

Konsekvenser af klimaændringer i Vejlbym-Risskov

- En kortlægning og analyse af:

- Risikoen for oversvømmelser
- Afledte konsekvenser
- Muligheder for forebyggelse
- Ansvarsforhold
- Forslag til yderligere analyser



Samlet afrapportering af et prioriteret indsatsområde i Klimatilpasningsplan 2014

Aarhus Kommune
Vand og Natur
Teknik og Miljø
Revideret marts 2019

Indholdsfortegnelse

1	RESUME	4
2	INDLEDNING	9
3	ANALYSEOMRÅDET	10
3.1	Vejlby – Egå Enges Landvindingslag	12
3.1.1	Historie og organisering	12
3.1.2	Egå-systemet	14
3.1.3	Egå Engsø	14
3.1.4	Pumper og sluse	15
3.1.5	Drift og vedligeholdelse	17
3.2	Digelaget Vejlby Fed	17
3.2.1	Historie og organisering	18
3.2.2	Digets størrelse og beliggenhed	18
3.2.3	Drift og vedligeholdelse	19
3.3	Kloakeringsforhold	19
3.3.1	Fejlkoblinger på regn- og spildevandsledninger	20
3.3.2	Lokal håndtering af regnvand med nedsivning	21
3.4	Grundvand	21
3.4.1	Geologien i området	21
3.4.2	Grundvandsstanden i området	21
4	RISIKO FOR OVERSVØMMELSE	24
4.1	Indledende statistiske analyser	24
4.2	Oversvømmelse fra havet	27
4.3	Oversvømmelse fra Egåen	31
4.4	Oversvømmelse ved skybrud	35
4.4.1	Oversvømmelse af skybrudsvand fra områder uden for projektområdet	36
4.4.2	Oversvømmelse fra skybrudsvand i selve projektområdet	37
4.5	Stigende grundvand	39
4.6	Hotspots	41
5	MULIGHEDER FOR FOREBYGGELSE	42
5.1	Varsling og beredskab	42

5.2	Reducere risikoen for oversvømmelse fra havet	42
5.2.1	Forhøjelse af dige	42
5.2.2	Etablering af højvandslukker	43
5.3	Reducere risikoen for oversvømmelse fra Egåen	43
5.3.1	Større pumper i slusen ved Åkrogen	43
5.3.2	Forhøjede diger langs Egåen	44
5.3.3	Forhøje digerne rundt langs Egå Engsø	46
5.3.4	Forsinkelsesbassin i Hede Enge	48
5.3.5	Tilbageholde vand opstrøms Egå Engsø	51
5.4	Reducere risikoen for oversvømmelse ved skybrud	52
5.4.1	Oversvømmelse fra skybrudsvand fra områder uden for projektområdet	52
5.4.2	Oversvømmelserne fra skybrudsvand i projektområdet	55
5.5	Reducere stigende grundvandsstand	56
5.5.1	Nyt regnvandssystem for at sikre afledning ved øget grundvandsstand	57
6	ANSVAR OG MYNDIGHEDSFORHOLD	57
6.1	Lovgivning	57
6.1.1	Kystbeskyttelsesloven	58
6.1.2	Vandløbsloven	60
6.2	Organisering af eventuelle indsatser	61
7	FORSLAG TIL YDERLIGERE ANALYSER	61
7.1	Vandløbsvand	61
7.2	Grundvand	62
7.3	Skybrud	63
7.4	Stormflod	64
8	REFERENCER	64

Note: revisionen i februar 2019 vedrører alene mindre ændringer omkring diget ved Vejlbj Fed.

1 Resume

Området omkring Vejlbj-Risskov er udfordret af vand fra både regn, hav, vandløb, søer og grundvand. Samtidig er Vejlbj-Risskov domineret af parcelhuskvarterer, der mange steder ligger lavt i terrænet. Det gør området sårbart over for både oversvømmelser og stigende grundvandsspejl. Derfor er området også et prioriteret indsatsområde i Aarhus Kommunes Klimatilpasningsplan fra 2014. Der er godt 13.000 indbyggere i området samt godt 4.000 beboelser og 600 erhvervs- og kommunale bygninger.

Indeværende projekt har givet nye og forbedrede oplysninger om risikoen for oversvømmelser forårsaget af lokale skybrud, høje vandføringer i Egåen samt forhøjede vandstande i Aarhus Bugt. Desuden er konsekvenserne af højtliggende grundvandsstand vurderet.

Der er afslutningsvis givet eksempler på mulighederne for at nedsætte risikoen for oversvømmelser.



Figur 1.1 Oversigtskort, projektområdet afgrænset af rød linje.

Skybrud

Projektet viser, at en række områder allerede er truet af skybrud i dag. Som følge af terrænforholdene er områderne omkring Egå og Gammel Egå generelt nogenlunde tilpasset til at håndtere skybrud. Anderledes ser det ud for området syd for Egåen i Vejlbj-Risskov, der i højere grad er truet af skybrud og dermed har behov for en helhedsorienteret klimatilpasning. Skal området klimatilpasses vil det kræve, at der skabes skybrudsveje, så vandet kan ledes hen til områder, hvor det ikke gør skade. Lokale oversvømmelser fra nedbør bør håndteres via lokale tiltag og fælles løsninger på tværs af de ramte områder f.eks. i haver, på private veje, i byrum og parker.

Meget vand i Egåen

Egåen kan kun lige føre de historisk store vandmængder frem til slusen ved Egåens udløb i havet uden over-

svømmelser, og vandløbssystemet er derfor ikke fremtidssikret i forhold til at håndtere de fortsatte ændringer i klimaet med øget nedbør. Modellsimuleringerne viser, at området omkring Egå Engsø, Hede Enge og det nedre stykke af Egåen har brug for en helhedsorienteret klimatilpasning, hvis området i fremtiden skal være tilpasset et klima i forandring. Størstedelen af de berørte arealer er landbrugs- eller naturarealer. De mest kritiske lokaliteter er derfor Lystrupvej samt bebyggelserne langs Egåens nedre del.

