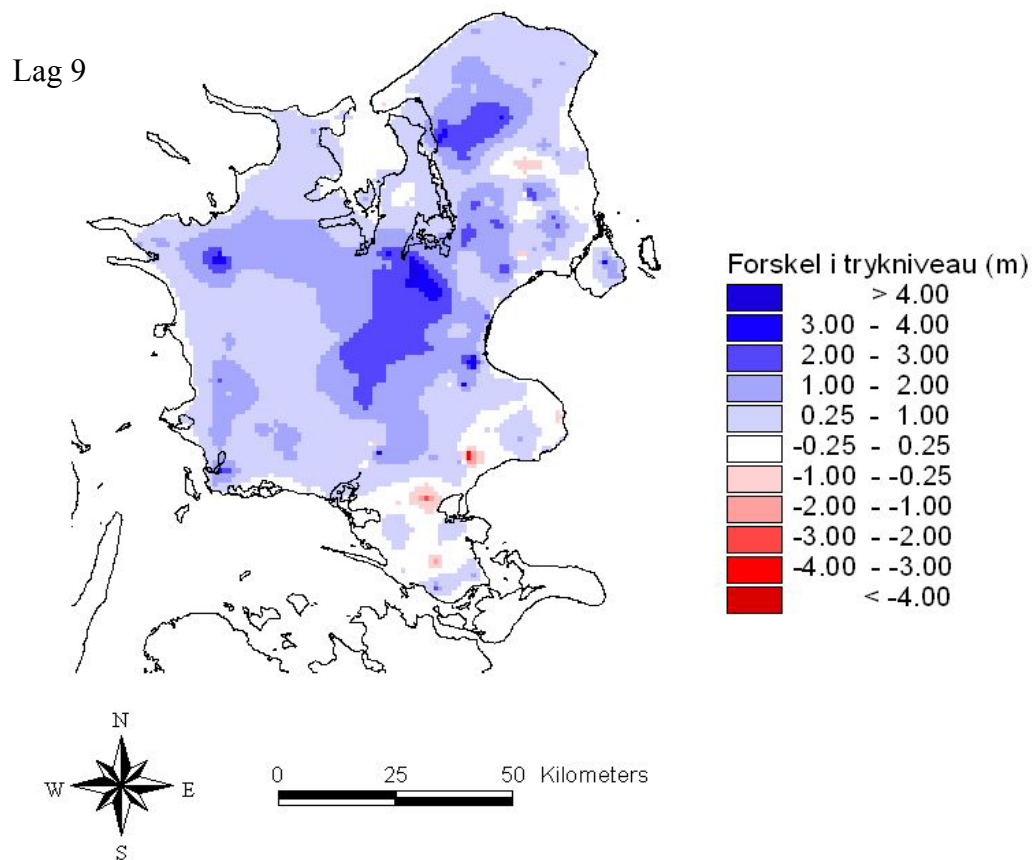
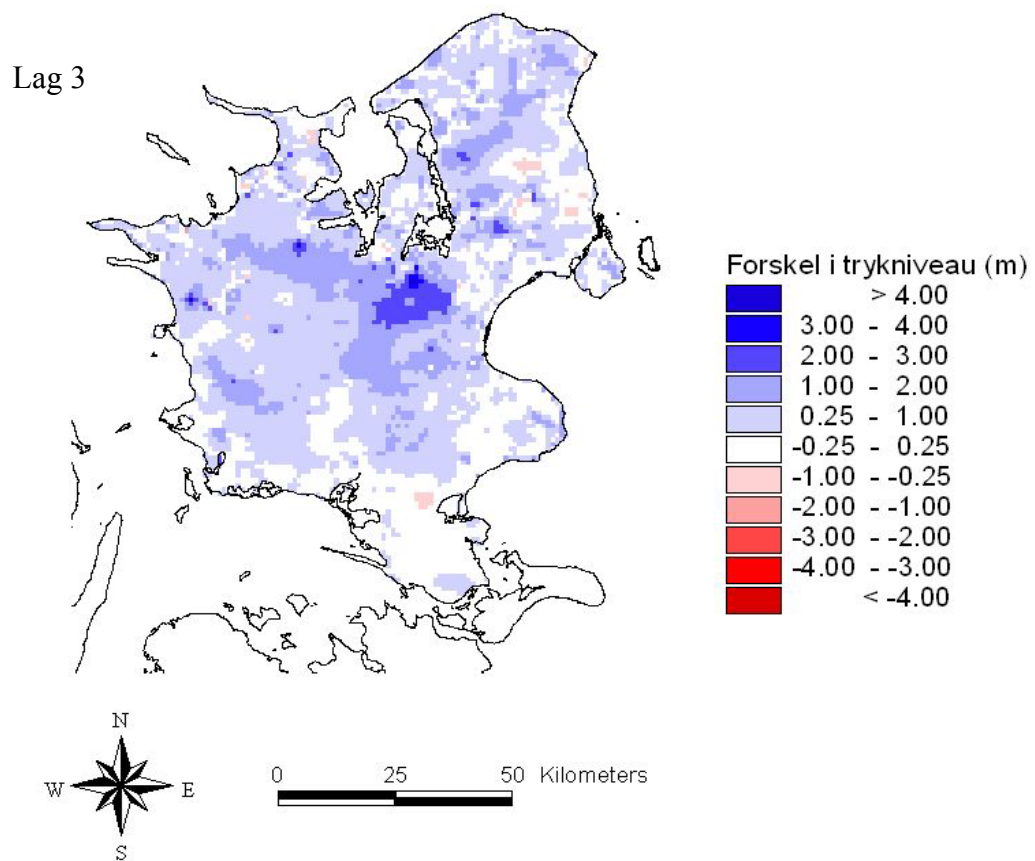
På figur 7 er det simulerede trykniveau fra 2001 sammenlignet med simuleret trykniveau fra 1989 for beregningslag 3 og beregningslag 9. I beregningslag 3 findes de største stigninger midt på Sjælland, mens der for beregningslag 9 observeres de største stigninger på Midsjælland samt Nordsjælland. Der optræder nogle mindre områder, hvor trykniveauet i beregningslag 9 falder signifikant over perioden. Dette skyldes, at der de pågældende steder indvindes mere vand i 2001 end i 1989. På figur 8 ses de omtalte områder at være sammenfaldende med placeringen af indvindingsboringer, og på figur 9 ses indvindingsraterne ved de pågældende boringer 1981-2001. I alle tilfælde er indvindingen i 2001 større end i 1989, hvilket giver anledning til et fald i trykniveau.



