

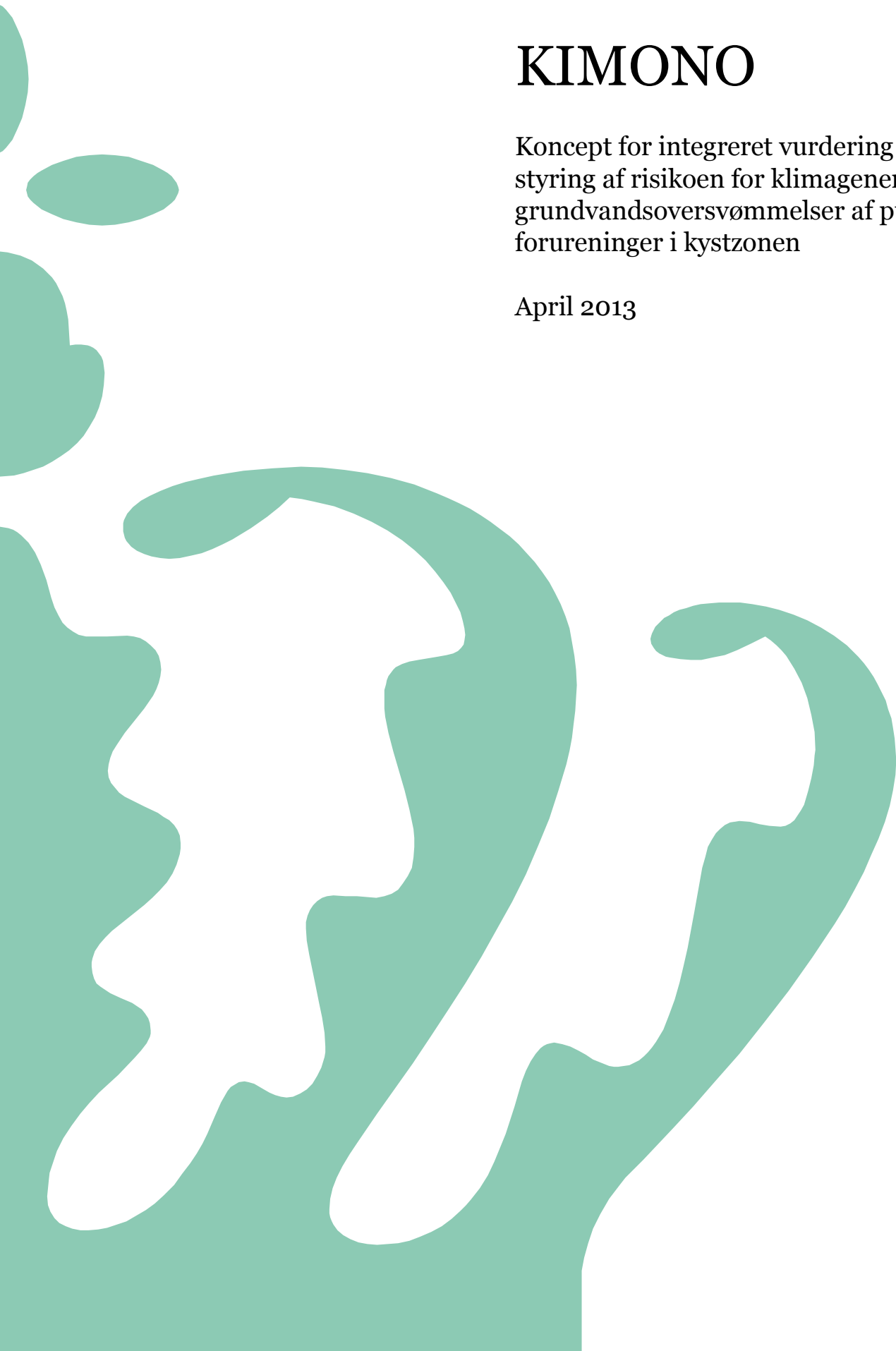


Miljøministeriet
Naturstyrelsen

KIMONO

Koncept for integreret vurdering og
styring af risikoen for klimagenererede
grundvandsoversvømmelser af punktkilde
forureninger i kystzonen

April 2013



Titel:

KIMONO. Koncept for integreret vurdering og styring af risikoen for klimagenererede grundvandsoversvømmelser af punktkildeforureninger i kystzonen KIMONO

Redaktion:

Hans Jørgen Henriksen og Torben Sonnenborg, GEUS. Rolf Johnsen, Jes Pedersen, Helle Blæsbjerg og Morten Steen, Region Midt. Keld Rasmussen, Horsens kommune. Inga Sørensen, VIA UC.

Udgiver:

Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø
www.nst.dk

Følgegruppe:

Thomas Hansen, Naturstyrelsen (formand for følgegruppen som repræsentant for den bevilgende myndighed) og Gyrite Brandt, KL. Rapporten har været review'et af Jens Christian Refsgaard, GEUS.

KIMONO website:

<http://www.geus.dk/program-areas/water/denmark/projects/kimono-dk.htm> (Danish)

<http://www.geus.dk/program-areas/water/denmark/projects/kimono-uk.htm> (English)

År:

2013

ISBN nr.

978-87-7279-630-7

Resume:

Rapporten beskriver resultaterne af projektet af projektet **KIMONO**, der står for **K**oncept for **i**ntegreret vurdering og styring af risikoen for **k**limagenererede grundvandsoversvømmelser af **p**unktkilde-forureninger i **k**ystzonen. Dette koncept har til formål at sikre effektiv integreret vurdering, modellering og monitorering af terrænnære vandstrømninger og forureningsspredning fra punktkilder i kystzonen til brug i Regioner og Kommuner. Forureninger fra punktkilder i Horsens by fra bl.a. Collstrop grunden og Gasværket og deres påvirkninger af grundvand og recipienter nu og i et fremtidigt klima vurderes og er diskuteret på to modelworkshops med involvering af interessenter. I konceptet indgår overvågning af grundvandskvalitet i byområder, pejlinger af grundvandspejl og modellering af det hydrologiske kredsløb med input fra globale og regionale klimamodeller for oplandet til Horsens Fjord og detaljeret for Horsens by.

Ansvarsfraskrivelse:

Naturstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Naturstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Naturstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

Indhold

Forord	5
Resumé	7
1 Formål	9
2 Baggrund og problemformulering	11
3 Metodik	15
3.1 Metodik for nedskalering af input fra klimamodeller til hydrologisk model	15
3.1.1 State of the art i nedskalering af hydrologi og scenarier for byudvikling	15
3.1.2 Bias korrektion af klima	15
3.1.3 Fremtidigt havniveau	16
3.2 Modelopstilling	18
3.2.1 Horsens Fjord model	18
3.2.2 Horsens By model	19
3.3 Kalibrering af lokalmodel	25
3.4 Horsens kommunes planer for klimatilpasning (Klimaplan 2012-2032)	28
3.4.1 Overfladevand i byen	29
3.4.2 Afløbssystemet	29
3.4.3 Havnearealerne	29
3.4.4 Grundvand	29
3.4.5 Vådområder	30
3.4.6 Ansvarsfordeling	31
3.5 Punktkildescreening, monitoring og analyser	31
3.5.1 Formål og baggrund	31
3.5.2 Punktkildescreening	33
3.5.3 Udvælgelse af miljøfremmede stoffer	33
3.5.4 Monitoringsstrategi	34
3.5.5 Fase 1	34
3.5.6 Fase 2	35
3.6 Interessentinvolvering i KIMONO	36
3.6.1 Fælles forståelse af problemer og udfordringer	36
3.6.2 Overordnede mål med involveringen	37
3.6.3 Afklaring af teamroller/ansvar og myndighedsroller	38
4 Resultater	39
4.1 Nedskalering fra klima til regional hydrologisk model	39
4.2 Nedskalering fra regional til lokal hydrologisk model	43
4.2.1 Grundvand	43
4.2.2 Vandstand i vandløb	46
4.2.3 Udstrømning til havnen	49
4.3 Potentiale – monitoring og risikovurdering	52
4.3.1 Boringer	52
4.3.2 Pejlinger og tidevandspåvirkning	52
4.3.3 Analyseresultater fase 1	53
4.3.4 Forurening ved Collstrop, fase 2	53
4.3.5 Forurening ved Gasværket, fase 2	55
4.3.6 Stoffransport, fortynding og usikkerheder	55
4.3.7 Risikobetragtninger	57
4.4 Modelworkshops	57
4.4.1 Modelworkshop 1: 27. September 2011	58
4.4.2 Modelworkshop 2: 27. Marts 2012	58

5	KIMONO konceptet	61
5.1	Data analyse	61
5.2	Konceptuel model	62
5.3	Visualisering og scenarieanalyse.....	62
5.4	Risiko vurdering	62
5.5	De syv delkomponenter	63
6	Diskussion	67
6.1	SWOT analyse af KIMONO konceptet	68
6.2	Diskussion i forhold til risiko prioritering for punktkilder.....	69
6.3	Kystnære punktforureninger og deponeringsanlæg	71
7	Konklusion	73
8	Projektorganisation	77
9	Referencer	79

APPENDIX

Appendix 1.	Historik på tre grunde – Collstrop, Gasværket og Lossepladser
Appendix 2.	Boreprofiler
Appendix 3.	Analyseresultater
Appendix 4.	FNs klimascenarier A2, A1B og B2
Appendix 5.	Interessentanalyse

Forord

Denne rapport beskriver i resultaterne af projektet **KIMONO**, der står for **K**oncept for integreret vurdering og styring af risikoen for klimagenererede grundvands**o**versvømmelser af punktkilde-forureninger i kyst**z**onen.

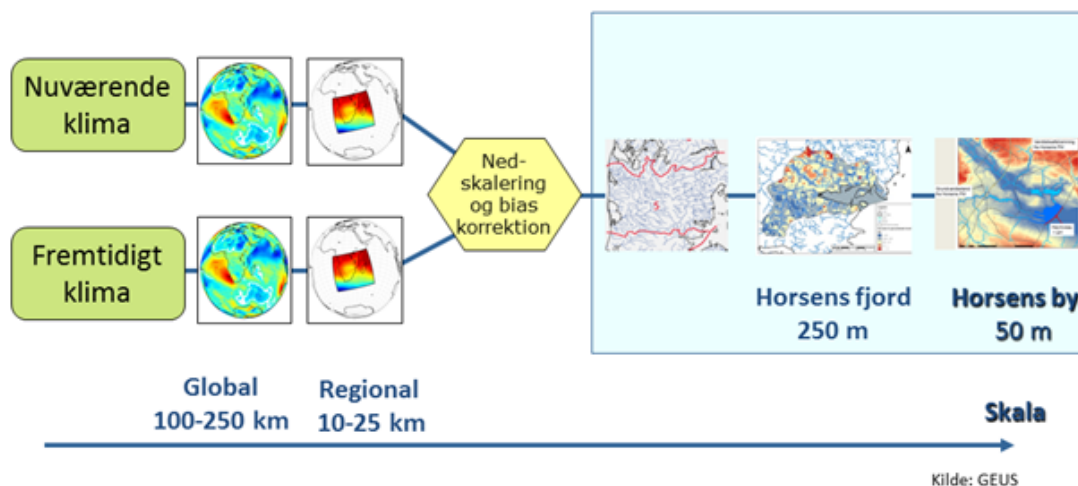
Formålet med KIMONO har været at udvikle et koncept til effektiv integreret vurdering, modellering og monitorering af terrænnære vandstrømninger og forureningsspredning fra punktkilder i kystzonen til brug i Regioner og Kommuner.

Sammen med vigtige interessenter har målet været at belyse forureninger fra punktkilder i Horsens by fra bl.a. Collstrop grunden, Gasværket og Lossepladsen og deres påvirkninger af grundvand, badevandskvalitet i havnen og fjordens bæredygtighed nu og i et fremtidigt klima.

I konceptet har indgået overvågning af grundvandsvandkvalitet i byområder, pejlinger af grundvandspejl og modellering af det hydrologiske kredsløb med input fra globale og regionale klimamodeller for oplandet til Horsens fjord og mere detaljeret for Horsens by.

Resumé

Modelleringen af klimaændringer og hydrologiske effekter på Horsens by var baseret på en såkaldt nedskalering af klimaændringer fra globale og regionale klimamodeller. Det er efter danske forhold en ret så unik model, idet der blev opstillet en regional model, en lokal model, samt en geologisk model for byområdet der indeholdt parametre for ledningstracéer, fyld osv. dvs. antropogene by-geologiske jordlag (Fig. 1).

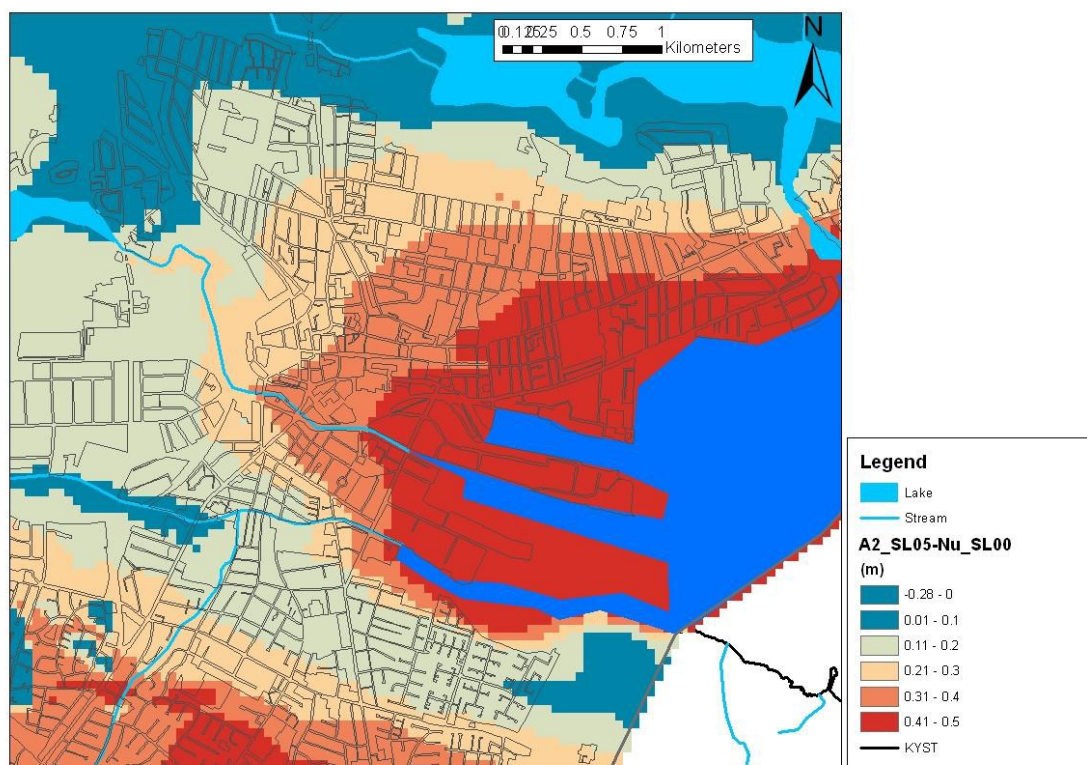


Figur 1. Nedskalering af klimaeffekter til hydrologiske konsekvenser for Horsens by

Hermed har det været muligt med forudsigelser af ændringer i nedbør, fordampning, temperatur og havstigning, at beregne først ændringer i de regionale hydrologiske strømningsforhold for oplandet til Horsens fjord, og dernæst at zoome ind på Horsens by, og efterfølgende beregne de kombinerede effekter af klimaændringer og havstigning for Horsens by området. Som det fremgår af Fig. 1 er der etableret et system af nestede modeller, der som kinesiske æsker er placeret inden i hinanden med henblik på at kunne give den nødvendige detaljeringsgrad samtidig med at forbindelsen til de større skalaer hhv. global klimamodel (GCM), regional klimamodel (RCM), national DK model og Horsens fjord oplandsmodel er opretholdt. I takt med at man går til finere detaljeringsniveau, kan nye detaljer tilføjes med henblik på en detaljering af de lokale strømningsforhold. Et eksempel her er indarbejdningen af forskellige antropogene geologiske lag fx fyld og opfyldning i forbindelse med ledninger, kloakker mv. i byområdet. Et andet eksempel er indbygning af forskellige bygværker i modellen, fx det regulerede afløb fra Bygholm sø, højvandssluserne ved afløbet i Hansted å fra Nørrestrand, og i nedstrøms del af Dagnæs bæk i den sydlige del af Horsens.

På to "modelworkshops", hvor det første blev afholdt i september 2011 og det andet blev afholdt i marts 2012, stillede fagfolk, interessenter og forskere skarpt på truslen fra punktkilderne nu og i et fremtidigt klima, med diskussion af behov for afklarede myndighedsroller, ny viden og brugbarhed af resultater. På den første workshop blev problemer og trusler i forbindelse med oversvømmelser og forureningsspredning fra punktkilder diskuteret. Diskussionen pegede på nogle områder, hvor der skulle arbejdes videre med KIMONO konceptet bl.a. et ønske om at slukke modeldrænlaget i byen (altså en ændring i modelopsætningen), behov for vurdering af belastningen fra de to store punktkilder, samt en erkendelse af manglende viden om badevandskvalitet og økologiske forhold fra den diffuse belastning og fra punktkilder. Der var bekymring for, at der med klimaændringer kan ske en mobilisering af punktkilder, hvor der ikke er forurening i dag, fx hvor grundvandet i dag står i 2 meters dybde, men i fremtiden får et løft som følge af havstigning og klimabetingede grundvandsstigninger til fx kun 0,5 meters dybde (se Fig. 2).

På den anden workshop kunne resultaterne af den færdige model præsenteres. Pejlinger af grundvandstanden havde vist sig at være vigtige, da de er helt uvurderlige i forbindelse med modelkalibreringen. Den lokale model belyser såvel ændringer i grundvandstanden som ændringer i vandstanden i vandløb og søer. På Fig. 2 er vist resultatet af ændret havniveau (0,5 meter) og klimabetingede ændringer i grundvandsstanden for A2 scenariet der repræsenterer slutningen af det 21. århundrede. Modellen kan samtidig belyse forholdene omkring de mange forureningslokaliteter fx hvordan grundvandsdannelse, grundvandstand, vandflux i grundvandet under lokaliteten og partikelbaner spredt sig nedstrøms og hvor forureningen rammer grundvandsmagasiner, havnebasiner og afsnit af fjorden. Resultaterne viser ret moderate ændringer i grundvandsdannelsen for Horsens Losseplads (dog med tendens til mere ekstreme svingninger), hvorimod stigningen i grundvandsstand er ret markant for både Collstrop grunden og Gasværket, men også med forskelle afhængig af om havstigninger eller klimabetingede grundvandsændringer dominerer billedet. Fluxen til havnen stiger ved A2 scenariet med ca. 10-20 %, men tager man havstigning med i betragtning, så vil fluxen samlet falde i forhold til nu.



Figur 2 Modellerede stigninger i grundvandsstand i Horsens by området fra såvel havstigning (0,5 meter) som klimabetingede grundvandsændringer jf. A2 scenariet.

Men selvom ændringen i forureningstransport tilsyneladende er ret moderat i et fremtidigt klima, så ved vi ikke præcist, hvordan det markante løft af grundvandstanden omkring Collstrop og Gasværksgrunden vil påvirke forureningsbelastningen af Horsens fjord og de badevandsfaciliteter der indgår i masterplanen for Horsens havn.

Resultaterne for Horsens peger på, at der skal gøres noget ved problemet, for belastningen fra alene de to gamle giftgrunde i Horsens giver en belastning af badevand og fjord, som er vurderet af samme størrelsesorden som de kravværdier, der foreligger for udvalgte miljøfremmede stoffer. Et eksempel fra Københavns havn peger i retning af at man må godt dyppe tæerne i havnevandet, og hvis man fjerner E-coli bakterierne fra bl.a. regnvandsbetingede udløb, kan man nok også godt svømme i det, men man skal undgå at sluge vandet, og man må ikke spise fisken.

1 Formål

Projektets hovedformål var at udvikle et koncept til effektiv integreret vurdering, modellering og monitorering af terrænnære vandstrømninger og forureningsspredning fra punktkilder i kystzonen til brug i regioner og kommuner. Specifikt var der fem delformål med projektet, som blev udviklet og testet for Horsens by området i oplandet til Horsens fjord i Østjylland:

Delmål:

1. Udvikling, udforskning og test af delkoncept for modellering af grundvands- og overfladevandsafstrømning, partikelbaner og stoftransport i case området (MIKE SHE/MIKE 11 med randbetingelser fra DK model og input fra nedskaleret DMI global/regional klimamodel)
2. Udvikling og test af delkoncept for monitorering af punktkildeforureninger i terrænnært grundvand i case området
3. Udpegning af lokale områder på en lille skala der er truet af oversvømmelse fra grundvand, vandløb og/eller havet, herunder klimaændringernes betydning for oversvømmelsesrisikoen
4. Modelworkshops med aktiv interessentinvolvering med vurdering af truede punktkilder og risikostyring
5. Formidling af projektresultater og diffusion af KIMONO konceptet til andre kystzone områder med henblik på implementering af det udviklede værktøj til integreret vurdering og risikostyring hos rådgivende ingeniørfirmaer, regioner og kommuner.

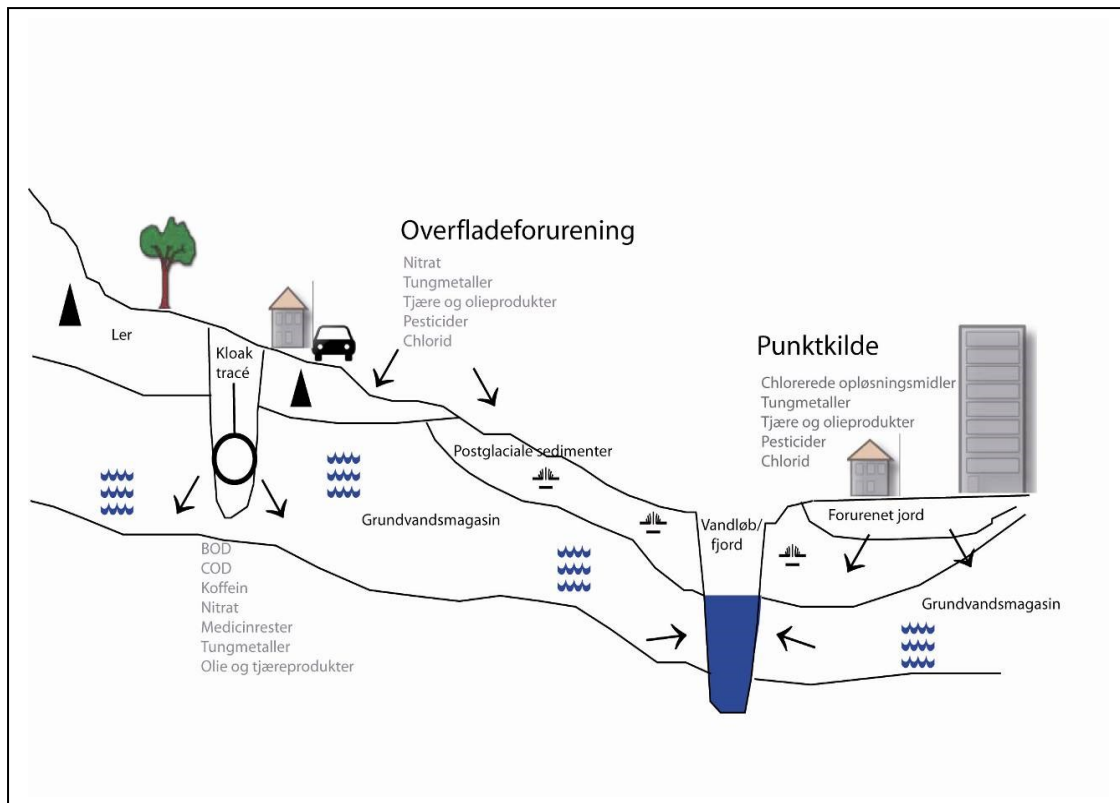
2 Baggrund og problemformulering

I kystzone oplande er vandets veje særligt komplekse og det hydrologiske kredsløb i høj grad dynamisk. Vandstanden i havet fluktuerer på såvel døgn- og årsbasis i forbindelse med ekstremhændelser. Samtidig indeholder kystzonen med byområder typisk beliggende i bunden af fjordene en lang række punkt- og fladekilder, som kan bringes i farezonen som følge af ændrede strømningsveje og vandspejlsforhold i grundvand og overfladevand, herunder urbane drænsystemer. Håndtering af oversvømmelsesrisiko er derfor en væsentlig udfordring her (se Fig. 2.1).



Figur 2.1 Horsens by er beliggende ved Horsens Fjord. I den nordlige del afgrænses byområdet af Hansted å og Nørrestrand beliggende bag en højvandssluse. Bygholm å udløber gennem den centrale og sydlige del af byen lige nord for lossepladsen placeret på opfyldning i havnen (hertil udledes også spildevand fra renseanlægget placeret med udledning til Bygholm å). Den sydlige del af byen afvandes via Dagnæs bæk til fjorden.

En effektiv udpegning af udvaskningsrisici omkring punktkilder og sårbare parceller til recipienter i kystzonen forudsætter en vurdering af sandsynligheden for oversvømmelser samt en vurdering af potentielle negative følgevirkninger for infrastruktur, miljø, drikkevand osv. På Fig. 2.2 ses en oversigt over potentielle forureningskilder til overfladevand i byområder. Det er vigtigt for en øget forståelse af at have data og viden omkring de forskellige kilder og deres interaktion med nedbør, grundvand og overfladevand. Desuden har de overfladenære geologiske strukturer og påvirkninger af menneskeskabte strukturer som kloaktracéer, veje, befæstigelser, opfyldninger, p-kældre mm. betydning for strømningsveje og forureningstransport.



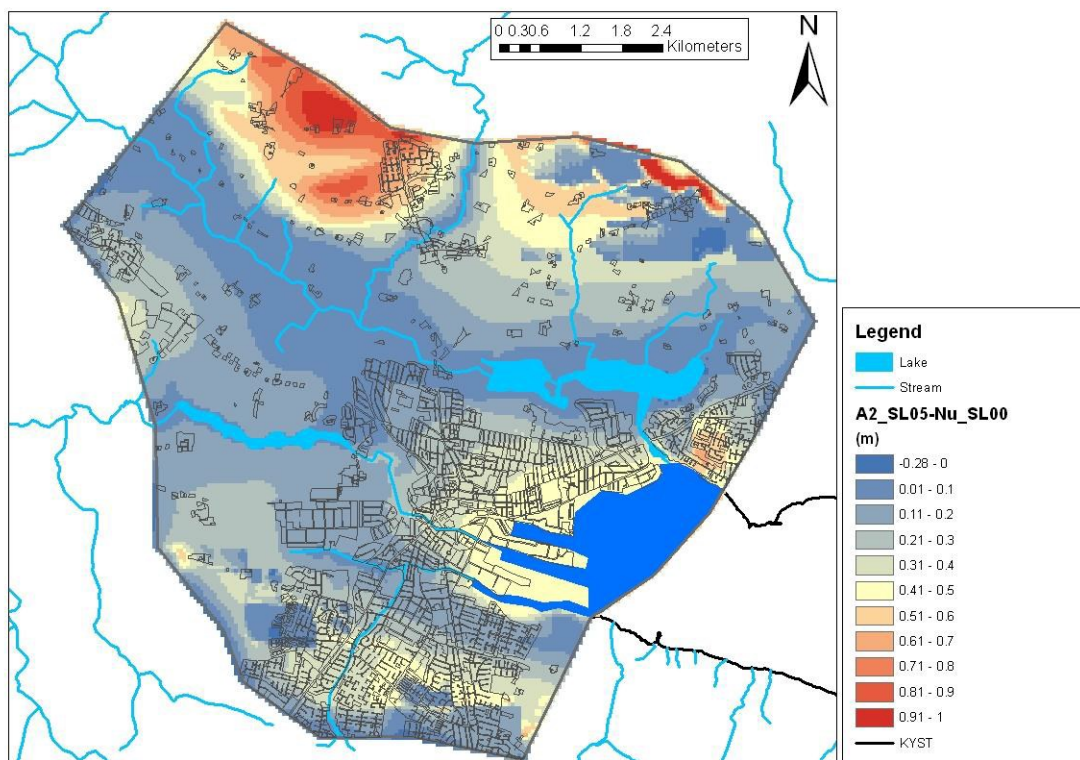
Figur 2.2: Illustration til beskrivelse af byforurening. Punktkilder og diffus overfladebelastning i byområder er en kompleks problemstilling der påvirker grundvand, vandløb og fjord via forskellige transportveje

Vurdering af sandsynligheden for oversvømmelse vil i kystzonen forudsætte en modelbaseret tilgang (se Fig. 2.3) baseret på en deterministisk grundvands- overfladevands-model med input fra en regional klimamodel som kvalitetssikres. Vurdering af potentielle negative følgevirkninger vil afhænge af punktkildernes eller den sårbare parcels nærmere karakteristika. Den nærmere vurdering af potentielle skadevirkninger på infrastruktur, miljø og drikkevand vil som minimum forudsætte en aktiv involvering af interessenter og fagfolk med specialviden på potentielt berørte områder.

Punktkildeforureninger i byområder er en kompleks problemstilling. Det er karakteristisk for komplekse problemstillinger, at man ikke altid ved hvad problemet er, hvem interessenterne er, eller præcist kan afgrænse de forskellige myndigheders roller og ansvar. Identifikation af problemet (eller afgrænsning af problemet) er derfor et første vigtigt skridt, med henblik på først at få etableret en fælles forståelse af problemet (gensidig forståelse af forskellige parter synspunkter og holdninger). Risikovurdering af punktkildeforureninger (fx grundvand/drikkevand, jordkontakt og overfladevandsrecipienter) vil som regel forudsætte en stofs specifik tilgang.

Risikovurdering og prioritering af oprydninger af punktkilde-forureninger vurderes typisk i forhold til tre problemkomplekser:

- Forurening af grundvand (Drikkevands-/vandforsynings-interesser)
- Forurening af arealer med følsom anvendelse (Boliger og institutioner/indeklima og jordkontakt)
- Forurening af overfladevand (Påvirkning af natur og bade-vandskvalitet/vandløb, søer og fjorde)



Figur 2.3 Eksempel på modelområdet for Horsens by modellen der anvendes til detailvurderinger. Modellen dækker Horsens by området samt Bygholm sø i vest og de lavtliggende områder omkring Hansted å opstrøms Nørrestrand. Modellen regner på vandkredsløbet med randbetingelser fra havniveauet i fjorden, opstrøms vandføring via Bygholm å, Hansted å og Lille Hansted å, samt trykniveau randbetingelser ved modelranden.

KIMONO partnerne har vurderet, at de tre betydeligste punktfureninger i Horsens by (og indenfor lokalmodellens område) er (Appendix 1):

- 1) Collstrop grunden (i Gammelhavn området på Grønlandsvej 9),
- 2) Horsens gamle gasværk (Gasvej 17-19) og
- 3) Lossepladsen (Endelavevej 32).

Disse punktkilder skal derfor indgå i risikovurderingen af, hvordan mulige effekter af klimaændringer bl.a. ændret vandkredsløb, strømretning og hydrologiske forhold i Horsens by området (stigning i havniveau, forøget afstrømning fra oplandet, ekstremhændelser i forbindelse med storm situationer og ændringer i grundvandsspejlets fluktuationer og strømningens retning) vil kræve nye klimatilpasningstiltag i forhold til punktkilde-forureningen evt. bedre vidensgrundlag, monitoring og modellering af forureningskilderne. I den forbindelse udfører Region Midtjylland boringer ved Gasværksgrunden og Collstrop-grunden for bl.a. at belyse den hydrauliske kontakt til fjorden.

Kommunerne varetager myndighedsopgaven med udarbejdelse af risikostyringsplaner og klimatilpasningsplaner. Regionerne har myndighedsopgaven med sikring og oprydning af punktkilder samt monitoring omkring punktkilder. Disse opgaver skal i øvrigt koordineres med vandplanerne som Naturstyrelsen har ansvaret for. KIMONO teknologien har fokus på integreret modellering, monitoring, interessentinvolvering og risikostyring.

3 Metodik

3.1 Metodik for nedskalering af input fra klimamodeller til hydrologisk model

3.1.1 State of the art i nedskalering af hydrologi og scenarier for byudvikling

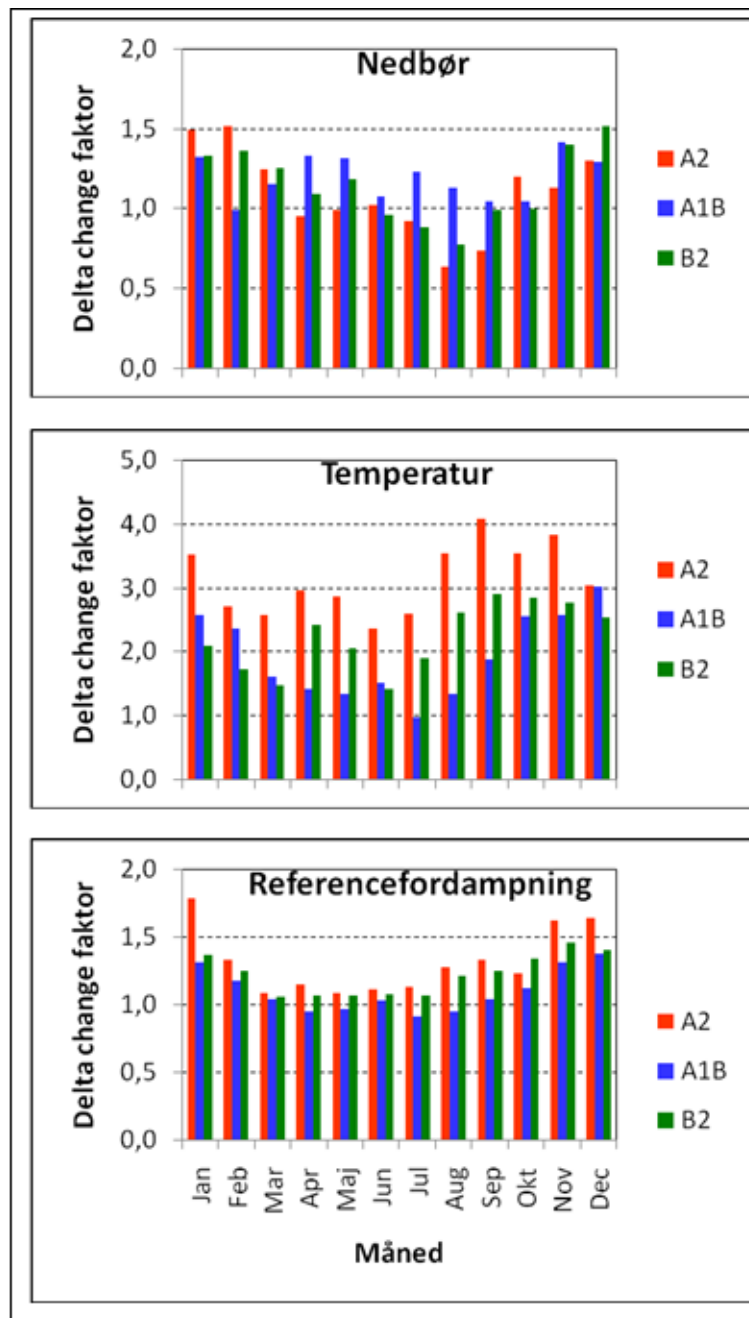
Der er anvendt tre forskellige klimascenarier til at repræsentere det fremtidige klima, hhv. IPCC scenarierne A2, A1B og B2 (Appendix 4). Emissionen af drivhusgasser er høj i A2-scenariet, middel i A1B og relativt lav i B2. I alle tre tilfælde er der genereret daglige klimadata for 30-års perioden 2071-2100. A2 og B2 scenarierne er beregnet vha. den engelske globalmodel HadAM3H (fra Hadley centeret) mens der er udført nedskalering med den danske klimamodel HIRHAM. For A1B scenariet er der ligeledes anvendt HIRHAM som regional klimamodel, mens den tyske globalmodel ECHAM (Max Planck Institutet) er anvendt som globalmodel. Der kan være markante forskelle på forskellige globalmodeller med hensyn til fx fremskrivning af ændringer i nedbør og temperatur. Den valgte A1B globalmodel (ECHAM) kombineret med HIRHAM repræsenterer den af ENSEMBLES klimamodellerne, som giver størst ændring i grundvandsdannelse og grundvandsstand (Henriksen, et al. 2012; Højberg et al., 2012).

Selv om alle tre projektioner af det fremtidige klima er nedskalleret vha. en regional klimamodel, er resultaterne stadig behæftede med fejl, som skyldes bl.a. initialbetingelser, opløsningen i klimamodellen, mm. Det er derfor nødvendigt at benytte en fejlkorrigeringsmetode (såkaldt bias korrektion) for at opnå resultater, som kan anvendes i en hydrologisk model.

3.1.2 Bias korrektion af klima

Der er anvendt den såkaldte delta change metode til at opnå et estimat af det fremtidige klima. Metoden benytter forskellen mellem klimamodellens resultater for hhv. fremtid og nutid til at justere målte nutidige klimadata, så de repræsenterer den fremtidige periode. Ændringen i nedbør, temperatur eller fordampning på månedsbasis (delta change faktorer) benyttes til at justere de målte klimadata, så de i middel repræsenterer det fremtidige klima.

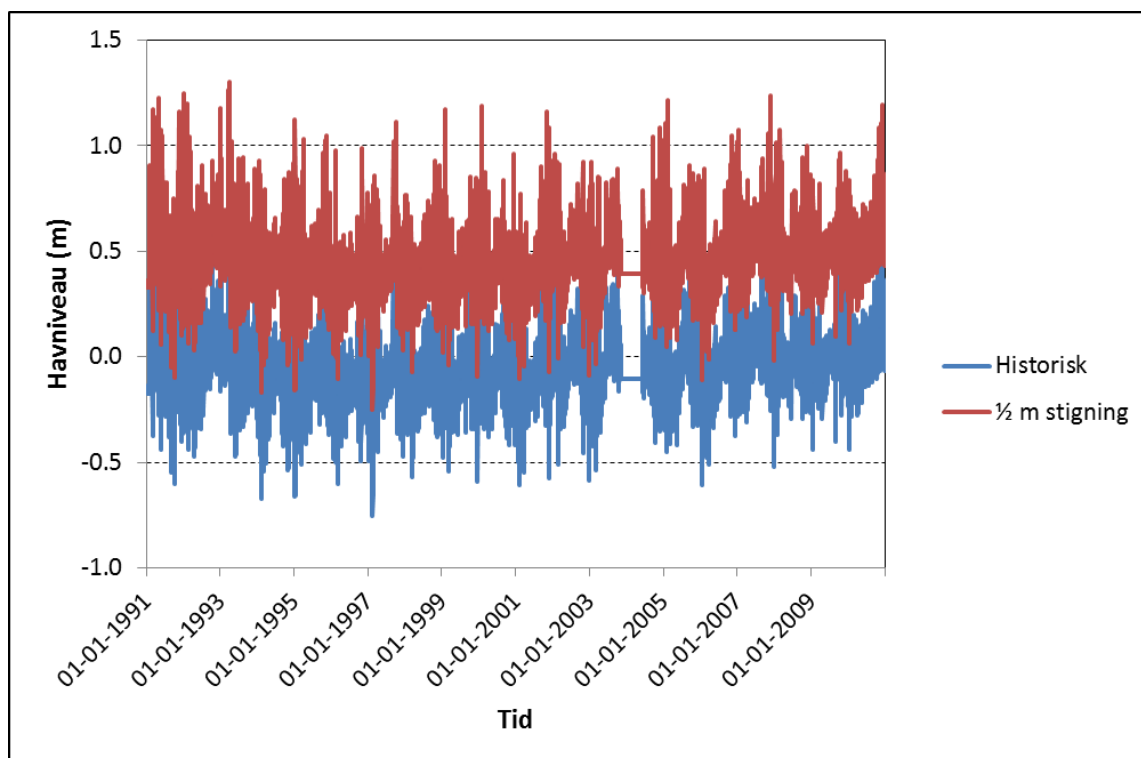
I Fig. 3.1 ses delta change faktorer for de tre klimascenarier for ændringen fra 1991-2010 til 2071-2100. For nedbør og referencefordampning udtrykker delta change faktoren den fraktion, som klimaet forventes at ændre sig i fremtiden. Det ses, at nedbøren i alle tre scenarier forventes at stige markant i vinterhalvåret, mens der estimeres små ændringer eller fald i nedbøren i sommerperioden. Ændringerne i referencefordampning er for alle tre scenarier relativt små i sommerhalvåret, hvor den største fordampning sker. Mht. temperatur følger ændringerne emissionen af drivhusgasser, hvor de største stigninger for vintermåneder ses for A2, efterfulgt af A1B og B2. For sommermåneder har A1B en markant lavere temperaturændring end A2 og B2, hvilke kan skyldes forskel i klimamodel.