Vejlby Egå Enges Landvindingslag ejer slusen ved Egåens udløb, som sikrer arealerne under landvindingslaget mod indtrængende havvand ved høje havvandsstande. Slusen beskytter dermed de store boligområder og centrale veje bag kystdiget mod at blive oversvømmet af vand fra havet ved stormfloder op til kote 1,8 m. I slusen findes to pumper, der har til formål at holde vandstanden i Egåen på et lavt niveau i de situationer, hvor slusen er lukket pga. højvande i Aarhus Bugt. Pumpernes kapacitet har kun lige akkurat været tilstrækkelig til, at de historiske hændelser ikke har givet anledning til større oversvømmelser i området. Analyserne i indeværende projekt har tydeligt vist, at pumperne i slusen ikke har den nødvendige kapacitet til at håndtere de fortsatte ændringer i klimaet. Samtidig har gennemgangen af forholdene ved slusen vist, at slusens overkant er i niveau med den laveste kronekant på kystdiget, der ligger i kote 1,7-1,9 m, hvorfor havvand kan trænge ind i Egåen under stormfloder og oversvømme de beboede arealer samtidig med at havvandet begynder at løbe over kystdigerens laveste punkter.

Det bør fremadrettet vurderes, hvordan problemet med manglende kapacitet i Egå-systemet kan løses. F.eks. om der skal anvendes større pumper i slusen, accepteres højere vandstande i Egåen/Egå Engsø eller tillades opmagasinering af vand i Hede Enge eller, om helt andre tiltag skal undersøges. Der er samtidig behov for at forhøje sluseanlægget ift. stigende havvandsstand. Forhøjelsen bør foretages i forbindelse med en eventuel forhøjelse af kystdiget. Analyserne bør som udgangspunkt foretages af Vejlbys-Egå Enges Landvindingslag.

Højvande i bugten

Det private kystdige langs kysten fra slusen og ned til Hospitalsgrunden er i dag højt nok på det laveste sted til at modstå en stormflod svarende til en nuværende 100 års hændelse, som er kote 1,62 m. I 2050 forventes ca. en tiendedel af diget blive oversvømmet og i år 2100 vil størstedelen af diget oversvømmes ved en stormflod svarende til en 100 års hændelse. Digelaget skal derfor som udgangspunkt vurdere, om diget på sigt skal forhøjes, så det er forberedt til de fremtidige havvandsstigninger.

Høj grundvandsstand

Stigende grundvandsstand i området er et begyndende problem, som forventes at blive en voksende udfordring i løbet af de næste årtier primært på grund af stigende havvandsstand. Områdets kystnære beliggenhed med en ådal gennem det lavtliggende område giver udfordringer for infrastruktur, boliger, byggeri og kloak med hensyn til afledning af terrænnært grundvand og mulighederne for at nedsive regnvand. Stigende grundvandsstand kan være lige så alvorlig som oversvømmelser forårsaget af skybrud, og kan samtidig forstærke oversvømmelserne fra langvarige nedbørshændelser med store økonomiske konsekvenser for grundejere og kommunen til følge. Der findes forskellige metoder til at afhjælpe problemerne med stigende grundvand i området, men det vil kræve bedre viden på specifikke områder. Eksempelvis vil der være behov for bedre viden om sammenhængen mellem stigende grundvand, havniveauet og vandføringen i Egå. Her vil fortsatte grundvandsspejlinger i området være relevante. Ligeledes vil der være behov for at indsamle viden fra geofysiske undersøgelser i området og indhente flere oplysninger om dræn- og ledningsforhold.

Forskellige løsninger (private og offentlige) på den stigende grundvandsstand i området bør undersøges og vurderes i nær fremtid. Udover de tekniske muligheder er der også et behov for at vurdere de juridiske og økonomiske muligheder for at reducere problemerne i Vejlbys-Risskov. I den forbindelse er grundejerne de væsentligste aktører sammen med Aarhus Kommune, som også ejer anlæg og kommunale veje i området. Aarhus Vand er også en vigtig aktør som ejer af kloaksystemet.

Ansvarsforhold

Grundejere har som udgangspunkt ansvar for at beskytte egne værdier mod oversvømmelser. Ved at investere i klimatilpasning på egen ejendom kan skader og forsikringsudgifter mindskes. Det gælder både private og kommunale ejendomme.

Myndigheders og borgernes ansvar i forhold til klimatilpasning er ikke reguleret i én lov, men håndteres gennem forskellig sektorlovgivning. Kommunen skal jf. vandløbsloven vedligeholde kommunale vandløb efter vandløbsregulativerne. Vandløbsregulativerne omfatter ikke beskyttelsesniveauer for ekstreme vandføringer. Kommunen har ikke pligt til at sørge for kystbeskyttelse mod erosion eller oversvømmelse fra havet eller til at beskytte baglandet, jf. bestemmelserne i kystbeskyttelsesloven.

Kommunerne har som planmyndighed ansvar for at sætte overordnede rammer og retning for den fysiske udvikling, herunder klimatilpasning. Det sker bl.a. gennem kommuneplan, spildevandsplan, helhedsplaner, udviklingsplaner og lokalplaner. Aarhus Kommunes Klimatilpasningsplan 2014 er opdateret og indarbejdet i Kommuneplan 2017.

Der er i forbindelse med projektet skabt overblik over ejer- og ansvarsforhold i tilknytning til Digelaget Vejlbj Fed og Vejlbj Egå Enges Landvindingslag. Aarhus Kommune ejer i dag 60 % af landvindingslagets interesseområde svarende til 277 ha ud af de i alt 463 ha. Aarhus Kommune bør i første omgang afklare de fremtidige muligheder teknisk og juridisk med det nuværende private digelag og landvindingslaget.

Berørte indbyggere og bygninger

Der er godt 13.233 indbygger i hele analyseområdet, som desuden har 4.153 beboelsesbygninger og 617 erhvervs- og kommunale bygninger. Beboelserne har gennemsnitligt 167 m² boligareal, erhvervs- og kommunale bygninger i gennemsnit 715 m². Derudover er der sammenlagt 4.953 fritidshus og småhuse (carporte, havehuse mv.).

På baggrund af beregningerne er der foretaget en vurdering af hvor mange indbyggere og bygninger, der vil kunne blive berørt af skybrud, højtliggende grundvand, oversvømmelse fra havet samt oversvømmelse fra Egåen. Vurderingerne er usikre og ikke direkte sammenlignelige, da der f.eks. ikke opereres med 100 års hændelse for Egåen eller for grundvandspåvirkningen. Der er desuden ikke foretaget mere omfattende beregninger af værst tænkelige situation i Egåen. Nedenstående skal derfor tages med forbehold, men indikerer dog omfanget af en eventuel påvirkning.