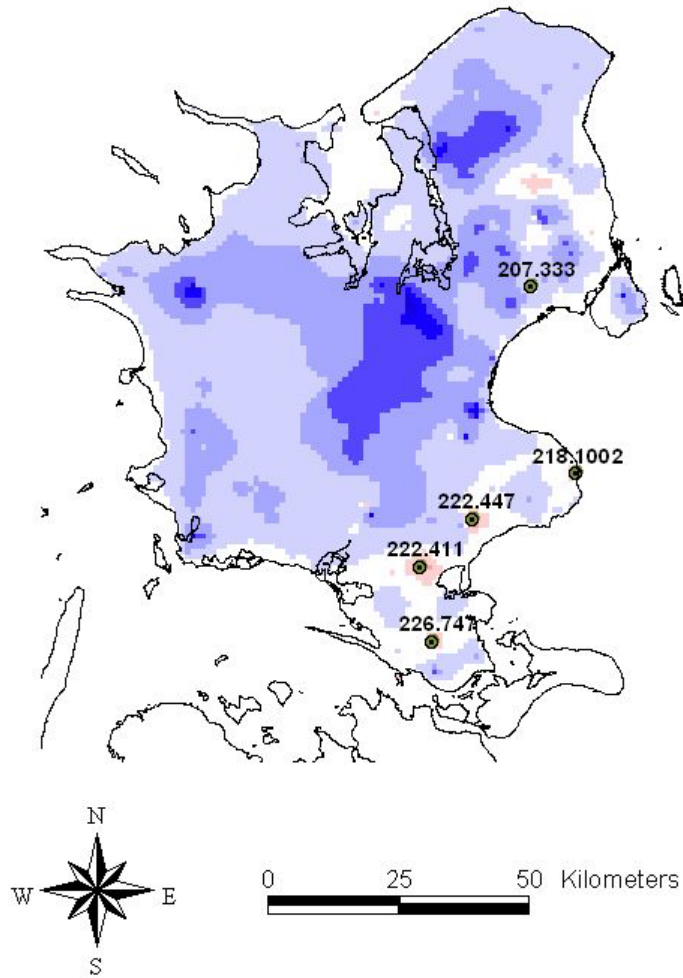
Figur 5 Udvikling i trykniveau for beregningslag 3 og 9, kun beregningslag 3 og kun beregningslag 9 for Sjælland.



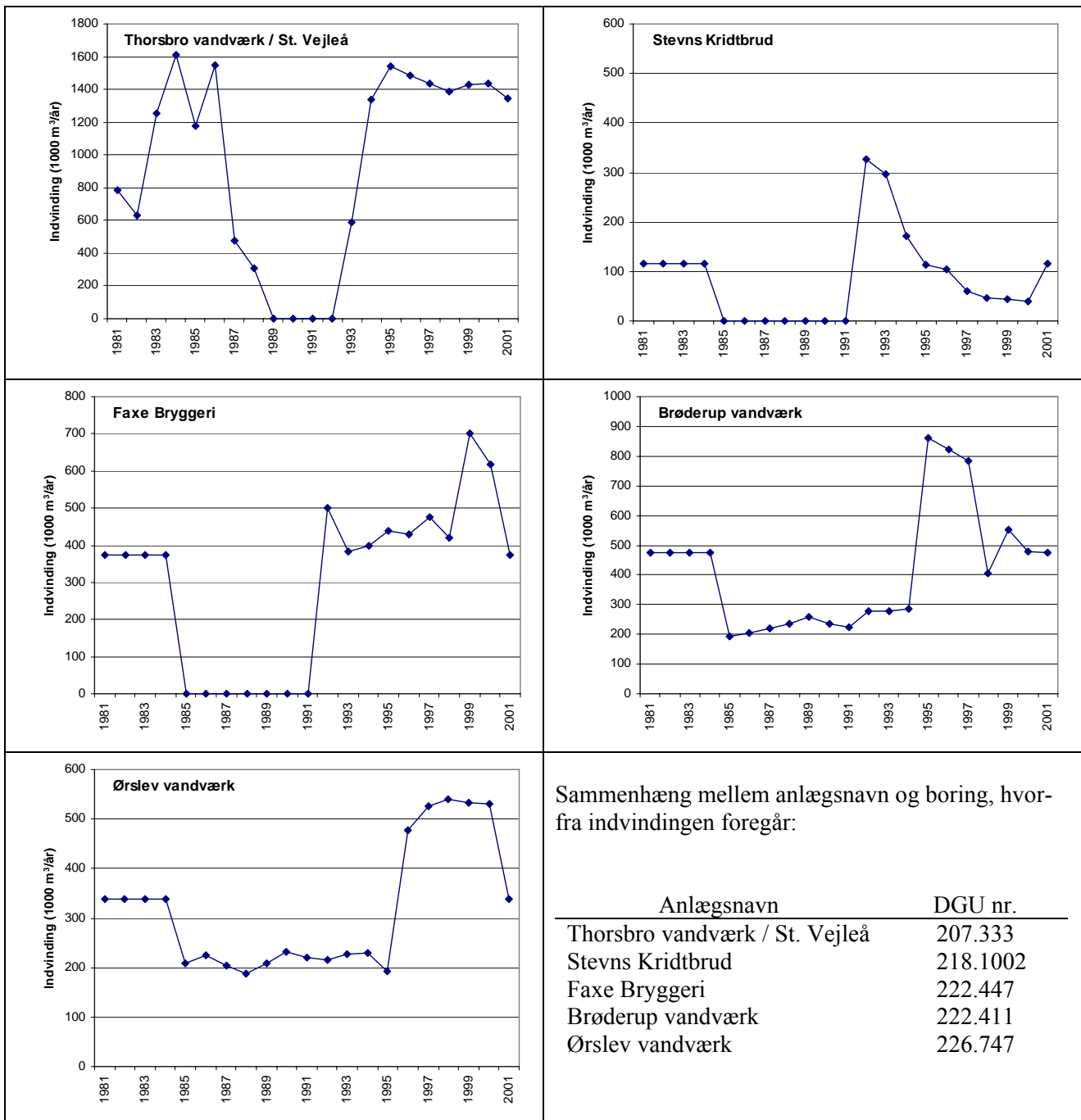
Figur 6 Udvikling i trykniveau for beregningslag 3 og 9, kun beregningslag 3 og kun beregningslag 9 for hovedstadsområdet (Frederiksborg Amt, Københavns Amt, Roskilde Amt samt Københavns og Frederiksbergs Kommuner).