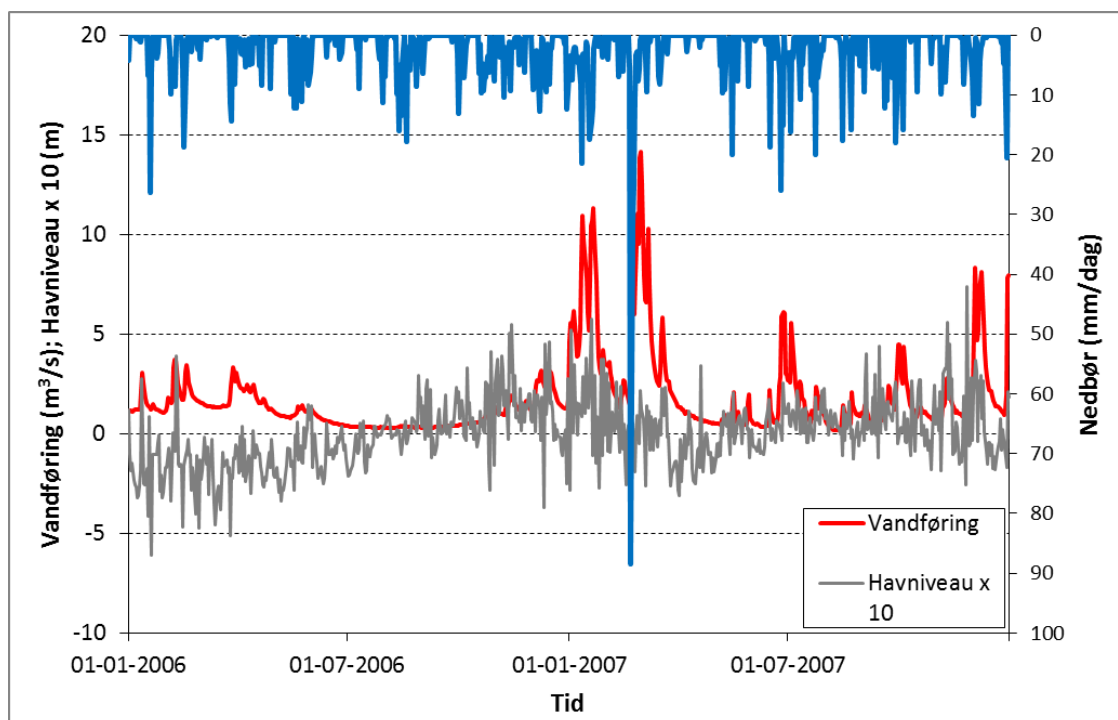
Figur 3.1 Delta change faktorer for hhv. nedbør, temperatur og fordampning for perioden 2171-2100 (A2, A1B og B2 klimascenarierne).

3.1.3 Fremtidigt havniveau

Det fremtidige havniveau i Horsens Fjord er også fundet vha. delta change metoden. På basis af målte time-værdier for havniveauet er et estimat af det fremtidige havniveau fremkommet ved at addere en halv meters stigning til den historiske dataserie. På Fig. 3.2 ses variationen i vandspejlsvariationen i Horsens Fjord for perioden 1991-2010. Desuden er estimatet for det fremtidige havniveau illustreret. I Fig. 3.3 ses et eksempel på variationen i nedbør, havniveau og vandføring i Bygholm Å for perioden 2006-07.



Figur 3.2 Havniveau i Horsens Fjord (daglig middel) for den historiske periode 1991-2010 samt for en fremtid med en halv meters havniveaustigning.



Figur 3.3 Variation i nedbør (blå), havvandstand (grå) og vandføring (rød) i Bygholm Å 2006-07. Skalaen for havniveauet ses på akse til venstre og er ganget med en faktor 10. En værdi på eksempelvis 5 skal dermed forstås som et havniveau på 0,5 m.

Ved anvendelse af delta change metoden for både klima og havniveau sikres, at der også for de fremtidige scenarier opnås realistiske variationer i f.eks. ekstremnedbør og høj hav-

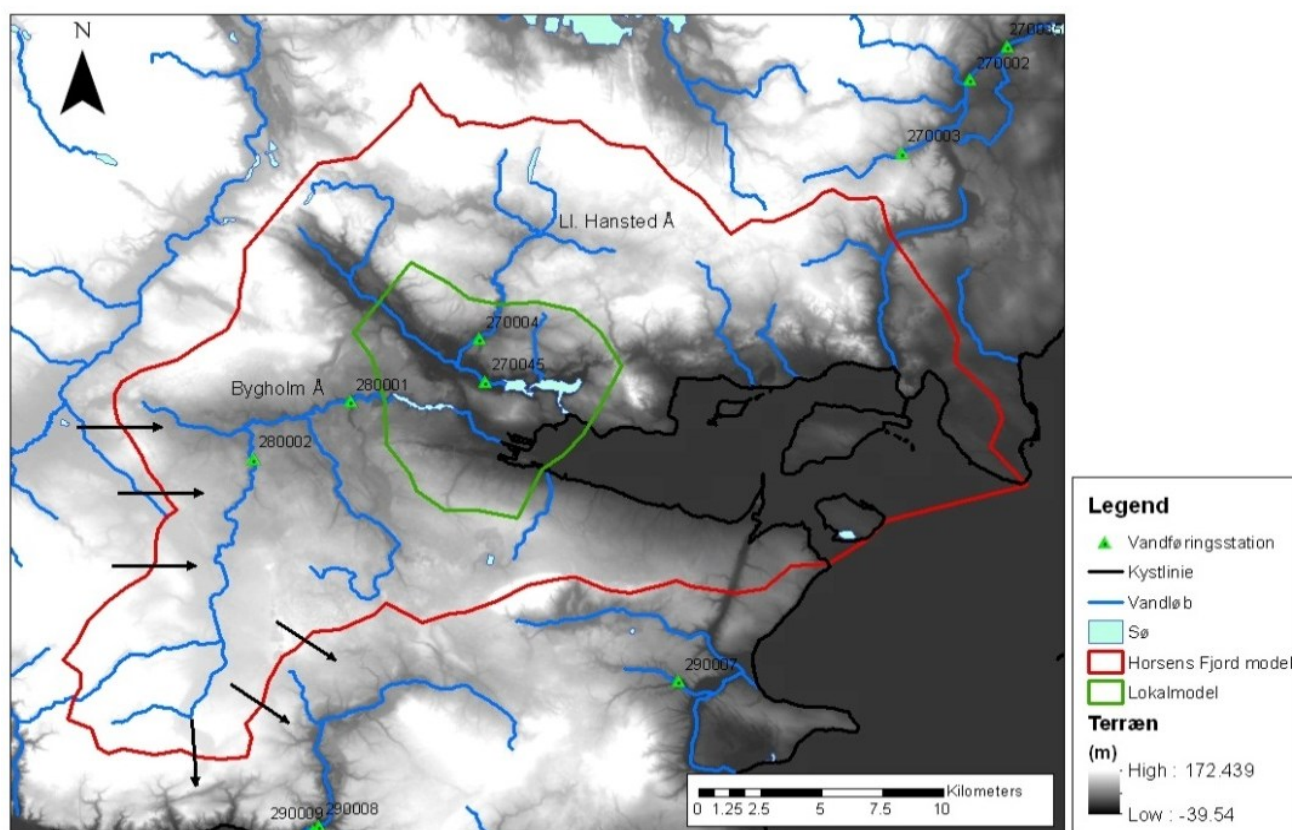
vandstand. Både vandstand og nedbør er styret af de vejrsystemer, der passerer Danmark, og det er derfor vigtigt at anvende data, som repræsenterer dette samspil korrekt.

3.2 Modelopstilling

Den hydrologiske model for Horsens er baseret på den landsdækkende model, DK-modellen. For samtidig at kunne beskrive den fremtidige indstrømning til Horsens By og opnå en god opløsning af beregningerne i og omkring Horsens By, er der anvendt et såkaldt nested system af modeller, hvor randbetingelserne fra DK-modellen er benyttet til Horsens Fjord modellen, som igen leverer randbetingelser til Horsens By modellen, Fig. 3.4 og 3.5. Alle tre modeller er beskrevet vha. det hydrologiske modelsystem MIKE SHE, hvor hele det hydrologiske kredsløb er beskrevet. Opløsningen for de tre modeller er på hhv. 500 m, 250 m og 50 m.

3.2.1 Horsens Fjord model

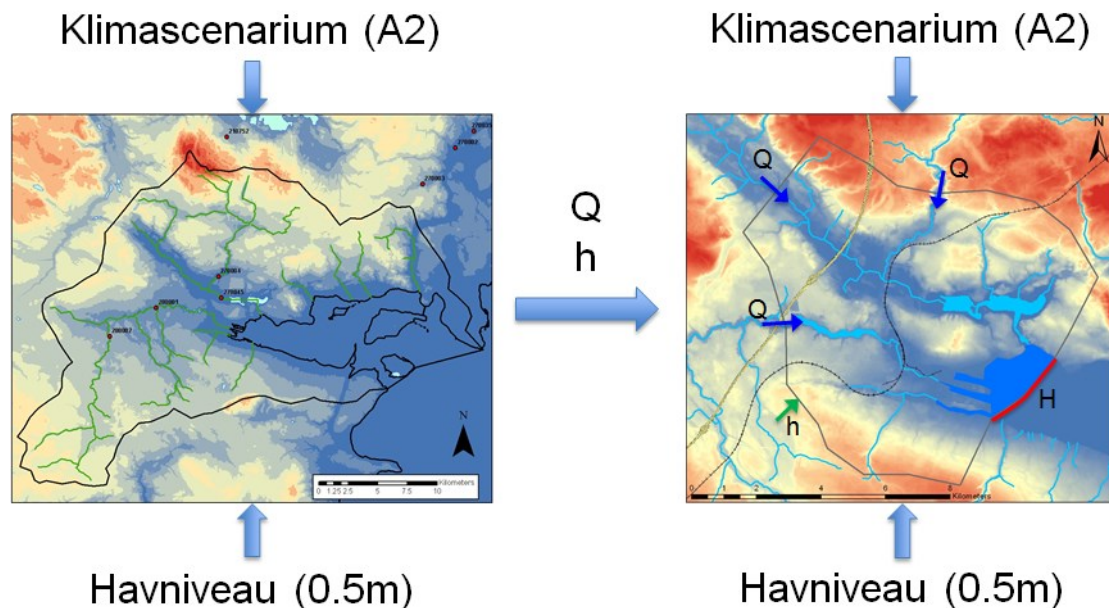
Horsens Fjord modellen beskriver grundvandsstrømning og vandløbsafstrømning i hele oplandet til Horsens Fjord. Området er beskrevet med en opløsning på 250 m, dvs. grundvand og overfladevand beskrives med celler på 250 m x 250 m. Modelgrænsen for modellen følger det topografiske opland til Horsens Fjord. Baseret på resultater fra DK-modellen er ind- og udstrømning i grundvandssystemet specificeret på de strækninger, hvor DK-modellen viser, at grundvandsskel ikke er sammenfaldende med det topografiske vandskel, se Fig. 3.4.



Figur 3.4 Oplandsgrænser for hhv. Horsens Fjord og Horsens By modellerne.

Fig. 3.5 illustrerer, hvordan fremtidige klima- og havniveaustigninger først er påtrykt Horsens Fjord modellen. Herefter er resultater for vandløbsafstrømning (Q) og grundvandsstand (h) udtrukket på grænsen til Horsens By modellen og anvendt som randbetingelser for denne. For at kvantificere fremtidens hydrologi i Horsens By er den lokale model efter-

følgende påtrykt scenarier for fremtidens klima og havniveau. Hermed sikres, at ikke kun klimaet men også den horisontale indstrømning til den lokale model er beskrevet svarende til de fremtidige forhold.



Figur 3.5 Overførsel af randbetingelser fra Horsens Fjord modellen til Horsens By modellen for fremtidigt klima.

3.2.2 Horsens By model

Formål og baggrund

Formålet med den hydrogeologiske model for Horsens by er at opløse geologien på lokalt niveau, så de naturlige såvel som menneskeskabte strukturer indeholdes i modellen.

Den geologiske opbygning i byområder er udover den naturlige sedimentopbygning påvirket af antropogene forstyrrelser, som er sket efter de naturlige dannelsesprocesser er opørt og området bebygget.

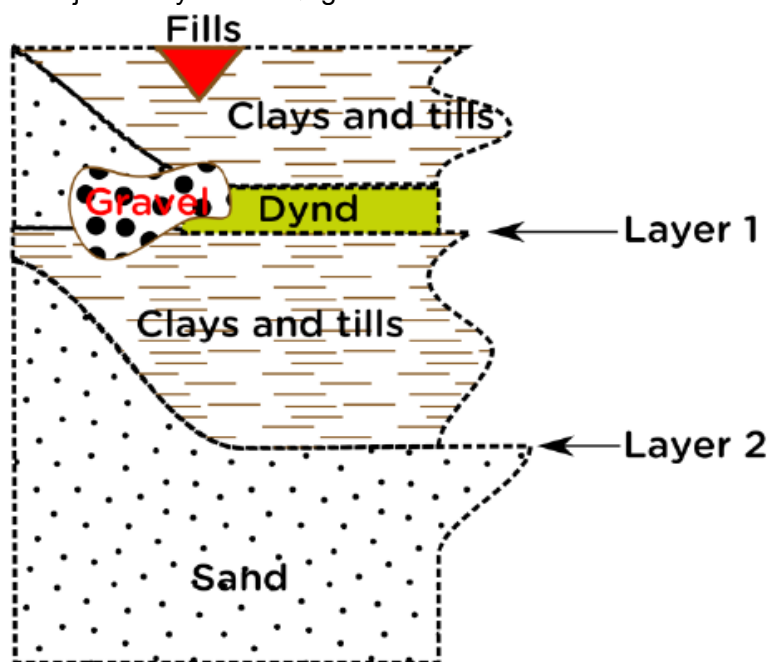
Således er geologien i byerne blevet påvirket af afgravninger i forbindelse med byggeri og infrastruktur gennem århundreder til at fremstå, som byer med en overjordisk og underjordisk infrastruktur. Den underjordiske del består af kloaktracéer, ledningstracéer og andre rørføringer.

Graveaktiviteten i byerne har betydet at jordlagene er blevet replaceret og lagserier der udenfor byen ville blive tolket sammenhængende, kan i byen blive abrupt afbrudt af et tværgående kloaktracé, som gennemskærer den oprindelige lagserie. Kloak- og ledningstracéer bliver typisk opbygget i sand. Der er således typisk en højere hydraulisk ledningsevne i forbindelse med disse linietracéer. Sandopbygningen sker for at stabilisere kloaker imod tryk fra oven. Ved en sandpakning omkring rørene, pakkes og komprimeres materialet omkring røret og friktionen øges (Madsen, H.P, 2007). Dette gøres typisk i sand, da det er lettere at pakke end lerede lag. Vejkasserne har tillige en opbygning af højpermeabelt materiale under vejen for at øge dræningen, så vejen ikke bliver oversvømmet. Disse forhold har krævet en speciel tilgang til opbygning og modellering af geologien og stillet store krav i forhold til modelværktøj, samt de indhentede data.

Dataindsamling

I forbindelse med kortlægning af grundvandsressourcen ved Horsens blev der af det tidligere Vejle Amt i 2003 opstillet en geologisk model for området omkring Horsens (Vejle Amt,

2003). Denne dannede baggrund, og særligt ramme, for den dybereliggende geologi i den mere detaljerede bymodel. Følgende data blev inkluderet i modellen:



Figur 3.6: Strategisk prinsipskitse af den lokale geologiske model

- Tolkingspunkter fra den regionale model
- Boredata fra Jupiter-databasen (506 boringer)
- Boredata fra Regionens Geogis-database (2280 boringer)
- GIS data over arealer som er kortlagt som forurenede (V1 og V2 arealer)
- Digital højdemodel for Horsens by
- Punktinformationer om kloak og vandforsyningsledninger (24.000 infopunkter)

Det blev forsøgt at frembringe flere geotekniske boringer, men grundet de mange dataejere af boringerne var det ikke muligt at fremskaffe disse fra lokale boreentreprenører.

Geologisk modelopsætning

Den nye detaljerede model baseres som tidligere skrevet på den eksisterende regionale model. Denne indeholder en simpel opbygning med et øvre sandlag, herunder et lerlag og sidst et sandlag igen. Modellen er opstillet med tolkningspunkter for hele modelområdet. Ved nærmere gennemgang af området og boringer m.m. blev det klart, at der skulle introduceres en række nye lag i denne model, for at øge detaljeringsgraden og fremhæve den antropogene geologi.

Fyld

På Fig. 3.6 fremgår den nye konceptuelle opbygning af geologien i byområdet. Som det fremgår af figuren er bymodellen udbygget med et fyldlag i den øverste del af modellen. Dette lag består af enten opfyld i kloaktracéer eller fyld beskrevet i boringer. Der er i modellen differentieret mellem fyld fra boringer og fyld fra kloaktracéer. Dette begrundes med at den hydrauliske ledningsevne forventes at være forskellig imellem de to typer fyld. I tracéerne er der typisk tilbagefyldt med sandede og grusede sedimenter, mens fyldet beskrevet i boringer kan være af meget forskellig karakter. Differentieringen kan give grundvandsmodelløren en mulighed for at have forskellige hydrauliske ledningsevner i de to fyldforekomster ved senere modellering. Data for kloaktracéerne er rekvireret ved Horsens Kommune på punktform (x, y, z). Punkterne referer til bunden af samlebrønde mellem to strenge. Fyldet er defineret til at udgøre volumen over disse punkter i sammenhængende kloaktracéer. For at få en tilstrækkelig kraftig hældning omkring kloaktracéerne var det nødvendigt at

behandle datasættet. Teknisk set er det gjort ud fra en højdemodel tillagt 2 meter, hvor punkterne for kloaktracéerne har erstattet det oprindelige x, y, z koordinat. Denne er herefter fratrasket den eksisterende højdemodel og hvor laggrænser krydses fremkommer det nye fyldlag.

Ler, Dyndlag og grus

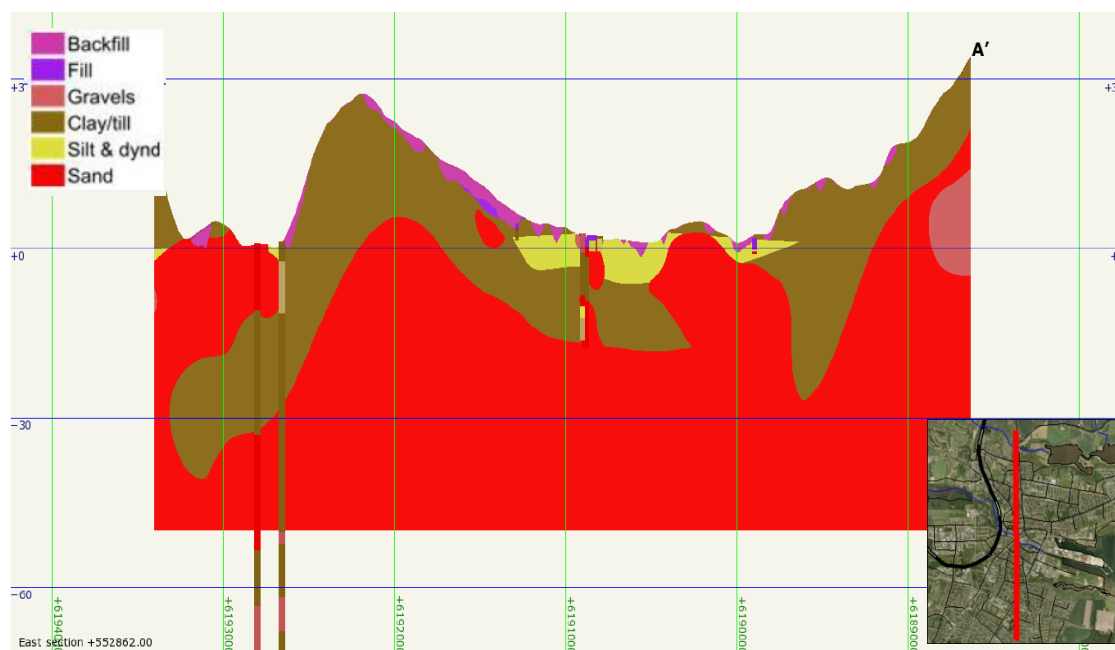
Den overfladenære naturlige geologi i Horsens by er karakteriseret ved en række ler, gytje, silt, dynd og grus lag. I udgangsmodellen var det øvre lag karakteriseret som ler. Der introduceredes et ekstra dyndlag, samt et sand og et gruslag. Ved analyse af boringernes geologiske karakteristika for boringer under 20 meter var ler den klart mest dominerende lithologi med 42 % af volumen. Derfor besluttedes det at det øverste sandlag i den regionale model blev erstattet af et lerlag, hvori sand blev tolket ind. Dette gav desuden en kontrast til de udgravede sandfyldte tracéer. Derudover introduceredes et dynd og et gruslag i modellen. Den konceptuelle opbygning fremgår af Fig. 3.6

V2- arealer (forurenede arealer jf. kortlægning på vidensniveau 2, hvor det er dokumenteret at jordforureningen kan være skadelig for mennesker og miljø)

Kortlagte arealer er indlagt i modellen som visualisering og ikke egentlig geologisk enhed. Alle arealerne er indlagt med 3 meters tykkelse.

Modellering

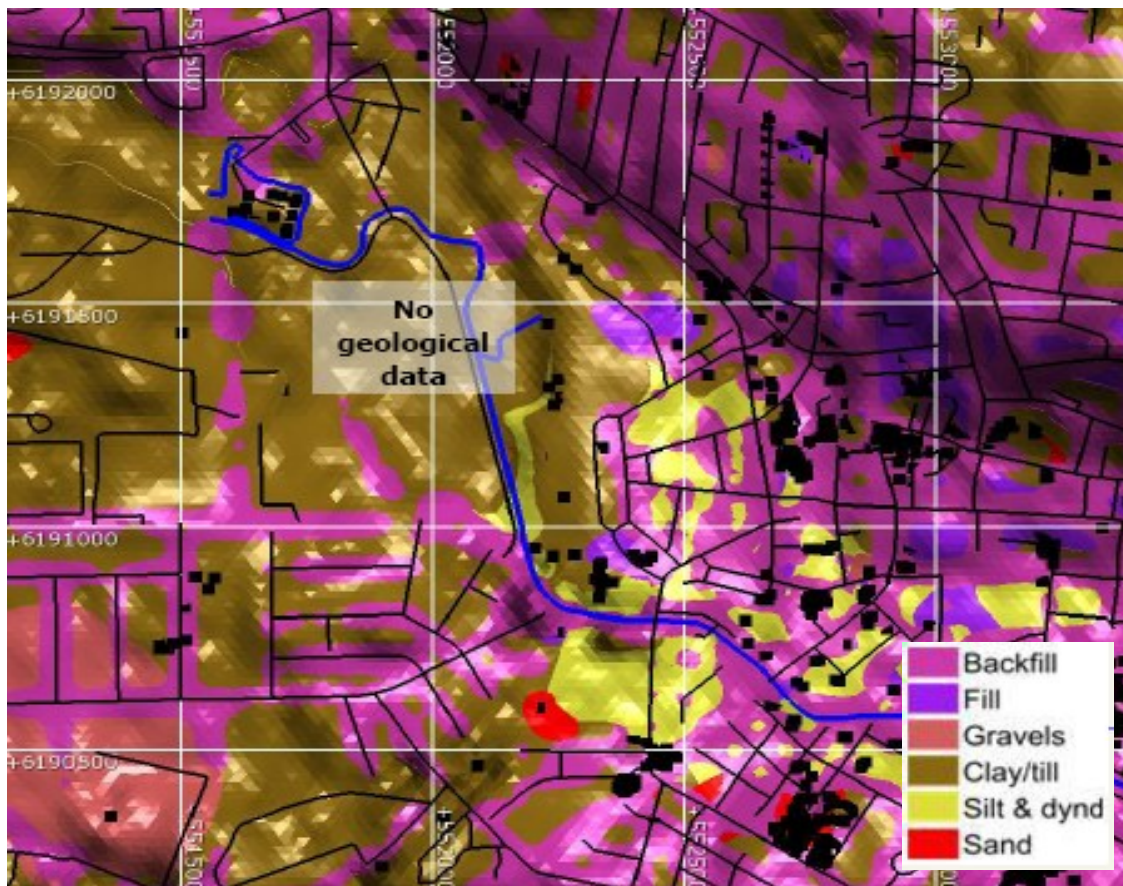
3D modellen er opstillet i Leap Frog Hydro (<http://www.leapfrog3d.com>) – et modelleringssoftware til tolkning af laggrænserne. Ud fra den stratigrafiske principopbygning opbygges legemer ud fra autokonturering. Dermed bliver det muligt at opstille legemer, som ikke er gennemgående i hele modellen, men er selvstændige volumener imellem to mere gennemgående lag. På Fig. 3.7 ses et tværsnit i modellen. Som det fremgår af figuren er fyldmaterialet i overfladen fra menneskeskabte forhold den dominerende geologisk enhed. Der skelnes mellem tilbagefyld i kloaktracéer, samt veje og fyld i boringer. På Fig. 3.8 ses udbredelsen af forskellige jordlagstyper helt overfladenært. Det er tydeligt at afledningsstrukturer langs veje har præget denne øvre del af geologien i byen.



Figur 3.7: Nord-sydgående tværsnit igennem den overfladenære geologi i Horsens set imod øst.

Infiltration til grundvandssystemer

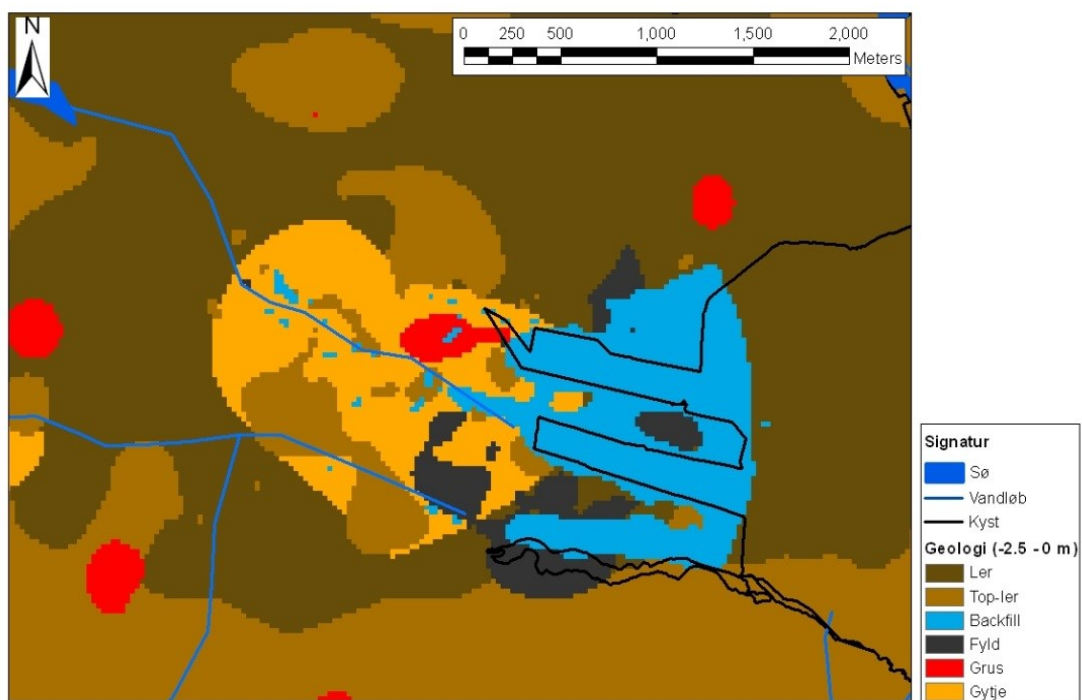
Den centrale faktor for infiltration til grundvandssystemer er nedbøren, som kan svinge fra år til år og med klimaforandringer. Den mængde nedbør der er til rådighed til nedsivning er nettonedbøren. Nettonedbøren fås ved at fratrække fordampningen fra nedbøren. For at få den endelige værdi for grundvandsdannelsen, skal der yderligere fratrækkes det vand som strømmer overfladisk af til fjord, søer og vandløb. I en by som Horsens er den overfladiske afstrømning betydeligt større end i det åbne land, da en stor del af overfladen er belagt med impermeable belægninger der medfører overfladisk afstrømning til kloaksystemer og direkte i recipienter. Om sommerhalvåret er grundvandsdannelsen i en by som Horsens meget lille, da planterne optager og fordamper hovedparten af det vand som siver ned i jordoverfladen, og de befæstede arealer leder resten til kloaker.



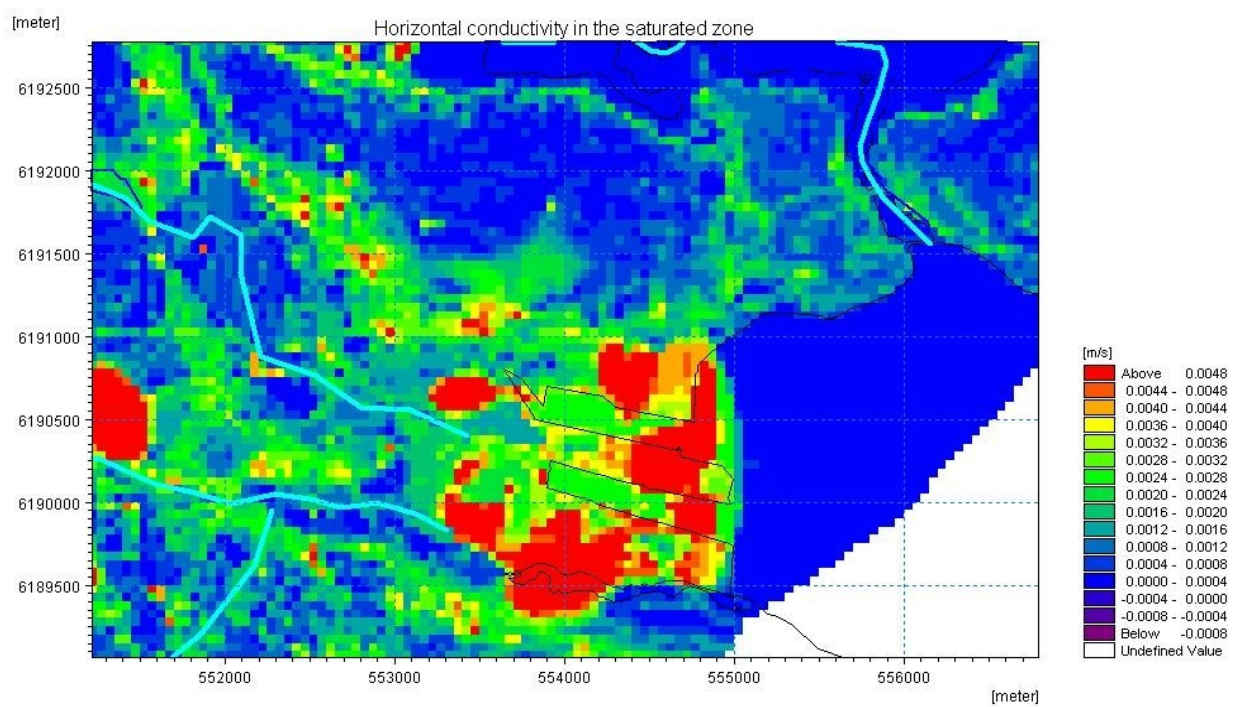
Figur 3.8: Kort over dominerende jordlagstype i den øverste geologi i Horsens by. Den blå linje er Bygholm ås udstrækning. De sorte linjer er veje. De sorte prikker er borer med geologisk beskrivelse.

På Fig. 3.10 ses, hvordan de geologiske strukturer påvirker den hydrauliske ledningsevne i den hydrologiske model. Samtidig ses det at ved et grid på 50*50 m ikke opnåes en fuld opløsning af variationerne i den urbane geologi. I store områder er der sket en opfyldning med relativt grovkornede materialer, som forventes at have en høj hydraulisk ledningsevne.

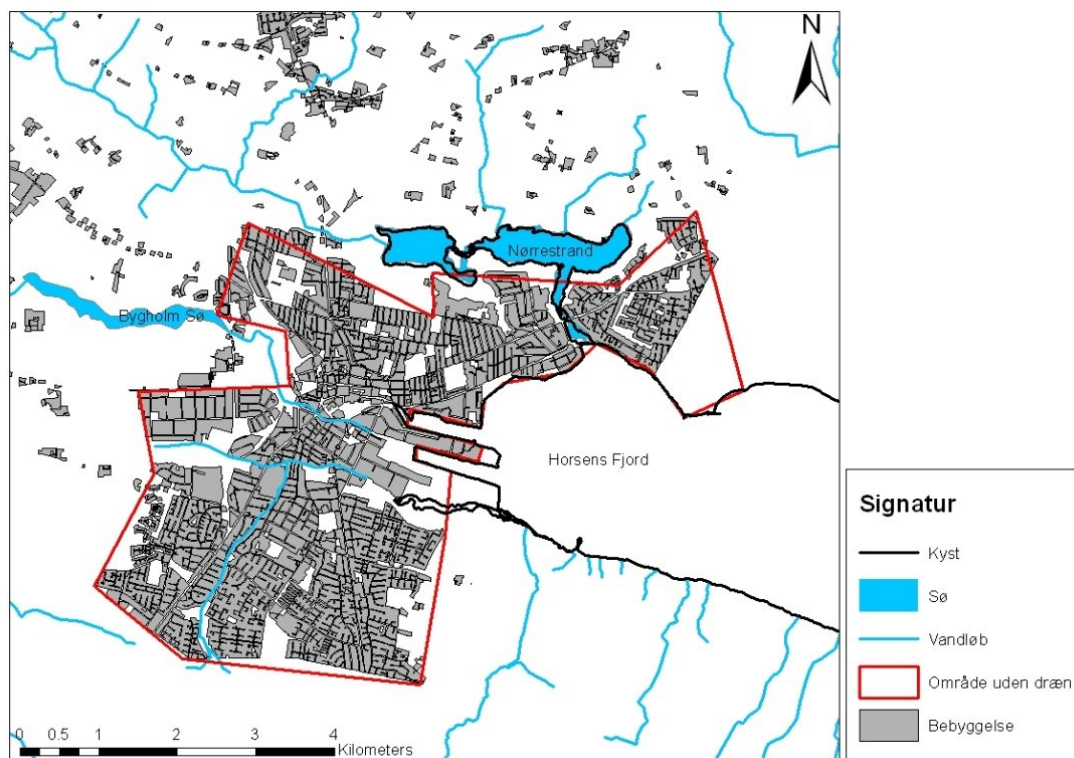
I lokalmodellen antages det, at der ikke er installeret drænrør, som det kendes fra landbrugsarealer. Hvis byområdet beskrives som værende drænet, er der risiko for, at grundvandsspejlet ikke vil stige op over drænniveau, hvilket ellers kunne forventes i byområdet, dels forårsaget af klimaændringer dels af havniveaustigning. Det er derfor valgt at beskrive byområdet, se Fig. 3.11, som værende uden dræn. Vandet der infiltrerer til grundvandszonen antages at strømme i de geologiske lag, som i byområdet forventes at have en relativ høj vandledningsevne pga. de antropogene forstyrrelser.



Figur 3.9 Geologisk model for de overfladenære lag i Horsens By. Billedet er fra modellen med 50*50 m grid.



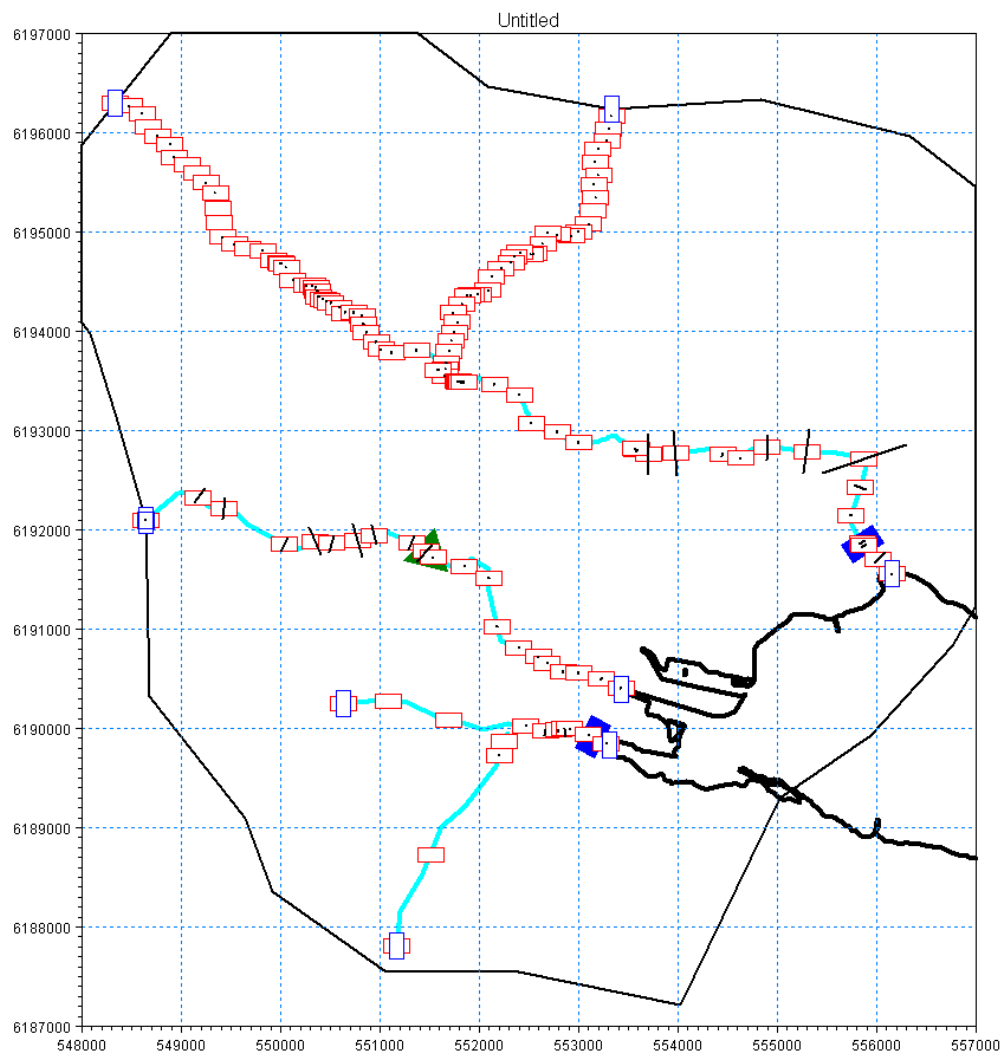
Figur 3.10 Fordeling af hydrauliske ledningsevne i Horsens By.



Figur 3.11 Område uden dræn i lokalmodellen.

Da befæstningsgraden er høj i byzoner vil en stor del af nedbøren strømme overfladisk af, direkte til kloakkerne. Da befæstningsgraden varierer i byen med høj befæstingsgrad i centrum og lavere i parcelhusområder er det vanskeligt at estimere, hvor stor en del af nedbøren, som opfanges af kloaksystemet. Der er her anvendt et tilnærmet estimat på 50%, forstået således at halvdelen af den nedbør der falder over byområdet, se Fig. 3.11, strømmer direkte af til kloaksystemet.

Til forskel fra DK-modellen og Horsens Fjord modellen er strømmingen i vandløbene i lokalmodellen beskrevet vha. en hydraulisk løsning. Hermed bliver det muligt at beregne både vandføring og vandstand med høj nøjagtighed. Samtidig bliver det også muligt at beskrive hydrauliske strukturer. Dette er udnyttet til at lave en beskrivelse af sluserne ved udløbet fra hhv. Nørrestrand og Dagnæs Bæk (angivet med blå rektangel i Fig. 3.12). Desuden er dæmningen ved nedstrøms ende af Bygholm Sø inkluderet (grøn trekant i figur 3.12), og det er dermed muligt at beskrive vandstandsvariationerne i søerne (Nørrestrand og Bygholm Sø) korrekt. Beskrivelsen af vandløbene er desuden forbedret markant ved at tilføje et betydeligt antal vandløbstværsnit (angivet med rød rektangel i Fig. 3.12), hvor vandløbets bredde og dybde er beskrevet på baggrund af opmålinger. Desuden er der angivet brede tværsnit for de to søer i området. Samlet giver det mulighed for at give en forbedret beskrivelse af vandstandsvariationerne i både vandløb og søer.

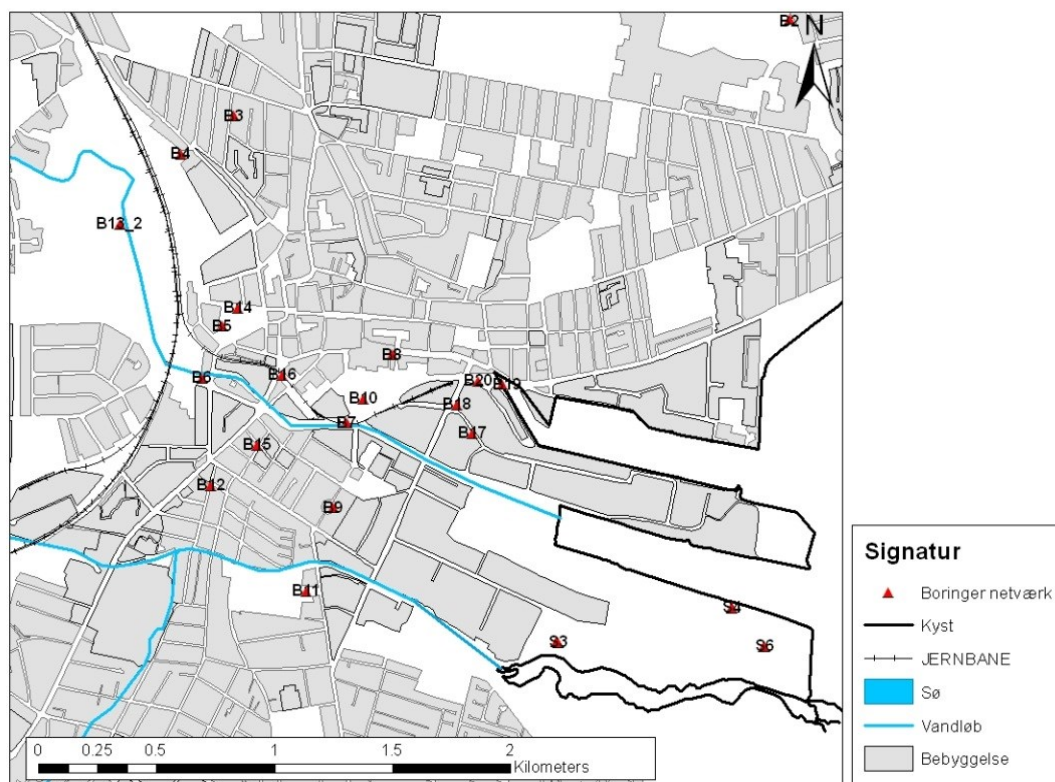


Figur 3.12 Vandløb og tværsnit i Horsens By modellen. Rød rektangel: Tværsnit; blå rektangel: Sluse; grøn trekant: dæmning; hvid rektangel med blå kant: randbetingelse.