Skybrud og højtliggende grundvandsstand vil kunne påvirke en meget stor del af beboerne og bygningsmassen i hele området, specielt i områderne syd for Egåen.

I dag beskytter kystdiget godt 10 % af indbyggerne og bygningerne i projektområdet fra oversvømmelse fra havet ved en 100 års hændelse. I 2050 og 2100 vil henholdsvis godt 25 % og 40 % tilsvarende blive mere eller mindre berørt af oversvømmelse.

Oversvømmelse fra Egåen berører umiddelbart ikke så mange, medmindre høj vandføring i Egåen falder sammen med f.eks. høj vandstand i havet, nedbrud i slusens pumper eller lignende. Udover påvirkning af bygninger vil meget høj vandføring i Egåen også resultere i oversvømmelse af Lystrupvej.

Hotspots

I projektområdet er der hotspots inden for kategorierne beredskab, kommunale ejendomme, spildevand, varmeforsyning, miljøskade og natur.

Oversvømmelse af hotspots inden for beredskab påvirker beredskabsmæssig infrastruktur og evakuerings-tunge bygninger og steder som plejehjem og festivalpladser. Oversvømmelse af hotspots inden for spildevand og varmeforsyning har betydning for forsyningsikkerheden, mens oversvømmelse af hotspots inden for kommunale ejendomme kan betyde stor materiel og uerstattelig skade, fx på fredede bygninger. Oversvømmelse af kortlagte grunde og listevirksomheder kan medføre forureningsrisiko, mens oversvømmelse af natur og fredede arealer kan påvirke udpegningsgrundlaget.

Værdisætning, prioritering og sårbarhedsvurdering af hotspots behandles samlet i et særskilt projekt.

Omkostninger for eventuelle afværgeforanstaltninger

Analysen har ikke haft til formål at forslå konkrete løsninger til at reducere konsekvenserne af klimapåvirkningerne eller omkostningerne forbundet hermed. Der er dog medtaget eksempler på løsningsmuligheder og foretaget skøn over de forbundne omkostninger. Det vurderes på den baggrund, at der kan foretages mindre, men betydningsfulde anlægsarbejder til få millioner kroner, men at en samlet løsning af alle de belyste problemer vil beløbe sig til mange hundrede millioner kroner.

Anbefalinger

Analysen har leveret væsentlig ny viden omkring risikoen for oversvømmelse i projektområdet i forbindelse med de forventede klimaændringer. Det er vigtigt at denne viden formidles videre til de relevante interessenter.

Derudover peger analysen på konkrete behov for yderligere analyser. Det er vigtigt at de berørte parter fortsætter dette arbejde.

På denne baggrund anbefaler projektgruppen at:

- Den nye viden indarbejdes i beredskabsplanen for voldsomt vejr, specielt de nye oplysninger om lave områder i kystdiget.
- Digelaget Vejlby Fed og Vejlby-Egå Enges Landvindingslag orienteres om rapportens konklusioner vedrørende risikoen for oversvømmelse fra havet og Egåen.
For digelaget vil fokus være på etablering af højvandslukker i rørgennemføringer under kystdiget, eventuel forbedring af kystdiget i form af højere digekrone mv. samt eventuelt ændring af digelagets vedtægter.
For landvindingslaget vil fokus være på vurdering af mulighederne for at nedsætte risikoen for oversvømmelse fra Egåen (herunder ombygning af slusen) samt evt. ændring af lagets vedtægter. Der tilvejebringes koordinering mellem lagene, da flere af problemstillingerne og løsningerne er fælles, herunder fastlæggelse af beskyttelsesniveauet.
I samarbejde med lagene afklares det om der skal arbejdes videre med problemstillingerne, og hvem der i givet fald varetager opgaven.
På den baggrund orienteres bl.a. fællesrådene efterfølgende.
- Grundvandsstanden ligger højt i Vejlby-Risskov, og den forventes at stige. Udover problemer i forhold til arealernes afvanding, kan det give problemer for bygninger og vejanlæg samt for nedsivning af regnvand. Det er derfor vigtigt at få mere viden om grundvandsstandens beliggenhed og bevægelse, hvis der på sigt bliver behov for at foretage afværgende foranstaltninger.
Teknik og Miljø fortsætter derfor den igangværende monitorering af grundvandsstanden i områdets 16 boringer. Desuden fortsættes monitoreringen af slusens drift. På sigt kan målingerne bidrage til at forbedre modellen for grundvandsstandens niveau i området, i relation til bl.a. havvandsstand og vandstand i Egåen. Det forbedrer grundlaget for at vurdere problemets forventede omfang, samt mulighederne for eventuelt på sigt at foretage afværgeforanstaltninger.

På sigt kan det altså vise sig hensigtsmæssigt at foretage afværgeforanstaltninger. Det kan eventuelt ske ved en generel grundvandssænkning i området via et privat pumpelag, så grundvandsstanden holdes i sit nuværende acceptable niveau. Hvis der på et tidspunkt foretages afværgeforanstaltninger i forhold til den stigende grundvandsstand, bør foranstaltningerne ses i sammenhæng med forslag til afhjælpning af oversvømmelse fra skybrudshændelser, da de formentlig vil kunne understøtte hinanden.

Vurdering af konsekvenserne af stigende terrænnært grundvandsstand og mulighederne for at afværge konsekvenserne foreslås medtaget i Aarhus Kommunes klimaindsatsplan 2018-2021.

- Konsekvenserne af skybrud anbefales håndteret som led i kommunens udarbejdelse af bl.a. lokalplaner, samt af Aarhus Vand i forbindelse med større anlægsprojekter. Der kan i den forbindelse blive behov for at foretage mere detaljerede analyser af delområder. Analyserne kan foretages med udgangspunkt i resultaterne fra nærværende analyse. Der henvises i øvrigt til retningslinjerne i Kommuneplan 2017 under afsnittet Klimatilpasning.
- Den nye viden formidles til relevante kommunale afdelinger, bl.a.: Center for Byudvikling og Mobilitet i relation til udmøntning af retningslinjerne om klimatilpasning i Kommuneplan 2017, Center for Miljø og Energi i relation til klimatilpasning og udtalelser til lokalplaner og Center for Byens Anvendelse i relation til vejanlæg, parker og drift/vedligeholdelse af de kommunale dele af kystdiget. Formidlingen koordineres med formidlingen af de øvrige projekter under Aarhus Kommunes Klimatilpasningsplan 2014.