Figur 7 Forskel i trykniveau mellem 2001 og 1989 for hhv. beregningslag 3 (øverst) og beregningslag 9 (nederst).



Figur 8 Illustration af trykniveauændringen i beregningslag 9 (se skala på figur 7) og placeringen af indvindingsboringer, hvis indvindingsrater er illustreret på figur 9.



Figur 9 Udvikling i indvindingsrate 1981-2001 ved de 5 indvindingsboringer illustreret på figur 8.

D. Fastholdelse af 1989-indvinding

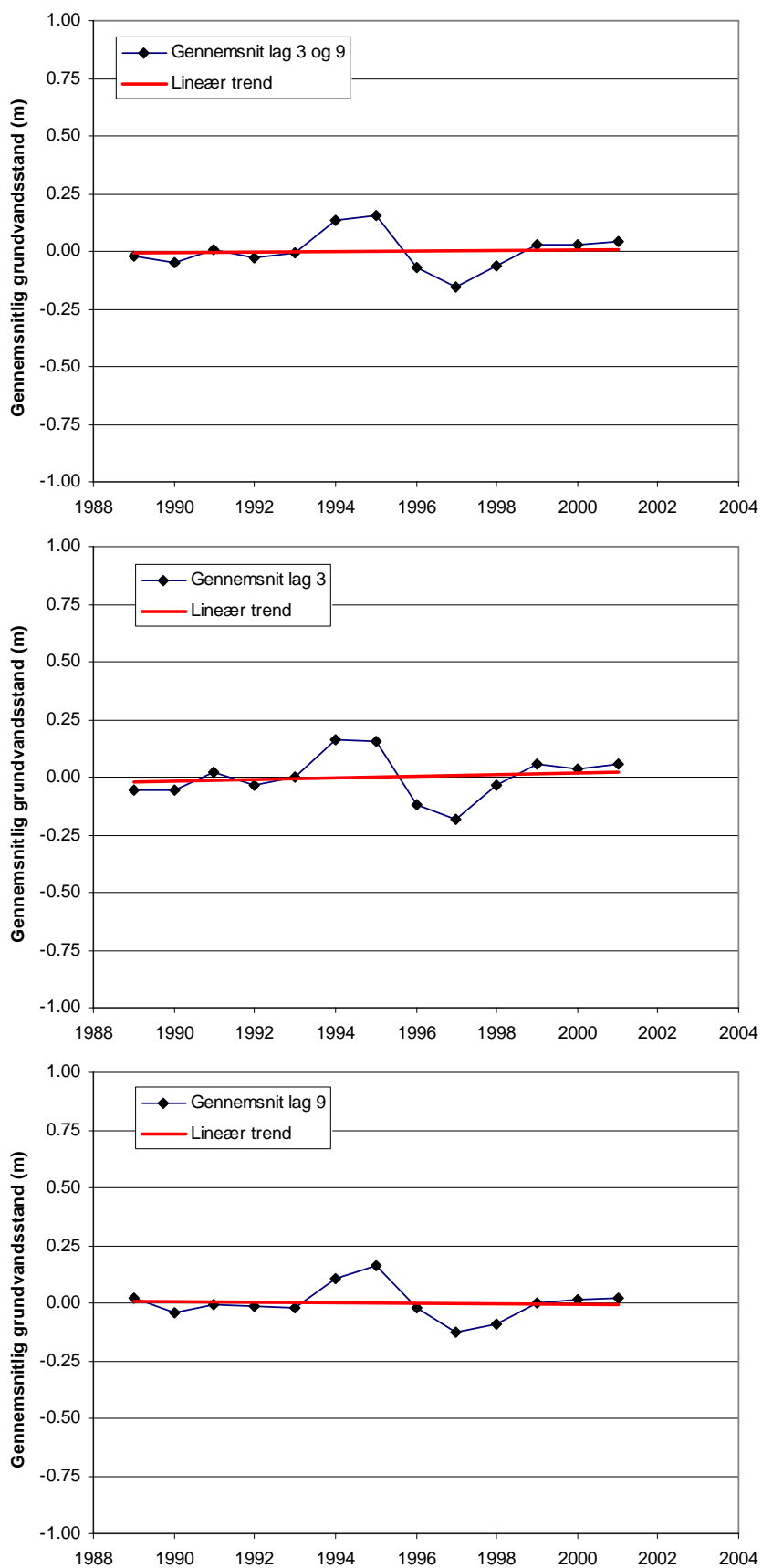
For at undersøge effekten af reduktionen i grundvandsindvinding gennemføres en modelkørsel, hvor grundvandsindvindingen i perioden 1990-2001 specificeres til niveauet fra 1989, mens klima-inputtet bibeholdes til observerede værdier 1989-2001. Hermed opnås resultater, der viser hvordan trykniveauet ville have udviklet sig, hvis indvindingsraten ikke var blevet reduceret i perioden efter 1989.

På figur 10 ses udviklingen i årlig middeltrykkniveau for hhv. beregningslag 3 og 9. For beregningslag 9 findes et fald på 0,14 cm/år i trykniveauet, mens der for beregningslag 3 beregnes en stigning på 0,35 cm/år. Resultaterne viser, at stigningen i grundvandets trykniveau på Sjælland primært kan tilskrives reduktionen i grundvandsindvinding.