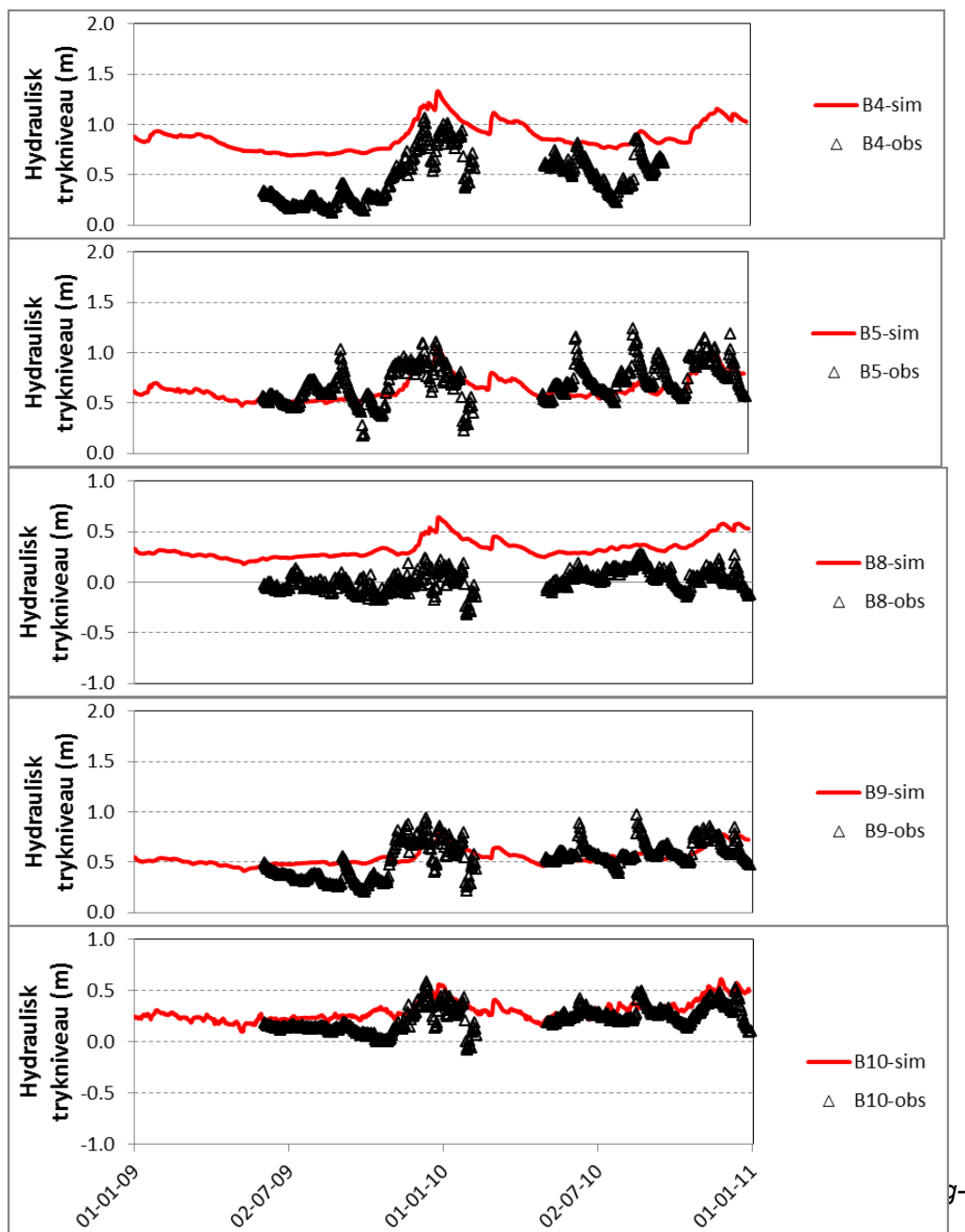
3.3 Kalibrering af lokalmodel

Der er indsamlet data for grundvandsstanden i Horsens By fra et betydeligt antal borer, se Fig. 3.13. Disse data er benyttet til at justere modellens parametre, så der opnås en god overensstemmelse mellem observeret og beregnet grundvandsstand.

På Fig. 3.14 ses observeret og beregnet grundvandsstand for fem udvalgte borer for perioden 2009-10. Modellen er generelt i stand til at beskrive de målte niveauer tilfredsstillende, til trods for at den ikke i alle tilfælde fanger de tidlige variationer. I gennemsnit underestimerer modellen grundvandsstanden i byområdet med 30 cm, mens standardafvigelsen er på 61 cm.



Figur 3.13 Boringer i Horsens by anvendt til kalibrering af den hydrologiske model i forbindelse med KIMONO projektet.



Figur 3.14 Eksempler på kalibreringsresultat af Horsens by modellen

3.4 Horsens kommunes planer for klimatilpasning (Klimaplan 2012-2032)

Horsens kommune har udarbejdet en klimaplan 2012-2035. Samtidig er der en masterplan for Horsens havn. I dette afsnit vil vi kort gøre rede for klimatilpasning og fremtidsscenarier i Horsens på dette grundlag. Klimaforandringerne forventes i Klimaplan 2012-2035 at medføre mere voldsomme regnskyl og højere vandstand i Horsens Fjord i fremtiden. Højere vandstand giver desuden højere grundvandstand under Horsens By. Det giver kommunen følgende udfordringer:

1. Fare for oversvømmelse primært af Horsens by på grund af havvandstigninger.
2. Fare for skader på bygninger i lavereliggende dele af Horsens by forårsaget af stigende grundvandstand, der er en konsekvens af havniveaustigninger.
3. Fare for oversvømmelser i byområder og på landbrugsarealer på grund af de større nedbørsmængder.
4. Øget udvaskning til både fjord og grundvand af miljøfremmede stoffer og næringsstoffer fra henholdsvis gamle affaldsdepoter og landbrugsarealer i omdrift.
5. Fare for opstuvning fra kloakker ved ekstremregn

For at imødegå disse udfordringer vil Horsens Kommune, ud fra en kortlægning af de områder, der er mest truet, indbygge klimatilpasningstiltag alle relevante steder:

- I kommuneplanen,
- i lokalplaner,
- ved vandforsyningsplanlægning, spildevandsplanlægning og udledningstilladelser samt
- ved vejbyggeri/renovering, hvor veje hensigtsmæssigt også kan anvendes som diger mv.

Ligeledes vil Horsens Kommune etablere vådområder, hvor dette er hensigtsmæssigt i forhold til at mindske risikoen for oversvømmelse af nedstrøms liggende arealer, herunder især byer og bymæssig bebyggelse.

Hensynet til klimaet skal ikke opleves som en begrænsning for vækst, men derimod som en mulighed for at indtænke kreative løsninger i planlægning og projekter, og de øgede vandmængder skal bruges som en aktiv ressource, der skaber nye rekreative muligheder, grønnere offentlige rum og et større naturindhold. På kommuneplanniveau vil Horsens Kommune derfor foreslå indarbejdet retningslinjer om klimatilpasning for planer og projekter, der siger, at:

- regnvand skal håndteres lokalt hvor det er muligt,
- regnvandshåndtering skal bidrage til at øge et områdes rekreative muligheder og dets naturindhold, dvs. at regnvandsbassiner indtænkes i områdets anvendelse i perioder hvor magasinering ikke er i anvendelse,
- i klimatilpasningsprojekter, som oversvømmede enge mv. skal der indtænkes mulighed for at øge de landskabelige værdier og områdets sammenhæng til det overordnede stinet, så borgernes adgang til naturområder øges,
- befæstede arealer skal minimeres og, om muligt, gøres gennemtrængelige,
- veje og stier samt pladser skal indtænkes i afledning/-opmagasinering af regnvand i ekstremesituationer,
- øget grundvandsdannelse, som følge af nedsivning fra regnvandsbassiner mv. medtages i planlægningen, således at det ikke påvirker grundvandets kvalitet negativt.

3.4.1 Overfladevand i byen

De øgede vandmængder skal anvendes som et aktiv i byen. I lokalplaner og samt i kommunens projekter kan f.eks. følgende indarbejdes:

1. Lavtliggende områder reserveres til grønne friarealer, hvor overfladevand oplagres ved større nedbørsmængder og efterfølgende nedsiver, fordamper, eller står tilbage som permanente vandfyldte søer.
2. Etablering af beplantning som optager en større vandmængde, hvilket samtidigt skaber et bedre bymiljø og et bedre mikroklima.
3. Parkeringsarealer, og sideanlæg til vejarealer udformes til at forsinke regnvand
4. Der skal etableres grønne tage, hvor dette er hensigtsmæssigt ud fra et funktionelt og æstetisk synspunkt.

3.4.2 Afløbssystemet

Afløbssystemernes dimensionering skal løbende tilpasses de erfaringer, bl.a. om øgede regnmængder, der opsamles i branchen. Desuden skal alle anlægs dimensionering baseres på opdaterede computermødelles, hvor lokalområdets risikoprofil ved oversvømmelser inddrages. Hvor det er muligt og hensigtsmæssigt skal fælleskloakerede områder separatkloakeres. Dette sikrer, at oversvømmelser med spildevandsforurenet vand undgås/minimeres, at der ikke udledes opspædet spildevand til recipienter, og at renseanlæggenes kapacitet og renseevne øges grundet mindre hydraulisk belastning. Desuden skal spildevandsplanens krav om afløbskoefficienter/befæstigelsesgrader i større omfang indarbejdes ved byggetilladelser.

3.4.3 Havnearealerne

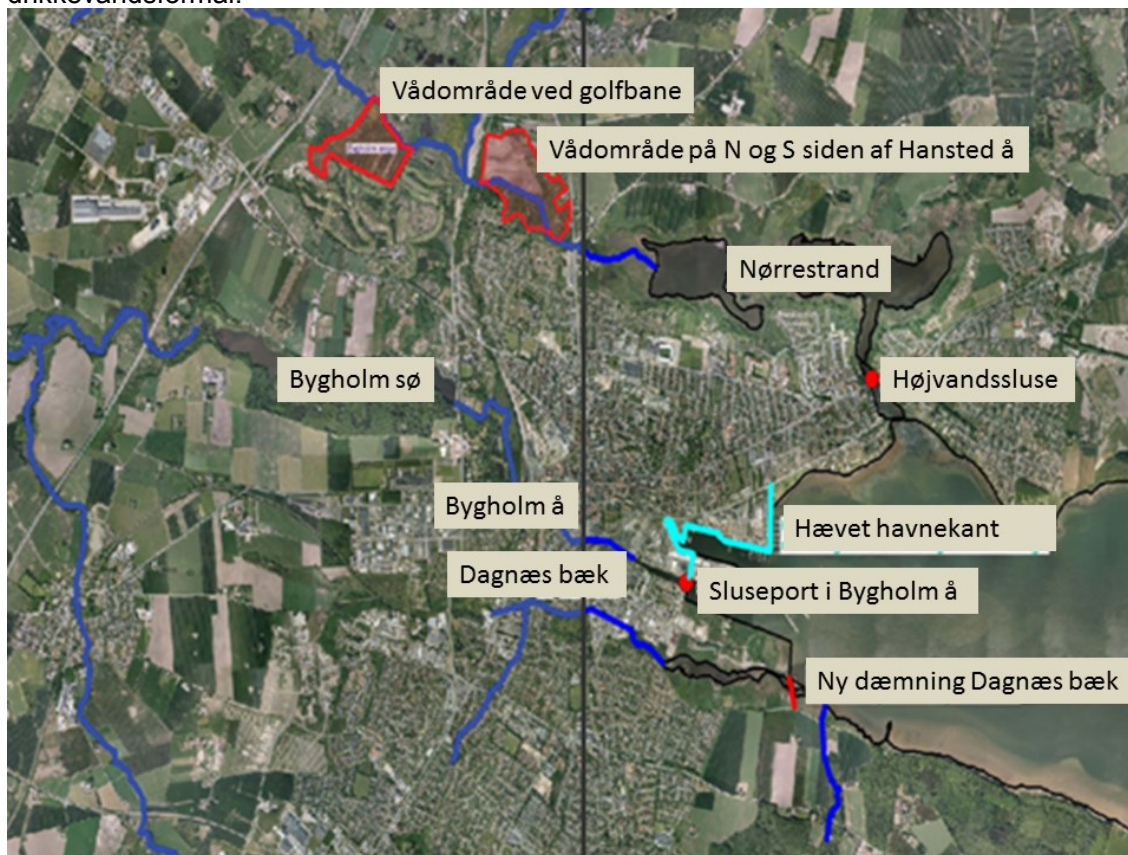
I forbindelse med Havneplanen og den kommende omdannelse af havnearealerne i Horsens By, gennemfører Horsens Kommune en række tiltag, der kan reducere risikoen for oversvømmelse af både havnearealerne, men også den del af Horsens By der ligger lavt. Det drejer sig om følgende tiltag (se Fig. 3.15):

1. Havnearealerne ved nybebyggelse hæves til omkring kote 2,4 meter over Dansk Normal Nul
2. Havnekajen hæves på de lavest liggende strækninger, så den udgør et dige
3. Der planlægges efter at etablere en sluseport med tilhørende pumper i Bygholm Å, så vand fra åen kan pumpes ud i havnen, når slusen er lukket pga. højvande
4. Der skal bygges en dæmning med sluse mellem østsiden af den gamle losseplads og sydsiden af Horsens Fjord, således at der dannes et reservoir for vandet fra Dagnæs Bæk, der ellers vil kunne oversvømme både renseanlæg og boligområder. Anlægget vil blive dimensioneret/planlagt i nøje overensstemmelse med afløbs-systemerne i området således at der samlet opnås en maksimal effekt.

3.4.4 Grundvand

Desuden vil Horsens Kommune belyse den stigende grundvandsstand og deraf følgende mulige problemer i forhold til boligbyggeri og i forhold til gamle forurenede grunde, hvorfra der er fare for udvaskning af giftstoffer til fjorden. I den forbindelse har Horsens Kommune

indgået i et udredningsarbejde sammen med en række myndigheder og forskningsinstitutioner. Dette udredningsarbejde skal også belyse klimaændringernes betydning for de fortsatte muligheder for at indvinde rent vand i tilstrækkelig mængde til drikkevandsformål.



Figur 3.15 Oversigtskort over tiltag for at sikre Horsens mod oversvømmelser

3.4.5 Vådområder

Horsens Kommune arbejder på at få anlagt flere vådområder til aflastning af store afstrømninger i Bygholm Å og Store Hansted Å. I første omgang arbejdes der på at få anlagt vådområder på nord og sydsiden af Store Hansted Å ved Hanstedgård og ved golfbanen. Vådområderne skal også indtænkes som virkemiddel i vandplanerne til kvælstofreduktion. Samtidig skal det dog sikres, at landbrugets omdriftsarealer opstrøms ikke belastes med nedsat dræncapacitet og at vådområderne dermed kun oversvømmer arealer uden for omdrift.

Projekterne har flere fordele:

1. Vådområderne kan ved store afstrømninger fungere som reservoir for de store vandmængder, og dermed aflaste åen i disse situationer.
2. Projekterne forøger de lokale landskabelige værdier, natur- og oplevelsesværdierne og de rekreative værdier i den nordlige del af Horsens By.
3. Projekterne vil få en positiv virkning på naturtilstanden på engarealerne.

3.4.6 Ansvarsfordeling

Ansvarsfordelingen mellem kommunens ansvar og det fælles ansvar fremgår af Tabel 3.1. Kommunens ansvar er primært i forbindelse med den fysiske planlægning som planmyndighed, mens kommunen og Horsens Vand A/S har et fælles ansvar for sikring af kommunen mod klimaforandringer.

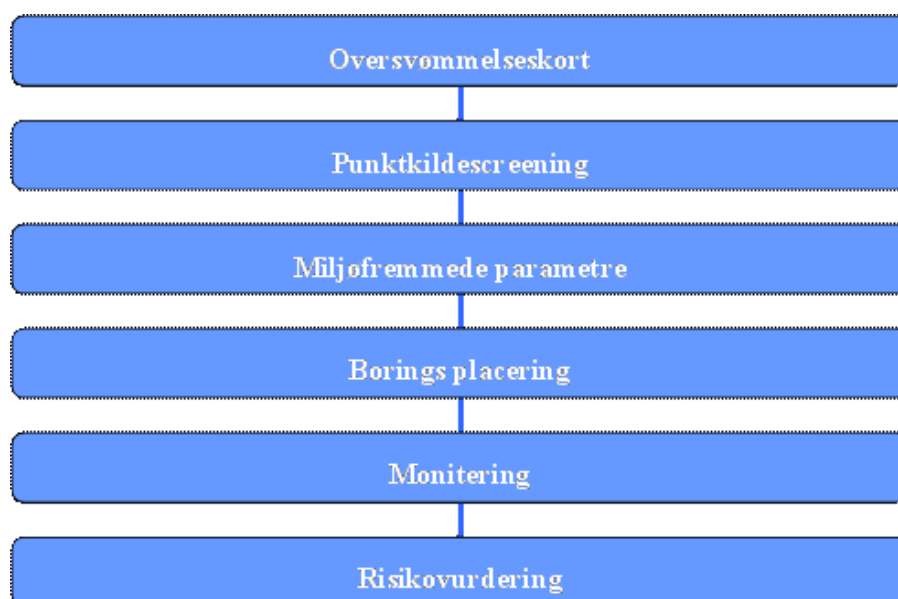
Kommunens ansvar	Et fælles ansvar
Horsens Kommune er som planmyndighed ansvarlig for den fysiske planlægning i kommunen og har derfor en central rolle i tilpasningen til de direkte konsekvenser af klimaforandringerne.	Horsens Kommune arbejder sammen med Horsens Vand A/S om sikring af kommunen mod klimaforandringerne. Desuden vil kommunen løbende følge klimaudviklingen og holde sig opdateret på den viden, som forskningsinstitutionerne har ansvar for at stille til rådighed bl.a. ved at deltage i projekter.

Tabel 3.1 Klimaplan 2012-2032 og skelnen mellem kommunens ansvar og et fælles ansvar

3.5 Punktkildescreening, monitorering og analyser

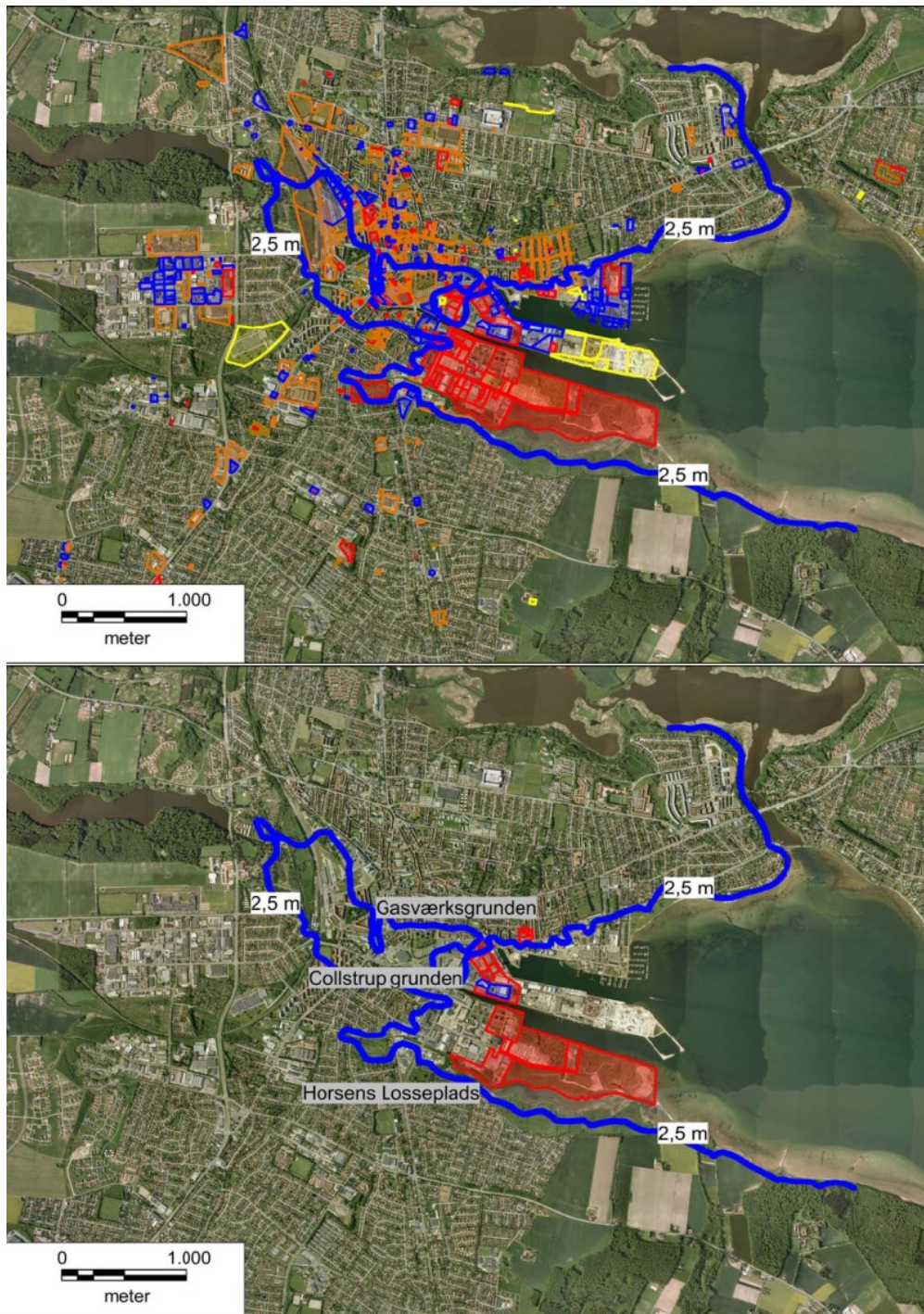
3.5.1 Formål og baggrund

Formålet med at udføre punktkildescreening, monitorering og analyser af grundvandet er at vurdere risikoen, for udvaskning af miljøfremmede stoffer, for de områder der er kategoriseret som værende truet af oversvømmelse. Et byområde belastes forureningsmæssigt både af punktkilder og diffuse kilder. Med diffuse kilder menes her veje, kloaker, tagvand o.l. Regionerne er kortlægningsmyndighed for kendte og potentielt forurenede områder, der oftest kan henføres til deciderede punktkilder, som tidligere eller nuværende industri, lossepladser eller tankstationer.(se Fig. 3.16).



Figur 3.16 Koncept for punktkildescreening, monitorering og analyser.

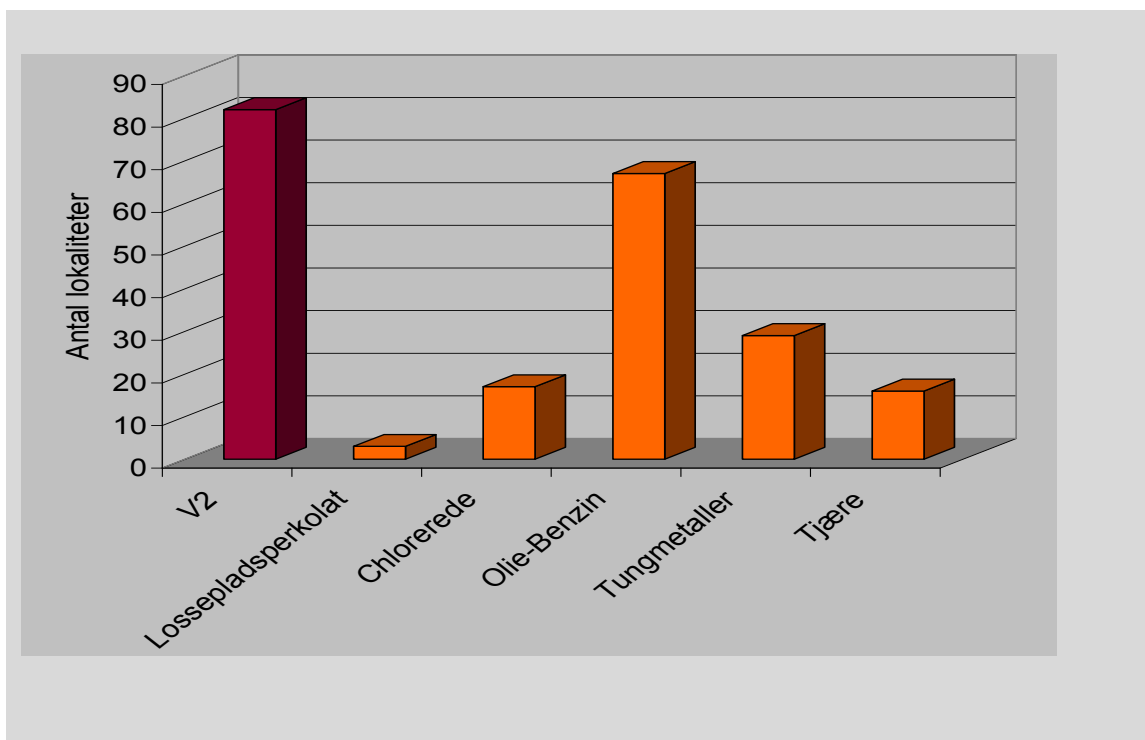
På baggrund af Region Midtjylland/Jyllands data kan der genereres et kort, der sammenholdt med et oversvømmelseskort indledningsvist viser hvilke grunde der potentielt kan blive påvirket, hvilket er illustreret øverst på Fig. 3.17. I dette projekt er der primært fokuseret på punktkilder. Det er dog forsøgt at inddrage baggrunds niveauet for den samlede forureningsbelastning fra byen i det kystnære grundvand med udgangspunkt i tidligere undersøgelser udført i CLIWAT regi (Region Midtjylland, 2011).



Figur 3.17 Øverst: Kort over kendte og potentielle forurenende områder i Horsens by samt 2,5 m kurve vist med blå linie. Jordforureninger - Blå områder: V1 kortlagt (muligt forurenet). Røde områder: V2 kortlagt (forurenet). Brune/orange områder: Udgået af kortlægning. Gule områder: Lokaliseret (men uafklaret). Nederst: Kort over de udvalgte punktkilder: Gasværksgrunden, Collstrup grunden og Horsens losseplads samt 2,5 m kurve.

3.5.2 Punktkildescreening

Hovedkriteriet for udvælgelse af punktkilder er havnenære områder med stor sandsynlighed for påvirkning af klima-genererede grundvandsoversvømmelser. Samtidig skal det være punktkilder med toksiske miljøfremmede stoffer i høje koncentrationer og med en betydelig masse, som forventes at kunne udgøre en væsentlig risiko i forbindelse med ændret forureningsspredning. I Horsens by har Region Midtjylland registreret 82 grunde på V2-densniveau 2. På Fig. 3.18 ses antallet af forurenede grunde, samt fordelingen af de fundne stoffer. Inden for den potentielle oversvømmelseszone og umiddelbart grænsende op hertil er der tre stærkt forureningsbelastede områder, som vurderes at være betydende i forhold til den samlede belastning. Det drejer sig om den tidligere Collstrop grund, Horsens Losseplads og den tidligere gasværksgrund. Placeringen af de tre områder fremgår nederst på Fig. 3.17. Den nærmere historie for de tre områder findes i Appendix 1.



Figur 3.18 Fordelingen af stoffer på V2 kortlagte grunde i Horsens by

3.5.3 Udvalgelse af miljøfremmede stoffer

I forbindelse med udvælgelsen af miljøfremmede parametre til analyse har hyppigheden af stoffernes forekomst, fundne koncentrationer, samt økotoksikologiske effekter indgået i overvejelserne. Der er taget udgangspunkt i Region Midtjyllands GeoGIS database, som indeholder samtlige analysedata for V2 kortlagte arealer. Resultater fra sedimentundersøgelser i forbindelse med kystvandsrapporter og klaplagsansøgninger (hvor man fra et skib til søs lader materiale falde ned på havbunden, fx fra oprensning af havne eller sejlrender), har bl.a. ligget til grund for udvælgelse af analyseparametre.

Derudover er der under udvælgelsen taget hensyn til at stofgrupper responderer forskelligt på oversvømmelser, herunder at eksempelvis flygtige komponenter mobiliseres hurtigere. På denne baggrund blev analyseparametrene i KIMONO bestemt til:

Udvalgte KIMONO parametre:

- Olie med BTEX
- PAH'er (16 EPA stoffer)
- Chlorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter
- Phenoler
- Metaller (AS, Cd, Cr, Cu, Hg)
- MTBE
- TBT

3.5.4 Monitoringsstrategi

Et monitoringsnetværk blev etableret med henblik på at opnå en hensigtsmæssig geografisk dækning af den centrale del af Horsens by med hensyntagen til kortlægningen af oversvømmelsestruede arealer og forurenede grunde. Samtidig var det interessant at få belyst den hydrauliske kontakt mellem grundvand og kystvand. Eksisterende boringer med en relevant placering blev inddraget. Derudover blev der etableret boringer i to faser (Boreprofiler fremgår af Appendix 2).

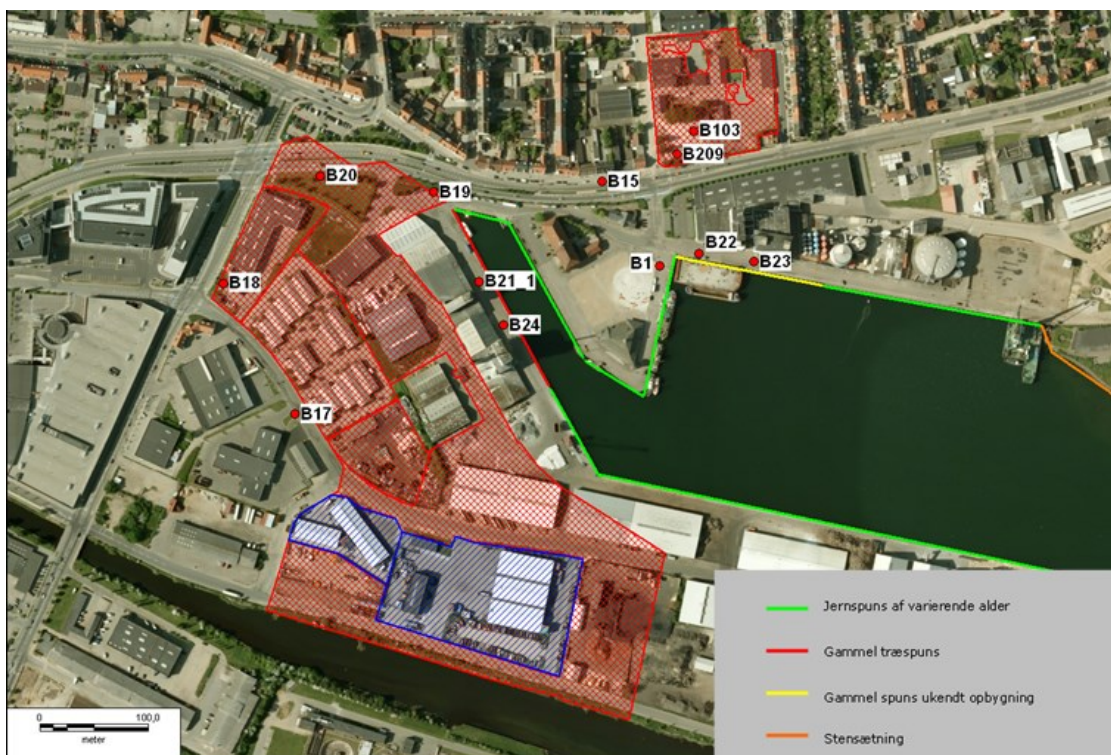
3.5.5 Fase 1

I første fase blev der etableret fire boringer (B17-B20) med henblik på monitoring af det terrænnære grundvand inden for den potentielle oversvømmelseszone. Boringernes placering fremgår af Fig. 3.19. Boringerne blev udført med 6 tommer sneglebor, og der blev etableret filtersætning i det først identificerede grundvandsmagasin. Hensigten med placeringen af boringerne var nærmere at belyse grundvandspotentialet samt forureningsniveauet i området. Der blev udtaget vandprøver til analyse for KIMONO parametrene i de nyetablerede boringer samt i de relevante eksisterende boringer.

Efterfølgende blev der installeret "divere" til logning af vandspejlsfluktuationerne i de nye boringer.

På baggrund af resultaterne fra første monitoringsfase, som er nærmere beskrevet i kapitel 4.3, hvor der mod forventning ikke var gennemslag af tidevandsfluktuationer i grundvandspejlet i monitoringsboringerne, blev der indhentet oplysninger omkring havnebassinets spunsopbygning. Det viste sig at spunsen der omkranser det indre havnebassin er af varierende alder og karakter. Spunsenes beliggenhed er illustreret på Fig. 3.19. Sammenstilling af resultaterne fra første monitoringsrunde, samt viden om spunsopbygningen gav anledning til en hypotese om fri vandudveksling på strækningerne med gammel træspuns og gammel spuns af ukendt opbygning, mens der på strækningerne med jernspuns formodes at være minimal eller ingen vandudveksling.

Samtidig medførte analyseresultaterne fra monitoring ved Horsens Losseplads at fokus i fase 2 blev koncentreret omkring Collstrop grunden og gasværksgrunden.



Figur 3.19: Kort over havnebassinet med de kortlagte områder for Collstrop (det sydlige område med borerne B17-B18-B20-B19-B21_1-B24) og den tidligere gasværksgrund (B103-B209). Monitoringsboringerne er angivet med røde punkter og borings ID. Spunsenes beliggenhed og opbygning er angivet med forskellige signaturer.

3.5.6 Fase 2

I anden fase blev der etableret yderligere fire borer (B21-B24). Boringernes placering fremgår af Fig. 3.19. Boringerne blev placeret parvis langs de spunstrækninger, hvor der formodes at være fri vandudveksling, og hvor det samtidig forventedes at finde forureningsfanen for henholdsvis Collstrop grunden og gasværksgrunden. Boringerne blev udført med 6 tommer sneglebor. Det var hensigten at etablere borerne parvis, således at der etableredes en kortere boring med ét filter og en dybere boring med to filtre. På den nordlige strækning nedstrøms gasværksgrunden blev der dog kun truffet ét vandførende lag inden for de øverste 15 m u.t.

Der blev efterfølgende udtaget vandprøver til analyse og installeret diverer til logning af vandspejlsfluktuationer i borerne (Appendix 3).

3.6 Interessentinvolvering i KIMONO

En interessentinvolveringsplan redegør for, hvilke interessenter der skal involveres, spille-regler, formål for workshops, kommunikation osv. Interessentinvolveringsplanen skal der-med beskrive planerne for involvering af interessenter i KIMONO. Følgende punkter indgik i interessentinvolveringsplanen for KIMONO (Se Appendix 5):

- 1) En fælles forståelse af problemer og udfordringer,
- 2) Overordnede mål og formål, principper for involveringen,
- 3) Afklaring af teamroller/ansvar,
- 4) Lister over interessenter der skal involveres til de to workshops,
- 5) Interessentanalyser og myndighedsroller,
- 6) Strukturering af workshops incl. evt. offentlige møder/individuelle møder,
- 7) Valg af facilitator til workshops,
- 8) "Mission statements" for to workshops,
- 9) Tidsplan for workshops og evt. planlægningsmøder,
- 10) Ressourceforbrug,
- 11) Formidlingsinitiativer. (information til offentlighed og interessenter).

3.6.1 Fælles forståelse af problemer og udfordringer

Den fælles forståelse af problemer og udfordringer er omtalt i baggrundafsnittet ovenfor. Her skal tilføjes nogle få detaljer, der knytter sig til nye risici som følge af klimaeffekter.

Forurening af drikkevand. Den nuværende vandindvinding fra Bækkelund vandværk, der indvinder grundvand under den sydlige del af Horsens by (ca. 100.000 m³/år), vurderes i dag ikke direkte truet af punktkilderne, men kan indirekte komme i farezonen, hvis der skulle ske væsentlige oversvømmelser af den sydlige del af Horsens fra Bygholm å eller fra Inderfjorden. Der er evt. behov for konkrete vurderinger med den hydrologiske model for Horsens by heraf.

Forurening af arealer med følsom arealanvendelse er også i spil, idet arealer i bymidten i fremtiden tænkes anvendt til forskellige formål fx i Masterplanen for havnen. Eksempelvis er Håndværkerhusene på Collstropgrunden, af hensyn til eliminering af indeklimapåvirkningen fra jordforureningen med tjærestoffer, ventillerede. Ændret grundvandsstand og/eller hyppigere oversvømmelser af arealerne kan evt. påvirke nuværende afværgetiltags funktionalitet. Der skal formentlig laves en miljøhandlingsplan for Gammel Havn området og øvrige områder i Masterplanen, der kan belyse nødvendige tiltag. KIMONO undersøgelsen skal belyse om ændringer i grundvandsstand, oversvømmelsesrisiko og evt. ændret forureningsspredning fra Collstrop grunden har betydning for fjorden. Det gamle gasværk og andre potentielle punktkilder vil kræve yderligere foranstaltninger i forhold til fx miljøhandlingsplan og/eller i forhold til påtænkte klimatilpasninger.

Forurening af overfladevand. Der siver i dag forurening fra punktkilderne til fx havnen og fjorden. Mængderne er dog ikke nærmere kvantificerede. Men udsivning til havnen og fjorden vurderes ikke at være forenelig med fx badning i havnen. Det er desuden uklart, om disse forureninger på sigt vil udgøre barrierer for opnåelsen af miljømålene for Horsens fjord og de tilhørende Natura 2000 områder tæt på fjorden. Masterplanen indeholder visioner om en fremtidig badestrand, der sammentænkes med et evt. fjordbad ved lystbådehav-nens dækmole. Forudsætningerne for anlæggelse af en badestrand, herunder strømningsforhold, vandkvalitet mv. skal derfor undersøges i forhold til forureningsspredninger fra los-seplads, fra Collstrop grunden og fra det Gamle Gasværk. Såvel Horsens Inderfjord som Havne og "klappladser" er i Vandplanen vurderet som områder med behov for stofbestemt indsats.

Sedimentundersøgelser i forbindelse med klapsagsansøgninger. De nyeste sedimentundersøgelser, der er foretaget i forbindelse med klapsøgninger, er lavet i juni 1999, hvor der blev udtaget prøver af havnebassinet i Horsens Havn i forbindelse med en klapsøgning fra Horsens Havn. I forhold til baggrundsværdier for tungmetaller i tilsvarende ikke kildebelastet sediment med samme glødetab, var der forhøjede værdier for TBT, kobber og cadmium. Det forurenede sediment blev i forbindelse med oprensningen deponeret i et spulefelt.

Sedimentundersøgelser i forbindelse med NOVANA overvågningen i fjorden. I Vejle Amts kystvandsrapport fra 1998, side 98 - 99, konkluderedes, at PAH sammensætningen med relativt høje værdier af flouranthen og pyren i såvel muslinger som sediment tyder på en belastning fra Colltropgrunden ude i fjorden. Efter 2006 er der lavet undersøgelser for miljøfremmede stoffer (MFS undersøgelser) på én muslingestation i Horsens inderfjord i 08 og 10, data er ikke afleveret. Generelt er der kun undersøgt for en lille del af de potentielt "udvaskbare" MFS-stoffer fra land. Det er således kun muligt, se amtsrapporten fra 1998, for nogle få stoffers vedkommende at sammenligne niveauer af stoffer i porevandet på depoterne med samme stoffer i fjordmiljøet. En kildeopsporing i fjorden ville kræve et specielt designet monitoringsprogram med det sigte.

Stoffer med størst massepåvirkning. For de undersøgte stoffer, er der for dem med potentiel størst massepåvirkning, i BEK nr. 1022 af 25/08/2010 fastsat miljøkvalitetskrav for (se Tabel 3.2):

Tabel 3.2 Miljøkvalitetskrav for stoffer med størst massepåvirkning

Stoffets navn	Generelt kvalitetskrav µg/l	Korttidskvalitetskrav µg/l
Arsen	0,11	1,1
TBT	0,0002	0,0015
Xylenoler	1,31	132
Phenol	0,77	310
naphthalen	1,2	Anvendes ikke
BTEX - toluen	7,4	380
BTEX – benzen	8	50
BTEX - xylener	Σ =1	Σ =100
Chrom 6	3,4	17
Klorerede kulbrinter (der er fastsat generelle kvalitetskrav for 24 klorerede kulbrinter på vidt forskelligt niveau, se BEK nr 1022 af 25/08/2010)		

De enkelte kvalitetskrav for stofferne vil afspejle, hvor toksiske de hver især er i det marine miljø.

I en situation hvor der sker udledning af miljøfarlige stoffer, f.eks. fra et depot, der ikke er fastsat kvalitetskrav for, ville der skulle udarbejdes kvalitetskrav for de pågældende stoffer.