2 Indledning

Projektet "Klimatilpasning i Vejlbj-Risskov" er et af fem prioriterede indsatsområder i Klimatilpasningsplan 2014 i Aarhus Kommune /1/.

Vejlbj-Risskov er i dag udfordret af vand fra flere sider. Havet i bugten stiger, stormfloder forventes at blive både hyppigere og kraftigere, grundvandet stiger og vandløb, søer og kloaker presses ved skybrud og længerevarende kraftige regnhændelser.

Derudover er Vejlbj-Risskov et tæt befolket område, der gennemskæres af væsentlige veje, og hvor der bl.a. findes flere vigtige kommunale anlæg, som er sårbare overfor oversvømmelser.

Langs kysten findes et dige, der beskytter bydelen mod højvande i Aarhus Bugt og på den nederste del af Egåen findes en højt vandssluse med tilhørende pumpestation, som sikrer de lavtliggende ånære arealer mod højvande i bugten. Opstrøms Lystrupvej ligger Egå Engsø, der med sin store overflade virker som et kæmpe regnvandsbassin, som forsinker vandføringen i Egåen under store afstrømningshændelser, og dermed nedsætter risikoen for oversvømmelse af de ånære arealer i Vejlbj-Risskov. De nævnte anlæg har indtil nu kunnet afværge de værste oversvømmelser af området, men med de forventede klimaforandringer, kan der stilles spørgsmål ved, om de vil yde tilstrækkelig beskyttelse i fremtiden.

Derfor er der behov for at skabe et overblik over de hydrauliske sammenhænge, så der eventuelt kan laves en koordineret klimatilpasning i området.

Udover et større kendskab til de hydrauliske sammenhænge, er der også behov for at få beskrevet ansvarsfordelingen mellem kommune, digelag, landvindingslag og borgerne i området.

Denne rapport samler de væsentligste resultater af de undersøgelser, der er foretaget som opfølgning på Klimatilpasningsplan 2014. Rapporten er en generel sammenskrivning af 5 detailrapporter, som mere detaljeret beskriver de analyser, der er lavet i forbindelse med projektet.

I rapportens afsnit 3 beskrives de overordnede forhold i analyseområdet. I afsnit 4 præsenteres de væsentligste resultater og konklusioner. I afsnit 5 beskrives de principielle muligheder for at reducere risikoen for oversvømmelser og i afsnit 6 opsummeres ansvarsforholdene. Endelig indeholder afsnit 7 forslag til yderligere analyser.

I rapporten er konsekvent anvendt højdereferencen DVR90. Såfremt den ældre DNN er anvendt er det angivet i højdeangivelsen (koten).

Rapporten er udarbejdet af en projektgruppe med deltagere fra Aarhus Kommunes Center for Miljø og Energi samt Aarhus Vand med rådgiveren EnviDan.

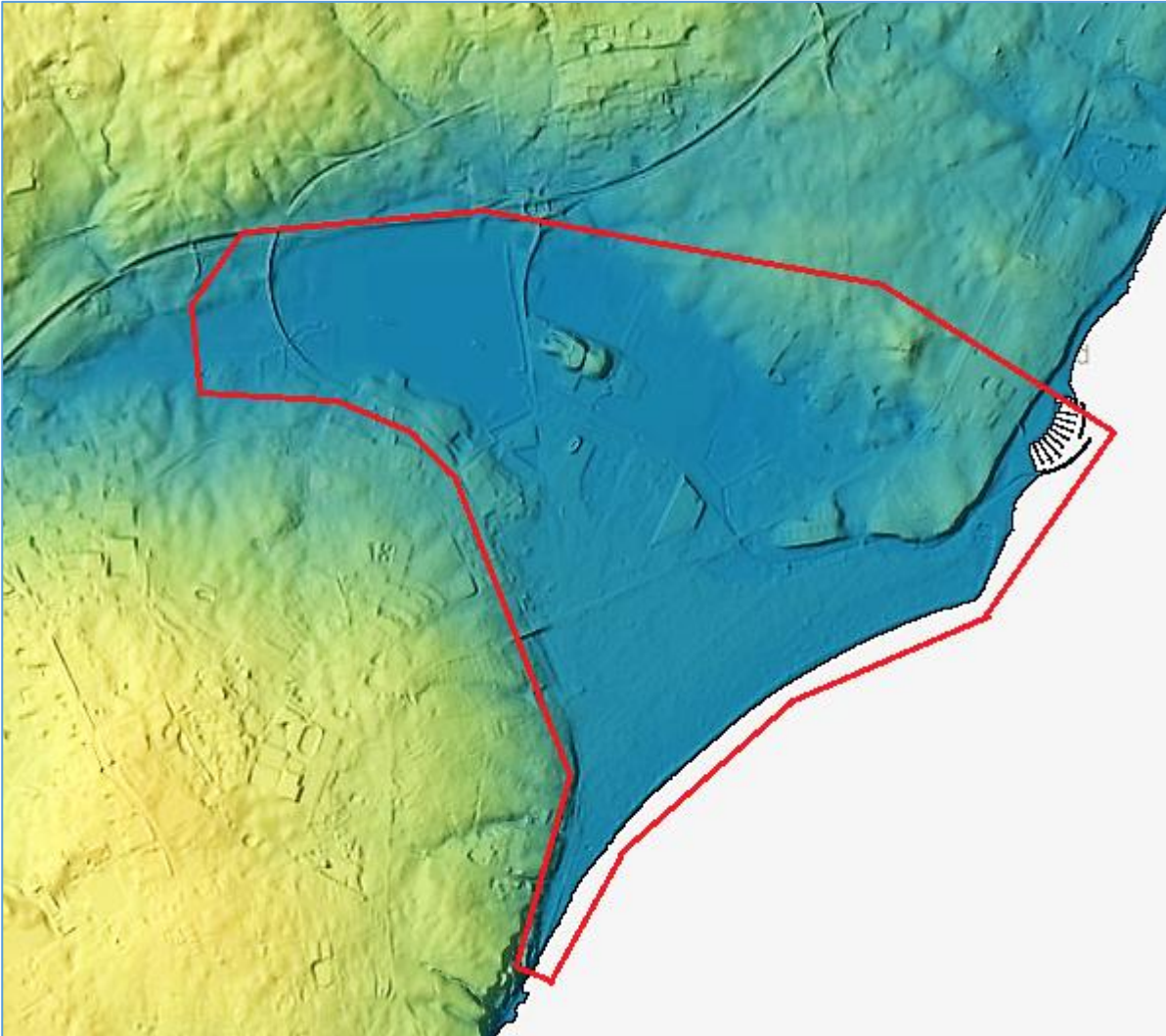
3 Analyseområdet

Analyseområdet ved Vejlbj-Risskov strækker sig fra Egå Engsø mod nordvest til Aarhus Bugt i sydøst. Den sydlige og østlige del af analyseområdet er domineret af lavtliggende byområder, den nordlige del af landbrugs og naturarealer. Der er erhvervsarealer vest for Lystrupvej og langs nordsiden af Grenåvej (Figur 3-1).