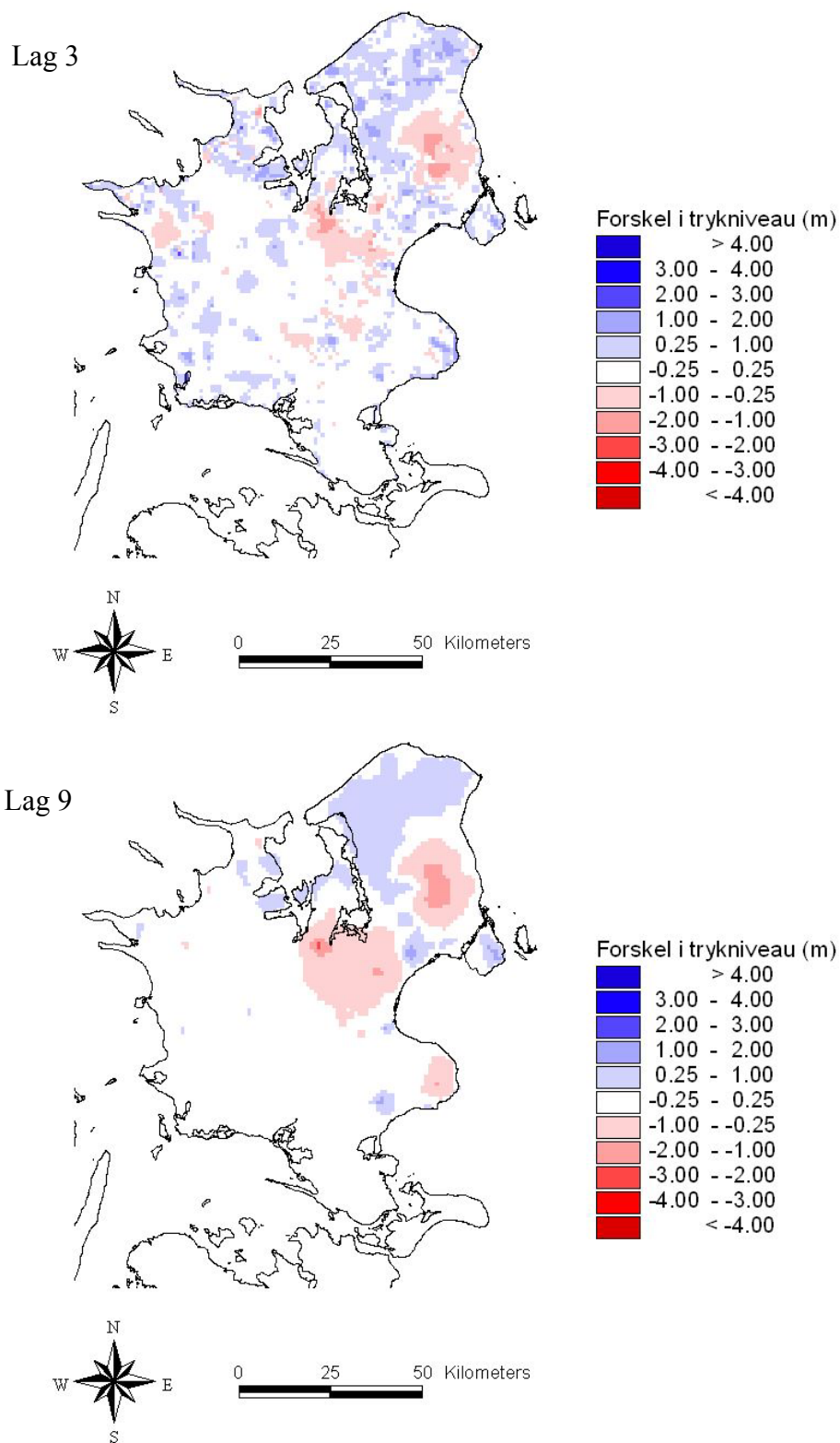
På figur 11 ses forskellen mellem trykniveauet i 2001 og 1989 i situationen, hvor grundvandsindvindingen er fastholdt til 1989-niveau. For de dybe magasiner falder trykniveauet omkring Roskilde og København markant, mens der sker en svag stigning i den nordlige del af Sjælland. Billedet er mere broget for beregningslag 3, idet der dog også her kan genfindes de samme tendenser.

Resultaterne viser, at hvis indvindingsniveauet fra 1989 var blevet bibeholdt, ville trykniveauet i den nordligste del af Frederiksborg Amt have været stigende, mens det i store dele af Københavns Amt og Roskilde Amt ville være faldet. Pga. reducerede grundvandsindvindinger er de potentielle fald i grundvandsstanden imidlertid blevet ændret til en stigning i de samme områder, se figur 7. Det skal bemærkes, at selv om grundvandsstanden beregnet med de aktuelle indvindinger er steget i perioden, er trykniveauet stadig kraftigt påvirket af indvindingerne, og der er derfor stadig stor forskel på grundvandsstanden i den upåvirkede situation (ingen grundvandsindvinding) og i den aktuelle situation (se Vandplan Sjælland, 2005; Trolborg og Henriksen, 2006)