3.6.2 Overordnede mål med involveringen

Det er i interessentinvolveringsplanen vurderet, at det i første omgang på grund af problemets kompleksitet, primært vil være professionelle interessenter, der skal involveres, altså fagfolk og interessenter der er repræsentanter fra myndigheder (kommuner, regioner, stat, forskningsinstitutioner og rådgivende ingeniører) samt øvrige professionelle interessenter (evt. politikere der er repræsentative i forhold til borgergrupper).

Da der kræves en del tekniske forudsætninger for at kunne deltage i modelworkshops vurderes det, at egentlig borgerinvolvering ikke er relevant i KIMONO sammenhængen. Information til offentligheden, og kommunikation i forhold til klimaråd og bæredygtighedsudvalg (fx i Horsens kommune) vurderes dog vigtig at have for øje fra starten, da en lidt bredere

involveringstilgang kan være med til at give adgang til vigtig lokal viden, holdninger, værdier mm. og sikre større repræsentativitet og gennemslagskraft, i forhold til ved afslutningen af projektet at kunne kommunikere væsentlige erkendelser fra projektet.

De konkrete hovedformål med involveringer kan formuleres som følgende:

- at engagere interessenter, myndigheder og forskere i opbygning af en fælles forståelse af, hvad problemet er og hvilke udfordringer fremtidige klimaeffekter kan få på forureningsspredning og tilstand i grundvand, i forhold til infrastruktur, byggeri, vandløb og fjorde (badevand og dyreliv) i byområder placeret ved østjyske fjordmundinger
- at etablere diskussions-rum/interaktion mellem fagfolk (hydrogeologer), myndigheder og øvrige interessenter omkring udviklingen af KIMONO konceptet, herunder kvalitetssikring af hydrologisk model og risikostyringsplanlægning¹

3.6.3 Afklaring af teamroller/ansvar og myndighedsroller

En analyse af ansvarsområder i interessentinvolveringsplanen viste, at Horsens kommune er ansvarlig for risikostyringsplaner og handleplaner i forbindelse med Vandplaner/Natur 2000. I 2013 er Horsens kommune (som alle andre kommuner) ansvarlig for, at der er udarbejdet en klimatilpasningsplan for kommunen. Derudover er kommunen ansvarlig for kommuneplaner og overvågning.

Region Midtjylland har myndighedsopgaven med punktkilder efter jordforureningsloven. Regionen er ansvarlig for monitoringsnet omkring punktkilder og hydrogeologiske input til detailmodel for Horsens by. Efter jordforureningsloven skal regionerne i prioriteret rækkefølge undersøge de steder, hvor der erfaringsmæssigt kan være så forurenet, at der er behov for oprydning, og herefter rydde op, hvor der er behov. Dette indebærer, at regionerne skal varetage den overordnede kortlægning og videre indsats (f.eks. rådgivning, oprydning og afskæring) i forhold til forurenet jord over afskæringskriteriet, og at kommunerne skal rådgive om nødvendige forholdsregler ved lettere forurenet jord samt samarbejde med regionerne om kortlægningen af forurenet jord.

Med et nyt lovforslag lægges der op til, at regionerne fremover systematisk inddrager arealet, hvor der er jordforurening eller kilder til jordforurening, der kan have skadelig virkning på overfladevand, under den offentlige afværgeindsats i love om forurenet jord.

Elementerne i interessentinvolveringsplanen bl.a. strukturering af workshops, valg af facilitator, mission statements, tidsplan, ressourceforbrug og formidlingsaktiviteter beskrives under resultatafsnittet.

¹ I skrivende stund er Horsens fjord ikke udpeget som risikoområde jf. oversvømmelsesdirektivet (Kun Juelsminde området er her udpeget).

4 Resultater

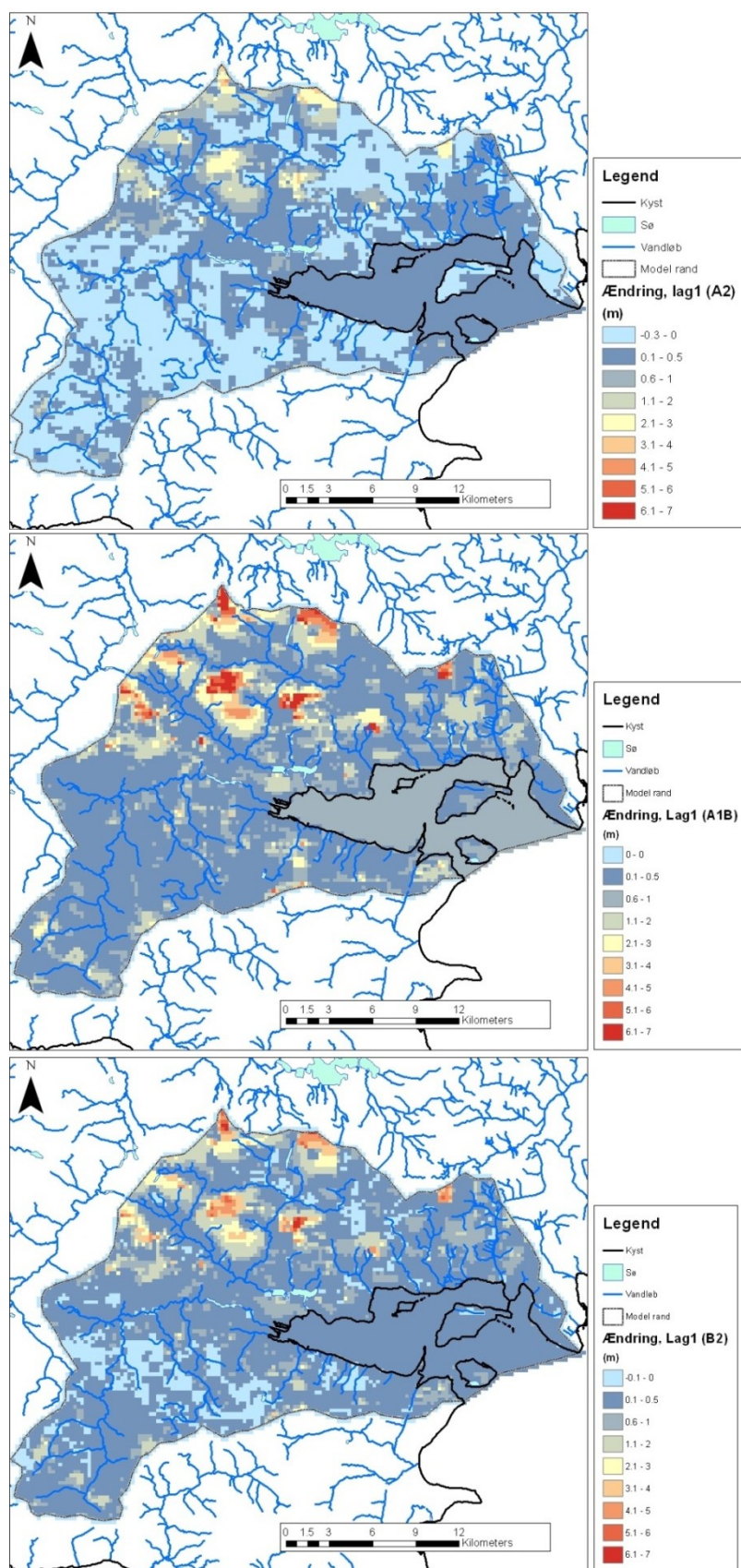
4.1 Nedskalering fra klima til regional hydrologisk model

På Fig. 4.1 ses resultater for ændringerne i grundvandsstanden for Horsens Fjord modellen for hhv. A2, A1B og B2 scenarierne (Appendix 4). I alle tre tilfælde repræsenterer resultaterne middelværdien for perioden 1991-2010 sammenlignet med middelværdien for fremtidsperioden. Positive værdier betyder at grundvandsstanden stiger i fremtiden. Der er benyttet samme skala på figurerne og resultaterne kan dermed sammenlignes umiddelbart. I alle tilfælde er det antaget, at havniveauet ikke stiger i fremtiden, så de viste resultater er udelukkende et resultat af ændringer i nedbør, temperatur og fordampning.

I A2 scenariet (øverst) sker der i den sydvestlige del af modelområdet små fald i grundvandsstanden. Dette kan forekomme paradoksalt, da nedbøren i A2-scenariet stiger markant, se Fig. 3.1. Det skyldes imidlertid, at grundvandsstanden i dette område allerede under nuværende klima står forholdsvis højt, og at den ekstra nedbør i vinterperioden primært strømmer af til drænsystemet. Om sommeren vil den højere potentielle fordampning i A2 scenariet (se Fig. 3.1 nederst) resultere i en større fordampning, da grundvandet her står relativt højt og derfor kan trækkes op af vegetationen. I den nordlige del af modelområdet, hvor dybden til grundvandsspejlet er større, ses der stigninger i grundvandsstanden på op til ca. 3 m.

I A1B scenariet, Fig. 4.1 midt, forekommer der betydeligt større stigninger i grundvandsstanden. Til forskel fra A2 scenariet forudsiger A1B scenariet en større mængde nedbør i perioden fra april til november i forhold til nutidssituationen. Samtidig er referencefordampningen i A1B scenariet betydeligt mindre end i A2 scenariet, Fig. 3.1, og den aktuelle fordampning er derfor væsentlig mindre end for A2 scenariet. Samlet betyder det, at grundvandsdannelsen bliver større og grundvandsstanden derfor stiger mere end for A2 scenariet. I den sydvestlige del findes der stigninger på op til en halv meter. I dette område er grundvandsstigningerne igen begrænset af drænsystemet. I den nordlige del findes der stigninger på helt op til 6-7 meter, primært placeret i områder, hvor der under nuværende klima er forholdsvis langt ned til grundvandsspejlet.

B2 scenariet giver resultater, som er meget lig men dog mindre markante end dem for A1B scenariet. Generelt findes der beskedne stigninger i grundvandsstanden i den sydvestlige del af modelområdet, mens der findes kraftige stigninger i den nordlige, kuperede del af området.



Figur 4.1 Ændring i grundvandsstand for Horsens Fjord oplandet for hhv. A2 (øverst), A1B (midt) og B2 (nederst) klimascenarierne.

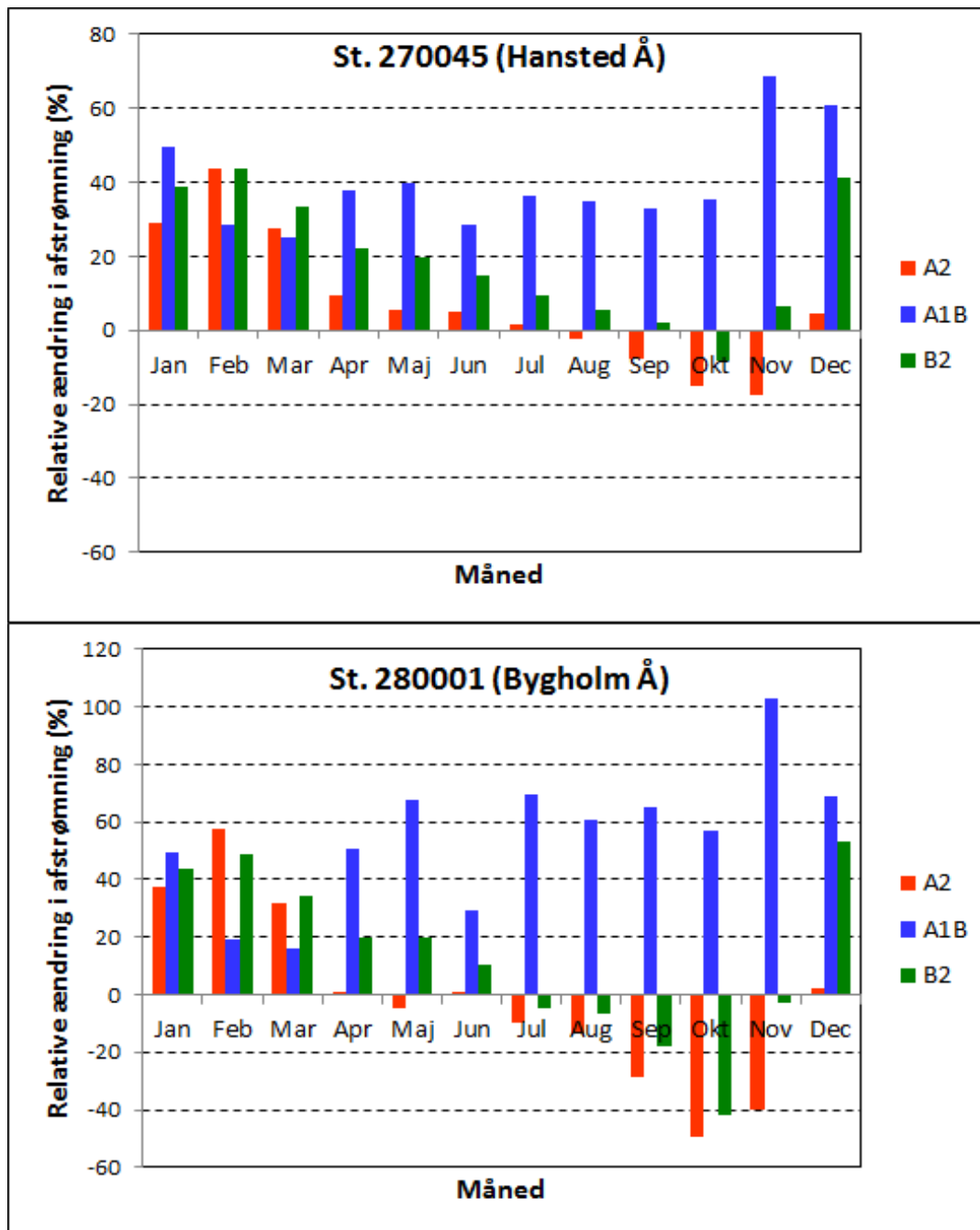
På Fig. 4.2 ses resultater for vandløbsafstrømning for vandføringsstation 270045 beliggende nedstrøms i Hansted Å og station 280001 beliggende i Bygholm Å, umiddelbart opstrøms Bygholm Sø. De to stationers placering kan ses af Fig. 3.4. Fig. 4.2 viser den relative ændring i måneds middel afstrømning. En relativ ændring på eksempelvis 10% betyder, at vandføringen i middel stiger med 10% i fremtiden i den pågældende måned.

For Hansted Å, Fig. 4.2 øverst, findes der for A2 scenariet markante stigninger i vandføringen i perioden januar til marts. I februar findes der en stigning på over 40%, hvilket er et resultat af den store stigning i vinternedbøren for dette scenarie. I den resterende del af året findes der beskedne ændringer og i efteråret forudsiges der fald i vandføringen på af størrelsesorden 10-20%. Effekten af den lave sommer- og efterårs-nedbør, samt den høje fordampning slår direkte igennem på afstrømningen. For B2 scenariet findes et respons, som svarer nøje til A2-scenariet. Dog observeres der større stigninger i vinterhalvåret og mindre reduktioner om efteråret.

A1B scenariet adskiller sig fra de to andre scenarier ved, at der her predikteres store stigninger i vandføringen hele året. Om sommeren findes der stigninger på over 30% og i november og december er stigningen på over 60%. For dette scenarie slår effekten af, at nedbøren forudsiges at stige hele året tydeligt igennem på vandløbsafstrømningen.

Nedre del af Fig. 4.2 viser klimaændringernes effekt på Bygholm Å systemet, som afdræner den forholdsvis flade syd-vestlige del af området. For A2 scenariet findes der for vinterhalvåret ændringer i vandføringen som er sammenlignelige med eller lidt større end for Hansted Å (30-60%). Til gengæld reduceres vandføringen i sensommeren og efteråret betydeligt mere, end det var tilfældet for Hansted Å. I oktober reduceres vandføringen med næsten 50% i forhold til det nuværende niveau. Dette kan virke paradoksalt taget i betragtning, at det er de samme klimaændringer, som er påført de to vandløbsoplande. Det skyldes imidlertid, at grundvandsspejlet generelt står meget tættere på terræn i oplandet til Bygholm Å end det gør i Hansted Å. Grundvandet ligger derfor så tæt på jordoverfalden, at det kan trækkes op med planterne og fordampes til atmosfæren. Mængden af vand der er tilgængelig for grundvandet og dermed afstrømningen til vandløbene reduceres derfor for den syd-vestlige del af området.

Mens det samme mønster tegner sig for B2 scenariet, skiller A1B scenariet sig igen ud. For Bygholm Å findes der stigninger på helt op over 100% i november, svarende til en fordobling af vandføringen i forhold til de nuværende klima. Det er også værd at bemærke, at de laveste relative stigninger i vandføringen optræder i perioden januar til marts, som ellers er de måneder, som forudsiges at stige mest i A2 og B2 scenarierne, mens de største relative stigninger findes i perioden maj til december. Det betyder imidlertid ikke, at vandføringen i absolutte mængder stiger mest i sommerperioden. Figuren afbilder relative ændringer og da den nutidige vandføring, der anvendes som reference, er størst i vinterhalvåret, vil den absolutte stigning stadig være størst i denne periode.



Figur 4.2 Ændring i månedlig middel vandføring ved Hansted Å (øverst) og Bygholm Å (nederst) for klimascenarium A2, A1B og B2.

4.2 Nedskalering fra regional til lokal hydrologisk model

Resultaterne for grundvandsstand og vandløbsafstrømning præsenteret ovenfor er efterfølgende anvendt til at beskrive randbetingelserne til den lokale model i et fremtidigt klima. Lokalmodellen er derefter anvendt til at kvantificere effekten af ændrede klimaforhold og stigende havniveau.

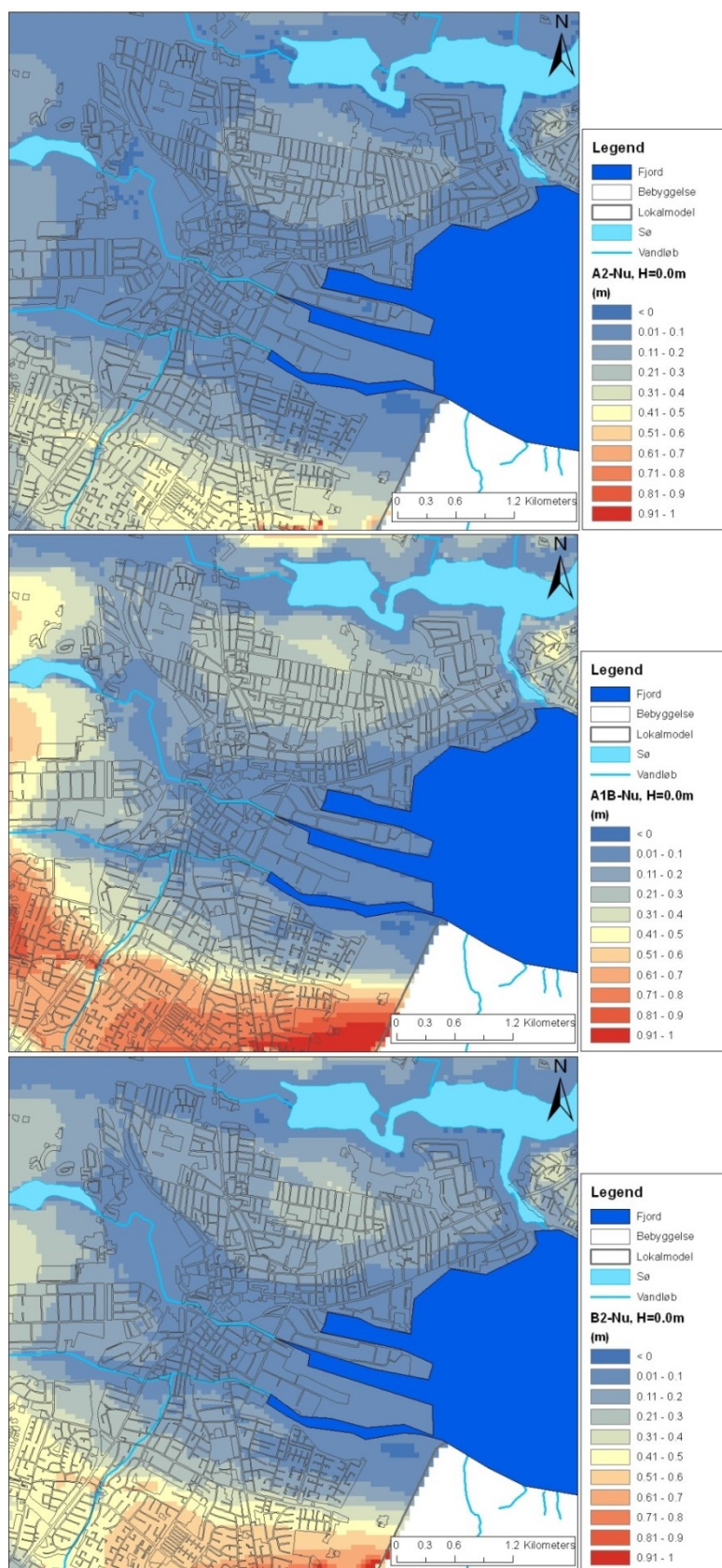
4.2.1 Grundvand

På Fig. 4.3 ses effekten af klimæændringer på grundvandsstanden i og omkring Horsens By. Havniveauet er antaget at være uændret i fremtiden og de viste resultater afspejler kun ændringerne i nedbør, temperatur og fordampning.

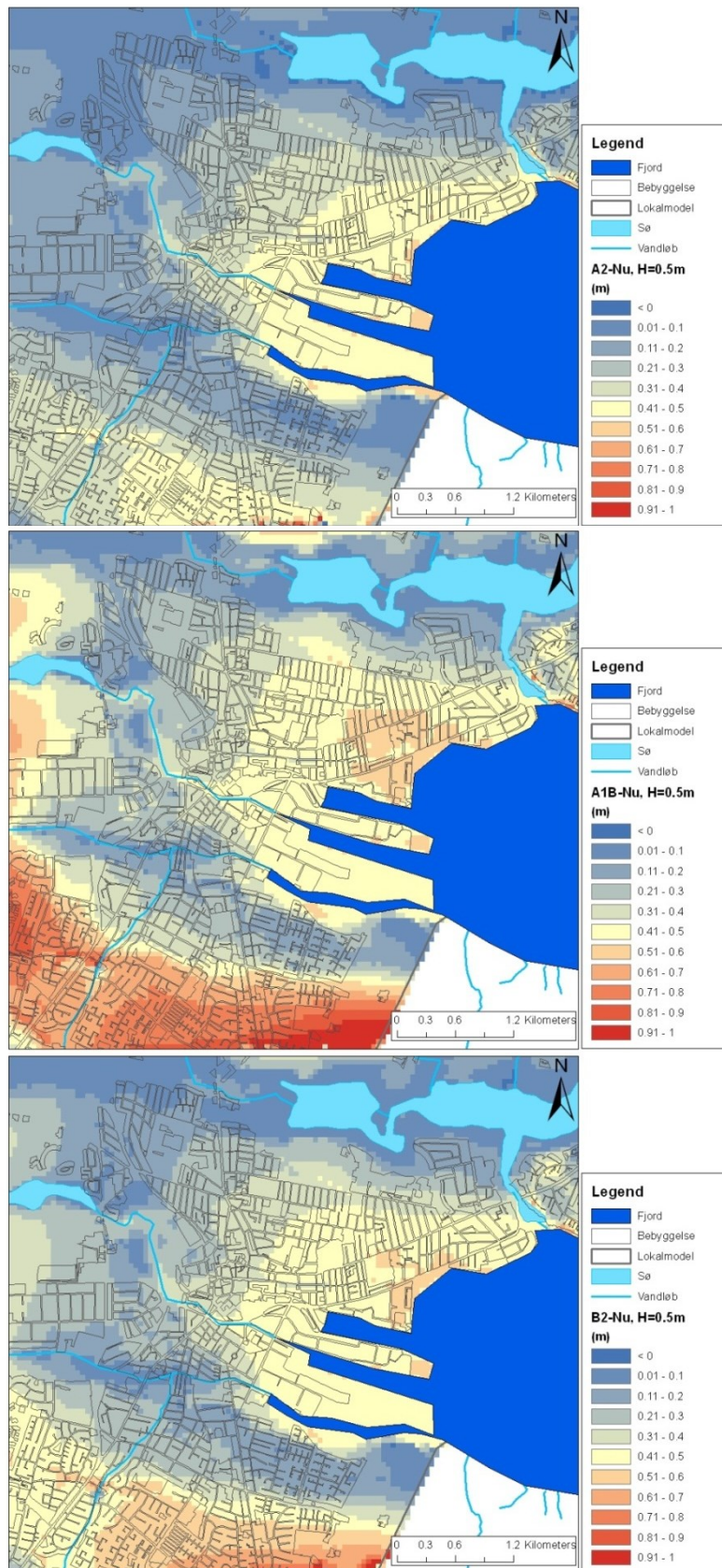
Øverst på Fig. 4.3 er stigningerne i grundvandsstanden forårsaget af klimascenarium A2 vist. I den centrale del af byen findes der relative små stigninger på op til ca. 10 cm. Dette skyldes delvist, at området er placeret tæt på havnen, hvor vandstanden er fastholdt på det nutidige niveau. Da vandløbene er i kontakt med havet, vil der i nærheden af Bygholm Å og de nedstrøms dele af Dagnæs Bæk også være beskedne ændringer i grundvandsstanden. Stigningerne er lidt større på bakken op mod Nørrestrand og mod syd, men i ingen af tilfældene ses stigninger på over en halv meter.

Der observeres betydeligt større stigninger i A1B scenariet, Fig. 4.3 midt. Specielt i den sydlige del af byen findes der kraftige stigninger på op til næsten én meter. For den centrale del af byen findes der igen meget små ændringer, som skyldes det fastholdte havniveau. B2 scenariet, nederst Fig. 4.3, resulterer en mellemting mellem de to andre scenarier.

Fig. 4.4 illustrerer hvad der sker, når både klimaet og havniveauet ændres (en halv meters stigning). I den centrale del af byen og i havneområdet ses grundvandsstanden at følge med havniveaustigningen. Der findes derfor sammenlignelige resultater for de tre scenarier, hvor grundvandsstanden i de områder, der ligger tæt på havnen, oplever grundvandsstigninger på 40 til 50 cm. Til gengæld ses ændringerne længere væk fra havet, specielt i den sydlige og vestlige del af figurene, at være sammenfaldende med resultaterne vist på Fig. 4.3. Disse ændringer er med andre ord et resultat af ændringerne i klimaet og er ikke påvirket af havniveaustigningerne. Det bemærkes også, at for A1B og B2 scenarierne er effekten af klimæændringerne betydeligt større end effekterne af havniveaustigningen.



Figur 4.3 Ændringer i grundvandsstand i Horsens for klimascenarium A2 (øverst), A1B (midt) og B2 (nederst).



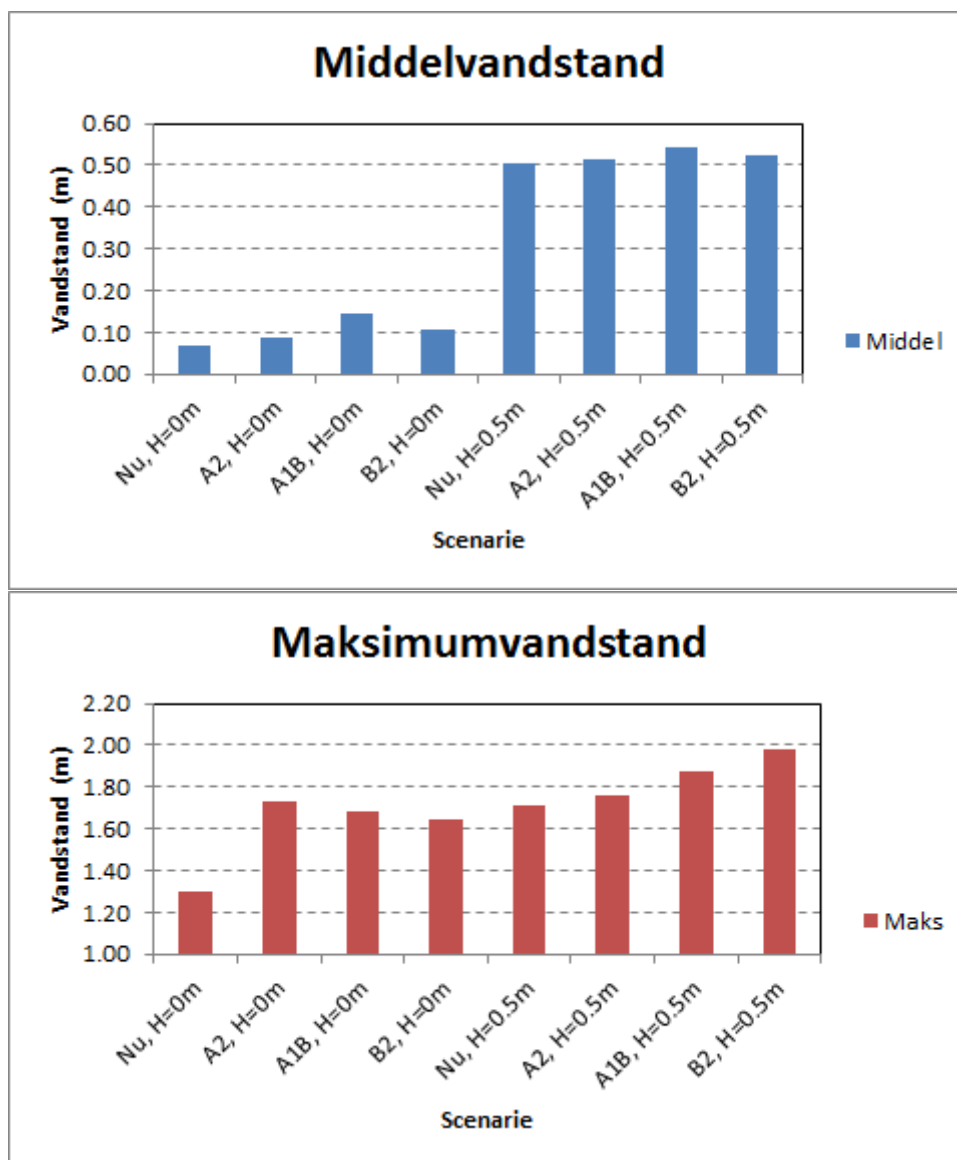
Figur 4.4 Ændringer i grundvandsstand i Horsens for klimascenarium A2 (øverst), A1B (midt) og B2 (nederst) samt havniveaustigning på 0,5 m.

4.2.2 Vandstand i vandløb

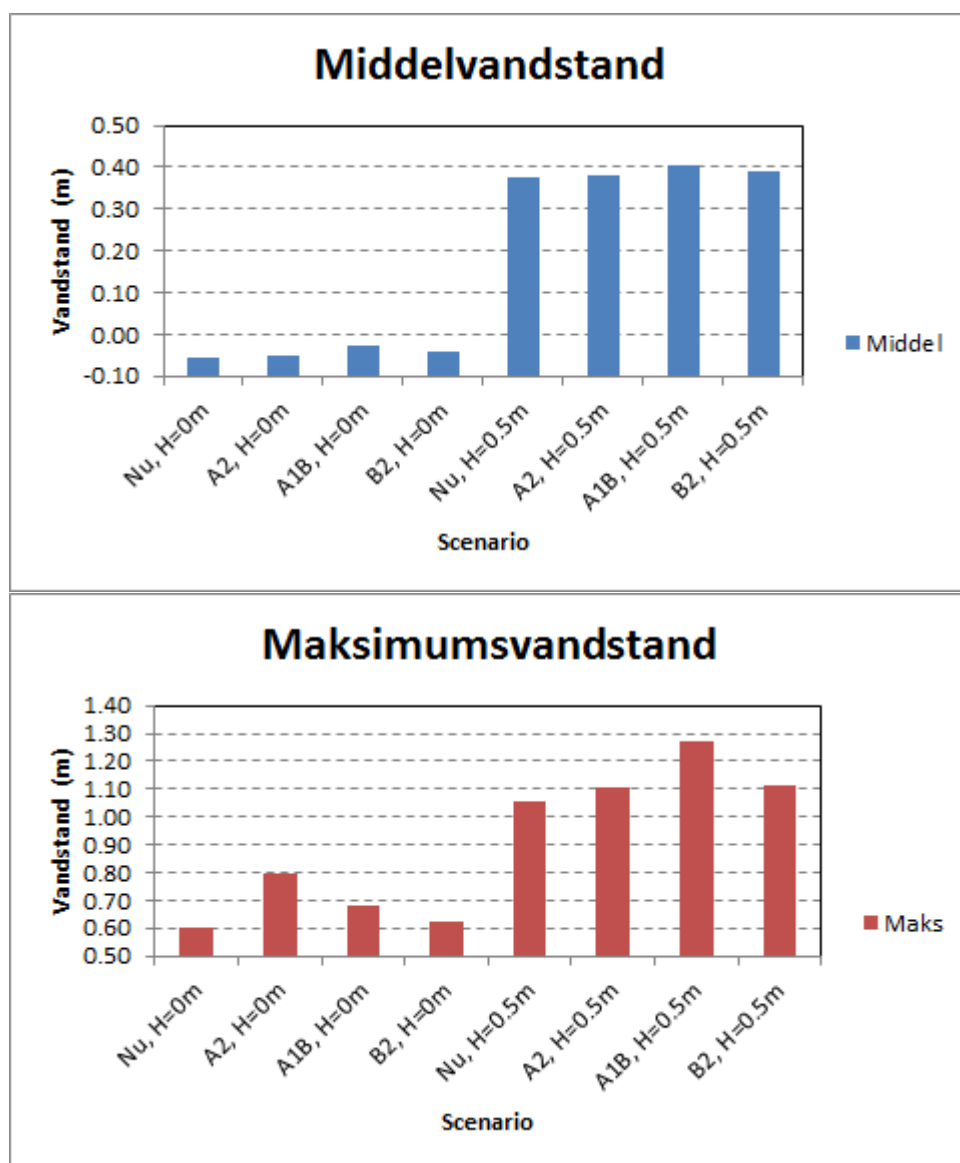
På Fig. 4.5 er vandstanden i Bygholm Å på en lokalitet lige nedstrøms Bygholm Sø (neden for dæmningen og umiddelbart opstrøms byen) vist. Øverst er middelvandstanden vist, og det ses, at beregningerne med øget havniveau (de fire søjler til højre) giver betydeligt større respons på middelvandstanden end klimaændringer alene gør (de fire søjler til venstre). Mht. middelvandstand i åen er klimaændringerne med andre ord ubetydelige i forhold til havniveaustigningerne. Hvis maksimumvandstanden betragtes, Fig. 4.5 nederst, er det tydeligt at det både er klimaændringerne og havniveaustigningen, som er ansvarlige for de høje vandstande. Den maksimale vandstand for A2 scenariet uden havniveaustigning findes til ca. 1.7 m, mens den tilsvarende værdi inklusiv havniveaustigning kun øges til 1.75 m. Til sammenligning er den maksimale vandstand under nuværende forhold bestemt til 1.3 m. Resultaterne for de øvrige scenarier er sammenlignelige med A2-scenariet. Timingen af hhv. stormflod og maksimal vandløbsafstrømning er vigtig for, om de to fænomener forstærker hinanden. Umiddelbart kan det imidlertid konkluderes, at både forøgelsen af vandløbsafstrømningen som følge af stigninger i nedbør og stigninger i havvandstanden kan udgøre en risiko for, at Bygholm Å går over sine bredder.

På Fig. 4.6 ses effekten af klimaændringer og havniveaustigning for Nørrestrand. Til forskel fra Bygholm Å er Nørrestrand beskyttet af en sluse. Slusen lukker i de tilfælde, hvor havniveauet er højere end søvandstanden. Vandet, der strømmer til Nørrestrand via Hansted Å, vil ikke kunne strømme videre ud i Horsens Fjord, og vandstanden i Nørrestrand vil derfor stige langsomt i takt med tilstrømningen. Det er i beregningerne antaget, at havniveauet ikke på noget tidspunkt overskrider slusens topkote, og havvand kan derfor ikke strømme over slusen. Mht. middelvandstand, Fig. 4.6 øverst, viser beregningerne, at hvis der kun påføres klimaændringer med ingen havniveaustigning vil vandstanden i gennemsnit være stort set upåvirket af klimaændringer. Hvor der i det nuværende klima findes en middelvandstand på ca. -5 cm, findes der for de tre klimascenarier værdier på mellem -5 cm og -2 cm. Hvis der også påføres havniveaustigning på en halv meter, stiger vandstanden i Nørrestrand tilsvarende.

Til gengæld er den maksimale vandstand i Nørrestrand mere påvirket af klimaændringer. Den maksimale vandstand stiger fra 0.6 m i det nuværende klima til 0.8 m i et A2 klima. Dette skyldes, at der i perioder med højt havniveau og slusen er lukket, strømmer mere vand til søen via Hansted Å. Det tilstrømmende vand er i denne situation "fanget" i Nørrestrand, og vandstanden stiger derfor. For A1B og B2 scenarierne findes lidt mindre stigninger. Hvis der yderligere påtrykkes en havniveaustigning på en halv meter (de fire søjler til højre), findes der tilnærmelsesvis en tilsvarende stigning i vandstanden i Nørrestrand. Den største maksimumsvandstand observeres for A1B scenariet, hvor vandstanden kommer op på ca. 1.25 m. Dette er betydeligt lavere end hvad der blev fundet for Bygholm Å, hvor beregningerne viste vandstande på helt op til to meter. Forskellen er, at Nørrestrand er reguleret af en sluse så høje havvandstande ikke får direkte indflydelse på søen.



Figur 4.5 Middelvandstand (øverst) og maksimumsvandstand (højeste døgnmiddel i 20 års periode) i Bygholm Å nedstrøms Bygholm Sø (Bygholm park) for A2, A1B og B2 klimascenarierne hhv. med og uden havniveaustigning (se også Appendix 4).



Figur 4.6 Middelvandstand (øverst) og maksimumsvandstand i Nørrestrand umiddelbart opstrøms slusen for A2, A1B og B2 klimascenarierne hhv. med og uden havniveaustigning (Se også Appendix 4).

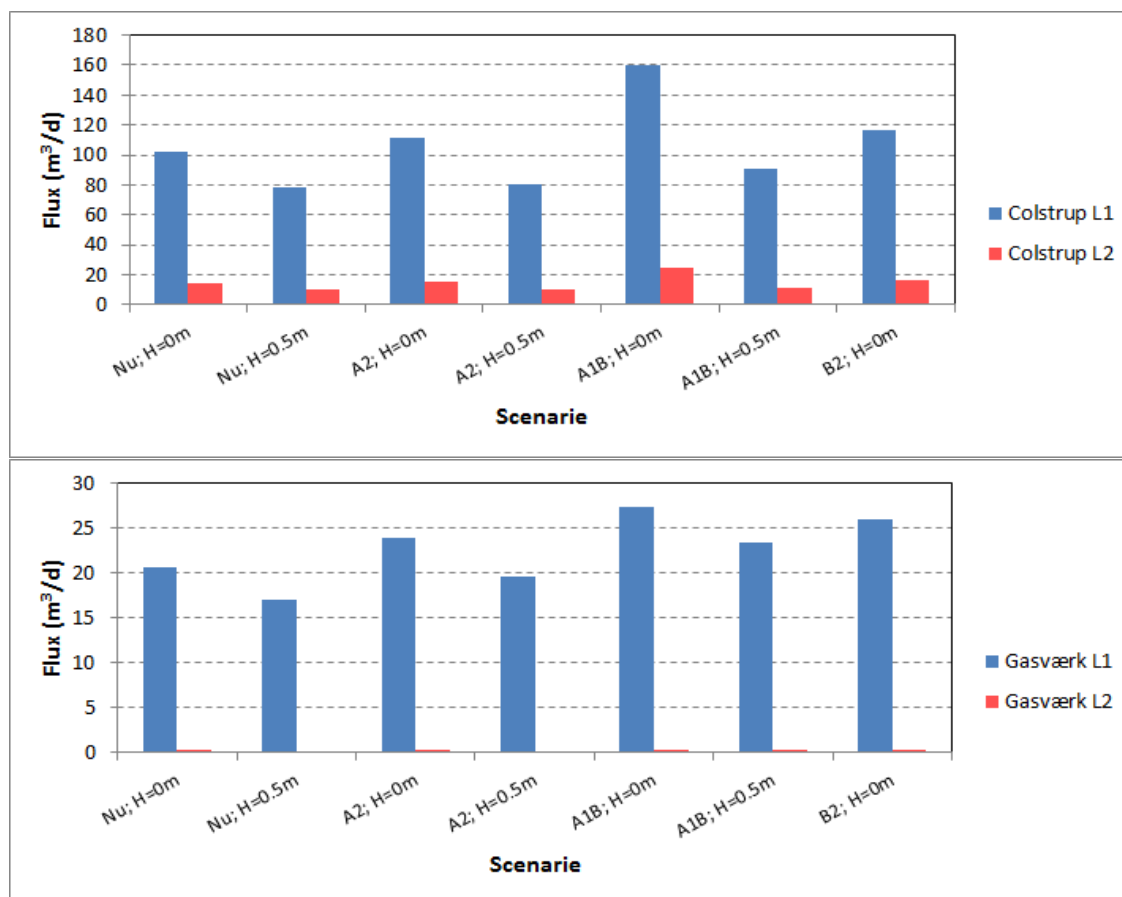
4.2.3 Udstrømning til havnen

På Fig. 4.7 er grundvandsudstrømningen fra hhv. Collstrop grunden og Gasværket vist for nutids- og fremtidsklima, både med og uden havniveaustigning. Øverst ses resultaterne for Collstrop. Den største udstrømning findes for det øverste lag i modellen (L1), som beskriver den antropogene geologi (fyld). Både for nutids- og A2-klima ses, at havniveaustigningen resulterer i en mindre flux til havnen. Det skyldes, at den hydrauliske gradient mod havet bliver mindre, når vandstanden i havnen stiger. Hvis resultaterne for det samme havniveau (f.eks. $H = 0$ m) betragtes, findes generelt en beskeden stigning. Dette skyldes, at grundvandsstanden på Collstropgrunden stiger som følge af de ændrede nedbørsforhold, om end denne stigning er forholdsvis beskeden.