Figur 3-1 Afgrænsning af analyseområdet (afgrænset med rød linje).

Mod nord og syd stiger terrænet forholdsvis stejlt uden for analyseområdet, mens området mod øst støder op til Aarhus Bugt (Figur 3-2).

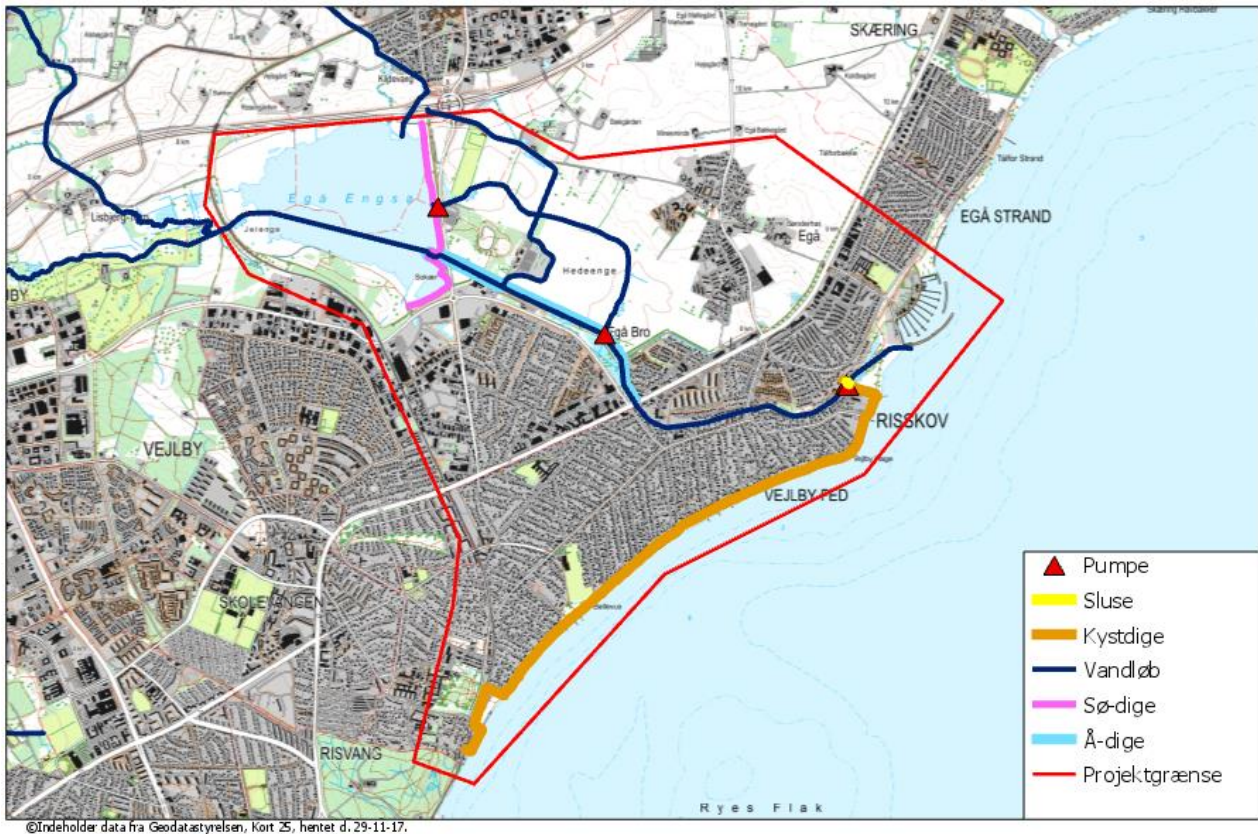


Figur 3-2 Analyseområdets topografi (projektområdet afgrænset med rød linje). Lyse områder højtliggende, mørke områder lavtliggende.

Områdets topografi og afvandingsforhold betyder, at der ofte tilføres store mængder overfladevand til analyseområdet fra naboarealerne. Derudover påvirkes området af havvand fra Aarhus Bugten, som dels påvirker grundvandsstanden i området og dels påvirker vandstanden i Egå-systemet. Samtidig betyder de mange bebyggede og befæstede arealer i analyseområdet, at store mængder urbant vand ledes til Egåen under kraftige nedbørshændelser.

Tilledningen af de store vandmængder fra flere sider i kombination med, at mange af områdets arealer ligger meget lavt i terræn betyder, at området potentielt set har en høj risiko for oversvømmelser ved:

- høje vandstande i Aarhus Bugt,
- kraftige vandføringer i Egå-systemet,
- kraftige udledninger fra det urbane regnvandssystem under skybrud og længerevarende kraftig regn,
- en generel stigende grundvandsstand, og
- sammenfald af ovenstående hændelser



Figur 3-2 Principoversigt med vandløb, sluse og diger inden for undersøgelsesområdet.

I det følgende beskrives de eksisterende forhold i området omkring Vejlbymølle-Risskov, jf. Figur 3-3.

3.1 Vejlbymølle – Egå Enges Landvindingslag

Vejlbymølle-Egå Enges Landvindingslag driver i dag en række anlæg, som blandt andet har til formål at beskytte de lavtliggende områder omkring Egåen mod oversvømmelser forårsaget af højvande i Aarhus Bugt og høje vandføringer i Egåen. Kort før Egåens udløb i Aarhus Bugt beskytter højt vandsslusen ved Åkrogen de lavtliggende områder langs Egåen mod oversvømmelser forårsaget af høje havvandstande. Digerne langs Egåen og Viengekanalen forhindrer vandløbsvandet i at oversvømme området under kraftige afstrømningshændelser. I Hede Enge og Vienge sikres landbrugsdriften af et drænsystem, hvor vandstanden kunstigt holdes mere eller mindre konstant med en pumpestation. Opstrøms Lystrupvej ligger Egå Engsø, som under kraftige vandføringer i Egåen virker som et stort forsinkelsesbassin. Alle disse foranstaltninger og anlæg drives og vedligeholdes af Vejlbymølle-Egå Enges Landvindingslag. Aarhus Kommune ejer i dag 60 % af interesseområdet svarende til 277 ha ud af de i alt 463 ha.