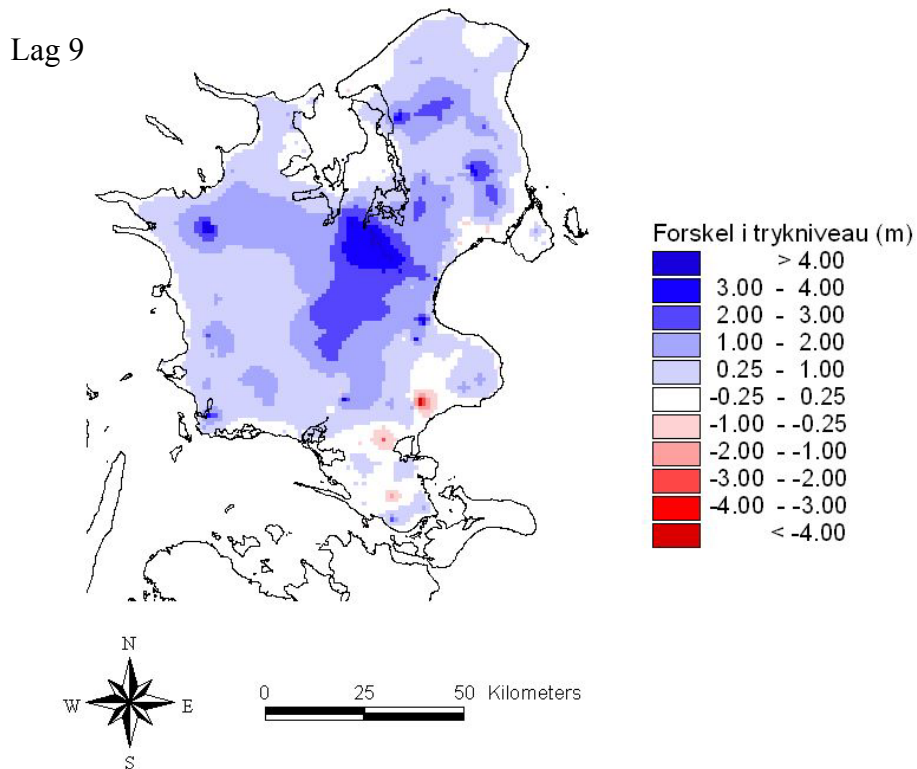
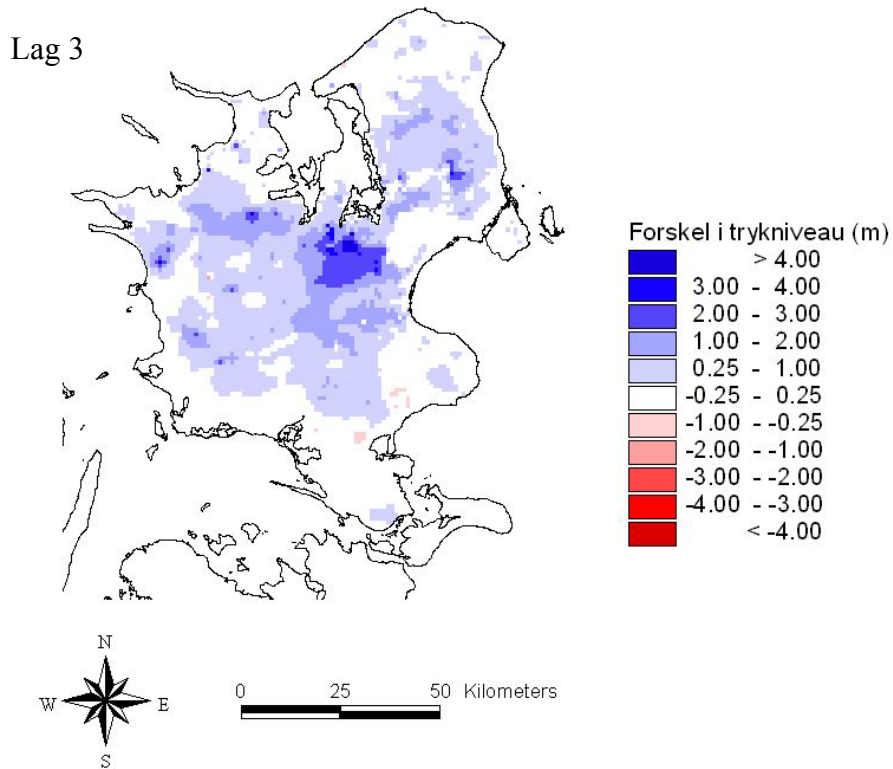
Hvis udviklingen med de aktuelle grundvandsindvindinger (2001-1989) sammenlignes med udviklingen, hvor grundvandsindvindingen fastholdes på 1989-niveau, findes resultaterne illustreret på figur 12. Specielt omkring Roskilde ses der meget store forskelle på trykniveau-udviklingen i situationen, hvor grundvandsindvindingen falder, og i situationen, hvor der benyttes 1989-indvinding i alle år frem til 2001.



Figur 10 Trykniveau-udvikling, hvor grundvandsindvinding er fastholdt på 1989-niveau.



Figur 11 Forskel mellem trykniveauet 2001 og 1989 for hhv. beregningslag 3 og 9 (indvinding fastholdt til 1989-niveau).



Figur 12 Forskel i trykniveau-udvikling 1989-2001 for hhv. simulering med aktuelle indvindingsrater og indvindingsrater fastholdt til 1989-niveau.

E. Fremtidig trykniveau-udvikling

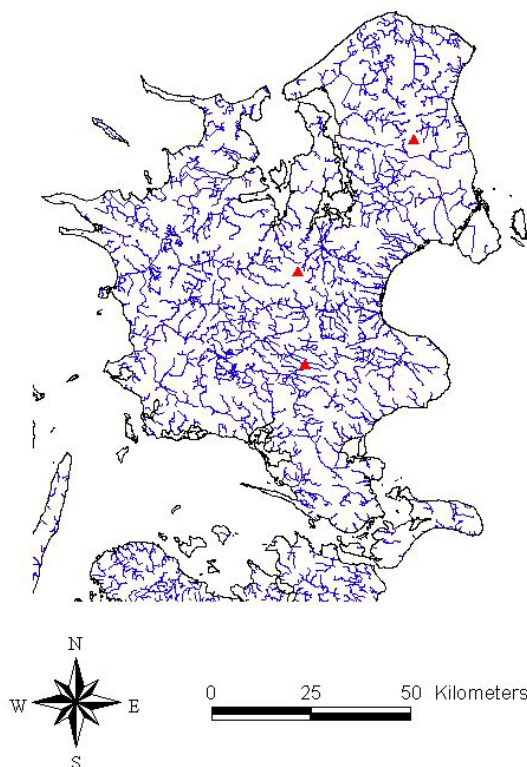
På figur 14 ses trykniveau-udviklingen tre steder i beregningslag 9 (se figur 13 for placering) for perioden 1985-2040. I perioden frem til 2001 er der benyttet historiske data for grundvandsindvinding og klimadata. I perioden 2002-2040 er der benyttet grundvandsindvinding svarende til 2001, og klimadata beregnet ved midling over perioden 1991-2000, hvor hver enkelt dags nettonedbør er fundet ved midling over den pågældende dags værdier i perioden 1991-2000. Nettonedbøren for eksempelvis 1. januar er dermed beregnet som gennemsnittet af nettonedbøren 1. januar i de 10 år fra 1991 til 2000 (samme metode som der anvendes i Henriksen og Sonnenborg, 2003). Den herved beregnede middelværdi af nettonedbør over året gentages for alle år efter 2001. For alle tre steder stiger trykniveauet gennem adskillige år, og en dynamisk ligevægt er tæt på at indstille sig sidst i den simulerede periode. Da der, som påpeget tidligere, sandsynligvis benyttes for store magasintal i modellen, er tiden til den dynamiske ligevægt indstiller sig formodentlig overestimeret. På baggrund af de illustrerede tidsserier vurderes det imidlertid for rimeligt at foretage en vurdering af den potentielle stigning i grundvandsstand, når indvindingerne fra 2001 bibeholdes i fremtiden, ved sammenligning af middelrykniveauet beregnet i 2040 og 2001.