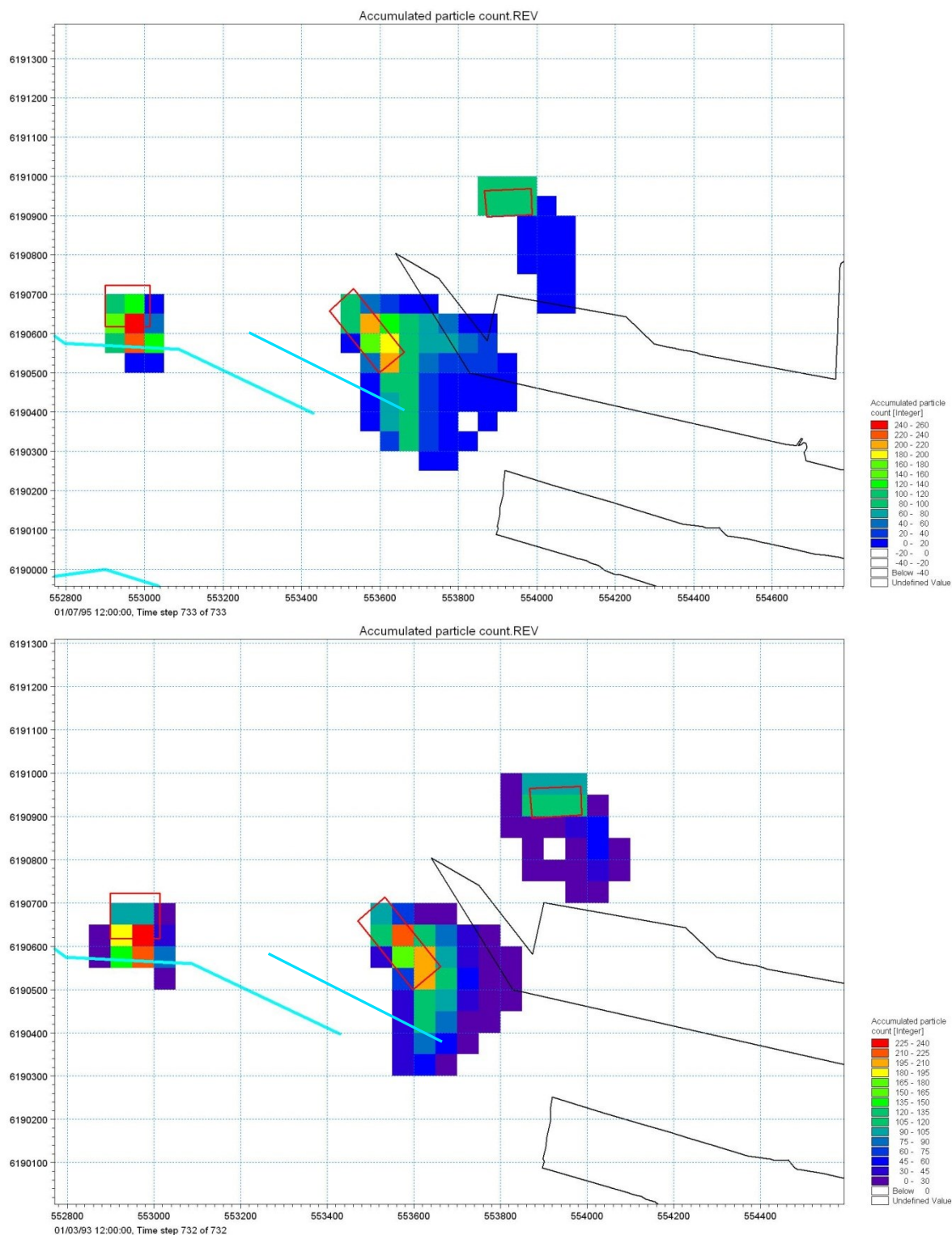
Ved sammenligning af resultaterne fra Collstrop og Gasværksgrunden ses, at udstrømningen fra Collstrop er betydeligt højere end fra Gasværket. Mens der for Collstrop beregnes en flux på af størrelsesorden $100 \text{ m}^3/\text{d}$, er den tilsvarende værdi for Gasværket på ca. $20 \text{ m}^3/\text{d}$, altså fem gange lavere. Det skyldes primært de geologiske forhold, hvor der øverst i jordprofilen ved Collstrop findes højerpermeabelt fyldjord, mens der nedstrøms Gasværksgrunden primært findes naturlig geologi med en lavere hydraulisk ledningsevne.

På Fig. 4.8 ses, hvordan en forurening, som frigives ved hhv. Collstrop og Gasværket, udbreder sig. Beregningerne er foretaget vha. partikelbaner. Ved sammenligning af den øverste figur, som repræsenterer nutidsklima, med den nederste figur, som repræsenterer et A2-klima, ses, at den overordnede strømningsretning og stofudbredelse er sammenlignelig i de to situationer. Strømningen fra Gasværket er primært orienteret mod syd, hvor eventuelt perkolat vil strømme direkte ud i havnebassinet. En del af udstrømningen fra Collstrop løber tilsyneladende mod nordøst, hvor det ender i havnebassinet. Der er imidlertid også en del, som strømmer mod syd og bliver fanget af den del af Bygholm Å, som løber ud i havnen.

Ud over ændringer i flux og strømningsretningen resulterer klimaændringerne også i en forøgelse af grundvandsspejlet (se Fig. 4.4). Der er derfor risiko for, at jordlag, der under nutidige forhold er umættede, i fremtiden kommer til at ligge under grundvandsspejlet. Det kan ændre kildestyrkevurderingen. Betydningen af ændret grundvandsstand for udvaskning fra punktkilder er ikke nærmere vurderet i KIMONO, ligesom at der heller ikke er foretaget nærmere undersøgelser af kildestyrken fra fx Gasværket eller Collstrop grunden, eller følsomhed i forhold til evt. ændret grundvandsstand.



Figur 4.7 Flux til havnebassin fra hhv. Collstrop-grunden og Gasværksgrunden for model-
lag 1 (øverst) og model lag 2 (næstøverst).



Figur 4.8 Udbredelse af stof der frigives ved Gasværksgrunden (nordøstlige område), Coll-strop grunden (centrale område) og på en lokalitet centralt i Horsens By (vestlige område). Øverst: Nutidsklima, ingen havniveaustigning. Nederst: A2 klima med 0,5 m havniveaustigning.

4.3 Potentiale – monitoring og risikovurdering

4.3.1 Boringer

Indledningsvis er der etableret 4 nye boringer (boring B17-B20), som sammen med 4 eksisterende boringer (B15, B1, B209 og B103), udgør det indledende monitoringsnetværk. I anden fase af undersøgelserne er der udført yderligere 4 boringer (B21-B24). Borejournaler kan ses i appendiks 2.

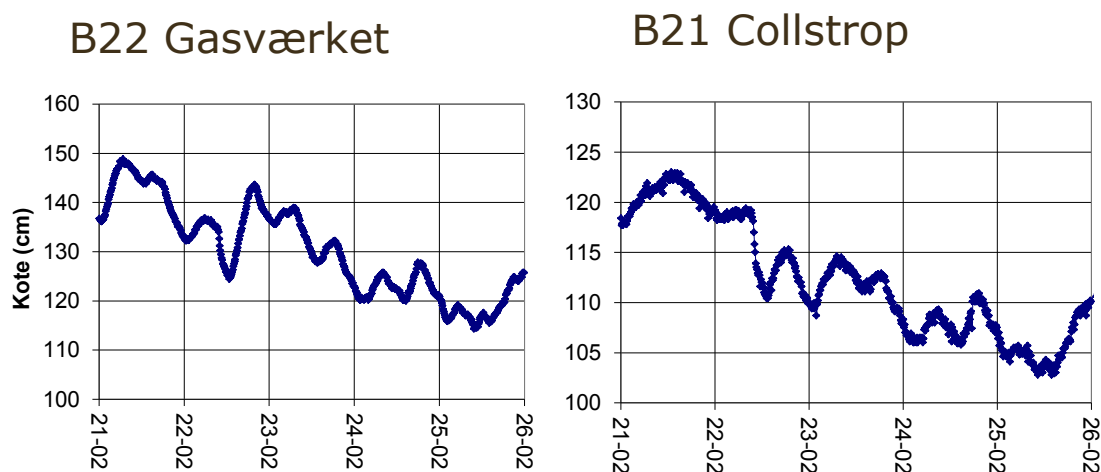
Boringernes placering fremgår af Fig. 3.19. I hovedtræk viser boringerne mellem 1 og 2 meter fyld med blandet karakter. Herunder er der fundet en lagserie med skiftende lag af ler (dynd) og sand, ofte med et meget stort indhold af organisk stof, planterester og skaller. Typisk er det øverst forekommende sandlag i næsten alle boringer stærkt vandførende. Boringerne B22 og B23 nedstrøms gasværket afviger herfra med mere lerede aflejringer og sandlagene er her fine og siltede med en svag vandføring.

4.3.2 Pejlinger og tidevandspåvirkning

I boringerne er udført manuelle pejlinger og opsamlet pejletidsserie ved brug af dataloggere (Diver). Pejledata indgår i den lokale hydrologiske model. Ud fra målingerne er det vurderet at grundvandet strømmer mod havnebassinet fra de havnenære arealer. I de opfyldte havnearealer, hvor Collstropgrunden ligger omkranset af vand på tre sider, strømmer grundvandet overvejende mod nordøst til havnen.

Det har vist sig at der ikke er nogen tydelig tidevandspåvirkning i potentialeniveauer i boring B17-B20. Det betyder, at den hydrauliske ledningsevne ikke er så god, at døgnvariation som følge af tidevandspåvirkning er til stede i afstande af 20-200 meter fra fjorden.

I boringerne B21-B24, udført nær havnebassinet, viser tidsserier af grundvandspotentialet, at der er tidevandspåvirkning og en god hydraulisk kontakt mellem boringerne og fjorden. Tidevandspåvirkningen, med to maksimum og to minimum potentialer inden for et døgn, fremgår af Fig. 4.9 som viser potentialet i en 5-døgnperiode i boring B21 ved Collstrop/Sdr. Kaj og Boring B22 ved Ndr. Kaj/gasværket.



Figur 4.9 Grundvandspotentialer i B21 og B22. De fluktuerende kurver afspejler tidevandspåvirkning.

4.3.3 Analyseresultater fase 1

Samtlige analyseresultater er vist i skema i appendiks 3.

I Boring B1, B15, B17, B18, B19 og B20 er der stedvis påvist arsen, TBT, kobber og lidt spor af chlorerede opløsningsmidler. Denne belastning vurderes at være et udtryk for en generel belastning i det havnenære byområde. I Boring B19 og til dels B20 er der desuden fundet grundvandsforurening med en række tjærestoffer (phenanthren, acenaphten m.m.), hvilket måske skyldes en påvirkning fra Collstrop.

I undersøgelsen er medtaget analyser fra tidligere undersøgelser af de to mest forurenede grundvandsboringer på Collstrop (Boring 87 og 87k Fig. 4.10a-c). Boring 88k er beliggende under den tidligere imprægneringshal, og 87k under den tidligere tjæretank. I de to boringer er der tidligere fundet massiv forurening med en række tjære og phenolforbindelser. Eksempelvis er der målt koncentrationer af naphtalen på op til 222.000 µg/l og xylenoler op til 14.074 µg/l.

På gasværksgrunden er der i 2011 foretaget analyser i boring B103 og B209. Analyserne viser en kraftig forurening med især sum af xylenoler og phenol. Xylenoler er fundet med indhold op til 7.110 µg/l og phenol op til 2.600 µg/l.

Analyser fra Horsens losseplads (B2 og B70) har vist, at der er sket et markant fald i perkolatets indhold af miljøfremmede stoffer. Indholdet er nu mellem 45 og 407 gange lavere end koncentrationer målt i 1988. På den baggrund er der i fase 2 valgt at fokusere på forurening fra Collstrop og fra Gasværket (Historik for forureninger, se Appendix 1).

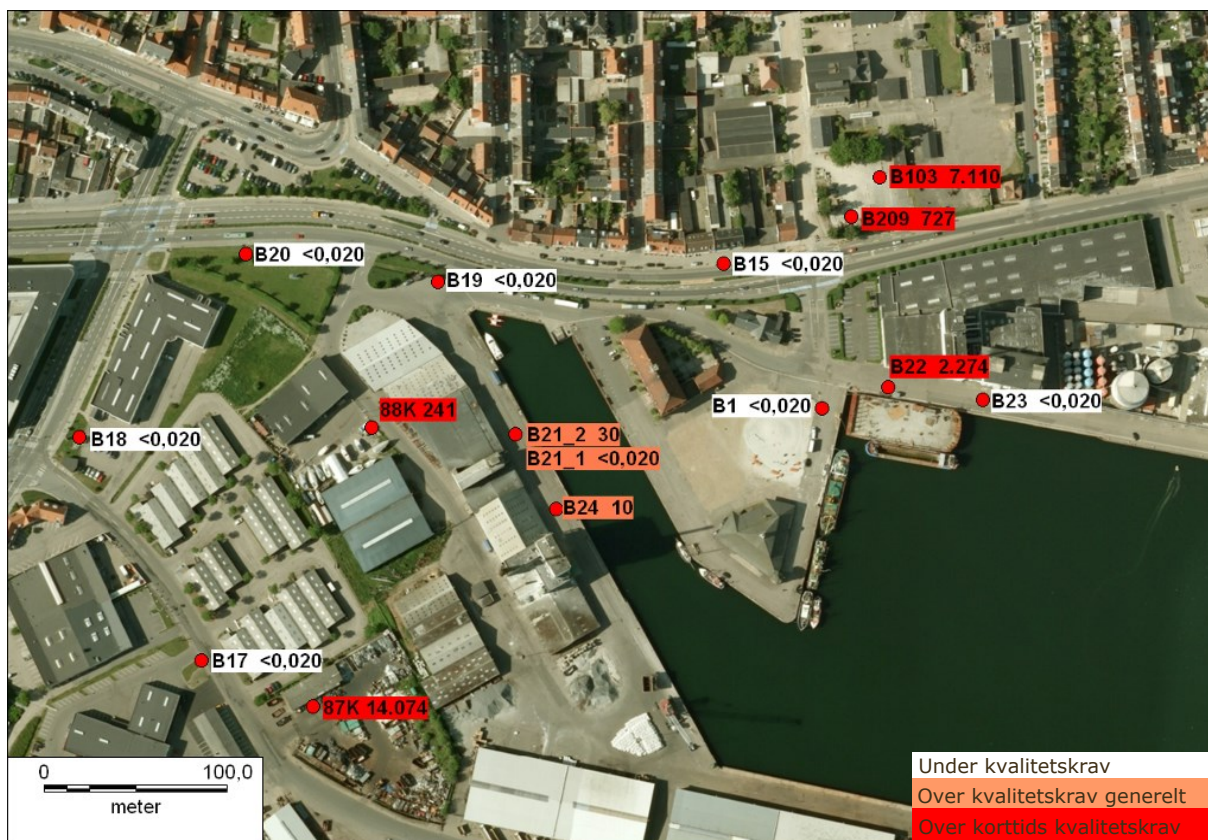
4.3.4 Forurening ved Collstrop, fase 2

Boring B21 og boring B24 er placeret umiddelbart nedstrøms de mest forurenede områder på Collstrop. Samtidig er boringerne placeret på selve kajen i et område af havnebassinet udført med en gammel træspuns.

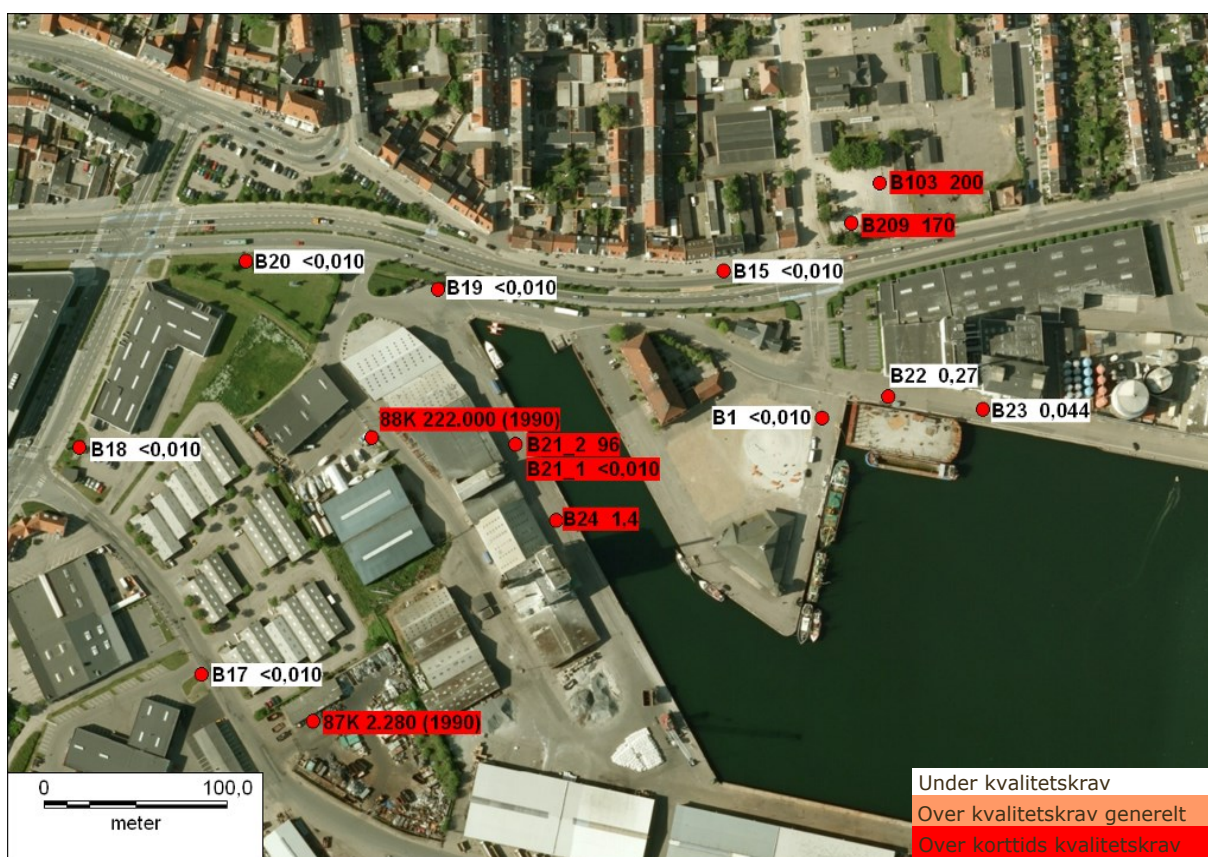
I Fig. 4.10a fremgår udvalgte stoffer og koncentrationer på de havnenære arealer. Her ses koncentrationer af henholdsvis xylenoler, naphtalen og arsen markeret med farve i forhold til overskridelse af generelle kvalitetskrav og korttidskvalitetskrav for overfladevand.

Det ses af Fig. 4.10a-c, og appendiks 3 med de øvrige analysedata, at der i B21 og B24 er påvist en række af de fra Collstrop kendte forureningsparametre phenoler, xylenoler, BTEX og naphtalen. Koncentrationerne er dog lave sammenlignet med de tidligere koncentrationer fra selve grunden. Det er således kun fluoren som overskrider korttidskvalitetskravet med en faktor 3.

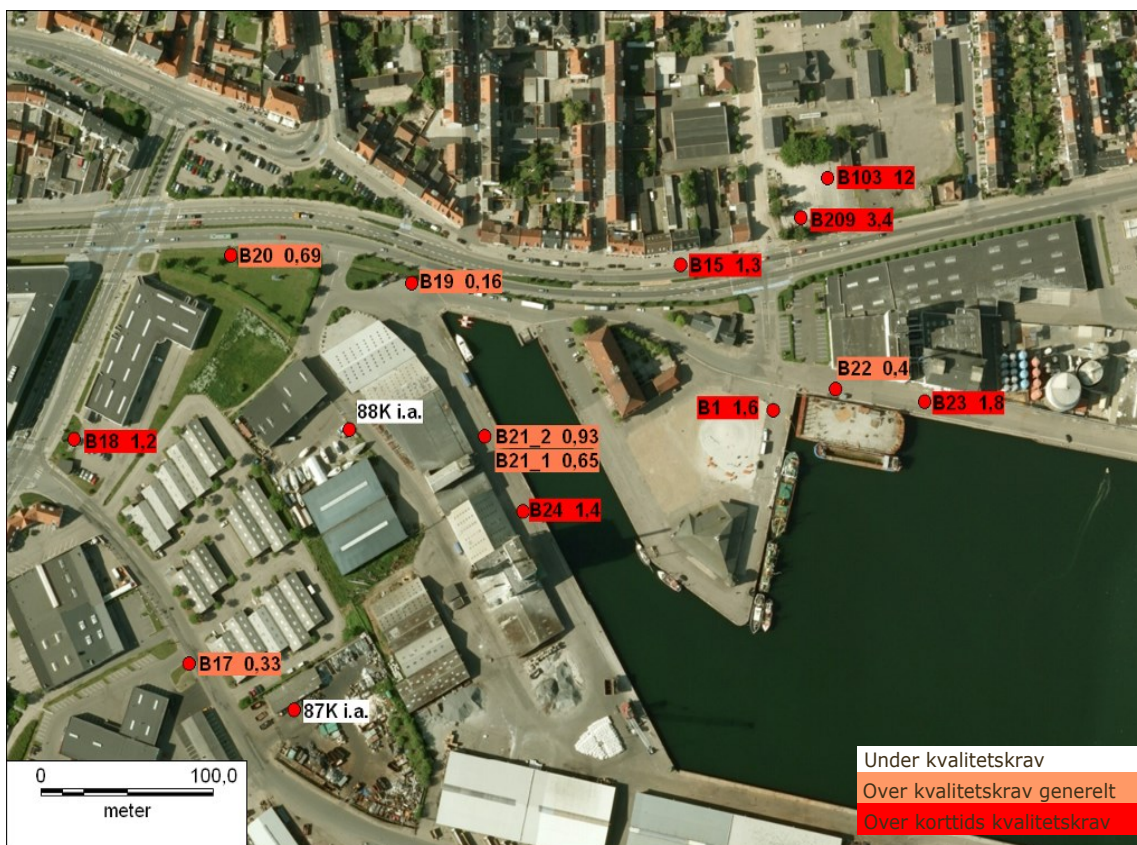
Årsagen til de lave forureningsindhold kan være, at nogle af stofferne udvaskes meget langsomt ex. PAH'er. Disse stoffer er hårdt bundet til jorden på grunden. Andre stoffer udvaskes meget hurtigt, ex. BTEX og naphtalen, og med den gode hydrauliske kontakt til fjorden og tidevandspåvirkningen, kan disse forbindelser i stort omfang være udvasket fra depotet i dag. Såfremt der er behov for en bekræftelse af denne antagelse, bør der laves undersøgelser af den aktuelle forureningsituation inde på selve Collstropgrunden.



Figur 4.10a Xylenoler [µg/l]



Figur 4.10b Naphtalen [µg/l]



Figur 4.10c Arsen [$\mu\text{g/l}$]

4.3.5 Forurening ved Gasværket, fase 2

Boring B22 og Boring B23 er placeret på den Nordre Kaj mindre end 100 meter nedstrøms det mest forurenede område på gasværksgrunden. Kajen er her udført med spuns af ukendt alder og opbygning.

I boring B22 er der påvist høje koncentrationer af xyleneoler med en sum på $2.276 \mu\text{g/l}$, se Fig. 4.10a-c. Det markante indhold indikerer at denne boring har truffet en forholdsvis smal forureningsfane nedstrøms gasværket. Således er boring B23, B15 og B1 ikke påvirket af tjærekomponenter fra gasværket og vurderes derfor at ligge udenfor forureningsfanen.

På Fig. 4.10 fremgår det, at der i mellem gasværksgrunden ved boring B103 og B209, og havnen er sket et fald i koncentrationen af sum xyleneoler med en faktor 3. Dette fald vurderes at være beskedent, og i god overensstemmelse med tidligere vurderinger af et lavt potentiale for nedbrydning af forureningen på selve grunden. Det lave potentiale for nedbrydning af forurening, er i de tidligere undersøgelser antaget, på baggrund af lave iltkoncentrationer i jorden. Som det er tilfældet med Collstrop, genfindes stoffer som benzen og naphthalen kun i lave koncentrationer nedstrøms gasværket. Arsen er ligeledes kun påvist i lave koncentrationer.

4.3.6 Stoftransport, fortynding og usikkerheder.

Koncentrationen af xyleneoler i grundvandet ved gasværket repræsenterer den største overskridelse af korttidskvalitetskravet for fjorden med en faktor 17. Med baggrund i dette er der udført en beregning af stoftransport/flux. De anvendte værdier for grundvandets udstrømning til fjorden, er beregnet ud fra den lokale grundvandsmodel omtalt i kapitel 3.

På Tabel 4.1 ses overslagsberegninger på stoftransporten imod fjorden. For henholdsvis gasværket og Collstrop er således beregnet udstrømningen fra punktkilden imod fjorden med baggrund i de målte værdier, samt grundvandsmodellens beregnede vandudstrømningsmængder. Yderligere er der opstillet en kolonne der beskriver usikkerhederne på de enkelte værdier. Usikkerhederne er vurderinger der er foretaget ud fra erfaringer med lignende punktkilder og konkrete vurderinger.

For Gasværket er det vurderet at usikkerheden på koncentrationerne af xyleneoler er en faktor ± 10 , mens det på Collstrop er en faktor ± 100 . Forskellen begrundes med at der ved gasværket er en bedre afgrænsning og en bedre kendt kildekonzentration end på Collstrop. Usikkerheden på fanebredden tager udgangspunkt i kendskabet til spunsens opbygning og de målte koncentrationer. De beregnede fortyndingsfaktorer i dette projekt vurderes at ligge på niveau med beregningerne fra 2006 (Jacobsen og Petersen, 2006). Endvidere er der, med henblik på en risikovurdering i forhold til fjorden, lavet en fortyndingsberegning baseret på vandudskiftning i havnebassinet som følge af tidevandspåvirkning. Fortyndingsfaktoren er herved beregnet til mellem 353 og 3500. Til sammenligning er der i 2006 lavet beregninger for fortynding ved danske kyster. Disse beregninger viste at fortyndingen varierer over tid. Hvor de lave fortyndingsfaktorer ligger mellem 1000- 2000 for Horsens inderfjord og gennemsnitsfortyndingen udgør mere end en faktor 10.000.

Det er dog væsentligt at bemærke forudsætningernes betydning for beregningen, herunder fanebredde og havnebassinets afgrænsning.

Beregningerne viser, at stoftransporten af xyleneoler vil resultere i en koncentration af xyleneoler i havnebassinet på 0,65 µg/l fra gasværket og 0,08 µg/l fra Collstrop. Disse koncentrationer overholder således de generelle kvalitetskrav på 1,31 µg/l. Fluxen af xyleneoler fra gasværksgrunden bliver hermed beregnet til 12,8 kg/år og tilsvarende 1,7 kg/år fra Collstrop.

Ved at summere de kvantificerede usikkerheder ses at intervallet for de beregnede værdier af koncentrationerne i havnebassinet varierer mellem 0 og 111 µg/l (gasværket) og 0-146 µg/l (Collstrop). Usikkerhedsbetragtningerne belyser den usikkerhed der trods modelopsætning og analyser i grundvandet er på nærværende undersøgelse. Usikkerheden vil kunne bringes betydeligt ned ved at tilvejebringe analyser af kilden og fanen ved de to punktkilder, sådan at koncentrationsusikkerhederne nedbringes.

Tabel 4.1: Beregning af udstrømning af xyleneoler til fjorden. De største usikkerheder vurderes at være bestemmelsen af koncentrationsniveauerne på de to pladser.= fra 2006 rapport (Jacobsen og Petersen, 2006).*

	Gasværket	Usikkerheds-interval	Collstrop	Usikkerheds-interval
Koncentration i fanen [µg/l]	2.270	227 – 22.700	30	0,3 – 3.000
Fanebredde (m)	75	10-75	150	50 -150
Udstrømning/100m [m ³ /døgn]	20,6	5-100	102	20-500
Udstrømning [m ³ /døgn/fanebredde]	15,5	0,5-75	153	10-750
Udskiftning i havnebassin [m ³ /døgn]	54.000	15.500-155.000	54.000	15.500-155.000
Fortyndingsfaktor	3.500	1.000-10.000*	353	1.000-10.000*
Flux [kg/år]	12,8	0,04-623	1,7	0-821
Koncentration i havnebassin [µg/l]	0,65	0-111	0,08	0-146
Generelle kvalitetskrav [µg/l]	1,31	1,31	1,31	1,31
% af tålegrænse i fjord	50	0-8.430	6	0-11.100

4.3.7 Risikobetragtninger

De havnenære arealer i Horsens er beliggende udenfor områder med drikkevandsinteresser. Der er derfor ikke risiko for at forureningerne påvirker en nutidig eller fremtidig drikkevandsressource. I forhold til arealanvendelsen, samt jordflytning vil lovgivningen sikre at der tages hånd om risikoen.

I projektet er der derfor fokuseret på risiko fra punktkilderne i forhold til økosystemet/fjorden. Undersøgelser, for punktkildernes vedkommende, skal betragtes som stikprøver med en forholdsvis begrænset mængde data. Undersøgelserne giver ikke et fuldstændigt risikobillede, men en indikation på truslen imod havnebassin og fjorden. Bl.a. er der behov for nærmere undersøgelser af den aktuelle grundvandsforurening inde på Collstropgrunden, og muligheden for udsivning i andre retninger end den forventede, ex. mod syd.

Med de ovennævnte beregninger af koncentrationer i havnebassinet, af de udvalgte stoffer fra de to punktkilder, er værdierne under de af miljøstyrelsens fastsatte langtidskvalitetskrav. Dette indikerer at der isoleret set ikke er nogen væsentlig risiko for organismer i fjorden.

På baggrund af den integrerede grundvandsmodel og scenariekørslerne vurderes det, at de to store kilder til tjæreforurening i Horsens indre fjord gasværket og Collstrop grunden leverer et bidrag på henholdsvis 50 % og 6 % af tålegrænserne for vandmiljøet. Modellerne giver derfor et væsentligt bidrag til prioritering af en evt. oprensningsindsats, og viser f.eks. at gasværket er en større kilde til tjæreforurening end Collstrop grunden, hvor man tidligere havde den modsatte opfattelse. Beregningerne viser også at der et "råderum" for andre kilder til tjæreforurening til havneområdet/den indre fjord på skønsmæssigt 44 % af grænseværdierne, og det må derfor antages, at der er en relativ stor risiko for at det samlede havneområde er uacceptabelt belastet. I den forbindelse vil det imidlertid være meget væsentligt at få opstillet bedre skøn over udskiftningen/fortyndingen i vandvolumenet i den indre fjord og havnebassinet.

Ligeledes vil der såfremt man vil bestemme den samlede mængde forurening der udsiver/udledes til fjorden, og dermed lave en samlet risikobetragtning for fjorden, være behov for at tage højde for de mange andre miljøfremmede stoffer fra kilder i byområdet, og det øvrige opland. Her tænkes ikke mindst på udledning fra fladekilder/landbrug, udslip fra utætte kloakker og regnvejsbetingede overløb fra kloaksystemet.

Samlet set vil der kunne opstå såkaldte cocktaileffekter, hvor det ene stofs tilstedeværelse betyder at andre stoffer ved lavere koncentrationer giver uønskede toksikologiske effekter, som kan have betydning for økosystemet.

4.4 Modelworkshops

I det følgende præsenteres hovedresultater af to modelworkshops afholdt i efteråret 2011 og foråret 2012. Referater, indlæg og deltagere fremgår af KIMONO projekthjemmesiden se <http://www.geus.dk/program-areas/water/denmark/projects/kimono-dk.htm>. Interessentinvolveringsplanen der lå til grund for workshops, kan ses i Appendix 5.

4.4.1 Modelworkshop 1: 27. September 2011

Den første workshop i KIMONO projektet blev afholdt 27. september 2011 på VIA UC i Horsens. Workshoppen havde overskriften klimaændringer og punktkildeforureninger og blev indledt med to inviterede foredrag af Inger Birkebæk Madsen, Kolding kommune, og Ole Helgren, Århus kommune, der fortalte om hvordan man tackler klimaændringer i to kommuner og byer, der også er beliggende ved østjyske fjordmundinger, og dermed har tilsvarende udfordringer.

Formiddagen blev afsluttet med indlæg fra KIMONO projektet der gennemgik Horsens kommunes udfordringer (Keld Rasmussen, Horsens kommune) monitorings- og kortlægningsdelen i KIMONO ved Rolf Johnsen (RM), og bl.a. stillede skarpt på hhv. Collstrop grunden (Morten Steen, RM) og Gasværket (Helle Blæsbjerg, RM).

Efter frokost blev fokus rettet på modelleringen. Først blev den detaljerede overfladenære geologiske model for Horsens by præsenteret, en model der er nyskabende derved, at den søger at tolke de komplekse geologiske forhold i Horsens by med forskellige fyldlag, trace-er osv. Den geologiske model er opstillet med bistand af Thomas Krom, Touchwater, i et helt nyt tolkningsværktøj skræddersyet til opgaven. Herved er geologien tolket i et 5 meter grid for Horsens by. Den geologiske model er efterfølgende aggregeret til lokalmodellens 50 meter grid. Torben Sonnenborg gennemgik opstilling og kalibrering af den regionale model for Horsens fjord, og præsenterede de første resultater med den lokale model for Horsens by.

Workshoppen blev rundet af med en drøftelse af problemer og trusler i forbindelse med oversvømmelser og forureningsspredning fra punktkilder. Der blev foretaget en afgrænsning af, hvad problemet er (problemstoffer, tålegrænser, risici) for grundvand, jordkontakt og badevand/natur (Horsens fjord), og relevante modeludtræk blev drøftet.

Diskussionen pegede på nogle områder hvor der skulle arbejdes videre med KIMONO konceptet, bl.a.:

- Et ønske om at slukke modeldrænlaget i byen (altså en ændring i modelopsætningen)
- Et behov for en egentlig strategi for dræning i byområder
- Et behov for bedre data for grundvandstanden i byområder
- En kvantificering af udsivningen fra bl.a. Collstrop grunden
- En vurdering af belastningen af overfladevand. Kan vandet blive så rent i havnen, at man kan hoppe i det og bade?
- Fokus på udvaskningen fra de gamle giftdepoter. Der er et hul, ingen tager sig af det
- Hvad betyder den der diffuse dræning af hele området? Det er jo en virkelig cocktail af alt muligt mærkeligt
- Gasværksgrunden hvor vi ikke kender spunsen, der er en regnvandsledning men hvad er indholdet i den, er det rent? Intelligent kystsikring. Reaktiv væg?
- Med klimaændringer kan der ske en mobilisering af punktkilder
- Hvordan kommer man videre ned i en relevant skala?
- Der er behov for at tænke mere over hvordan fremtiden vil se ud, infrastruktur-mæssigt, hvordan er det fremtidige drænsystem, hvordan vil man håndtere vandet

4.4.2 Modelworkshop 2: 27. Marts 2012

På workshop 2 blev resultaterne af den færdige model præsenteret af Torben Sonnenborg, GEUS. Herefter blev Monitoring og risikovurdering for punktkilder præsenteret af Morten

Steen, Region Midtjylland. Ove Steen Nielsen, Horsens Vand gav en præsentation af udløbninger fra regnvandsoverløb, spildevand mm. i Horsens. Om eftermiddagen blev fremtidens Horsens (havneplaner og planer for oversvømmelsessikring) præsenteret af Vibeke Holdt, Horsens kommune. Jacob Strand, Aarhus Universitet præsenterede bæredygtighed af natur og økologiske forhold i forhold til belastninger for Horsens Fjord.

Herefter var der et gruppearbejde, som drøftede, hvordan interessenter kan bruge resultaterne fra KIMONO (kommune, region, stat, rådgivere og Horsens vand).

Pejlinger af grundvandstanden er vigtige, da de er helt uvurderlige i forbindelse med modelkalibreringen. Den lokale model belyser såvel ændringer i grundvandstanden som ændringer i vandstanden i vandløb og søer. Modellen kan samtidig belyse forholdene omkring de mange forureningslokaliteter, fx hvordan grundvandsdannelse, grundvandstand, vandflux i grundvandet under lokaliteten og partikelbaner spredt sig nedstrøms og hvor forureningen rammer grundvandsmagasiner, havnebasiner og afsnit af fjorden.

Resultaterne af modelleringen viste ret moderate ændringer i grundvandsdannelsen for Collstrop (dog med tendens til mere ekstreme svingninger), hvorimod stigningen i grundvandsstand er ret markant for både Collstrop grunden og Gasværket, men også med forskelle afhængigt af, om havstigninger eller klimabetingende grundvandsændringer dominerer billedet. Fluxen til havnen stiger ved A2 scenariet med ca. 10-20 %, men tager man havstigning med i betragtning, så vil fluxen samlet falde i forhold til nu-situationen.

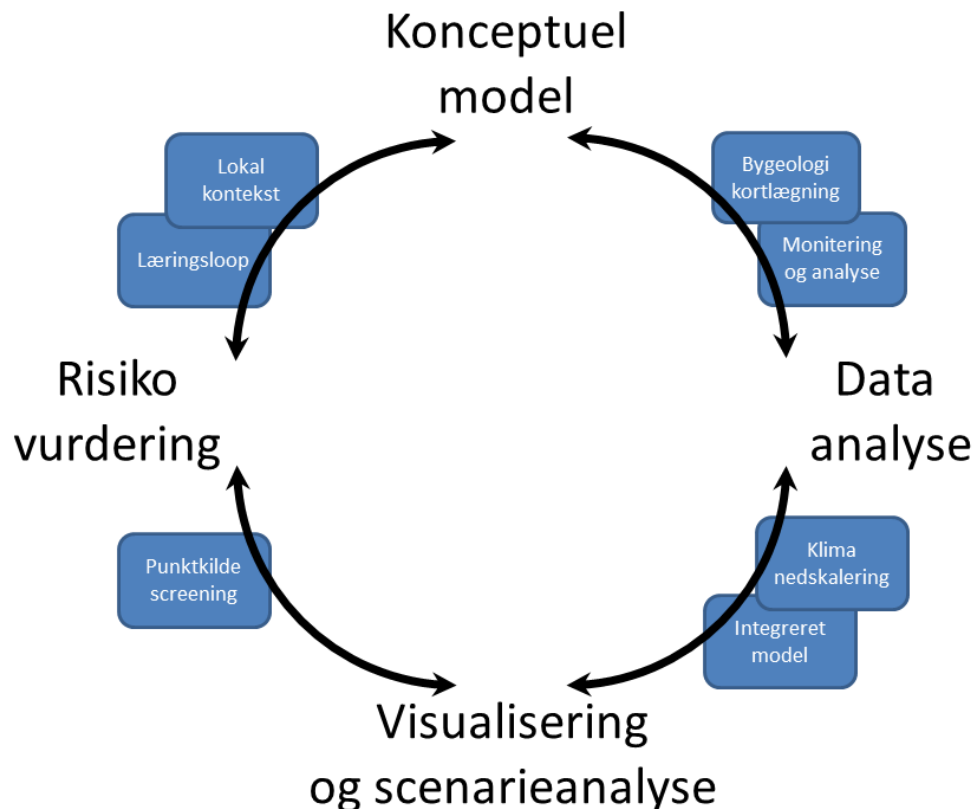
Diskussionen pegede på en række konkrete resultater:

- Projektet har vist, at det kan lade sig gøre at opstille en grundvandsmodel i en by til et rimeligt nøjagtigt niveau
- Den færdige model er brugbar til prioritering af indsats i forhold til punktkilder; det var overraskende, at den største stofflux til havnen og Horsens fjord kom fra Gasværket og ikke fra Collstrop
- Projektet og modelworkshops har sat fokus på kvaliteten af grundvandet i byer. Der var i forvejen viden fra CLIWAT, men KIMONO har yderligere belyst en udfordring omkring håndtering af fx drænvand i byområder. Er det et problem at sende det ud i havnen? Der er fortsat et stort vidensbehov på dette område og en masse løse ender
- Workshop 2 viste desuden, at der er behov for at belyse usikkerheder nærmere. Der kommer tre scenarier, så det giver en usikkerhedsramme på forskellige nedbørs input fra A2, B2 og A1B. Der er en masse skeptikere, så derfor er det vigtigt at det er formidlet nøgternt hvad usikkerheden er på beregninger
- Der er uklarhed om hvilke myndigheder og hvilke kvalitetskriterier der skal være opfyldt på området punktkilder og belastning af fjord via grundvand, dræn og regnvandsbetingede udløb
- Rådgivere kan se sig i en rolle omkring at bruge fx KIMONO konceptet og værktøjerne, muligt nyt forretningsområde

Uklarhed om, hvilke kvalitetskriterier der skal være opfyldt for området punktkilder og belastning af fjord via grundvand, dræn og regnbetingede udløb, der fremkom i diskussionen er der imidlertid ikke belæg for. De miljøkvalitetskrav, som er defineret i bek. nr. 1022, er de miljømål, som myndighederne har som mål for kvaliteten i fjorden uden for fastlagte blandingssoner omkring punktkildeudledninger. Hvis der i bekendtgørelsen ikke eksisterer et konkret miljøkvalitetskrav for et forurenende stof, kan PNEC-værdier fra troværdig litteratur eller anerkendte database anvendes som vurderingsgrundlag.