I de følgende afsnit beskrives først baggrunden for og organiseringen af landvindingslaget og efterfølgende vil de enkelte elementer og tekniske anlæg blive beskrevet. Afslutningsvis vil der blive redegjort for forholdene omkring drift og vedligehold af lagets tekniske anlæg.

3.1.1 Historie og organisering

Den 25. juni 1957 blev Vejlbymølle-Egå Enges Landvindingslag oprettet ved en kendelse af afvandingskommissionen under Aarhus Amt /1/. Landvindingslaget blev oprettet med det formål at afvande et større område langs Egåen med pumper og afvandingskanaler samt sikre området omkring Egåen mod høje vandstande i Aarhus Bugt samt store afstrømningshændelser i Egå-systemet. Til at sikre området omkring Egåen mod

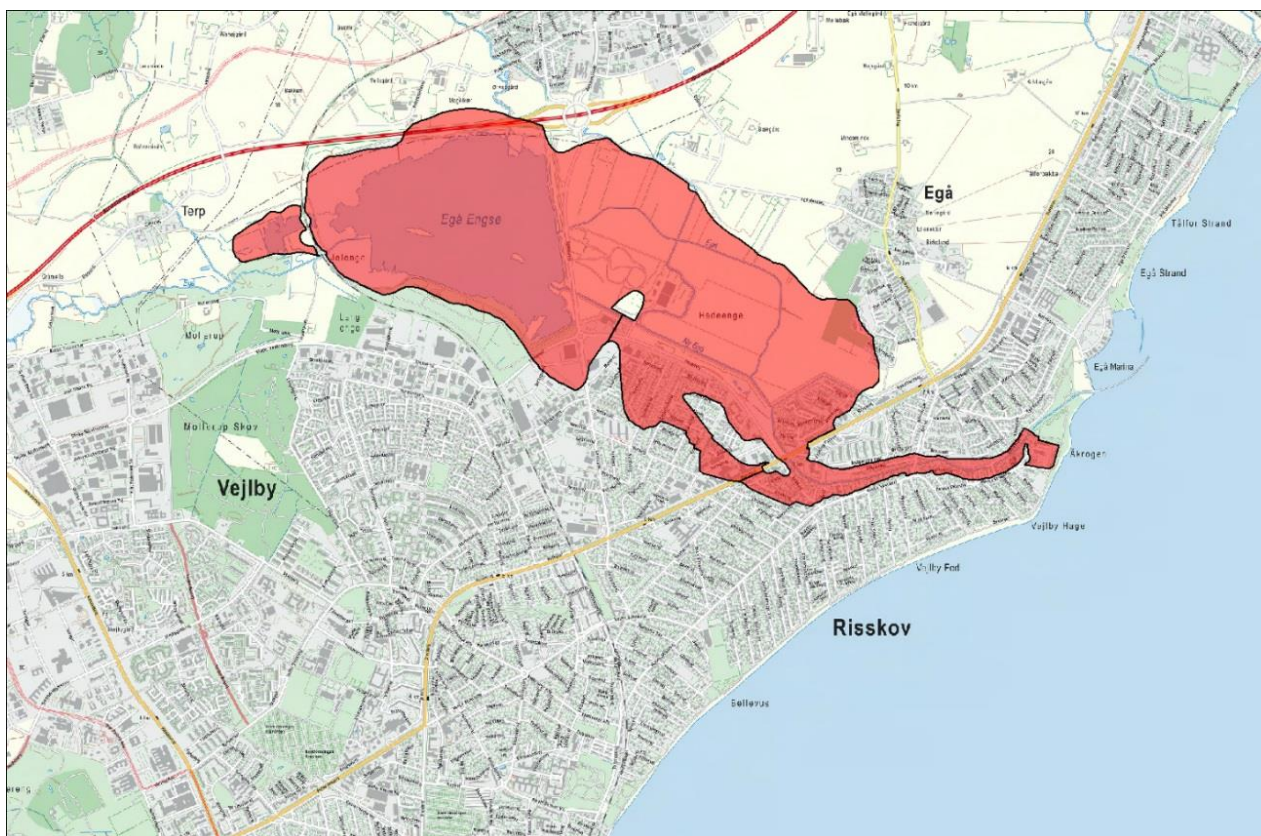
oversvømmelser fra Aarhus Bugt, blev der etableret en højvandssluse ved Åkrogen nær Egåens udløb i bugten. I slusen blev der installeret to pumper, som kunne holde vandstanden i Egå under kote 0,4 m (DNN) i de situationer, hvor en forhøjet havvandstand tvang slusen til at lukke.

Området i Hede Enge, Vienge og Jelenge blev sikret mod store afstrømningshændelser i Egå-systemet ved at udvide det vandførende profil i Egåen og anlægge diger langs åen, så vandet ikke oversvømmede de lavtliggende arealer i situationer med maksimal afstrømning fra oplandet samt ved vandstande på op til 0,4 m over daglig vandstand.

Landvindingslaget fik desuden til opgave at føre de store tilløb Ellebæk og Særbækken over i kanaler med en tilpas kapacitet til, at oversvømmelser meget sjældent ville forekomme.

Landvindingslaget skulle afvande arealerne, så de fremadrettet kunne bruges til intensiv landbrugsdrift. Det blev gjort ved at etablere en lang række dræn/rørledninger, afvandingskanaler og pumpeanlæg. I Gl. Egå etableredes en pumpestation i hver ende af kanalen, som via de mange drængrøfter og dræn kunne sikre en kunstig lav vandstand i engene.

Anlæggenes placering, drift og dimensioner er detaljeret beskrevet i lagets vedtægter/2/.