På figur 15 ses udviklingen i det årlige gennemsnitstrykniveau på Sjælland. Der er foretaget en normering af værdierne i perioden 2001-2040 svarende til de foregående normeringer.

For beregningslag 9 falder trykniveauet fra 2001 til 2002, hvilket skyldes, at trykniveauet i 2001 var på vej ned, se figur 5. Efterfølgende stiger trykniveauet gennem alle 39 år. Sidst i perioden flader kurven ud, og trykniveauet for 2040 er tæt på den stationære situation (dynamiske ligevægt). På baggrund af resultaterne findes en gennemsnitlig trykniveaustigning i Sjællands dybe grundvandsmagasiner på 15-20 cm inden ligevægt indtræffer.

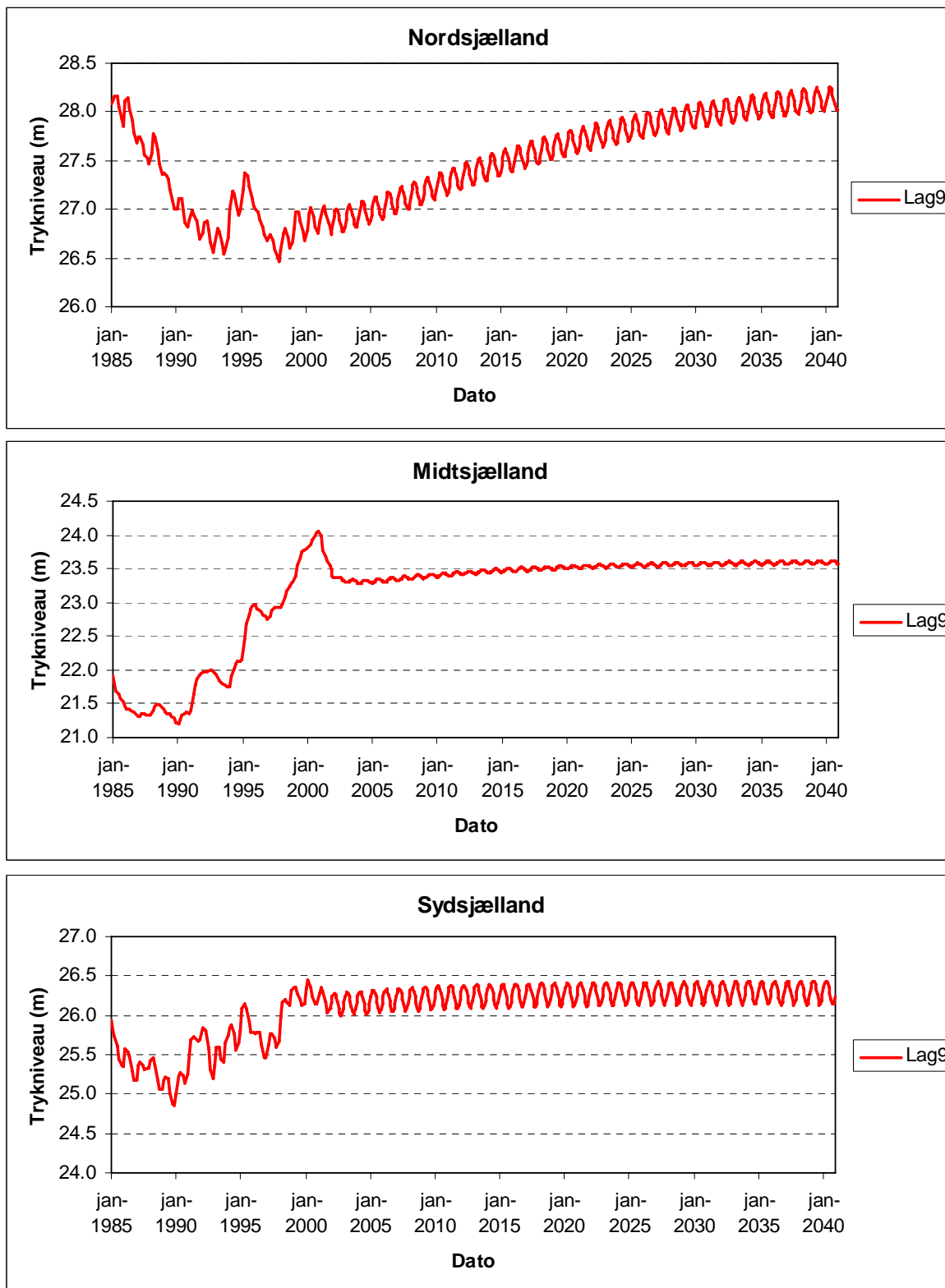
For beregningslag 3 indstiller ligevægten sig hurtigere, og trykniveauet de sidste år i serien er relativt ens. Gennemsnitsstigningen findes til ca. 15 cm.

Resultaterne præsenteret på figur 15 dækker over betydelige regionale forskelle. Som det ses på figur 14 vil trykniveauet nogle steder næsten ikke ændre sig efter 2001, mens det andre steder vil ændre sig markant ($\Delta h > 1$ m). Dette er også illustreret på figur 16, hvor fordelingen af trykniveaustigningen på Sjælland er vist. I beregningslag 9 findes der betydelige stigninger i den nordøstlige del af Sjælland, med forøgelse af trykniveauet på 1 – 2 meter i et relativt stort område nordøst for Roskilde. I den øvrige del af Sjælland findes der relativt små ændringer. Umiddelbart syd for Køge optræder et punkt, hvor trykniveauet falder markant. Dette skyldes, at der det pågældende sted er startet en indvinding (DGU nr. 212.987) på 1,94 mill. m³/år op i beregningslag 9 i 2001, efter at der ikke har været oppumpet vand i de to foregående år. Da der benyttes 2001-indvindinger i simuleringen frem til 2040, vil oppumpningen resultere i en sænkning, som giver anledning til det relativt store trykniveaufald vist på figur 16. Gene-