5 KIMONO konceptet

KIMONO konceptet består af syv elementer (Fig. 5.1 og Tabel 5.1) som samles i et framework der omfatter konceptuel model, data analyse, visualisering og scenarieanalyse og risiko vurdering.



Figur 5.1 KIMONO konceptets framework og syv elementer

5.1 Data analyse

Man starter med data analyse. Her indsamler man bygeologi kortlægning og monitering i form af afstrømnings- og pejledata samt vandanalyser. Sideløbende hermed klargøres viden fra klimamodeller og DK model integreres med den lokale viden om bygeologi, monitering mv. indsamlet i Horsens. Data analyse omhandler forståelsen af den fysiske sårbarhed i Horsens by og opland af nuværende og historiske hydrologiske grundvands- overfladevandssystem, incl. en fremskrivning til det fremtidige systems karakteristika og trusler (fx ændringer i grundvandsstand, grundvandsdannelse, max. og min. afstrømning samt flux og stoftransport forhold). Samtidig giver modellen via kalibrering og validering feedback til bearbejdede data. I projektet for Horsens gik vi eksempelvis tilbage og forbedrede drænsætningen for Horsens by, så modellen blev mere realistisk omkring drænbeskrivelsen, altså en opdatering af den konceptuelle model, hvor dræn blev fjernet i byen, og i stedet parameteriseret ved forhøjede 'effektive' parameterverdier, hvor grundvandsspejlet ikke blev 'kunstigt' fastholdt i en prædefineret drænkote.

5.2 Konceptuel model

En konceptuel model er stedspecifik (Horsens by). En konceptuel model er en arbejdsbeskrivelse af karakteristika og dynamik i grundvandssystemet herunder udveksling med overfladevand, dvs. en beskrivelse af, hvilke strukturelle elementer og hvilke processer, der skal indgå i strømnings- og stoftransportmodellen, og hvilken indbyrdes vægt disse skal have (Refsgaard et al., 2010). Naturen skal oversættes til et numerisk system, og da ikke alle processer og al heterogenitet kan repræsenteres fuldstændigt, er det nødvendigt med en generalisering og simplificering. Mere konkret kan opstillingen af en konceptuel model opdeles på (Sonnenborg og Henriksen, 2005; Refsgaard et al., 2010):

- Afgrænsning af området (geografisk afgrænsning herunder specifikation af randbetingelser fra regional model fx DK model)
- Hydrologiske og stoffs specifikke processer og geologiske strukturer (geologisk model, heterogenitet, geometri/dispersion, densitetsforhold, procesligninger, 2D/3D, dræn-afstrømning, vandløbsafstrømning, porøs/opsprækket, umættet zone approximation mm.)
- Tidsperioder (inputdata der driver modellen, vand- og stofbalance, variationer i strømningsforhold og vandbalancer i området; stationær model; øjebliksbillede, dynamisk model; variationer gennem perioder incl. kalibrerings- og valideringsperioder)
- Parameterfastsættelse til strømnings- og stoftransportmodel baseret på (by og oplands)geologiske enheder, strukturelle elementer, heterogenitet, dispersion mm.

5.3 Visualisering og scenarieanalyse

"Visualisering og scenarieudvikling" indeholder visualiseringer af de scenarier der er valgt (i Horsens tilfældet A2, B2 og A1B samt 0,5 m havstigning). Den integrerede model genererer derefter kort over ændret grundvandsspejl, beskriver systemets dynamik, hvordan vandspejl dynamisk varierer i nedre dele af Bygholm å og Hansted å i fx situationer med høj vandstand i fjorden eller stor tilstrømning fra oplandet osv. Modellen beskriver hvordan punktkilde forureninger udbreder sig til havnen og i grundvand. Altså en visualisering og scenarieanalyse i 3-4 dimensioner (Kresic og Miksezewski, 2012). Det at kunne se multiple datasæt i en rumlig geologisk kontekst er vigtig af en række årsager bl.a.:

- forståelsen og kommunikationen af den stedspecifikke (by)geologiske kompleksitet (3D visualisering)
- transient beskrivelse af strømnings- eller stoftransport (evt. partikeltransport) (4D visualisering)
- visualisering af klimaeffekter på det hydrologiske system (i op til 4D) af fx områder med oversvømmelsesrisiko
- kapacitetsopbygning og opbygning af bevågenhed omkring problemstillinger (i forbindelse med fx modelworkshops)
- performance vurdering og kvalitetssikring af konceptuel model og integreret model
- som grundlag for udvalgte animationer fx af hvordan forureningen udbreder sig fra udvalgte punktkilder i grundvandet og til havnebasin

5.4 Risiko vurdering

Udgangspunkt for "Risiko vurdering" i KIMONO konceptet er vurderingen af forøgede afstrømninger fra oplandet til Horsens by, den forventede havstigning i Horsens fjord og havn, de forventede stigninger og mere hyppige skybrudshændelser, samt de forventede stigninger i grundvandsniveauet visse steder og evt. fald andre steder som følge af klimaændringer, og disse ændringers effekter på bygninger, kloaksystemer, veje, havneområder, depoter, punktkildeforureninger mv. og deraf følgende forøgede sundheds- eller økologiske

risici dermed indgår i en risikovurdering i forhold til hvad der kan accepteres i form af koncentrationer eller flux af udvalgte stoffer i grundvand, i et havnebasin eller i fjorden. Men risiko vurdering forudsætter en samlet vurdering af sandsynligheden af en given hændelse, og hændelsens negative konsekvenser, bedømt i forhold til den givne trussel, og den samlede sårbarhed som igen afhænger i hvilket omfang fx oversvømmelsen manifesterer sig med negative konsekvenser.

Usikkerhed er imidlertid en vigtig ingrediens i vurderingen af risiko. Man skelner i litteraturen mellem stokastisk usikkerhed, der ikke kan reduceres. Epistemisk usikkerhed, der kan reduceres iværksættelse af undersøgelser eller indsamling af nye data incl. modellering, og flertydighed, der kan håndteres ved dialog mellem interessenter. Vigtigt er identifikation af tiltag som er robuste i forhold til usikkerhederne på fx klimafremskrivning.

Det er i princippet vigtigt at beskrive samtlige væsentlige usikkerheder lige fra scenarie usikkerhed (her beskrevet ved tre forskellige emissionsscenarier A2, B2 og A1B), usikkerhed på forskellige klimamodeller (her håndteret ved at vælge den klimamodel nemlig ECHAM/DMI har ENSEMBLES (Henriksen et al., 2012) som giver den største ændring i fremtidig grundvandsdannelse og grundvandsstand altså et worst case input til den hydrologiske model), usikkerhed på nedskalering (det er der set bort fra, idet en håndtering af såvel klimaeffekter som havstigning er argumenteret ud fra anvendelse af 'delta change bias correction'.

Usikkerheden på den integrerede model (den hydrologiske model) er også vigtig, idet der er væsentlige usikkerheder på modellens evne til fx at beskrive stoftransport, ændringer i øvre grundvandsspejl osv. Denne usikkerhed er ikke nærmere kvantificeret.

5.5 De syv delkomponenter

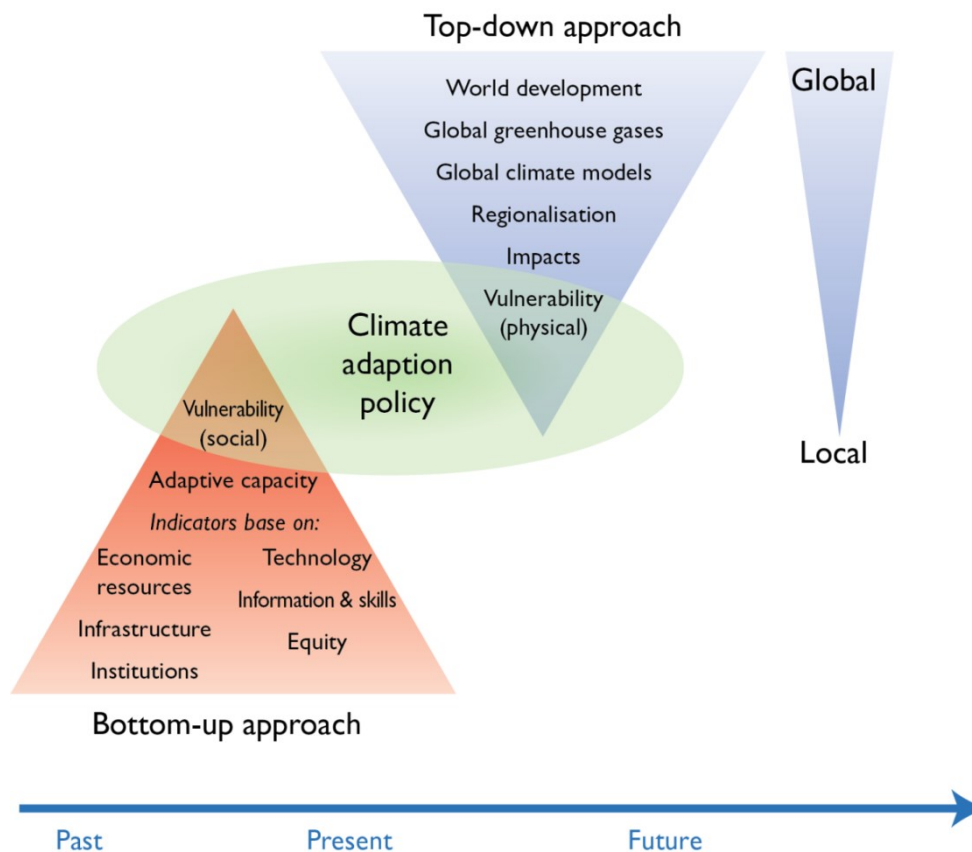
KIMONO konceptet implicerer at klimaeffekter først nedskaleres til regional model og senere til lokal model for Horsens by som nævnt jf. en top down approach fra globale og regionale klimamodeller og ud fra A2, A1B og B2 fremskrivning af klimadata til 2071-2100. Desuden antages havstigning jf. 0,5 m. Herved kan der regnes på ændringer som følge af klima og havniveau. Der er i KIMONO set bort fra andre scenarier (fx ændret vandindvinding, grundvandssænkning mv.) der kunne være en følge af fx ændringer i befolkningsantal og vandforbrug, urbanisering mv.

Ud fra nedskalering og integrerede modeller der dels bygger på kortlægning og monitorering lokalt i Horsens by (stedspecifikke data) og dels bygger på viden fra DK model (fx vedr. randbetingelser eller dybereliggende hydrogeologiske forhold), er der foretaget en visualisering som indeholder tilvejebragte kort over ændret grundvandsspejl, risiko for oversvømmelse, ændret forureningsspredning fra punktkilder mm. dvs. en fysisk sårbarhedsvurdering. Centralt i visualiseringen indgår kommunens kort vedr. fysisk planlægning, havneplaner mm. samt en punktkildescreening.

I et workshop forløb (læringsloop) søger KIMONO på samme tid at indhente input til hvordan forskellige interessenter og myndigheder anskuer problemer og løsningsmuligheder i forhold til punktkilder og påvirkning af grundvand, badevand og Horsens fjords økosystemer. Læringsloop har dermed en dobbelt funktion dels at skabe ejerskab til modelgrundlaget (den konceptuelle model) og dels at integrere lokal viden, interessent holdninger mm. med henblik på fortsat kapacitetsopbygning og afvejning af sociale og socioøkonomiske aspekter af sårbarhedsanalysen. I Fig. 5.2 er denne tilgang illustreret.

Tabel 5.1 KIMONO konceptets 7 delkomponenter: klima nedskalering, lokal kontekst, byggeologi kortlægning, punktkilde screening, monitorering og analyse, integreret modellering og læringsloop.

Delkoncept (metodik)	Grundlag	Beskrivelse
Metodik for nedskalering af input fra klimamodeller til hydrologisk model (klima nedskalering)	Bygger på A2, A1B og B2 klimascenarier 2071-2100 samt ændret havniveau (+ 0.5 m)	Genereret daglige klimadata for 2071-2100 med nedskalering ved HIRHAM som regional klimamodel. Bias korrektion ved delta change metoden.
Metodik med udgangspunkt i forståelse af Horsens kommunes særlige kontekst (lokal kontekst)	Interessentinvolveringsplan udarbejdet i tæt samarbejde med Horsens kommune	Planlægning af modelworkshops, involvering af interessenter, indarbejdning af planer for havnen og øvrige planer for klimatilpasning
Metodik for kortlægning af byggeologi (bygeologi kortlægning)	Detaljeret model for Horsens by af overfladenær geologi (fyld, traceer mv.)	Indsamling af data for kloaker, veje, og andre elementer der kan påvirke den øverste geologiske lagserie
Metodik for Punktkilde-screening og udvælgelse af mest forurenede lokaliteter (punktkilde screening)	Tilgængelige data om forureningsstatus i det givne opland	Indsamling og systematisering af jord og grundvandsforureningsdata. Med hensyntagen til kortlægningen af oversvømmelsestruede arealer
Metodik for monitorering og analyseprogram (monitorering og analyse)	Indsamling af lokale monitoringsdata og vurdering af gamle data over jordforurening, grundvandsstand og grundvandskvalitet	Hensigtsmæssig geografisk dækning af den centrale del af Horsens by (hotspot) og forurenede grunde
Metodik for opstilling af integrerede hydrologiske modeller for opland og by (Integreret modellering)	Med udgangspunkt i DK model opstilling af model for Horsens fjord oplandet og lokal model for Horsens by hotspot området	Randbetingelser og modelstruktur fra national model med opgradering af struktur og processer jf. detaljeringsbehov (MIKE SHE, MIKE 11)
Metodik for interessentinvolvering og risiko- og muligheds analyse baseret på modelworkshops (læringsloop)	Læringscyklus med modelbaseret analyse af problem og løsningsmuligheder, med inspiration fra andre østjyske kystbyer, eksperter og myndighedsrepræsentanter	To modelworkshops (WS) med afklaring og læring omkring: WS 1. Hvad er problemet WS 2. Løsningsmuligheder

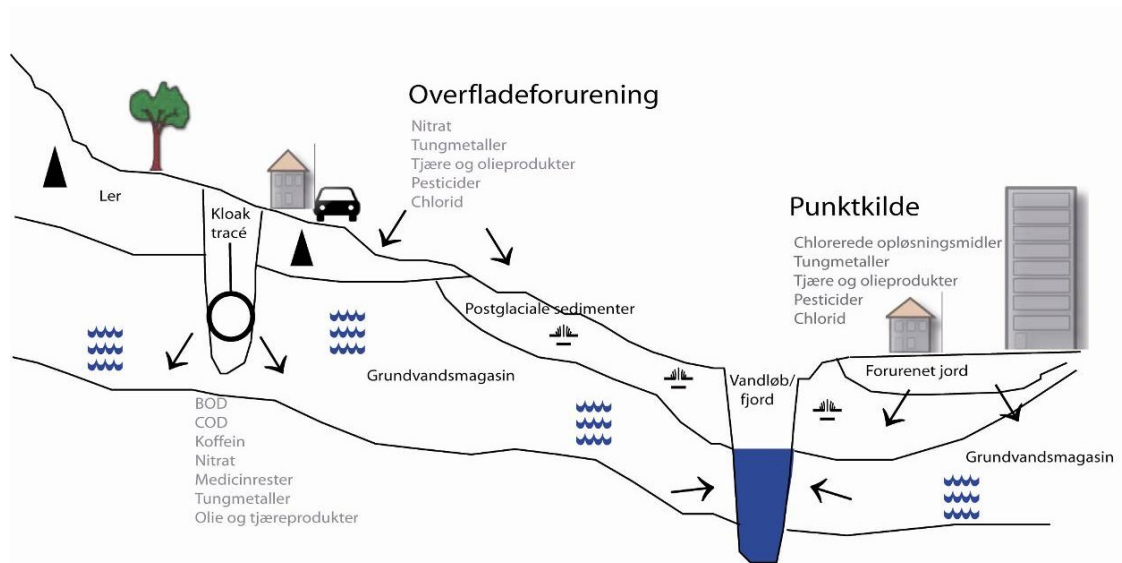


Figur 5.2 Top down og bottom up grundlag for klimatilpasning og beredskab i forhold til oversvømmelsesrisici i fx Horsens området (Dessai and Hulme, 2004)

Herved kan offentlighedens bevågenhed og engagement skærpes og den adaptive kapacitet af det samlede vandforvaltningssystem forøges (Regioner, Kommuner, Naturstyrelsen, GEUS og interessenter). Samtidig kan et grundlag for vurdering af mulige tilpasnings- og afværgeforanstaltninger som følge af behov for klimasikring og risikostyring i forhold til punktkilder udvikles (Fig. 5.2) og afprøves med henblik på en senere implementering i andre områder med tilsvarende problemer (i første omgang købstæder i Østjylland og Øst-danmark beliggende ved vandløbsudløb i fjorde).

6 Diskussion

Modellen for Horsens by adskiller sig fra Horsens Fjord modellen ved at have en detaljeret geologisk model for byen i de øverste lag af modellen. Den overfladenære geologi er i byområder stærkt forstyrret pga. opfyldninger, ledningstraceer, og konstruktioner (Fig. 6.1). I store dele af byområdet er geologien domineret af antropogene forstyrrelser såsom opfyldning af fjorden, og udover punktkilde- og overfladeforureningerne så er der i byområder en lang række øvrige forureningskilder i form af udsivning fra kloakker, overløbsbygværker mm.



Figur 5.2 Principskitse vedr. overflade og punktkildeforureninger i byområder (Region Midtjylland, 2011)

Risikobetragtning:

Vi er undervejs i projektet blevet opmærksom på at omfanget af risici afhænger af hvilke betragtninger der bliver lagt ned over.

Eksempelvis kan koncentrationspåvirkningerne ses ud fra et badevandskvalitetskrav. En anden vinkel kunne være, om det er sundhedsskadeligt at spise fisk fra havnebassinet, mens en tredje vinkel ville være, om hele økosystemet i fjorden påvirkes af udstrømning af forurenet vand.

Risikobetraktningen ovenfor understreger, at vi har at gøre med stor kompleksitet, dels i forståelsen af hvad problemet er, og dels i forståelsen af løsninger der er behov for. Det gælder både i relation til klimatilpasning og sikring af miljø og værdier i forhold til de nye menneskeskabte risici som ændret vandkredsløb, grundvandsforhold og havniveau udgør for Horsens området, og i forhold til myndighedsroller, behov for ny viden, bedre kortlægning, modellering, osv.

I det følgende vil vi derfor først foretage en SWOT analyse (afsnit 6.1) af det i kapitel 5 udviklede KIMONO koncept. Herefter vil vi diskutere resultater fra Horsens casen i forhold state-of-the-art omkring risiko vurdering for punktkilder og krav jf. Vandrammedirektivet.

6.1 SWOT analyse af KIMONO konceptet

STYRKER • Systematisk gennemgang af punktkilderne. • Fokus på de værste punktkilder. • Integrering af kvalitative og kvantitative data. • Opløsning af urban geologi inkl menneskeskabte forstyrrelser. • Detaljeret grundlag til støtte for beslutning. • Involvering af interessenter til belysning af problemstilling fra flere faggrupper og myndigheder. • Delelementer kan anvendes uden at bruge hele konceptet. • Fokus på konceptuel model og integreret modellering • Vidensbaseret nedskalering fra globale/regionale klimamodeller til lokale hydrologiske modeller for byområder incl. havstigning • Væsentlige strukturer (sluser mm.) er indbygget således at realistiske simuleringer af vandspejl i nedre dele af vandløb og fjorde indgår • Godt grundlag for klimatilpasning i såvel hotspots (byområder tæt på fjorden) som opstrøms i oplandet	SVAGHEDER • De muligheder der ligger i den detaljerede geologiske modellering er ikke fuldt ud udnyttet; behov for større detaljering af hensyn til fx stoftransport modellering. • Mangler målinger i overfladevand inklusiv fjorden. • Indeholder udelukkende undersøgelser af punktkilder. Samlet påvirkning og cocktail effekt er ikke vurderet. • Direkte kobling til urban hydrologi eller model over afløbs- og overløbssystemer mangler. • Forståelsen mellem de involverede parter/myndigheder kan være en barriere for læringsloop, kræver evt. professionel konflikthåndtering. • Usikkerhederne mellem delelementer (hydrologisk model kontra kemisk flux) er ikke nærmere kvantificeret. • Socioøkonomiske aspekter og teknologudvikling indgår ikke i scenarier • Tilgængelige data på matrikel niveau skal forbedres. • For at få et helhedsbillede af truslerne imod fjorden kræves en vurdering af øvrige kilder og samlet påvirkning. • For at konceptet anvendes af andre kræves opfølgning og yderligere involvering. • Konceptet kan misforstås og fejltolkes til kun at kunne anvendes i Horsens (hvilket ikke er tilfældet).
MULIGHEDER • Kan danne grundlag for faktabaserede beslutninger. • Kan udbygges med de øvrige kilder til forurening fra kloaker, landbrug mm. • Kan udbygges med yderligere scenarier og forudsigelser evt. online visualisering (realtidsvarsling). • Den nye samarbejdsflade der er skabt mellem interessenter kan udvikles og benyttes til andre problemstillinger. • Implementeringen kan øges ved oplysning via konferencer og diverse hjemmesider • Mere detaljerede stoftransportmodeller kan evt. opstilles for de mest betydende punktkilder og linkes til Horsens by modellen. • Nye scenarier og klimatilpasnings tiltag (løsninger) kan indarbejdes.	TRUSLER • Der er en reel risiko for at konceptet misbruges eller oversælges, såfremt det anvendes ukritisk eller uden tilstrækkelig fokus på dataindsamling og validering af integreret model. • Læringsloop kan i sig selv være risikofyldte, såfremt uløste konflikter mellem borgere, myndigheder og interessenter ignoreres • Manglende usikkerhedsvurdering kan tilsløre at risikoen er større end det ser ud til • På trods af en del data er der fortsat en meget stor usikkerhed på den vurderede flux fra de undersøgte forurenede grunde (mangelfuld kendskab til aktuel kildestyrke, betydning af stigende grundvandsspejl på forurenede lokaliteter, komplekse forureningsspredningsforhold i byområder osv.)

6.2 Diskussion i forhold til risiko prioritering for punktkilder

Håndbog for risikobaseret prioritering af grundvandstruende punktkilder (Overheu et al., 2012) beskriver regionernes opgave omkring opsporing og fjernelse af de forureninger som udgør en risiko overfor det grundvand, der bruges eller kan bruges til drikkevand, og/eller udgør en risiko for menneskers sundhed – enten fordi forureningen påvirker indeklimaet i f.eks. en bolig eller udgør en risiko ved kontakt med den forurenede jord. Håndbogen giver ingen anvisninger i hvordan klimaændringer skal inddrages i sådanne vurderinger. Samtidig er det i dag ikke regionernes opgave at prioritere eller foretage oprydninger i forhold til punktkilder, der giver risiko for de økologiske forhold i fx Horsens fjord. Badevandskvalitet vurderes i dag i forhold til E-coli og enterokokker (Jf. bekendtgørelse nr. 939/2012). Desuden skal kommunen føre tilsyn for at sikre, at badevandet ikke er forurenet til fare for folkesundheden (bakterier, alger, affald og kemiske stoffer). Skal man alene forholde sig til risici jf. gældende praksis, så vil det primært være evt. forøgede risici fx omkring håndværkerhusene på den tidligere Collstrop grund, hvor permanent ændret grundvandsspejl som følge af bl.a. klimaændringer og havstigning, måske kan true den udluftning/ventilation, der i dag er i drift som til tiltag i forhold til jordforurening mm. på grunden. Generelt vurderes der ikke at være nogen risiko for vandindvinding, men det skal understreges, at der ikke er gennemført konkrete analyser for kildepladser i området af evt. forøgede risici, fx fra punktkilder i byområdet, havstigning mv. I stedet blev valgt at flytte fokus lidt over på påvirkningen fra punktkilder på fjorden, selvom det altså ikke jf. lovgivningen for jordforurening udgør et prioriteringsgrundlag.

Som beskrevet i håndbogen (Overheu et al., 2012) er der mange punktkilder i Horsens by. Der er kigget nærmere på to udvalgte punktkilder: Collstrop grunden og Gasværket. På baggrund af den integrerede grundvandsmodel og scenarieløserne er det vurderet, at disse to store kilder til tjæreforurening i Horsens indre fjord grunden leverer et bidrag på henholdsvis 6 % og 50 % af tålegrenserne for vandmiljøet. Modellerne giver derfor et væsentligt bidrag til prioritering af en evt. oprensningsindsats, og viser f.eks. at gasværket er en større kilde til tjæreforurening end Collstrop grunden (man havde tidligere den modsatte opfattelse). Overslagsberegningerne tyder på, at der er et "råderum" for andre kilder til tjæreforurening til havneområdet/den indre fjord på skønsmæssigt 44 % af grænseværdierne (korttidsskvalitetskravet), og det må derfor antages, at der er en relativ stor risiko for at det samlede havneområde er uacceptabelt belastet. Dette begrundes med at der er identificeret i alt 18 punktkilder som indeholder tjærekomponenter i Horsens by, yderligere er havnen fyldt op med fyldjord som traditionelt indeholder tjærestoffer. Der findes således en række yderligere kilder til xylene-forurening, som ikke er undersøgt i denne rapport. Beregningerne er behæftet med usikkerheder og det vil som nævnt være væsentligt at få opstillet bedre skøn over udskiftningen/fortyndingen i vandvolumenet i den indre fjord og havnebasinet, samt et bedre estimat af koncentrationsniveauerne ved punktkilderne.

Ligeledes vil der såfremt man vil bestemme den samlede mængde forurening, der udsiver/udledes til fjorden, og dermed lave en samlet risikobetragtning for fjorden, være behov for at tage højde for de mange andre miljøfremmede stoffer fra kilder i byområdet, og det øvrige opland. Her tænkes ikke mindst på udledning fra fladekilder/landbrug, udslip fra utætte kloakker og regnvejsbetingede overløb fra kloaksystemet. Samlet set vil der kunne opstå såkaldte cocktaileffekter, hvor det ene stofs tilstedeværelse betyder, at andre stoffer ved lavere koncentrationer giver uønskede toksikologiske effekter, som kan have betydning for økosystemet.

Håndbogen har fokus på risikobaseret prioritering og ikke på risikovurdering. Ifølge håndbogen forudsætter konkrete risikovurderinger lokalskala risikovurderingsværktøjer tilpasset den enkelte lokalitet og dens vidensniveau. KIMONO konceptet opfylder disse forudsætninger anvendt på de to største punktkilder. Projektet og modelworkshops har derudover sat fokus på kvaliteten af grundvandet i byer. Der var i forvejen viden fra CLIWAT, men KIMONO har yderligere belyst en udfordring omkring håndtering af fx drænvand i byområder. Er det et problem at sende det ud i havnen? Der er fortsat et stort vidensbehov på

dette område og en masse løse ender omkring, hvordan man regner på samtlige bidrag fra punktkilder og diffuse belastninger i en by som Horsens, herunder vurdere relevante stof fluxe i forbindelse med indsats overfor de vigtigste kilder. Samtidig er der for mange stoffers vedkommende ingen præcise krav til acceptable koncentrationer, hverken indenfor OSD områder (hvor kravværdier normalt specificeres i forhold til grundvandskvalitet) eller udenfor OSD områder.

6.3 Udkast til Vandplan for Horsens Fjord og vandrammedirektivet

Senest den 22. december 2015 skal alt overfladevand og grundvand have opnået en god status. Vandplanens indsatsplan fastlægger retningslinier for den indsats, der skal gennemføres frem til 2015. I udkast til Vandplanen for Horsens Fjord hedder det: "De mest betydnende forurenende stoffer i Hovedvandopland Horsens Fjord er næringsstoffer (kvælstof og fosfor), iltforbrugende organiske stoffer og miljøfremmede forurenende stoffer (pesticider og andre miljøfarlige forurenede stoffer). Forureningen kan komme både fra diffuse kilder som eksempelvis udvaskning af næringsstoffer fra landbrugsarealer og fra punktkilder som spildevand fra industri, dambrug, luftafkast fra industri og landbrug (stalde og gylle-beholdere), samt udvisning fra gamle lossepladser og forurenende grunde" (NST, 2011)

Tabel 6.1 Stoffer der med særlig sandsynlighed kan være problematisk i forbindelse med forskellige kildetyper

Forurenende stoffer med angivelse af kildetype. Hovedvandopland Horsens Fjord	
Påvirkningstype	Forurenende stoffer
Renseanlæg	Bly, DEHP, kviksølv, nikkel, nonylphenol, Barium, Bisphenol A, DBP, kobber, krom, LAS, PFAS, triphenylphosphat, vanadium, zink
Spredt bebyggelse	Bly, DEHP, kviksølv, nikkel, nonylphenol, PAH, Barium, Bisphenol A, DBP, kobber, krom, LAS, triphenylphosphat, vanadium, zink, 17β-østradiol
Regnvandsbetingede udløb	Bly, cadmium, DEHP, nonylphenol, PAH, Barium, Bisphenol A, DBP, kobber, krom, LAS, triphenylphosphat, vanadium, zink, 17β-østradiol*
Virksomheder	Afhænger af produktionen
Fiskeopdræt	Hjælpestoffer og medicin
Klapning	Bly, cadmium, kviksølv, nikkel, PAH, TBT, arsen, kobber, krom, PCB, zink
Landbrug	Cadmium, nikkel, nonylphenol, DEHP, PAH, Pesticider (Glyphosat, AMPA, BAM etc.)
Atmosfærisk deposition	Bly, cadmium, kviksølv, nikkel, PAH, Arsen, kobber, krom, zink
Skibsfart	Nikkel, TBT, PAH, Arsen, dioxin, kobber, krom, selen
Andre typer	Afhænger af typen.

Ud over de i Tabel 6.1 nævnte typer findes der også andre typer af punktvisse påvirkninger, eksempelvis fra afværgepumpninger, udsivning fra andre typer depoter eller oplag af materiale indeholdende miljøfremmede stoffer, udsivning eller grundvandssænkning fra områder kortlagt med forurenede jord, vaskepladser for maskiner i det åbne land mm.

Den seneste evalueringsrapport omkring implementering af vandrammedirektivet (EC, 2012) slår fast, at der skal ske en identifikation af betydelige påvirkninger fra punktkilder,

diffuse forureninger osv. i det omfang at belastningen truer opfyldelsen af økologiske miljømål. KIMONO projektgruppen vurderer, at der er behov for at inddrage miljøfremmede stoffer, men viden omkring betydningen af belastningen fra punktkilder i Horsens og økologisk tilstand i fjorden kan forbedres på en lang række punkter. Der er en del uklarhed om, hvilke myndigheder og hvilke kvalitetskriterier, der skal være opfyldt på området punktkilder og belastning af fjord via grundvand, dræn og regnvandsbetingede udløb, og i første omgang vil det være væsentligt at få bedre styr på det samlede vandkredsløb og belastninger til fjorden inkl. bidrag fra det urbane vandkredsløb, overløbsbygværker mm. som ikke indgår detaljeret i den grundvands- overfladevandsmodel (MIKE SHE/MIKE 11) der er opstillet for Horsens Fjord oplandet og Horsens by. Samtidig er der en række vidensgab mht. til forureningsbelastning af Horsens fjord fra henholdsvis grundvand og overfladevand, herunder vandudveksling, hvor en forbedret overvågning og modellering er nødvendig.

Omkring trend/trend reversal peger EC implementeringsrapporten specifikt på kravet om overholdelse og vurdering af trend reversal for grundvand (Artikel 5.5, i grundvandsdirektivet), hvor der er et krav om at vurdere eksisterende forureningsfaner fra punktkilder og forurenede jord og at verificere, at disse faner ikke udbreder sig yderligere og ikke udgør en risiko for sundhed og for miljøet. Hvis der er en opadgående trend, skal der iværksættes tiltag der kan stabilisere og vende udviklingen så der ikke sker en stigning i fx forureningsudbredelsen. KIMONO projektgruppen vurderer, at der er behov for en generelt meget bedre monitoring i forhold til punktkilder i byområder, sådan at udviklingen i koncentrationer og grundvandsspejl kan følges med henblik på vurdering af evt. opadgående trend samt kvantificering af betydningen af stofudledninger fra punktkilder via grundvand til Horsens fjord.

Dette understøttes af EC (2012), der gør opmærksom på, at en række øvrige direktiver og lovgivninger på forskellige måder regulerer punktkildeudledning af 'non-hazardous substances' til grundvand via punktkilde forurening (Environmental Impact Assessment Directive, Integrated Pollution Prevention Control Directive og Urban Waster Water Treatment Directive). Som såkaldte 'supplementary measures' angiver EC (2012) for håndtering af grundvandsforurening, risiko analyser, rensning og afværgetiltag overfor jordforureninger og historiske punktkildeforureninger, best practices samt yderligere monitoring. Spørgsmålet er blot hvem der skal udføre, organisere og finansiere en sådan supplerende monitoring og hvordan det skal gøres. I forbindelse med climate change adaptation og "Flood risk management" konkluderer EC (2012) at 'Floods can also cause pollution (from flooded waste water treatment plants, chemical pollution from point sources, spreading of contaminated sediment etc.)'. Der gives dog ingen mere specifikke anvisninger til håndtering (klimasikring) af punktkilder i relation til hyppigere skybrudshændelser, oversvømmelser fra vandløb, havstigning/stormflodssituationer og oversvømmelser fra grundvand.

6.4 Kystnære punktfureninger og deponeringsanlæg

Masterplanen for Horsens Havn indeholder visioner om en fremtidig badestrand, der sammentænkes med et evt. fjordbad ved lystbådehavnens dækmole. Forudsætningerne for anlæggelse af en badestrand, herunder strømningsforhold, vandkvalitet mv. skal derfor undersøges i forhold til bidrag fra overløbsbygværker, renseanlæg mv. af E-coli. Sekundært vil vurdering af betydning af miljøfremmede stoffer evt. skulle vurderes. I øvrigt er såvel Horsens Inderfjord som Havne og "klappladser" i Vandplanen vurderet som områder med behov for stofbestemt indsats.

Det fremgik videre af interessentinvolveringsplanen og modelworkshops, at de nyeste sedimentundersøgelser er foretaget i forbindelse med klappansøgninger, lavet helt tilbage i juni 1999, hvor der blev udtaget prøver af havnebassinet i Horsens Havn i forbindelse med en klappansøgning fra Horsens Havn. I forhold til baggrundsværdier for tungmetaller i tilsvarende ikke kildebelastet sediment med samme glødetab, var der forhøjede værdier for TBT, kobber og cadmium. Det forurenede sediment blev i forbindelse med oprensningen depo-

neret i et spulefelt. Efter 2006 er der lavet undersøgelser i forhold til miljøfremmede stoffer på én muslingestation i Horsens inderfjord i 2008 og 2010, men disse data er ikke afrapporteret. Generelt er der derfor kun undersøgt for en lille del af de potentielt "udvaskbare" miljøfremmede stoffer fra land.

På den seneste modelworkshop afholdt i marts 2012 viste resultaterne af punktkildeundersøgelser og risikovurdering, at der foreligger analyseresultater inde fra Gasværksgrunden hvor hot spot i grundvandsforurening er omkring imprægneringshal og afdrypningsplads samt i SV hjørne. Forureningen er trængt ned til 6-7 m under terræn. Der er sket en overraskende lille reduktion i koncentrationer i boring 22 i forhold til hot spot, hvor nogle værdier overskrider generelle kvalitetskrav og korttidskvalitetskrav til organismer mv. For Collstropgrunden har man meget høje værdier af Xylenoler inde på grunden, men overraskende lave værdier i boring 21 beliggende 5-10 meter fra kajkanten. BTX bliver forsvindende lille blot 75 m fra hotspot. Flouren, PAH osv. er målt i høje koncentrationer ved hotspot, men har lave værdier ved nye boringer. Det er dog værd at slå fast at målinger ved hotspot er 25-30 år gamle, så man kan spørge, om det er et realistisk sammenligningsgrundlag, måske er mange af stofferne for længst skyllet ud i havnen og i fjorden. Arsenpåvirkningen fra Gasværket er tydelig i de nye boringer ved kajkanten, hvorimod forureningen ved det højmobile stof Benzen ikke er påvist eller som Naftalen udviser meget lave koncentrationer ved kajkanten (fra Collstrop grunden). Der er derfor meget væsentlige usikkerheder omkring den nuværende kildestyrke fra de to grunde jf. de 20-30 år gamle data fra hotspots. Med hensyn til påvirkningen af havnen udgør Xylenoler iøvrigt det mest forurenende stof (stoffet udgør op mod halvdelen af korttidskravværdien alene fra de to punktkilder).

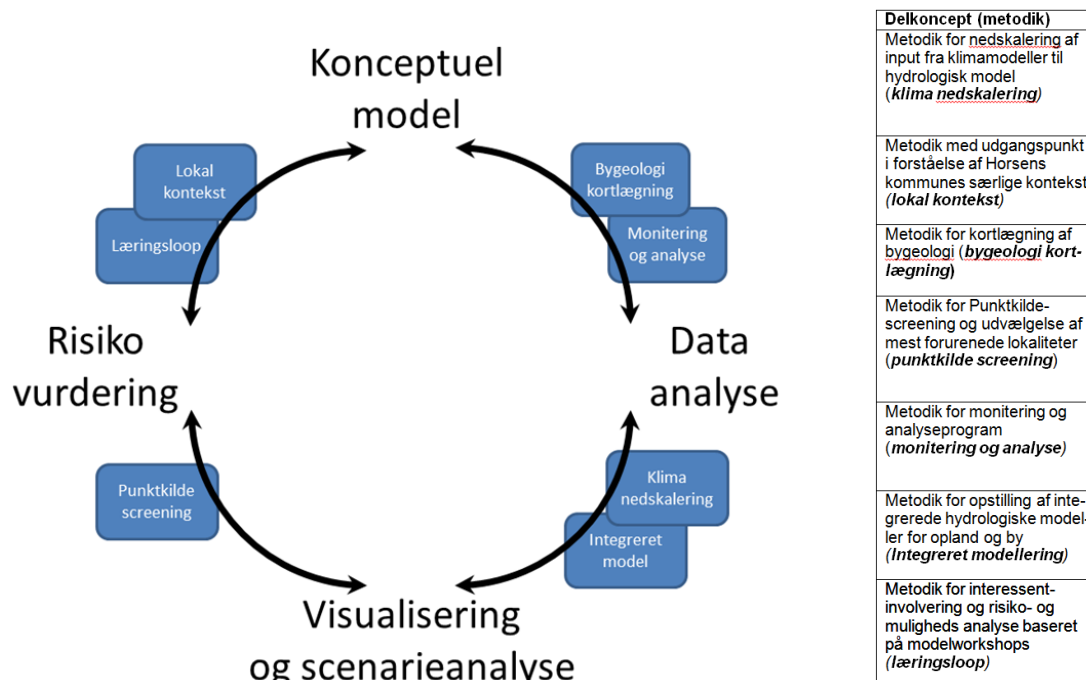
Det er et problem, at vandkvalitetskriterier (miljøkriterier) typisk er baseret på enkeltstoffer, og ikke et samspil af stoffer, da man fx for pesticider har dokumenteret betydningen af cocktail-effekt. Det er en udfordring at håndtere cocktailvirkning i risikovurderinger, og det er ikke kun miljøfremmede stoffer der kan samspille på uheldig vis. Det kan stressfaktorer som iltsvind, temperatur og andre stressfaktorer også, hvilket betyder at klimaændringer stiller vandforvalteren overfor en ny udfordring at vurdere risiko på mere integreret og holistisk vis. Det udviklede KIMONO koncept giver i princippet mulighed for det, blot er der behov for opstilling af et mere integreret monitoringssystem:

- Der mangler målinger ved punktkilder og i fjorden som grundlag for at udføre basistilstandsvurdering. Dette er en vigtig forudsætning for fremtidig styring og prioritering af oprydning fra punktkilder, samt udledningstilladelser fra øvrige punktkilder
- Badevandskvaliteten omhandler primært e-colibakterier mens Vandrammedirektivet regulerer både næringssalte (anden metodik end miljøkvalitetskrav) og andre forurenende stoffer (via miljøkvalitetskrav)

Det er i øvrigt gældende jf. EU-regulering at basere regulering af udledning af forurenende stoffer på miljøkvalitetskrav for enkeltstoffer. Men der er ikke noget i vejen for, at en ansvarlig myndighed gennemfører effektundersøgelser i et vandområde eller på en udledning med henblik på at identificere eventuelle negative effekter knyttet til den samlede blanding af forurenende stoffer. Dette kan være et supplement til enkeltstofvurderingen.

7 Konklusion

Der er opstillet et overordnet KIMONO koncept til effektiv integreret vurdering, modellering og monitorering af terrænnære vandstrømninger og forureningsspredning fra punktkilder i kystzonen, bestående af et framework med fire hovedelementer: Data analyse, konceptuel model, visualisering og scenarieanalyse og risikovurdering. Se Fig. 6.1.