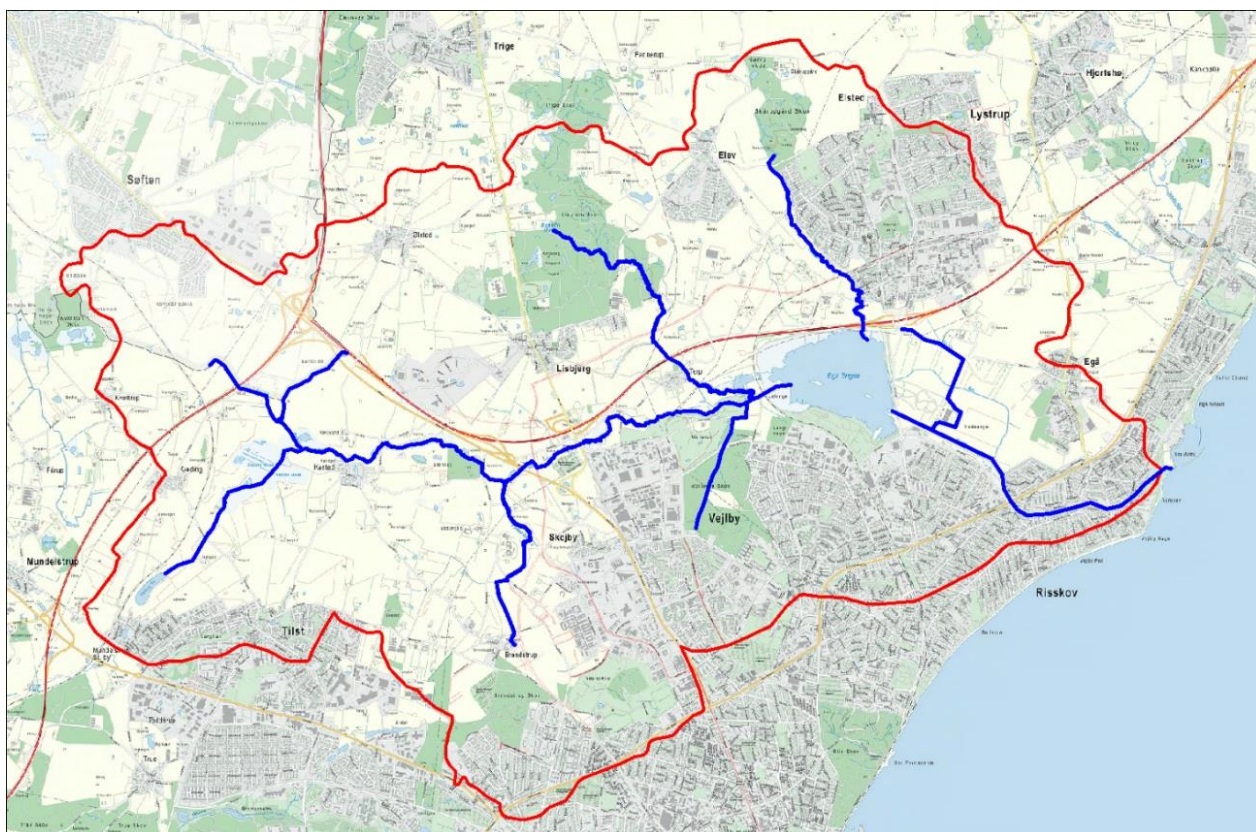


Figur 3-3 Interesseområde for Vejlbj-Egå Enges Landvindingslag.

Det samlede antal parter i laget er 693.405, som i 2007 var fordelt på 673 lodsejere. Der er tinglyst medlemspligt af laget på de bidragspligtige ejendomme. Siden lagets oprettelse er der sket store ændringer i ejendomsforholdene og arealanvendelsen inden for interesseområdet med anlæggelse af både Grenå motorvejen og Egå Engesø. I den forbindelse er en stor del af jorden i landvindingslaget blevet opkøbt og jordfordelt. Aarhus Kommune ejer i dag 60% af interesseområdet svarende til 277 ha ud af de i alt 463 ha. Lagets interesseområde er ikke ændret, og er stadig som stadfæstet i kendelsen fra 1957 (Figur 3-4).

3.1.2 Egå-systemet

En stor del af Egåens nedre forløb ligger inden for Vejlbys-Egå Landvindingslags interesseområde (Figur 3-3), og Egåen er lagets vigtigste element i forhold til områdets afvanding. Alle landvindingslagets anlæg har direkte/indirekte forbindelse til Egåen, der udgør overfladevandets eneste vej ud af området. Egå starter nedstrøms Geding Sø og løber i østlig retning gennem hhv. Geding og Kasted Mose, Egå Engsø og videre ned gennem Hede Enge inden udløbet i Aarhus Bugt syd for Egå Marina. Egå har en samlet længde på ca. 14,9 km, et gennemsnitligt vandspejlsfald på ca. 2 promille samt et topografisk opland på ca. 75 km². Der er fem større tilløb til Egåen hvor Bukbæk starter i opstrøms ende efterfulgt af Koldkær Bæk, Lykkebæk, Lisbjerg Bæk og Ellebæk. I Hede Enge løber Viengekanalen ud i Egå som det sidste større tilløb på strækningen (Figur 3-5).



Figur 3-4 Egåsystemets større vandløb (blå) og det topografiske opland (rød).

Egå er et offentligt vandløb hvis dimensioner i det nedre forløb er fastlagt i forbindelse med etableringen af Vejlbys-Egå Enges Landvindingslag i 1957. Dimensionerne er efterfølgende overført direkte til regulativet for Egå og Viengekanalen.

3.1.3 Egå Engsø

Efter etableringen af Egå Engsø tilbage i 2006 gennemløber Egå en ca. 100 ha. stor sø. Søen blev anlagt for at reducere kvælstofbelastningen til Aarhus Bugt. Samtidigt reducerer den risikoen for at området nedstrøms Lystrupvej udsættes for oversvømmelser fra Egåen. Normalt ligger vandstanden i Egå Engsø omkring kote 0,3 m, men under store afstrømningshændelser kan vandstanden stige op til kote ca. 1,1 m, inden vandet begynder at løbe over digerene, der afgrænser den østlige ende af søen. Ved oversvømmelse er der derfor risiko for oversvømmelse af Lystrupvej. Søen kan tilbageholde ca. 900.000 m³ vand som ellers ville kunne oversvømme de nedstrøms liggende arealer, hvoraf en del er bebyggede arealer langs åen.



Figur 3-5 Egås udløb fra Egå Eng sø samt de omkringliggende diger.

I forbindelse med anlæggelsen af Egå Eng sø blev der etableret en 5,2 km lang sti rundt om søen, samt en række aktivitetsområder, toiletter og et fugletårn, som alt sammen har medvirket til, at området i dag er blevet et yndet udflugtsmål for byens borgere.