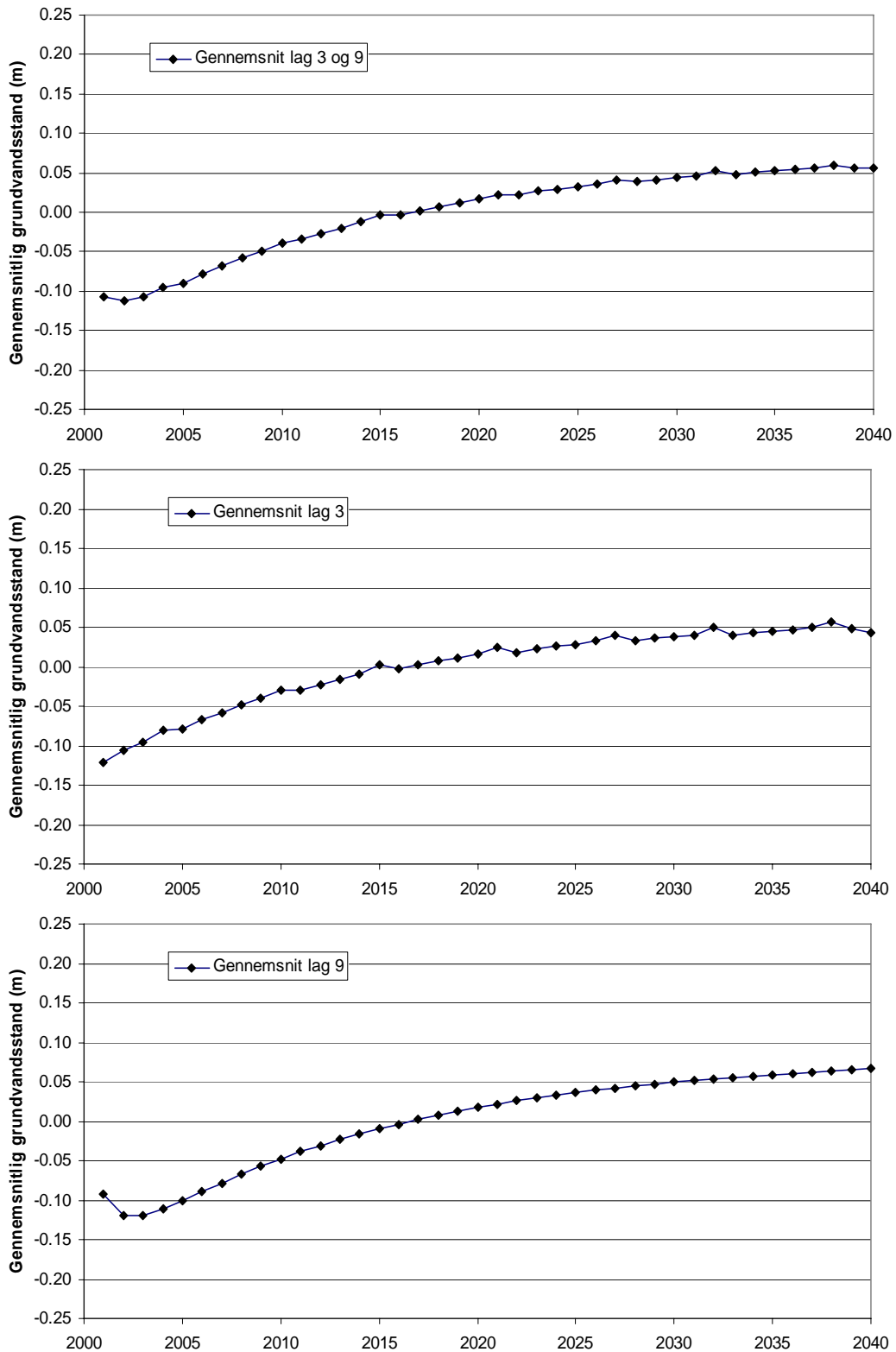


Figur 13 Lokalisering af punkter, hvor tidsserierne præsenteret i figur 10 er udtrukket.

relt vil størrelsen af trykniveauændringerne bl.a. afhænge af, hvor meget grundvandsindvindingen i det aktuelle område har varieret i perioden umiddelbart op til 2001.

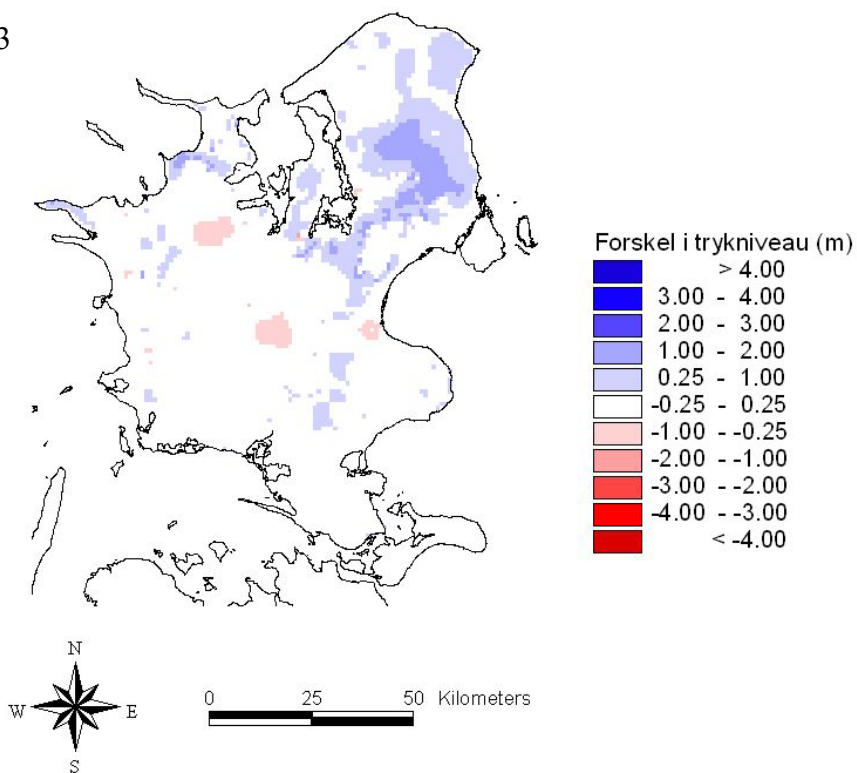


Figur 14 Udvikling i trykniveau tre steder på Sjælland, hvor grundvandsindvindingen er fastholdt på 2001-niveau og nettonedbøren er beregnet ved midling over perioden 1991-2000.