Figur 6.1 KIMONO konceptet med fire hovedelementer og syv delkomponenter

Delkonceptet til integreret hydrologisk modellering af grundvands- og overfladevandsafstrømning, partikelbaner og stofflux i Horsens by området er opstillet og testet baseret på MIKE SHE/MIKE 11 model for Horsens by. Horsens by model er koblet til en model for Horsens Fjord oplandet, der igen benytter randbetingelser fra DK model Midtjylland. Klimaændringer og havstigning er inddraget ved hhv. A2, B2 og A1B scenariet samt 0,5 m havstigning, med delta change bias-korrektion og nedskaleret til de anvendte modeller for Horsens fjord og Horsens by.

Delkonceptet for monitorering af punktkildeforureninger i terrænnært grundvand i case området er afprøvet ved at etablere et antal nye filtersatte pejleboringer der er prøvetaget og analyseret for miljøfremmede stoffer. Det er vurderet, at der er behov for bedre kendskab til baggrundsniveauet af miljøfremmede stoffer i byområdet og nogle overordnede kvalitetskriterier i forhold til cocktailvirkning/indikatorer. Monitorering af de mest betydende punktkilder og stofflux til overfladevand, samt overvågning af koncentrationer i havn og inderfjord af miljøfremmede stoffer er en stor udfordring. De mest flygtige komponenter i forureningerne på de havnenære arealer forventes i stort omfang at være udvasket. Tilbage er tungere, ikke så let mobiliserbare stoffer. Denne del frigives langsomt til det omkringliggende vandmiljø. For at kunne give en bedre risikovurdering er der behov for en nærmere belysning af de aktuelle kildekonzentrationer på lokaliteterne (kildestyrken fra de enkelte punktkilder).

Med et nyt lovforslag lægges der op til, at regionerne fremover systematisk inddrager arealer, hvor der er jordforurening eller kilder til jordforurening, der kan have skadelig virkning på overfladevand, under den offentlige afværgeindsats i lov om forurennet jord. Det betyder,

at hvis dette lovforslag vedtages, så vil der være mere klarhed omkring myndighedsrollerne, end der er i dag.

Tjærestoffer, nærmere betegnet xyenoler, i grundvandet ved gasværket repræsenterer den største overskridelse af grænseværdien (korttidskvalitetskravet for fjorden) med en faktor 17. Med baggrund i dette er der udført en beregning af stoftransport/flux for xyenoler. Flux vurderingen, på basis af den hydrologiske model og kombineret med vurdering af vandudskiftningen i havnen viser, at stoftransporten af xyenoler vil resultere i en koncentration af xyenoler i havnebassinet på 0,65 µg/l fra gasværket og 0,08 µg/l fra Collstrop. Disse koncentrationer overholder således de generelle kvalitetskrav på 1,31 µg/l. Fluxen af xyenoler fra gasværksgrunden bliver hermed beregnet til 12,8 kg/år og tilsvarende 1,7 kg/år fra Collstrop. Der er imidlertid meget stor usikkerhed på vurderingen af koncentrationen i fanen. Koncentrationen af xyenoler i fanen, der fra Gasværket går til havnebasinet og fjorden, er vurderet til 2.270 µg/l, med et usikkerhedsinterval på 227-22.700 µg/l (faktor 10). For forureningen fra Collstrop er koncentrationen meget mindre, 30 µg/l, men med et usikkerhedsinterval på 0,3 til 3.000 µg/l (faktor 100). På grund af større fanebredde og større vandstrømning fra Collstrop i forhold til Gasværket, betyder disse usikkerheder, at belastningen fra Collstrop kan være relativt større, end de gennemsnitlige tal peger på (og omvendt).

Summeres samtlige usikkerheder for Gasværket og Collstrop på koncentrationer i fanen, fanebredde, udstrømning af grundvand og vandudskiftning, er det vurderet at koncentrationen af xyenoler i havnebassin varierer mellem 0-111 µg/l fra Gasværket og 0-145 µg/l fra Collstrop. Usikkerheden vil kunne bringes betydeligt ned ved at tilvejebringe analyser af kilden og fanen ved de to punktkilder, sådan at koncentrationsusikkerhederne nedbringes. Desuden vil et måleprogram af miljøfremmede stoffer i havnen og fjorden (vandfase og sediment) kunne give et forbedret bud på en samlet belastning (der er identificeret i alt 18 punktkilder som indeholder tjærekomponenter i Horsens by, derudover er havnen fyldt op med fyldjord som traditionelt indeholder tjærestoffer). Der findes således en række yderligere kilder til xylenolforurening, som ikke er undersøgt i denne rapport.

De havnenære arealer i Horsens er beliggende udenfor områder med drikkevandsinteresser. Der er derfor ikke risiko for at forureningerne påvirker en nutidig eller fremtidig drikkevandsressource. I forhold til arealanvendelsen, samt jordflytning vil lovgivningen sikre at der tages hånd om risikoen. I projektet er der derfor fokuseret på risiko fra punktkilderne i forhold til økosystemet/fjorden.

Modellerne giver derfor et væsentligt bidrag til prioritering af en evt. oprensningsindsats, og viser f.eks. at Gasværket (hvis vi ser bort fra usikkerhedsintervallet) er en større kilde til forurening med xyenoler til det nordlige havnebasin end Collstrop grunden, hvor man tidligere havde den modsatte opfattelse. Beregningerne viser også at der et "råderum" for andre kilder til tjæreforurening til havneområdet/den indre fjord på skønsmæssigt 44 % af grænseværdierne, og det må derfor antages, at der er en relativ stor risiko for at det samlede havneområde er uacceptabelt belastet, som følge af at kun to ud af 18 kendte punktkilder for xylenolforurening er undersøgt.

Såfremt man vil bestemme den samlede mængde forurening der udsiver/udledes til fjorden, og dermed lave en samlet risikobetragtning for fjorden, være behov for at tage højde for de mange andre miljøfremmede stoffer fra kilder i byområdet, og det øvrige opland. Her tænkes ikke mindst på udledning fra fladekilder/landbrug, udslip fra utætte kloakker og regnvandsbetingede overløb fra kloaksystemet. Samlet set vil der kunne opstå såkaldte cocktaileffekter, hvor det ene stofs tilstedeværelse betyder at andre stoffer ved lavere koncentrationer giver uønskede toksikologiske effekter, som kan have betydning for økosystemet.

Klimaændringer resulterer i ændringer i stofflux og strømningsretning ved Gasværket og Collstrop, samt i en forøgelse af grundvandsspejlet ved de to punktkilder. Der er derfor risiko for, at jordlag, der under nutidige forhold er umættede, i fremtiden kommer til at ligge

under grundvandspejlet. Det kan resultere i en mobilisering af stoffer, som pt. er fikseret til jordmatricen. Denne effekt er ikke modelleret. For de to undersøgte punktkilder, giver klimændringer (fx A1B) en væsentlig forøget flux, men når en havstigning på 0,5 m regnes med, så bliver stoffluxen svagt reduceret på grund af lokalt ændrede vandbalance- og udstrømningsforhold.

Den gennemførte risikovurdering for punktkilder for Horsens er gennemført på et mellemniveau, som man kan kalde et intermediært og stedspecifikt niveau. I princippet kan KIMONO konceptet anvendes på forskellige kompleksitetsniveauer, hhv. et simpelt, et intermediært og et komplekst niveau. På det simple screeningsniveau, baseres vurderingen alene på kildestyrken fra de enkelte punktkilder og for udvalgte stoffer, uden at inddrage forureningsspredning og stofflux monitoring og hydrologisk modellering i grundvand nedstrøms punktkilderne og til overfladevand. På det intermediære og stedspecifikke niveau, foretages monitoring og modellering af strømnings- og partikelbaner samt vurdering af stofflux i grundvand og til overfladevand (koncentrationer i havnen og fjorden) for udvalgte stoffer (fx tjærestoffer/xylenoler) inkl. en grov vurdering af usikkerhedsintervallet som vist for Horsens casen. På et komplekst og stoftransport baseret niveau, foretages såvel monitoring og modellering af kildestyrke og stoftransport på et mere detaljeret niveau.

Samlet konkluderes det, at hovedformålet med at udvikle et koncept er gennemført. Delmål 1-4, dvs. delkoncepter vedr. modellering af grundvands- og overfladevandsafstrømning, partikelbaner og stoftransport i case området, monitoring af punktkildeforureninger i terrænnært grundvand, udpegnings af lokale områder på lille skala der er truet af oversvømmelser og modelworkshops med aktiv interessentinvolvering er gennemført. Mht. delmål 5 formidling af projektresultater og diffusion af KIMONO konceptet til andre kystzone områder med henblik på implementering af det udviklede værktøj hos diverse slutbrugere, har der været udvist stor interesse for konceptet blandt deltagere på modelworkshops, men det er endnu for tidligt at vurdere resultaterne heraf.

8 Projektorganisation

Projektet, der er delvist finansieret af Naturstyrelsen, er gennemført i perioden 1.1.2010 til og med 31.12.2012.

Projektorganisationen har været:

Følgegruppe:

Thomas Hansen, Naturstyrelsen (formand)
Gyrite Brandt (indtil 31.12.2011 KL)

Projektleder:

Hans Jørgen Henriksen, GEUS

Projektmedarbejdere:

Torben O. Sonnenborg, GEUS
Rolf Johnsen, Region Midtjylland
Jes Pedersen, Region Midtjylland
Helle Blæsbjerg, Region Midtjylland
Morten Steen, Region Midtjylland
Keld Rasmussen, Horsens kommune
Inga Sørensen VIA UC

Rapporten har været reviewet af Jens Christian Refsgaard, GEUS

Endvidere tak for deltagelse til en lang række interessenter der deltog konstruktivt og engageret i en af de to modelworkshops.

9 Referencer

Dessai, S, Adger, WN, Hulme, M, Turnpenny, J, Köhler, J. and Warren, R (2004) Defining and experiencing dangerous climate change. An editorial essay. *Climatic Change*. 64, 11-25.

EC 2012. Commission staff working document. Report from the Commission to the European Parliament and the Council on the implementation of the WFD RBMP. November 14-2012

Henriksen, H.J., Højberg, AL, Seaby, LP, van der Keur, P, Stisen, S, Troldborg, L, Sonnenborg, TO, Refsgaard, JC (2012) Klimaeffekter på hydrologi og grundvand (Klimagrundvandskort). GEUS rapport 2012/116.

Højberg, AL, Olsen, M og Henriksen, HJ. (2012) Simulering af ekstremvandføringer og grundvandsbetinget oversvømmelse. Analyse af mulighed for optimering af DK-model (Horsens Fjord opland). GEUS rapport 2012/115.

Kresic og Miksezewski, 2012. Hydrogeological conceptual site models. Data analysis and visualisation. CRC Press. Taylor and Francis group.

Jacobsen F. og Petersen O. (2006). Fortynding langs danske kyster. Rapport til Miljøstyrelsen.

Madsen, H.P, 2009. Kloakmesterarbejde – en Håndbog. Erhvervsskolernes forlag. ISBN: 978-87-7082-039-4

NST (2011) Vandplan 2010-2015 Horsens fjord. Hovedvandsopland 1.9. Vanddistrikt Fyn og Jylland.

Overheu, ND, Tuxen, N, Flyvbjerg, J, Binning, PJ og Bjerg, PL (2012) Håndbog for risikobaseret prioritering af grundvandstruende punktkilder. Miljøprojekt nr. 1439. Teknologiprogrammet for jod- og grundvandsforurening. Miljøstyrelsen

Refsgaard, J.C., Troldborg, L., Henriksen, H.J., Højberg, A.L., Møller, R.R. og Nielsen, A.M. (2010) God praksis i hydrologisk modellering. GEO - Vejledning 7. GEUS.

Region Midtjylland (2011): Groundwater in a future climate. CLIWAT handbook. ISBN 87-7788-265-2

Sonnenborg, T.O. og Henriksen, H.J. (2005) Håndbog i grundvandsmodellering. GEUS rapport 2005/80.

Vejle Amt, 2003.: Digital geologisk model for oplandet til Rugballegård Vandværk, Horsens. Udarbejdet for Vejle Amt af Dansk Geofysik.

APPENDIX 1 - Historik

Collstrop i Horsens

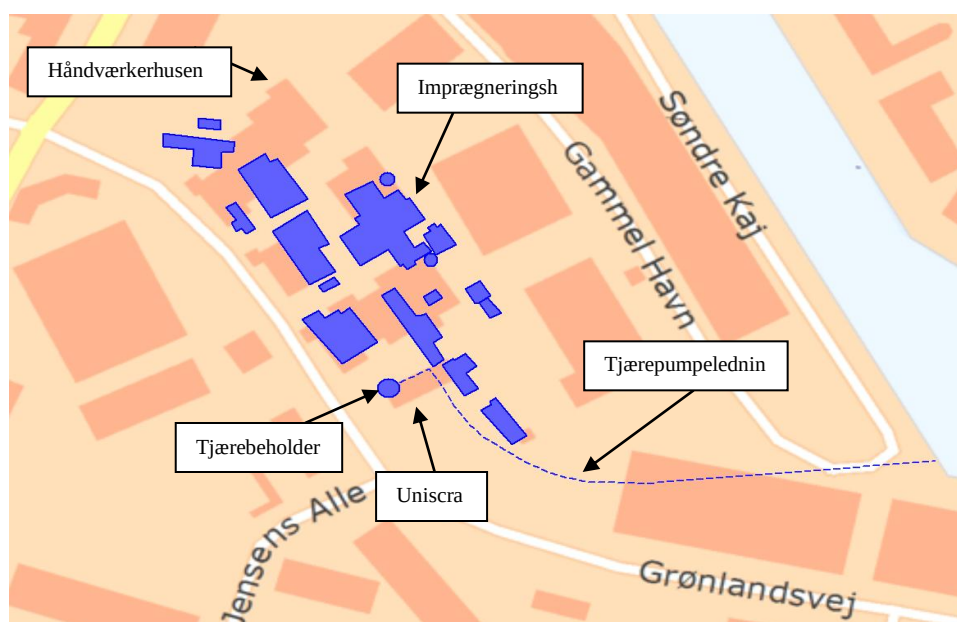


Baggrund

Collstropgrunden ligger centralt på havneområdet i Horsens, på et areal som er opfyldt med indpumpet havneslam i slutningen af 1800'tallet. Virksomheden har foretaget vakuumimprægnering af jernbanesveller i næsten 100 år fra 1890 til 1978. Imprægneringen er frem til 1970 hovedsageligt foregået med kreosotolie. I 1970 overgår produktionen til råd- og brandimprægnering, og anvendelse af kreosotolie ophører. I 1988-1992 er der udført forureningsundersøgelser på lokaliteten. Det forurenede areal er opgjort til ca. 11.700 m² med et skønnet jordvolumen på ca. 28.300 m³. Lokaliteten ligger i et område med begrænsede drikkevandsinteresser, arealanvendelsen er ikke følsom, og der er derfor som udgangspunkt ikke offentlig indsats.

Forureningsituation

De kendte forureningskilder er tjærebeholdere, imprægneringsplads, Afdrypnings- og tørreområder, oplagspladser, tjærepumpeledning m.m. Kilderne er vist på figur 1 sammen med nuværende bygninger. Undersøgelserne har påvist en kraftig jord- og grundvandsforurening med primært tjærestoffer (PAH'er), phenoler, naphtalen, xylenoler og BTEX. Forureningen blev hovedsagelig påvist i dybdeintervallet 2- 3 m.u.t. Dog er forureningen fundet 3 – 4 m.u.t. i det mest forurenede område, hvor den tidl. imprægneringsbygning var beliggende samt arealet lige nordøst herfor (afdrypningspladsen).



Det forurenede areal er opgjort til at udgøre ca. 11.700 m² med et skønnet jordvolumen på ca. 28.300 m³. De højeste koncentrationer af jordforurening med PAH'er blev påvist ved den tidl. tjærebeholder med koncentrationer på op til 5.000 til 6.000 mg/kg. Tungmetaller fra rådimprægnering er kun påvist i en enkelt boring.

Grundvandsforurening er påvist i 2 hotspotområder. Dels ved den tidligere tjærebeholder, og dels ved den tidligere imprægneringsbygning og afdrypningspladsen lige nordøst herfor. Grundvandsforureningen er beliggende primært over et ca. 5 m tykt dyndlag, som påtræffes i ca. 6 m's dybde. Under de værst forurenede områder er der ligeledes påvist forurening ned i dyndlaget. For udvalgte stoffer i grundvandet er de største koncentrationer vist i tabel 1.

Stof	Max koncentrationer i grundvand
Arsen (µg/l)	0,33
Benzen (µg/l)	480
Naphtalen (µg/l)	222.000
Phenol DS 281 (µg/l)	58
Fluoren (µg/l)	14.000
Xylenoler (µg/l)	14.074
Xylenener (µg/l)	3.220

Tabel 1: Max koncentrationer, for udvalgte stoffer, målt i grundvandet

Spredningsveje

Størstedelen af Collstrop-grunden ligger i et område som blev opfyldt med indpumpet havneslam i slutningen af 1800-tallet. Under fyldlaget ses typisk et dyndlag med en tykkelse på 0,5-1,5 m på den vestlige halvdel af grunden, men noget tykkere mod øst. Under dyndlaget findes et marint sandlag til ca. 6 meters dybde og under sandlaget findes et ca. 5 m tykt dyndlag. Det marine sandlag (med et meget stort indhold af skaller) findes i næsten alle borer og er stærkt vandførende. Under det nederste dyndlag findes et ca. 5 meter tykt sandlag og herunder en lagserie domineret af moræneler. Denne lagserie er underlejret af grove aflejringer som vurderes at være et regionalt grundvandsmagasin.

Grundvandets potentialer ligger omkring +0,35 meter på grundens nordlige del, hvilket svarer nogenlunde til højvande i havnen. På den sydlige del er grundvandsspejlet i 0,5-0,75 m.

Grundvandsstrømningen vurderes at være mod nordøst til havnebassinet.

Det er ved de tidligere undersøgelser vurderet, at en fortynding af forureningen ville medføre, at der ikke fra Collstrupgrunden, som enkeltstående kilde, ville være en risiko for miljøet i havnen. Nye udmeldinger fra Miljøstyrelsen kan evt. give anledning til at tage denne vurdering op til fornyet overvejelse i Regionen.

Referencer

Krüger 1989: Forureningsundersøgelse på Collstrop-grunden i Horsens, Fase I.

Krüger 1990: Forureningsundersøgelse på Collstrop-grunden i Horsens, Fase I og II

Krüger 1992: Collstrop-grunden i Horsens, Supplerende undersøgelser.

Horsens Gasværk



Billede 1: Horsens Gasværk 1950

Baggrund

Horsens Gasværk var i drift i perioden 1860-1969. Ud over gasværket har der desuden ligget en tjærefabrik og en tagpapfabrik på lokaliteten. Der udføres i slutningen af 1980'erne og i løbet af 1990'erne forureningsundersøgelser på lokaliteten. Hele arealet er forurenet, det totale forurenede jordvolumen udgør ca. 45.000 m³. I 1996 udføres en afgravning af forurenet jord på dele af arealet, den resterende del er kortlagt på vidensniveau 2. Lokaliteten ligger i et område med begrænsede drikkevandsinteresser, arealanvendelsen er ikke følsom, og der er derfor som udgangspunkt ikke offentlig indsats.

Forureningssituationen

De kendte forureningskilder er to tjærebeholdere, en gasvandsbeholder, et ammoniakgennemløb, en gasbeholderindeslutning samt en naphtalinbrønd. Problemstofferne på lokaliteten er primært tjærestoffer, phenol, tungmetaller og cyanid. Der er konstateret forurening på store dele af lokaliteten. Forurening er påvist til 5-7 m u.t. (svarende til 3-5 m under GVS).

Stof	Max koncentrationer
Arsen (mg/l)	0,012 (B103 08-06-2011)
Benzen (mg/l)	9,3 (D03 07-01-1997)
Naphtalen (mg/l)	9,1 (D03 27-08-1997)
Total cyanid (mg/l)	6,4 (B11 01-02-1990)
Phenol DS 281 (mg/l)	310 (32K 05-01-1999)
Cresoler (mg/l)	226 (32D 05-01-1999)
Xylenoler (mg/l)	329 (33K 07-01-1997)

Tabel 2: Max koncentrationer, for udvalgte stoffer, målt i grundvandet

Tjæreforureningen er værst på den vestlige del af lokaliteten, undersøgelsesresultater indikerer forurening med tjærestoffer til 6-7 m u.t. Analyseverdierne for tungmetaller ligger i rådgivningsintervallet. Der er påvist cyanidforurennet jord på den nordlige del af arealet, med de største koncentrationer på den nordvestlige del, samt cyanidforurennet grundvand i nærheden af dette område.

På den vestlige del af grunden er der påvist grundvandsforurening i et øvre magasin. Analyseresultater indikerer at forureningen også findes et par meter ned i den underliggende moræneler, og i en af de dybe borer er der målt betydelige grundvandsforurening længere nede i moræneleret. Der er påvist en forureningsfane (ca. 40 m bred) på den vestlige del af lokaliteten, som strækker sig fra de primære forureningskilder mod havnen, undersøgelsesresultaterne indikerer at de største forureningskoncentrationer findes lige over morænelerslaget.

I 1995/1996 udføres en afgravning af to delområder på lokaliteten. De to delområder er på denne baggrund udgået af kortlægningen.

Det er tidligere vurderet at der ikke kan formodes at ske nogen kraftig reduktion af koncentrationerne ved naturlig nedbrydning da iltkoncentrationerne er lave, desuden er forureningskoncentrationerne så høje at det formodes at hæmme den naturlige nedbrydning.

Spredningsveje

På baggrund af geologien er det vurderet at den mest sandsynlige transportretning er mod havnen i de permeable aflejringer over moræneleret. Morænelerets siltede og sandede sammensætning indikerer dog at forureningen også kan trænge ned i disse aflejringer.

På baggrund af tidligere pejlinger er der fastslået en veldefineret strømningsretning mod fjorden. Det er vurderet at afstrømningen tilsyneladende foregår lettere på grundens vestlige del hvor de mest permeable aflejringer er påtruffet.

Krüger har i 1998 noteret at der ses markante fald i grundvandsspejlets trykniveau på lokalitetens sydvestlige del, og at årsagen kan være at der ligger en hovedkloakledning umiddelbart nedstrøms lokaliteten, da sandfyldet omkring denne kan virke som dræn.

Økotoksikologiske tests foretaget i 1990 har vist at forureningen kan påvirke miljøfølsomme organismer⁽¹⁾, på baggrund heraf er det vurderet at det forurenede vand fra lokaliteten skal fortyndes 1000 gange med uforurennet vand for ikke at have signifikant effekt. Lokaliteten ligger umiddelbart nord for havnebassinet.

Referencer

Krüger 1990: Horsens Gasværksgrund, Forureningsundersøgelse.

Krüger 1998: Supplerende forureningsundersøgelse, Horsens Gasværk

Krüger 1999: Supplerende forureningsundersøgelse og afværge skitseforslag, Horsens Gasværk

DGE 2003: Beskrivelse af drænsystem Horsens gasværksgrund

Horsens losseplads

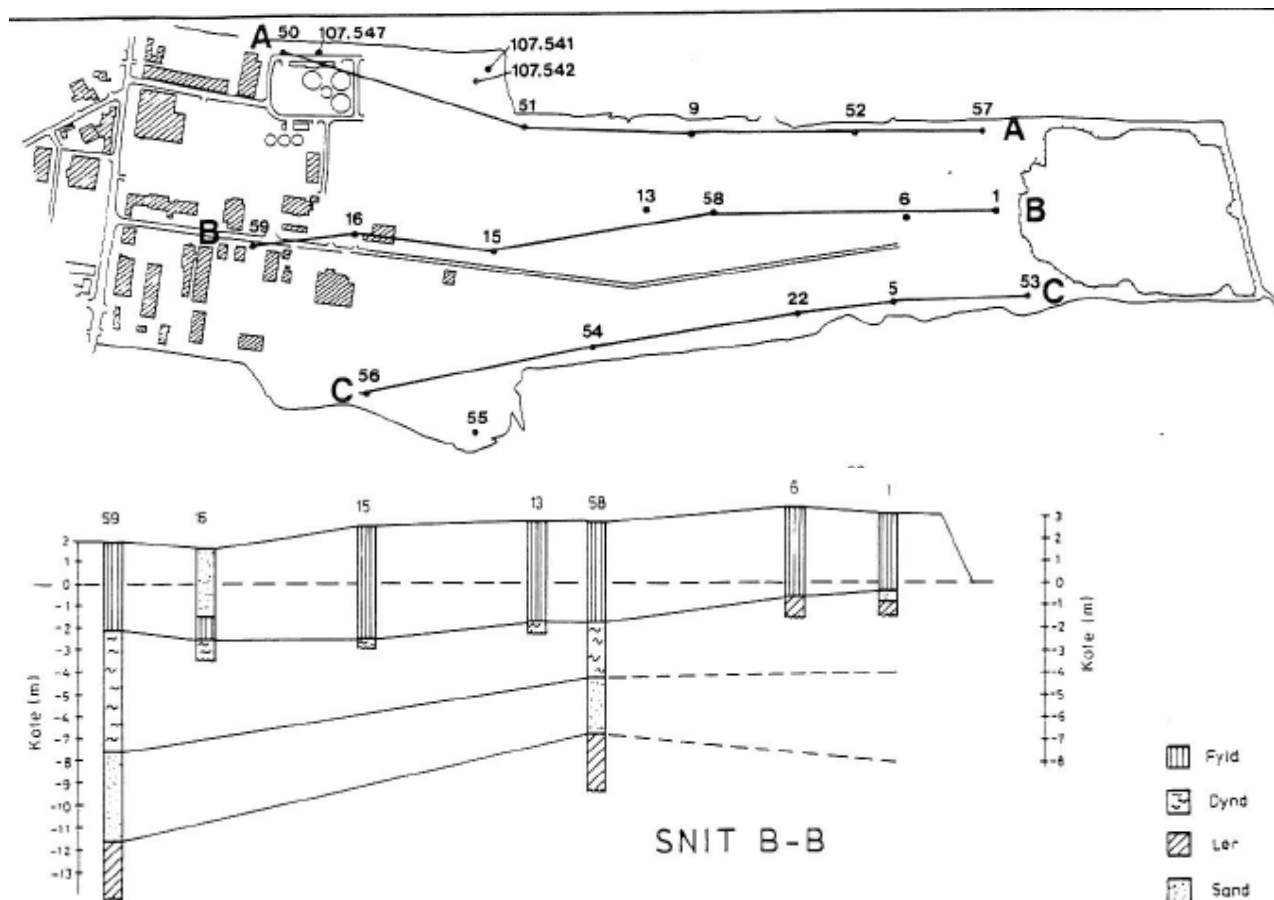
Baggrund

Horsens losseplads strækker sig som en halvø ud i bunden af Horsens fjords sydlige del. Lossepladsen afgrænses mod syd af Dagnæs bæks udløb i inderfjorden og imod nord af fjorden. Lossepladsen er etableret i begyndelsen af 1900 tallet, mens deponeringen øst for Høegh Guldbergs gade er sket siden 1933. Området udgør ca. 850.000 m². Indtil 1974 blev alt affald deponeret på pladsen, mens der efter 1974 udelukkende er deponeret ikke brændbart affald inkl. kemikalieaffald. Efter 1976 er der ikke deponeret kemikalieaffald.

I Krügers rapport fra 1988 er det oplyst at der er deponeret affald fra en række galvanovirksomheder, chromanlæg, Horsens gasværk og husholdningsaffald.

Geologi, hydrogeologi

I forbindelse med en undersøgelse af pladsen i 1988 er der udført 36 borer på lossepladsområdet. Boringerne viser at der under fyldet findes et dyndlag med højt organisk indhold. Dyndlagets tykkelse er varierende og tykkest under den centrale del og fraværende imod sydøst. Under dyndlaget findes 1-5 meter sand og under dette et senglacialt lerlag. Vandstanden i fyldet er generelt ca. 1 meter højere end vandstanden i det underliggende sandlag. Desuden er grundvandsstanden ikke påvirket af tidevand i fyldet i modsætning til sandlaget hvor tidevandspåvirkningen er tydelig særligt i områderne tættest vandløb og fjord.



Profil Vest øst igennem pladsen (efter Krüger, 1988)

Trykforskellen i det øvre fyldlag kontra sandlaget bevirker, at der er en nedadrettet trykgradient fra fyldlaget imod sandlaget.

Forureningssituation.

Perkolatet i lossepladsen har stofkoncentrationer som forventet i lossepladser. Desuden var perkolatets stofkoncentration i 1988 i niveau omkring koncentrationen for indløbet til rensningsanlægget. Perkolatets fosforkoncentrationer er målt til 3-5 gange tidligere målte koncentrationer i fjorden og kvælstofindholdet er 5-300 gange det i fjorden målte.

De højeste tungmetalkoncentrationer findes i de yngste deponier yderst på pladsen.

Tungmetalkoncentrationerne under dyndlaget var i 1988 noget lavere end i perkolatet.

I 1988 er det opgjort at pladsen belaster fjorden med 1 % af det totale kvælstofbidrag og 0,3 % af fosforbidraget. Tungmetallerne belastede fjorden mellem 1,3 og 17 % af det totale bidrag. En konklusion på arbejdet i 1988 blev derfor at tilførslen af kvælstof, fosfor og organisk stof er af ringe omfang, sammenlignet med de øvrige tilførsler til fjorden, mens tilførslen af cadmium, chrom og nikkel var forholdsvis høj.

Der er i juni 2011 udtaget vandprøver fra to borer på lossepladsen. De analyserede stoffer blev udvalgt på baggrund af hvad der tidligere var analyseret på lossepladsen, sammenholdt med en vurdering af det industrimæssige affald der evt. var tilført pladsen. Niveauerne for vandprøver udtaget i juni 2011 viste tungmetallindhold der var en faktor mellem 45 og 407 gange lavere end de i 1988 målte. Der er derfor sket et markant fald i koncentrationerne henover de 23 år. Alternativt er målingerne fra 1988 fejlbehæftede.

Horsens kommune analyserer løbende udvalgte borer for miljøfremmede stoffer.

Spredningsveje

Perkolatets spredningsveje går enten fra 1) dyndlaget imod det underliggende sandlag imod fjorden eller 2) igennem jordvolden (det opdæmmede materiale som udgør grænsen mellem losseplads og fjord) eller 3) en kombination imellem de to.

Ved undersøgelserne i 1988 blev det klart at spredningen sandsynligvis foregår som en kombination. I nogen områder er jordvolden tæt hvilket indikeres af højere vandstand end omkringliggende områder. Andre steder er jordvolden mere permeabel og vand strømmer lettere fra losseplads imod fjorden. Generelt ses der tidevandspåvirkning mellem det ned sandmagasin og fjorden, særligt i de områder som ligger tættest på fjorden.

En beregning med baggrund i gennemsnitsinfiltration på 300 mm/år viser at udledningen fra pladsen er i 1988 overslagsmæssigt beregnet til ca. 475 m³/døgnet, hvilket svarede til 2,4 % af udledningen fra centralrenseanlægget i 1988.

Vurderinger af recipientpåvirkning

Marinbiologiske undersøgelser viste i 1988 at der ikke var forhøjet påvirkning med bly af dyrene i vandet omkring depotet i forhold til en referencestation i fjorden, men at fjorden var generelt påvirket med bly. Påvirkning med kviksølv omkring depotet var 1,4-1,8 gange højere end referencestationen.

Det er vurderet i 1988 at der ikke er akut risiko for dødelige effekter af udsivning af perkolatvand fra lossepladsen, når perkolatet blot fortyndes 3-4 gange.

Undersøgelser i 1988 af vegetationen indikerer at fjordvandet omkring pladsen er påvirket af fersk næringsholdigt vand.

Med de faldne værdier fra prøverne udtaget i juni 2011 er recipientpåvirkningen fra lossepladsen markant lavere end i 1988. Det vurderes derfor at vandmiljøet i fjorden ikke er direkte påvirket af forurening fra lossepladsen.

Referencer

Krüger, 1988: Horsens Kommunes losseplads. Påvirkning af miljøet i Horsens Inderfjord. Analyseresultater

Appendix 2 Boreprofiler

Boring B15

Dybde	Forsøgsresultater				Filtersætning		Kote (m)	Geologi	Prøve	Nr.	Jordart	Karakterisering	Aflejring	Alder	Lugt	Misfarv.
	DNN Ukendt				F3 F2											
0																
										1	FYLD, sandet, betonstykker, gråbrun	Fy Re				
1							-1			2	FYLD, sandet, muldet, mørkebrun	Fy Re				
										3	SAND, mellem, velsorteret, svagt gruset, gråbrun, våd	Sm Sg				
2							-2			4	SAND, usorteret, stærkt leret, gråbrun, våd	Sm Sg				
										5	SAND - " -	Sm Sg				
3							-3			6	SAND, fint, velsorteret, stærkt siltet, gråbrun, våd	Sm Sg				
										7	SAND - " -	Sm Sg				
4							-4			8	SAND, fint, velsorteret, stærkt siltet, leret, gråbrun, våd	Sm Sg				
										9	LER, stærkt siltet, svagt sandet, lysebrun, meget blød, våd	Sm Sg				
5							-5			10	LER - " -	Sm Sg				
										11	LER, stærkt sandet, stærkt siltet, lysebrun, meget blød, våd	Sm Sg				
6							-6			12	LER, stærkt sandet, stærkt siltet, enkelte sten, lysebrun, meget blød, våd	Sm Sg				
										13	SAND, usorteret, leret, lysebrun, våd	Sm Sg				
7							-7			14	MORÆNELER, stærkt sandet, siltet, enkelte sten, blokke kan forekomme, mørkegrå, fst	Gl G				
							-8									
							-9									

Boring B17

Dybde (m)

0

1

2

3

4

5

6

7

8

Forsøgsresultater

DVR90 1.14 m

Kote (m)

+1

0

-1

-2

-3

-4

-5

-6

-7

Geologi

Prøve

Nr.

Jordart Karakterisering

FYLD, gulbrun, asfalt, STEN, (store)

FYLD, gulbrun, STEN, (store), fra 0, 8 m vand

LER, siltet, grå til gråsort, plantedele, skaldele, fugtig, (gytje)

SAND, grå, våd

SAND, tør, SKALLER, med skaldele

SAND, siltet, grå til gråsort, skaldele, tør, (gytje)

SAND, fin, gråt, SKALLER, vådt

LER, mørkebrunt, SKALLER, tørt, våde sandslirer
SAND, (lys), GRUS: SKALLER, våd, gytje indslag
LER, gråt, fint, KALK

SKALLER

Aflejring

Alder

Lugt

Misfarv.

Boring fra projektet kimono

Boremetode : 6' Snegl med foring

X: 553549 (m) Y: 6190551 (m) Plan :

Sag : 1234 Kimono (Morten Steen)

Strækning :

Boret af : RM

Dato :

DGU-nr.:

Boring : B17

Udarb. af : DANIEL

Kontrol :

Godkendt :

Dato :

Bilag : DANIEL S. 1/1

regionmidtjyllandmidt

Miljøprofil

GeoGIS2005 2.3.6 - GeoGIS_RM - PSTMDK - 18-12-2012 12:42:42

Boring B18

Dybde (m)	Forsøgsresultater		Kote (m)	Geologi	Prøve Nr.	Jordart Karakterisering	Aflejring	Alder	Lugt	Misfarv.
0										
1			+1			FYLD: MULD: STEN: TEGL, plastik, sort, misfarvning, fra 1, 6 vand				
2			0							
3			-1			LER, grå - sort, SKALLER, planterester, GYTJE, tør				
4			-2			SAND, lysegrå, indslag af ler, planterester, træ, skallag				
5			-3			GYTJE, grågrå, sort, SKALLER, (mange), træstykker, tør				
6			-4							
7			-5			LER, grågrå, sort, SKALLER, (mange), tør				
8			-6							
9			-7			SAND, fint - groft, gråt, vådt SAND, fint - groft, rødbrunt, vådt				
10			-8			SAND, mellem - groftkornet, gråt, vådt				
11			-9			SAND, mellem - groftkornet, stedvis stenet, stedvis gruset, gråt, vådt				
			-10							
						Boring fra projektet kimono				
						Boremetode :				
						X: 553483 (m) Y: 6190670 (m) Plan :				
Sag :	1234	Kimono (Morten Steen)								
Strækning :		Boret af : RM	Dato :		DGU-nr.:	Boring :	B18			
Udarb. af :	DANIEL	Kontrol :	Godkendt :		Dato :	Bilag :	DANIEL	S. 1/1		
regionmidtjylland midt						Miljøprofil				

Boring B19

Boring B20

Dybde (m)	Forsøgsresultater	Kote (m)	Geologi	Prøve	Nr.	Jordart Karakterisering	Aflejring	Alder	Lugt	Misfarv.
0	DVR90 1.68 m									
1		+1				FYLD, gruset, TEGL: BETON, fra 1, 0 våd				
2		0				FYLD, leret, STEN, grå - sort, gullig FYLD, lerklumper, tør, sort misfarve SAND, mellemkornet, enkelte skaller				
3		-1				GRUS, grå, lyse partier, små sten, SKALLER, organisk indhold, våd				
4		-2				LER, grågrøn, SKALLER, lidt plantedele, GYTJE, våd				
5		-3								
		-4								
Boring fra projektet kimono										
Boremetode :										
X: 553573 (m) Y: 6190768 (m) Plan :										
Sag : 1234 Kimono (Morten Steen)										
Strækning : Boret af : RM Dato : DGU-nr.: Boring : B20										
Udarb. af : DANIEL Kontrol : Godkendt : Dato : Bilag : DANIEL S. 1/1										

Boring B21

Dybde (m)	Forsøgsresultater		Kote (m)	Geologi	Prøve Nr.	Jordart Karakterisering	Aflejring	Alder	Lugt	Misfarv.
0	DVR90 1.38 m									
			+1			ASFALT			Phenoler, olie	
1			0			FYLD, sort - grå, lugt af tjære				
2			-1			SAND, grå - sort, SKALLER: GYTJE SAND, gråsort, SKALLER, vådt			Do. Do. Do.	
3			-2							
4			-3						Do.	
5			-4			SAND, grå - sort, mange skaller, STEN, oliefilm				
6			-5							
7			-6							
8			-7			GYTJE, mørk brun skaller, tør				
9			-8			GYTJE, mørk brun, tør				
10			-9			SAND, fin - mellem, gråt, svagt siltet, fugtigt SAND, fin - mellem, gråt, stærkt gruset, vådt				
11			-10			SAND, fin - mellem, gråt, siltet, gruset, vådt, enk. store sten				
12			-11			LER, gråt, sandet, gruset, tørt				
13			-12							
						Boring fra projekt KIMONO				
						Boremetode : 6' Snegl med foring				
						X: 553719 (m) Y: 6190672 (m) Plan :				
Sag : 1234 Kimono (Morten Steen)										
Strækning :			Boret af : RM		Dato : 2012.01.03		DGU-nr.:		Boring : B21	
Udarb. af : HELBLA			Kontrol :		Godkendt :		Dato :		Bilag : HELBLA S. 1/1	
regionmidtjylland midt						Miljøprofil				

Boring B22

[illegible]

[illegible]

Boring B23

Dybde (m)	Forsøgsresultater	Kote (m)	Geologi	Prøve	Nr.	Jordart Karakterisering	Aflejring	Alder	Lugt	Misfarv.
0	DVR90 1.97 m									
1		+1				ASFALT FYLD: STABILGRUS FYLD: SAND: STEN LER, sandet, SKALLER, grå - sort				
2		0				LER, fast, SKALLER, lys grå				
3		-1				LER, lys brun, små sten				
4		-2				LER, grå-brun, SKALLER				
5		-3				SAND, fin - mellem, leret, grå, træ fragmenter				
6		-4				LER, lys brun				
		-5								
Boring fra projekt KIMONO										
Boremethode : 6' Snegl med foring										
X: 553972 (m) Y: 6190690 (m) Plan :										
Sag : 1234 Kimono (Morten Steen) Strækning : Boret af : RM Dato : 2012.01.05 DGU-nr.: Boring : B23 Udarb. af : HELBLA Kontrol : Godkendt : Dato : Bilag : HELBLA S. 1/1										
regionmidtjylland midt						Miljøprofil				

Boring B24

Dybde (m)	Forsøgsresultater	Kote (m)	Geologi	Prøve	Nr.	Jordart Karakterisering	Aflejring	Alder	Lugt	Misfarv.
0	DVR90 1.38 m									
0		+1				ASFALT				
0						FYLD: STABILGRUS				
1		0				SAND, fin - mellem, svært gruset, enk. skaller, gråt, tørt				
1						SAND, fin - mellem, svært gruset, enk. skaller, gråt, vådt				
2		-1				GYTJE: SKALLER, sort, fugtig				
3		-2				SAND: SKALLER, gråhvidt, fugtig			Tjære	
4		-3				SAND, stærkt gruset, SKALLER, gråhvidt, fugtig			Tjære	
5		-4				SAND, fint, gråt, vådt				
6		-5				GYTJE, brun, SKALLER				
7		-6								
Boring fra projekt KIMONO										
Boremethode : 6' Snegl med foring										
X: 553741 (m) Y: 6190632 (m) Plan :										
Sag : 1234 Kimono (Morten Steen) Strækning : Boret af: RM Dato : 2012.01.05 DGU-nr.: Boring : B24 Udarb. af: HELBLA Kontrol : Godkendt : Dato : Bilag : HELBLA S. 1/1										
regionmidtjylland midt Miljøprofil										