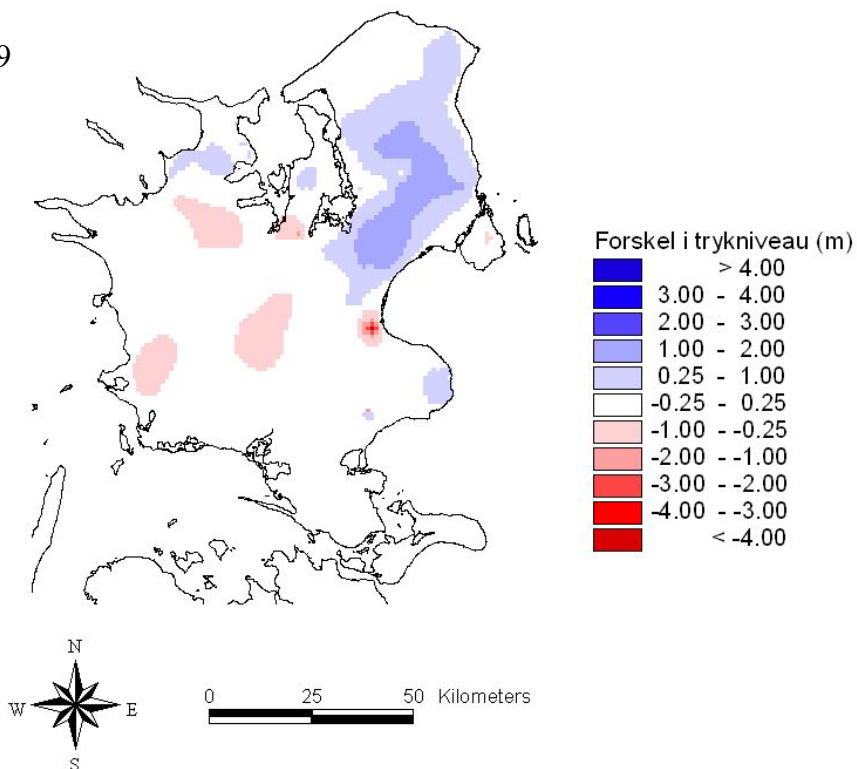


Figur 15 Gennemsnitlig trykniveau-udvikling i beregningslag 3 og 9 fra 2001-2040, hvor 2001-indvinding fastholdes og nettonedbør er baseret på perioden 1991-2000.

Lag 3



Lag 9



Figur 16 Forskel i trykniveau mellem 2040 og 2001 for hhv. beregningslag 3 (øverst) og beregningslag 9 (nederst).

Konklusion

Ved sammenligning af trykniveauets udvikling på Sjælland 1989-2001 baseret på hhv. observerede data og resultater fra DK-model Sjælland findes følgende resultater. Modellen simulerer en gennemsnitlig stigning i trykniveauet på 9,4 cm/år i perioden, mens der på baggrund af de observerede data findes en stigning på 9,1 cm/år (1989-2003). Trenden i trykniveauet beskrives dermed tilfredsstillende. Kvalitativt er modellen også i stand til at simulere år med hhv. højt og lavt trykniveau, men der er problemer med at reproducere størrelsen af de enkelte års variation omkring middelværdien. Det antages primært at skyldes, at der i modellen anvendes for høje magasintal (specifik ydelse for de frie magasiner, specifikt magasintal for de artesiske magasiner). Resultatet viser imidlertid, at modellen er i stand til at beskrive den gennemsnitlige langtidseffekt af ændringer i grundvandsindvinding på Sjælland.

Når ændringer i trykniveauet splittes op på hhv. beregningslag 3 og 9 findes, at de største stigninger finder sted i de dybe primære magasiner, mens stigningen i de overfladenære magasiner er mere moderat.

Modelresultaterne viser, at stigningerne i grundvandsstanden fundet på baggrund af pejlinger ikke er repræsentative for de gennemsnitlige forhold på Sjælland. Når trykniveau-udviklingen på hele Sjælland analyseres, findes der en mindre markant stigning i grundvandsstanden (gns. på 5,4 cm/år), hvilket sandsynligvis kan forklares ved, at observationsboringerne generelt er placeret relativt tæt på indvindingsboringer og derfor viser en forholdsvis kraftig effekt af reduceret indvinding. Samtidig viser analysen, at der er relativt store regionale forskelle på raten hvormed grundvandsstanden stiger. Den mest markante udvikling findes på Midt- og Nordøstsjælland, mens der er tale om mere beskedne stigninger på Vest- og Sydsjælland.

Når der i modellen benyttes indvindingsrater for samtlige kildepladser svarende til 1989-niveau, findes der i middel stort set ingen ændringer i grundvandsstanden i perioden frem til 2001. Det kan derfor konkluderes, at de observerede stigninger i grundvandets trykniveau kan tilskrives effekten af, at det generelle indvindingstryk er blevet reduceret i perioden 1989-2001. Middelværdierne (rumligt) dækker imidlertid over, at der ville have været sket signifikante sænkninger i nogle områder (omkring Roskilde og København), mens trykniveauet i andre områder (nordlige del af Frederiksborg Amt) ville være steget, hvis indvindingstrykket var blevet bibeholdt på 1989-niveau.

Hvis grundvandsindvindingen fastholdes på niveauet fra 2001, vil trykniveauet fortsætte med at stige primært i den nordøstlige del af Sjælland. Her vil grundvandsstanden i store områder stige med mellem 1-2 m, før en ligevægtstilstand indstiller sig. I den øvrige del af Sjælland er grundvandssystemet allerede i 2001 tæt på at være i ligevægt, og der sker derfor ikke nogen nævneværdig ændring i trykniveauet.

Referencer

Allerup, P., H. Madsen, og F. Vejen (1998), Standardværdier (1961-90) af nedbørskorrektioner. Danish Meteorological Institute, Tech. Rep. No. 98-10, Copenhagen.

Vandplan Sjælland (2005), Statistisk analyse af pejletidsserier, A.S. Blicher og G.P. Jensen, Hedeselskabet.

Henriksen, H.J. og A. Sonnenborg (2003), Ferskvandets Kredsløb, NOVA 2003 Temarapport, GEUS.

Scharling, M. (1999), KLIMAGRID – DANMARK, Nedbør, lufttemperatur og potentiel fordampning 20*20 & 40*40 km, DMI Technical Report 99-12, Trafikministeriet, Danmark.

Troldborg, L., og H.J. Henriksen (2006), Optimering af DK-model for Københavns Energi, GEUS rapport 2006/8.