Boring B103

Dybde (m)	Forsøgsresultater	Kote (m)	Geologi	Prøve Nr.	Jordart Karakterisering	Aflejring	Alder	Lugt	Misfarv.	Lab.	PID
0	DNN 2.60 m 	1.19981019									
+2					ASFALT: FYLD, stabil						
+1					FYLD						
0					SAND, fint, siltet						
-1					SAND, groft, sort, fugtig						
-2					SAND, fint, grå, våd						
-3					SAND, groft						
-4					LER, siltet, brun						
-5					SAND, fint, våd						
-6					LER, siltet						
-7					SAND						
-8					LER, tør, sandet						
					Fra GPS						
					Boring til kildeopspring						
					Boremetode : Tørborings uden foring						
					X : 553916 (m) Y : 6190810 (m) Plan :						
Sag : 615-02001 HORSSENS GASVÆRK I											
Strækning :		Boret af :		Dato : 1998.06.09		DGU-nr.:		Boring : B103			
Udarb. af :		Kontrol :		Godkendt :		Dato :		Bilag :		S. 1/1	
Miljøprofil											

Boring B209

Dybde (m)	Forsøgsresultater		Kote (m)	Geologi	Prøve Nr.	Jordart Karakterisering	Aflejring	Alder	Lugt	Misfarv.	Lab.	PID
0												
1			+2									
2			+1									
3			0									
4			-1									
5			-2									
6			-3									
7			-4									
8			-5									
			-6									
						Indmålt med GeoExplorer II						
						Boremetode : Tørboring uden foring						
						X : 553898 (m) Y : 6190787 (m) Plan :						
Sag : 615-02001 HORSSENS GASVÆRK I												
Strækning :			Boret af :		Dato : 1998.06.15		DGU-nr.:		Boring : B209			
Udarb. af :			Kontrol :		Godkendt :		Dato :		Bilag :		S. 1/1	
Miljøprofil												

Appendix 3 Analyseresultater

Prøvested	Purge & Trap, chlor. og nedbr. GC/MS, P&T, AK152	Trichlormethan (Chloroform) GC/MS, P&T, AK152	Tetrachlormethan GC/MS, P&T, AK152	Trichlorethylen GC/MS, P&T, AK152	Tetrachlorethylen GC/MS, P&T, AK152	Vinylchlorid GC/MS, P&T, AK152	1,1-dichlorethylen GC/MS, P&T, AK152	trans-1,2-dichlorethylen GC/MS, P&T, AK152	cis-1,2-dichlorethylen GC/MS, P&T, AK152	1,2-dibromethan GC/MS, P&T, AK152	1,2-dichlorethan GC/MS, P&T, AK152	1,1-dichlorethan GC/MS, P&T, AK152	-	Organotinforbindelser MK2085-GC/MS	Tributyltin, TBT Eurofins	Dibutyltin, DBT Eurofins	Monobutyltin, MBT Eurofins	Arsen, As ICP/MS	Cadmium, Cd ICP/MS	Chrom, Cr ICP/MS	Kobber, Cu ICP/MS	Kviksølv, Hg DS 2210.MOD.AK105
	-	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	-	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	
B1	i.p.	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	Påvist	0,30	0,085	<0,070	1,6	0,007	<0,04	0,07	<0,2	
B15 - 2	i.p.	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	Påvist	<0,0020	0,005	0,013	1,3	0,066	<0,04	1,4	<0,2	
B17	i.p.	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	i.p.	<0,0040	<0,0050	<0,010	0,33	<0,004	0,17	<0,04	<0,2	
B18	påvist	<0,020	<0,020	0,67	<0,020	<0,020	<0,020	0,057	0,56	<0,020	<0,020	0,12	i.p.	<0,0040	<0,0050	<0,010	1,2	0,032	0,06	0,69	<0,2	
B19	påvist	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,026	<0,020	<0,020	0,031	<0,020	<0,020	<0,020	i.p.	<0,0040	<0,0050	<0,010	0,16	<0,004	0,33	<0,04	<0,2	
B20	i.p.	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	i.p.	<0,0040	<0,0050	<0,010	0,69	<0,004	0,30	<0,04	<0,2	
B21 - 1	i.p.	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	påvist	<0,0020	<0,0030	0,029	0,65	<0,004	<0,04	<0,04	<0,2	
B21 - 2	i.p.	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	påvist	<0,0020	<0,0030	0,012	0,93	0,006	0,42	<0,04	<0,2	
B22 - 1	i.p.	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	påvist	<0,0020	0,004	0,029	0,40	<0,004	0,50	0,20	<0,2	
B23 - 1	i.p.	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	påvist	<0,0020	<0,0030	0,014	1,8	<0,004	0,15	0,12	<0,2	
B24 - 1	i.p.	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	påvist	<0,0020	<0,0030	0,019	0,69	0,005	1,2	<0,04	<0,2	
B103	i.p.	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	i.p.	<0,0040	<0,0050	<0,010	12	<0,004	1,5	<0,04	<0,2	
B209	i.p.	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	i.p.	<0,0040	<0,0050	<0,010	3,4	<0,004	1,4	<0,04	<0,2	
B2 *	påvist	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,029	0,062	0,035	0,066					0,87	0,021	0,10	0,62	<0,2	
B70 *	påvist	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,029	<0,020	<0,020	<0,020	i.p.	<0,0040	<0,0050	<0,010	0,64	<0,004	0,55	0,17	<0,2	
Kvalitetskrav generelt		2,5		10	10	0,05					10			0,0002			0,11	0,2	3,4	1	0,05	
Korttidskvalitetskrav						0,5								0,0015			1,1	0,45	17	2	0,05	

Prøvested		Purge & Trap, MTBE GC/MS, P&T, AK152	PAH'er 16 komp. GC/MS/SIM AK.128	Kulbrinter i vand GC/FID/pentan AK.61	Benzen GC/MS, P&T, AK152	Toluen GC/MS, P&T, AK152	Ethylbenzen GC/MS, P&T, AK152	Xylener GC/MS, P&T, AK152	Naphtalen GC/MS/SIM AK.128	Acenaphthylen GC/MS/SIM AK.128	Acenaphthen GC/MS/SIM AK.128	Phenanthren GC/MS/SIM AK.128	Anthracen GC/MS/SIM AK.128	Fluoren GC/MS/SIM AK.128	Fluoranthren GC/MS/SIM AK.128	Pyren GC/MS/SIM AK.128	Benzo(a)anthracen GC/MS/SIM AK.128	Chrysen GC/MS/SIM AK.128	Benzo(b+j+k)fluoranthener GC/MS/SIM AK.128	Benz(a)pyren GC/MS/SIM AK.128	Indeno(1,2,3-cd)pyren GC/MS/SIM AK.128
		-	-	-	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
B1		i.p.	i.p.	i.p.	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
B15 - 2		i.p.	i.p.	i.p.	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
B17		i.p.	i.p.	i.p.	<0,020	0,032	0,021	0,056	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
B18		påvist	i.p.	i.p.	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
B19		påvist	påvist	påvist	<0,020	0,058	0,022	0,33	<0,010	0,19	3,6	0,40	0,14	0,37	0,17	0,091	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
B20		påvist	påvist	i.p.	<0,020	<0,020	<0,020	0,047	<0,010	0,14	2,8	<0,010	0,095	<0,010	0,018	0,012	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
B21 - 1		påvist	i.p.	i.p.	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,010	<0,010	0,011	0,014	0,011	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
B21 - 2		påvist	påvist	påvist	1,6	0,94	1,5	11	96	0,30	110	31	0,80	62	1,5	0,59	0,016	0,016	<0,010	<0,010	0,013
B22 - 1		i.p.	påvist	påvist	0,79	0,028	<0,020	6,4	0,27	0,034	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,028	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
B23 - 1		påvist	påvist	i.p.	<0,020	0,025	<0,020	0,086	0,044	<0,010	0,097	<0,010	0,013	<0,010	0,017	0,011	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
B24 - 1		påvist	påvist	påvist	0,98	0,19	0,21	7,9	1,4	0,053	17	0,30	0,18	10	0,015	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
B103		i.p.	påvist	påvist	430	3,5	<2,0	110	200	4,3	3,4	0,019	0,072	0,14	0,018	0,077	<0,010	0,031	<0,010	<0,010	<0,010
B209		i.p.	påvist	påvist	6,7	1,5	19	39	170	0,053	<0,010	0,024	0,010	<0,010	<0,010	0,011	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
B2 *		i.p.	påvist	i.p.	0,17	0,046	<0,020	0,056	0,097	<0,010	0,071	<0,010	0,012	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
B70 *		påvist	i.p.	i.p.	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Kvalitetskrav generelt					8	7,4	2	1	1,2	0,13	0,38	1,3	0,1	0,23							
Korttidskvalitetskrav					50	380	180	100		3,6	3,8	4,1	0,4	21,2							

APPENDIX 4 FN's klimascenarier

Kilde: www.klimatilpasning.dk

FNs klimascenarier beskriver fremtidens klima ud fra antagelser om samfundsudviklingen

FNs klimapanel, IPCC, bruger scenarier som et fælles grundlag for at vurdere de fremtidige klimaændringer. Et scenarie forudsiger det fremtidige drivhusgasudslip ud fra antagelser om udviklingen i bl.a. befolkning, økonomi og teknologi. Et scenarie er altså en "hvad nu hvis" beregning af, hvordan det går med udslippet af drivhusgasser - og dermed med klimaet - under forskellige forudsætninger.

FN har opstillet fire hovedscenarier A1, A2, B1 og B2, der tilsammen giver et billede af de mulige udviklingsforløb. Ingen af FNs scenarier forudsætter implementering af FNs klimakonvention, herunder Kyotoprotokollen, eller yderligere klimapolitiske tiltag. Nedenfor beskrives A1B, A2 og B2 scenarierne nærmere.

A1B scenariet

Ifølge dette scenarie topper de menneskelige udledninger af drivhusgasser omkring 2050, hvorefter de falder. Det forudsætter en hurtig økonomisk vækst med en global befolkning, som kulminerer midt i århundredet. Scenariet indebærer en hurtig introduktion af nye og mere effektive teknologier og forudsætter, at der anvendes en blanding af fossile og ikke-fossile energikilder.

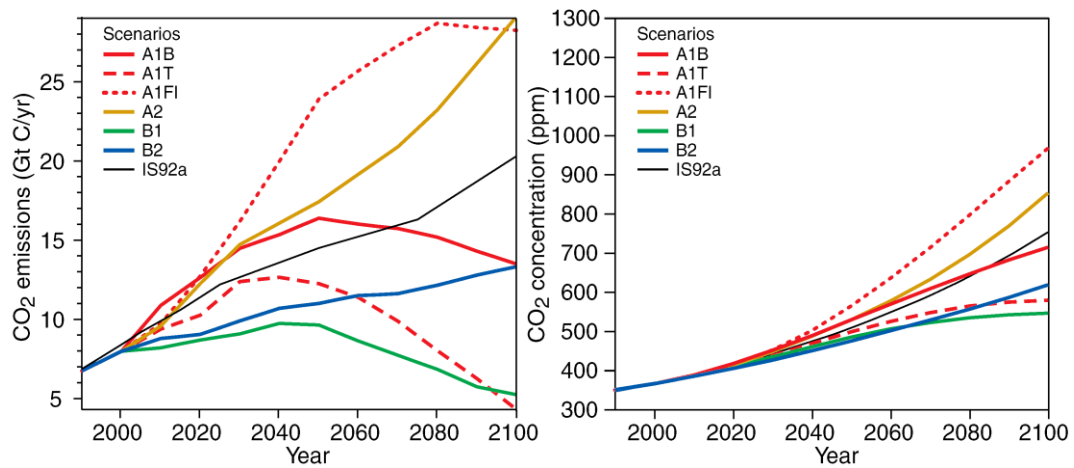
A2 scenariet

A2 scenariet forudsiger en stadig og kraftigt stigende udledning af drivhusgasser. Scenariet beskriver en heterogen verden med lokalt forankret udvikling, hvilket resulterer i en fortsat stigning i verdens befolkningstal. Økonomisk udvikling foregår primært på regionalt plan, og økonomisk vækst samt teknologisk forandring er mere fragmenteret og sker langsommere end i de øvrige scenarier. A2 scenariets klimaforandringer er større end B2.

B2 scenariet

B2 scenariet forudsiger en svagt stigende fremtidig udledning af drivhusgasser. B2 scenariet beskriver en verden, hvor hovedvægten lægges på lokale løsninger, som er økonomisk, socialt og miljømæssigt bæredygtige. Det er en verden med et fortsat stigende globalt befolkningstal, men i en lavere takt end i A2 scenariet. Den økonomiske udvikling er på et mellemniveau, og der er en mere hastig, men stadig fragmenteret, teknologisk forandring. B2 scenariets klimaforandringer er derfor mindre end i A2 scenariet, men større end i EU2C.

I nedenstående figur ses udviklingen i CO₂ emission (venstre) og CO₂ koncentrationen (højre) for de forskellige scenarier.



Figuren viser emissionen af CO₂ til højre og koncentrationen af CO₂ i atmosfæren frem til år 2100 for forskellige klimascenarier.

Appendix 5 Interessentinvolveringsplan

KIMONO interessent involveringsplan v.3

En interessent involveringsplan redegør for hvilke interessenter der skal involveres, spilleregler, formål for workshops, kommunikation osv. Interessent involveringsplanen skal dermed beskrive planerne for involvering af interessenter i KIMONO og indeholde:

- 1) En fælles forståelse af problemer og udfordringer,
- 2) Overordnede mål og formål, principper for involveringen,
- 3) Afklaring af teamroller/ansvar,
- 4) Lister over interessenter der skal involveres til de tre workshops,
- 5) Interessentanalyser og myndighedsroller,
- 6) Strukturering af workshops incl. evt. offentlige møder/individuelle møder,
- 7) Valg af facilitator til workshops,
- 8) "Mission statements" for de tre workshops,
- 9) Tidsplan for workshops og evt. planlægningsmøder,
- 10) Ressourceforbrug, og
- 11) Formidlingsinitiativer (information til offentlighed og interessenter).

Ovenstående disposition vil blive brugt i det følgende.

1. Fælles forståelse af problemer og udfordringer:

Punktkildeforureninger i byområder er en kompleks problemstilling. Det er karakteristisk for komplekse problemstillinger at man ikke altid ved hvad problemet er, hvem interessenterne er, eller præcist kan afgrænse de forskellige myndigheders roller og ansvar. Identifikation af problemet (eller afgrænsning af problemet) er derfor et første vigtigt skridt, med henblik på først at få etableret en fælles forståelse af problemet (gensidig forståelse af forskellige parter synspunkter og holdninger). Risikovurdering af punktkildeforureninger (fx grundvand/drikkevand, jordkontakt og overfladevandsrecipienter) vil som regel forudsætte en stofs specifik tilgang. Der henvises til følgende vedhæftede BILAG 1: Input fra Steen Schwärter, NST vedr. forurening af fjorden fra punktkilder. Vedhæftet fire underbilag:

- 1a: Overvågning af kystvande i Vejle amt, 1998
- 1b: Overvågning af kystvande 2004, indikatorrapport
- 1c: Vedr. Kolstrupgrunden, svar til Miljøstyrelsen fra Kolding kommune
- 1d: Masterplan Horsens havn.

Risikovurdering og prioritering af oprydninger af punktkildeforureninger vurderes typisk i forhold til tre problemkomplekser:

- Forurening af grundvand (Drikkevand/vandforsyningsinteresser)
- Forurening af arealer med følsom anvendelse (Boliger og institutioner/indeklima og jordkontakt)
- Forurening af overfladevand (Påvirkning af natur og badevandskvalitet/vandløb, søer og fjorde)

KIMONO partnerne har vurderet, at de tre betydeligste punktforureninger i Horsens by (og indenfor lokalmodellens område) er: 1) Collstrup grunden (i Gammelhavn området på Grønlandsvej 9), 2) Horsens gamle gasværk (Gasvej 17-19) og 3) Lossepladsen (Endelavevej 32). Disse punktkilder skal derfor indgå i risikovurderingen af, hvordan mulige effekter af klimaændringer bl.a. ændret vandkredsløb, strømretning og hydrologiske forhold i Horsens by området (stigning i havniveau, forøget afstrømning fra oplandet, ekstremhændelser i forbindelse med storm situationer og ændringer i grundvandsspejlets fluktuationer og strømningsretning) vil kræve nye klimatilpasningstiltag i forhold til punktkildeforureningen evt. bedre vidensgrundlag, monitoring og modellering af forureningskilderne. I den forbindelse udfører Region Midtjylland boringer ved Gasværksgrunden og Collstrup-grunden for bl.a. at belyse den hydrauliske kontakt til fjorden.

Hvorvidt *forurening af grundvand* med de nuværende strømningsforhold i området for alvor er truet af de tre store punktkilder er ikke særligt velbeskrevet. I forbindelse med betydelige stigninger i havniveauet og forøget klimagenereret afstrømning fra baglandet, vurderes det, at 'forurening af grundvand' fra de 3 punktkilder og andre kilder i lokalområdet kommer i spil og vil kræve nærmere vurdering. I dag er den nuværende vandindvinding fra 72324 Bækkelund vandværk, der indvinder grundvand under den sydlige del af Horsens by (ca. 100 t. m³/år), ikke direkte truet af punktkilderne, men kan indirekte komme i farezonen, hvis der skulle ske væsentlige oversvømmelser af den sydlige del af Horsens fra Bygholm å eller fra Inderfjorden. På sigt kan direkte forureningsspredning fra de tre punktkilder til indvindingsoplandet via ændret strømningsretning i grundvand, eller indirekte fra overfladevand i forbindelse med mere ekstreme oversvømmelseshændelser, ikke umiddelbart udelukkes, og skal derfor indgå i risikovurderingen, og vurderingen af behov for klimasikring af punktkilder og vandforsyning. Der er behov for konkrete vurderinger med den hydrologiske model for Horsens by heraf.

Forurening af arealer med følsom arealanvendelse er også i spil idet arealer i bymidten tænkes i fremtiden anvendt til forskellige formål fx i Masterplanen for havnen (Bilag 1c, 1d). Eksempelvis er Håndværkerhusene på Collstrupgrunden, af hensyn til eliminering af indeklimapåvirkningen fra jordforureningen med tjærestoffer, ventillerede. Håndværkerhusene, Grønlandsvej 9, ligger i det område der i Masterplanen omtales som "Gammel Havn". Ændret grundvandsstand og/eller hyppigere oversvømmelser af arealerne kan evt. påvirke nuværende afværgetiltags funktionalitet. Der skal formentlig laves en miljøhandlingsplan for Gammel Havn området og øvrige områder i Masterplanen der kan belyse nødvendige tiltag. I masterplanen (Bilag 1d) samtænkes Gammelhavn med "en udvidelse af midtbyen", som et område der fremstår med blandede byfunktioner, både urban og lidt rå, og med vandet som attraktion. Visionen er en havnepromenade, hvor offentligheden får adgang til vandet. Håndværkerhusene skal så danne "trædesten" mellem Bilka-området og Havnepromenaden. Der er planer om en Havnepark: med et åbent aktivitetsområde, der indrettes som rekreativt og aktivt område (hvor beplantning, terræn og inventar sikrer et behageligt mikroklima). KIMONO undersøgelsen skal belyse om ændringer i grundvandsstand, oversvømmelsesrisiko og evt. ændret forureningsspredning fra Collstrup grunden, Det gamle gasværk og andre potentielle punktkilder, vil kræve yderligere foranstaltninger fx i miljøhandlingsplan eller i forhold til påtænkte klimatilpasninger.

Forurening af overfladevand er i spil. Der siver i dag forurening fra punktkilderne til fx havnen og fjorden (BILAG 1, Bilag 1a og Bilag 1b). Mængderne er dog ikke nærmere kvantificerede. Men udsivning til havnen og fjorden vurderes ikke at være forenelig med fx badning i havnen. Det er desuden uklart om disse forureninger på sigt vil udgøre barrierer for opnåelsen af miljømålene for Horsens fjord og de tilhørende Natura 2000 områder tæt på fjorden. Masterplanen (BILAG 2)

indeholder visioner om et Bystrand område (ved Langelinieanlægget, hvorfra der er panoramaudsigt over fjorden fra offentlig vej) som skal indeholde en fremtidig badestrand, der sammentænkes med et evt. fjordbad ved lystbådehavnens dækmole. Forudsætningerne for anlæggelse af en badestrand, herunder strømningsforhold, vandkvalitet mv. skal derfor undersøges i forhold til forureningsspredninger fra losseplads, fra Collstrup grunden og fra det Gamle Gasværk. Såvel Horsens Inderfjord som Havne og ”klappladser” er i Vandplanen vurderet som området med behov for stofbestemt indsats. KIMONO undersøgelsen skal belyse interaktionerne mellem punktkilder, grundvand, overfladevand og fjord i lokalområdet omkring Horsens by.

KIMONO partnerne har vurderet, at der er et særligt behov for input til tålegrænser for, hvad fjorden kan tåle og hvilke stoffer der bør kigges nærmere på (evt. udtræk fra Region Midt’s stofdatabase). Steen Schwærter, NST Århus har i den forbindelse leveret en vurdering af påvirkning af Horsens fjord (BILAG1):

Sedimentundersøgelser i forbindelse med klapansøgninger. De nyeste sedimentundersøgelser der er foretaget i forbindelse med klapansøgninger er lavet i juni 1999, hvor der blev udtaget prøver af havnebassinet i Horsens Havn i forbindelse med en klapansøgning fra Horsens Havn. I forhold til baggrundsværdier for tungmetaller i tilsvarende ikke kildebelastet sediment med samme glødetab, var der forhøjede værdier for TBT, kobber og Cadmium (se de to vedhæftede tabeller i BILAG 1). Det forurenede sediment blev i forbindelse med oprensningen deponeret i et spulefelt.

Sedimentundersøgelser i forbindelse med NOVANA overvågningen i fjorden. I Vejle Amts kystvandsrapport fra 1998, side 98 - 99, konkluderes, at PAH sammensætningen med relativt høje værdier af flouranthen og pyren i såvel muslinger som sediment tyder på en belastning fra Collstrupgrunden ude i fjorden.

Seneste sammenskrivning af MFS overvågningsdata er amtsrapporten fra 2004.

Efter 2006 er der lavet MFS undersøgelser på én muslingestation i Horsens inderfjord i 08 og 10, data er ikke afrapporteret.

Generelt er der kun undersøgt for en lille del af de potentielt ”udvaskbare” MFS-stoffer fra land. Det er således kun muligt, se amtsrapporten fra 1998 (Bilag 1a), for nogle få stoffers vedkommende at sammenligne niveauer af stoffer i porevandet på depoterne med samme stoffer i fjordmiljøet. En kildesporing i fjorden ville kræve et specielt designet monitoringsprogram med det sigte.

Stoffer med størst massepåvirkning. For de stoffer Rolf Johnsen, RM nævner, er dem med potentiel størst massepåvirkning, er der i BEK nr. 1022 af 25/08/2010 fastsat miljøkvalitetskrav for :

Stoffets navn	Generelt kvalitetskrav µg/l	Korttidskvalitetskrav µg/l
Phenol	0,77	310
napthalen	1,2	Anvendes ikke
BTEX - toluen	7,4	380
BTEX – benzen	8	50
BTEX - xylener	Σ =1	Σ =100
Chrom 6	3,4	17
Klorerede kulbrinter (der er fastsat generelle kvalitetskrav for 24 klorerede kulbrinter på vidt forskelligt niveau, se BEK nr 1022 af 25/08/2010)		

De enkelte kvalitetskrav for stofferne vil afspejle, hvor toksiske de hver især er i det marine miljø. For en del af de fundne stoffer vil der ikke være opstillet kvalitetskrav, men stofferne er vel også ”kun” tilstede i det marine miljø potentielt i en fremtidig klimabetinget vandstandshævet situation. Under forudsætning af at perkolatopsamlingen i dag hindrer, at der ikke længere sker udsivning fra grunden.

I en situation hvor der sker udledning af miljøfarlige stoffer, f.eks. fra et depot, der ikke er fastsat kvalitetskrav for, ville der skulle udarbejdes kvalitetskrav for de pågældende stoffer.

2. Overordnede mål og formål, principper for involveringen:

I forhold til KIMONO vurderes det, at det i første omgang på grund af problemets kompleksitet, primært vil være professionelle interessenter der skal involveres, altså fagfolk og interessenter der er repræsentanter fra myndigheder (kommuner, regioner, stat, forskningsinstitutioner og rådgivende ingeniører) samt øvrige professionelle interessenter (evt. politikere der er repræsentative i forhold til borgergrupper).

På grund af at der kræves en del tekniske forudsætninger for at kunne deltage i modelworkshops vurderes det, at egentlig borgerinvolvering ikke er relevant i KIMONO sammenhængen. Information til offentligheden, og kommunikation i forhold til klimaråd og bæredygtighedsudvalg (fx i Horsens kommune) vurderes dog vigtig at have for øje fra starten, da en lidt bredere involveringstilgang kan være med til at give adgang til vigtig lokal viden, holdninger, værdier mm. og sikre større repræsentativitet og gennemslagskraft, i forhold til ved afslutningen af projektet at kunne kommunikere væsentlige erkendelser fra projektet.

De konkrete hovedformål med involveringer kan formuleres som følgende:

- at engagere interessenter (interessenter, myndigheder, forskere) i opbygning af en fælles forståelse af, hvad problemet er og hvilke udfordringer fremtidige klimateffekter kan få på forureningsspredning og tilstand i grundvand, i forhold til infrastruktur, byggeri, vandløb og fjorde (badevand og dyreliv) i byområder placeret ved østjyske fjordmundinger
- at etablere diskussions rum/interaktion mellem fagfolk (hydrogeologer), myndigheder og øvrige interessenter omkring udviklingen af KIMONO konceptet, herunder kvalitetssikring af hydrologisk model og risikostyringsplanlægning¹

¹ I skrivende stund er Horsens fjord ikke udpeget som risikoområde jf. oversvømmelsesdirektivet (Kun Juelsminde området er her udpeget). Det vil sige at Horsens kommune pt. ikke skal lave de risikostyringsplaner jf. Oversvømmelsesdirektivet (April 2011) der skal være klar pr. 22. december 2015. Risikostyringsplanerne skal have særlig vægt på forebyggelse, sikring og beredskab og tage relevante aspekter i betragtning som omkostninger og fordele, oversvømmelsesomfang, afløbsveje og arealer, der kan virke som overløb ved oversvømmelser mm. (EU's oversvømmelsesdirektiv, 2007/60/EF af 23. oktober 2007). KIMONO projektet antager imidlertid dels en større havspejlsstigning (ca. 1 meter i stedet for de 30 cm frem til 2060 direktivudkastet omfatter), ligesom at antagelsen om at der ikke vil være ændrede nedbørsmønstre ikke er grundlaget i KIMONO, hvor netop denne ændring indgår i modellen. Antagelsen om at eksisterende højvandsbeskyttelse er funktionel vil endvidere blive genstand for en nærmere drøftelse.

3. Afklaring af teamroller/ansvar

Partner i KIMONO	Sektor	Niveau	Teamrolle/ansvar
Horsens kommune (forskellige medarbejdere fra forskellige relevante områder /sektorer) <i>Keld Rasmussen, Naturchef, WP6 leder</i> kra@horsens.dk <i>Toni Bygballe, overfladevand</i> tb@horsens.dk <i>Gitte Bjørnholdt Jensen, grundvand</i> gbj@horsens.dk <i>Steen Thomsen</i> stth@horsens.dk <i>Bo Vestergaard, byplan</i> tebv@horsens.dk <i>Casper Grønborg, byplan</i> tecag@horsens.dk <i>Vibeke Holdt, Havneplan,</i> tevh@horsens.dk <i>Hanne Tychsen Rasmussen,</i> <i>jordforurening,</i> hat@horsens.dk	Offentlig	Lokal	Riskstyringsplaner og handleplaner i forbindelse med Vandplaner/Natura 2000. Kommuneplaner og overvågning.
Region Midt: <i>Jes Pedersen</i> jes.pedersen@ru.rm.dk <i>Morten Steen</i> Morten.steen@ru.rm.dk <i>Rolf Johnsen</i> rolf.johnsen@ru.rm.dk <i>Helle Blæsbjerg</i> Helle.Blaesbjerg@RU.RM.DK	Offentlig	Regional	Myndighedsopgave punktkilder (ansvarlig for monitoringsnet omkring punktkilder og hydrogeologisk input til detailmodel for Horsens by)
VIA UC <i>Inga Sørensen</i> inga@viauc.dk	Privat	Lokal	Uddannelsesinstitution, ansvarlig for igangsætning af studenterprojekter mv.
GEUS <i>Hans Jørgen Henriksen, projektleder</i> hjh@geus.dk <i>Torben Sonnenborg, seniorforsker model</i> tso@geus.dk <i>Jens Christian Refsgaard, professor</i> jcr@geus.dk	Offentlig	National	Videnleverandør og hydrologisk ekspertise Kvalitetssikring af hydrologisk model koncept
NST <i>Thomas Hansen</i> thhan@blst.dk	Offentlig	National	Faglig kontaktperson der repræsenterer KIMONO i forhold til NST

4. Lister over interessenter der skal involveres i de to workshops

Interessenter	Sektor	Niveau	Teamrolle/ansvar
NST Århus Steen Schwærter stsch@nst.dk	Offentlig	National	Ansvarlig for data til model vedr. afstrømnings- og vandstandsdata ved vandføringsstationer samt ansvarlig for relevante input til problemstoffer og tålegrænser i forhold til Horsens fjord
Region Nord: Ken Mortensen kbm@rn.dk Region Syd: Jørgen Fjeldsø Christensen Joergen.F.Christensen@regionsyddanmark.dk	Offentlig	Regional	Myndighedsopgave punktkilder
Århus kommune Ole Helgren oh@aarhus.dk Karen Elsborg, kael@aarhus.dk	Offentlig	Lokal	Vurdere om viden og koncepter kan overføres til andre kommuner
Vejle kommune Finn Toft Jensen finto@vejle.dk	Offentlig	Lokal	Vurdere om viden og koncepter kan overføres til andre kommuner
Hedensted kommune Niels Rauff niels.rauff@hedensted.dk	Offentlig	Lokal	Vurdere om viden og koncepter kan overføres til andre kommuner
Kolding kommune Inger Birkebæk Madsen inbm@kolding.dk	Offentlig	Lokal	Vurdere om viden og koncepter kan overføres til andre kommuner
Randers kommune Nels Markussen Nels.markussen@randers.dk	Offentlig	Lokal	Vurdere om viden og koncepter kan overføres til andre kommuner
Horsens vand A/S Ove Steen Nielsen, osn@horsensvand.dk	Privat	Lokal	Vurdere relevans i forhold til vandselskabets klimatilpasningsplaner
Rådgivende firmaer Thomas Krom, Touchwater og Niras thk@niras.dk	Privat	National/ local	Give specifikke tekniske input til modellering og forureningsspredning fra punktkilder og risikovurdering / klimatilpasning
Videnscenter for Jordforurening Christian Andersen can@regioner.dk	Offentlig	National	Indsamler, bearbejder og formidler ny viden og erfaringer om, hvordan man fjerner forurening fra gamle industrigrunde og lossepladser.
DTU Rasmus Jakobsen rjak@env.dtu.dk	Offentlig	National	Give input til vurdering af grundvandskvalitet og modellering/monitoring i byer omkring punktkilder
DMU/Århus universitet Stiig Markager ssm@dmu.dk	Offentlig	National	Give input til forureningsbelastning og næringsstof tilstand/sårbarhed af Horsens fjord
KL Gyrite Brandt gbr@kl.dk	Offentlig	National	Medlem af følgegruppe. Viden om myndigheds-ansvarsopgaver på området og klimatilpasning.

DANVA Helle Katrine Andersen hka@danva.dk	Privat	National	Interesseorganisation vand og spildevand. Nonprofit forening.
Politikere (workshop 1+2) Assia Zouaoui, Formand for klimarådet, assia@mailme.dk (workshop 2) Hans Bang Hansen, formand for Teknik og Miljø, HansBang@horsens.dk Paw Amdisen, formand for bæredygtighedsudvalget, popa@horsens.dk			

5. Interessentanalyser og myndighedsroller

Efter jordforureningsloven skal regionerne i prioriteret rækkefølge undersøge de steder, hvor der erfaringsmæssigt kan være så forurenet, at der er behov for oprydning, og herefter rydde op, hvor der er behov. Dette indebærer, at regionerne skal varetage den overordnede kortlægning og videre indsats (f.eks. rådgivning, oprydning og afskæring) i forhold til forurenet jord over afskæringskriteriet, og at kommunerne skal rådgive om nødvendige forholdsregler ved lettere forurenet jord samt samarbejde med regionerne om kortlægningen af forurenet jord.

Sagen om bl.a. Collstrup grunden i Horsens, der har været i medierne på det sidste, illustrerer den uklarhed der pt. er omkring myndighedsansvar² i forhold oprydning fra sådanne punktforureninger. Regionerne kan og skal ikke rydde op, når det drejer sig om overfladevand og natur. Ifølge Anders Lindeman (DR journalist) så har regioner ingen pligt til at rydde op, men har de lov til at rydde op spørger han? Hans svar er nej, det er direkte ulovligt, da offentlig indsats skal prioriteres, og her har natur og overfladevand ingen prioritet (miljøministeren kigger i øjeblikket nærmere på området).

6. Strukturering af workshops

Samtlige interessenter inviteres til og deltager i to workshops. Formålet er læring omkring afgrænsning af problemet og strategier/løsningsmuligheder for klimatilpasning ift. punktkilder. Udfra ovenstående bruttoliste regnes der med 25-30 deltagere på hver workshop.

² Ifølge professor i miljøjura Peter Pagh, Københavns Universitet så er det efter strukturreformen, Regionerne der er ansvarlig for oprydningen. Men hvor det tidligere var amtet der var ansvarlig, og hvor amtet har skatteudskrivende myndighed, så er Regionernes penge i dag øremærkede. Regionerne kan ikke, og skal ikke rydde op. Peter Pagh mener at man ifølge et gældende EU direktiv (76/464/EØF af 4. maj 1976 om forurening, der er forårsaget af udledning af visse farlige stoffer i fællesskabets vandmiljø; der gælder i dag og frem til 2013), at man skal forhindre udsivning til Horsens fjord og i virkeligheden er forpligtet til at stoppe forureningen, men i og med at overfladevand ikke er prioriteret, og pengene er øremærkede til grundvands- og sundhedsområdet (indeklima/jordkontakt), så må og kan Regioner altså ikke rydde op fx ved Collstrup grunden. Men hvem skal så betale? Ifølge Peter Pagh så er det miljøministeriet der juridisk set står med 'aben'.

Der er to alternative lokaliteter til workshops: 1) Horsens kommune, 2) VIAUC (her er ikke plads til så mange deltagere som i Horsens kommune). Vi afventer ca. deltagerantal før vi tager endelig stilling. IC booker for sikkerhedsskyld lokale på VIAUC indtil det er afklaret (VIAUC kan tage 28 deltagere, buffet 180 kr. pr. deltager; Horsens kommune kan tage max 40 deltagere, formiddagskaffe, frokost og eftermiddagskaffe med tilbehør hhv. 160 kr. for budget og 185 kr. for standard).

Workshop 1 Hvad er problemet? Tirsdag den 27/9 2011 kl. 10-16 i Horsens

(ca. 6 timers møde på Horsens kommune eller VIA UC)

10.00 Velkomst, formål, plan og forventninger til modelworkshop (KRA + HJH)

10.15 Oplæg fra tre kommuner til hvordan man ser problemet med klimatilpasning/punktkilder, vand, kvalitet og recipient. I den forbindelse vil det være interessant at få belyst hvordan man i dag styrer grundvandsspejlet i byerne og hvilke forventninger man har til fremtiden i den forbindelse. Endvidere om miljøkvaliteten i de tilstødende havnearealer – nærhavmiljøet allerede i dag er belastet med miljøfremmede stoffer der hindrer kommende planer om udnyttelse af disse arealer til f.eks. havnebad etc.

- Klimatilpasning i Århus kommune
- Klimatilpasning i Kolding kommune
- Klimatilpasning i Vejle kommune

11.00 Præsentation af projektet KIMONO ved projektgruppen

- Horsens kommunes udfordringer i forhold til klimaændringer, Vandplan og Natura 2000 – Naturchef Keld Rasmussen, Horsens kommune
- Vurdering af punktkildeforureninger. Monitoring og geologisk model for Horsens by - Rolf Johnsen, Region Midt
- Modellering af klimaændringer og hydrologiske effekter på Horsens by. Nedskallering af klimaændringer, regional model for Horsens fjord og præsentation af lokalmodel for Horsens by - Torben Sonnenborg, GEUS

12.00 Frokost

13.00 Drøftelse af problemer og trusler (oversvømmelser og forureningsspredning fra punktkilder) Afgrænsning af hvad problemet er (problemstoffer, tålegrænser, risici) grundvand, jordkontakt og badevand/natur (hvad er relevant "at trække ud af lokalmodellen om nu og i fremtid").

15.00 Opsamling af konklusioner (i plenum v. Keld Rasmussen og Jes Pedersen).

16.00 SLUT

Workshop 2 Hvilke strategier og løsninger er optimale? Tirsdag den 7/2 2012

(ca. 6 timers møde på Horsens kommune eller VIA UC)

10.00 Velkomst, formål og plan modelworkshop 2 (KRA + HJH)

10.15 Analyser af ændrede strømningsveje og forureningsspredning ved punktkilder

- Horsens by strømnings- og partikelbanesimuleringer- Torben Sonnenborg, GEUS
- Risikovurdering af punktkilder i Horsens by - Rolf Johnsen, Region Midt
- Horsens kommunes ideer til Masterplan (se BILAG 2), handleplaner, naturplaner og klimatilpasningstiltag Keld Rasmussen, Horsens kommune

11.00 Klimasikring af punktkilder og risikovurdering af punktkilder (sandsynlighed x omkostning)

- strategier i andre kommuner: Tre-fire indlæg: Århus, Vejle, Kolding, Hedensted, Randers/Odense.

12.00 Frokost

13.00 Drøftelse af KIMONO konceptet og dets mere generelle anvendelse. Fx to break-out grupper:
a) Monitering og kortlægning af grundvand og punktkilder i byområder b) Nedskallering og modellering af klimaeffekter og tilpasninger

7. Valg af facilitator til workshops

Jes Pedersen, RM (alternative muligheder Keld Rasmussen, Horsens kommune).

8. Mission statements for de tre workshops

Der vil blive foretaget modelreviews og deltagelse på workshops af modelekspert (Jens Christian Refsgaard, GEUS) og review af punktkilderelevante temaer fx problemstoffer, risikovurdering og strategi for tilpasning af en udpeget risikostyringsekspert fra Naturstyrelsen (Thomas Hansen, NST). Der skal udarbejdes en kort beskrivelse af formålet / mission statement der gennemgås som det første punkt på dagsordenen på hver workshop (kl. 10.00-10.15).

9. Tidsplan for workshops og statusmøde med NST

Der er planlagt 2 workshops og et statusmøde med NST (jf. tidsplanen).

- Workshop 1 (Oktober 2011) – Tirsdag den 27. September 2011 (Horsens)
- Statusmøde (November 2011) – Mandag den 7. November 2011 (København)
- Workshop 2 (Februar 2012) – Tirsdag den 7. Februar 2011 (Horsens)

10. Ressourceforbrug

Planlægning af workshops/mission statements sker på skype møder/telefon. Der er ikke ressourcer i projektet til dækning af rejseudgifter og tidsforbrug (det baseres på frivillighed og interesse) Projektet dækker forplejning og evt. udgift til mødelokale (endelig lokalitet i Horsens vælges når deltagerantallet kendes.

11. Formidlingsinitiativer (information til offentlighed og interessenter)

Der medsendes udsendelsesliste, så samtlige potentielle deltagere informeres om hvem der er inviteret til deltagelse på workshops.

KIMONO lægger op til at projektdeltagerne i fællesskab løbende kommunikerer projektets resultater og fremskridt til de øvrige interessenter og offentligheden i form af nyhedsbreve som en slags referat fra de 2 modelworkshops. Nyhedsbreve vil blive sendt ud til samtlige projektdeltagere og potentielle workshopdeltagere efter hver af de to modelworkshops.

Forureningstransport fra punktkilder i Horsens by og konsekvenser for grundvand og belastning af Horsens Fjord i et fremtidigt klima

Hvordan klimaændringer og stof flux fra punktkilder vil påvirke forureningen af grundvandet og fjorden i Horsens er de centrale spørgsmål projektet "Koncept for integreret vurdering og styring af risikoen for klimagenererede grundvands-oversvømmelser af punktkildeforureninger i kystzonen (KIMONO)" søger at belyse.

KIMONO er finansieret fra Miljøstyrelsens pulje for miljøeffektiv teknologi. De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS), Region Midt, Horsens kommune og VIA-UC har i undersøgelsen sat Horsens by og Horsens Fjord under en lup. Sammen med vigtige interessenter har målet været at belyse risiko for forurening fra punktkilder i Horsens by nærmere betegnet Collstrup grunden og Gasværket og deres påvirkninger af grundvand, badevandskvalitet i havnen og fjordens bæredygtighed nu og i et fremtidigt klima.

I konceptet indgår overvågning af grundvandsvandkvalitet i byområder, pejlinger af grundvandspejl og modellering af det hydrologiske kredsløb med input fra globale og regionale klimamodeller for oplandet til Horsens fjord og mere detaljeret for Horsens by.

På to "modelworkshops", hvor det første blev afholdt i efteråret og det næste afholdes i slutningen af marts, skal gøre eksperter og interessenter skarpere på en forståelse og afgrænsning af problemstillingen, vurdere påvirkning fra de enkelte punktkilder af grundvand, badevand og fjord og mulige løsninger.



Miljøministeriet
Naturstyrelsen

Haraldsgade 53
2100 København Ø
Tlf.: (+45) 72 54 30 00

www.nst.dk