Egå Eng sø og de tilgrænsende arealer (ca. 160 ha.) ejes i dag af Aarhus Kommune.

3.1.4 Pumper og sluse

På strækningen fra udløbet ved Egå Eng sø og ned til slusen ved Åkrogen er vandstanden i Egåen delvist styret af slusens drift. Slusen ved Åkrogen består af to tophængte sluseporte, der hver er monteret med to mindre selvlukkende sluseklapper (Figur 3-7). Hvis vandstanden i vandløbet stiger, når slusen er lukket, vil en pumpe på hver side af slusen gå i funktion. Pumperne kan hver især pumpe enten 2.250 l/sek. eller 4.000 l/sek.

Startkoten for pumperne i Åkrogen har ændret sig siden afvandingskommissionskendelsen i 1957. Af kendelsen fremgår det, at pumperne skal indrettes således, at de automatisk kan gå i gang ved højvande i Aarhus Bugt over kote 0,40 m. I dag starter pumperne, når vandstanden i Egåen ligger i kote 0,10 m og standser når vandstanden er i kote 0,0 m. I vinterhalvåret starter pumperne først, når vandstanden ligger i kote 0,15 m.

Baggrunden for koterne for det nuværende driftsniveau kendes ikke, og det har ikke været muligt at finde

materiale, der beskriver hvornår ændringen er besluttet. Indretningen af selve sluseanlægget og driften af pumperne har stor betydning for fiskenes passage gennem anlægget.



Figur 3-6 Vejlbj-Egå Enges Landvindingslags sluse ved Åkrogen.

Det er ikke kun Egåen, som reguleres af pumper. Det er også tilfældet i Gl. Egå, hvor en pumpestation i nedstrøms ende af åen sikrer en konstant lav vandstand omkring kote -1,1 m. Pumpen i Gl. Egå har en kapacitet på ca. 400 l/s (Figur 3-8). Der er ligeledes monteret en mindre pumpe i opstrøms ende af Gl. Egå, da der er en smule bagfald på det øverste stykke af Gl. Egå på strækningen fra underføringen ved Viengekanalen og ned til diget ved Egå Engso. Den lille dykpumpe har en kapacitet på ca. 20 l/s og løfter vandet op i Egå Engso.



Figur 3-7 Til venstre ses pumpestationen i nedstrøms ende af Gl. Egå mens billedet til højre viser rørudløbet til Egå Engso fra den lille dykpumpe i opstrøms ende af Gl. Egå.

3.1.5 Drift og vedligeholdelse

Landvindingslaget er ifølge vandløbsloven som offentligt lag under tilsyn af kommunen. Laget er ansvarlig for drift og vedligeholdelse af lagets anlæg, men vedtægterne beskriver også forhold, som de enkelte lods-ejere selv er ansvarlige for, bl.a. undgåelse af skade forvoldt af dyr, hegn samt gravning af vandingssteder og åbne grøfter.

3.2 Digelaget Vejlbj Fed

En del af Vejlbj-Risskov beskyttes mod oversvømmelse fra Aarhus Bugt af et dige langs kysten. Det vedligeholdes i dag af Digelaget Vejlbj Fed /3/. Digelaget afgrænses af området nord for Hospitalsgrunden ved Risskov AUH (fra syddiget ved Strandvænget) og øst for Grenåbanen, Nordre Strandvej og Åkrogs Strandvej, se Figur 3-9.



Figur 3-8 Afgrænsningen af Vejlbj Fed Digelag med angivelse af udbredelsen af en oversvømmelse ved en vandstand i kote 2,11 m (blå), som er den fremskrevne 100 års hændelse i 2050, der anvendes som screeningsvandstand i Kommuneplan 17.

Badevej og Hospitalsgrunden ligger også lavt og indgår i projektområdet, men er ikke en del af digelaget. Badevej har selv et lille dige ud mod kysten, og i den nordlige ende af Hospitalsgrunden beskytter et fløj-dige mod oversvømmelse af digelagets arealer.

3.2.1 Historie og organisering

Selve diget er anlagt omkring 1955 af daværende Vejlbymunicipalitet. Diget blev opbygget som et ler-dige med en kronetop i kote 1,70 m DNN. Området var dengang overvejende bebygget med sommerhuse og få helårsbeboelser. Spildevandskloakering og pumpestationer samt regnvandsudløb under diget blev etableret i 1960'erne. Diget vedligeholdes af grundejerne gennem vejforeningerne, mens selve ejerskabet aldrig er blevet formaliseret.

Efter storme i den første halvdel af 1980'erne blev driften af diget efterfølgende varetaget af Grundejerforeningen Vejlbymunicipalitet (GVF). Det skete i form af nedsættelse af et fast fungerende digetilsyn i 1984, da man ikke ønskede at blive organiseret i et decideret digelag. I samme ombæring blev diget også gjort bredere og forhøjet til de nuværende koter, som er målt til at ligge mellem kote 1,7 m og 3,4 m, men som på størstedelen af diget er i spændet 2,0-2,5 m. Udvidelsen er foretaget i samarbejde mellem vejforeningerne og kommunen.

Organiseringen af vejforeningerne/enkeltstående grundejere i Digelaget Vejlbymunicipalitet skete i 2007 på privat initiativ og i samarbejde med Aarhus Kommune, da man ikke fandt at digetilsynet blev varetaget tilstrækkeligt i GVF.

Berettiget til medlemskab er Aarhus Kommune og vejforeninger inden for området. Grundejere i området er berettiget til individuelt medlemskab, hvis den pågældende grundejers vej ikke er medlem. Der er ikke tinglyst medlemspligt, af hverken digelaget eller vejforeningerne. De enkelte medlemmer; det være sig enkeltgrundejere, der ikke er medlem af vejforening, enkeltgrundejere, der er medlem af en vejforening eller hele vejforeninger, kan derfor opsige medlemskabet af digelaget. Laget kan opløses i henhold til procedure i vedtægterne.

Digelaget har i alt 1.004 lodsejere som medlemmer. Der er kun få vejforeninger, som ikke er medlem af digelaget inden for interesseområdet.

Digelaget er organiseret med et repræsentantskab, der består af medlemmer fra de enkelte vejforeninger, samt en bestyrelse, som er udpeget af repræsentantskabet. Kommunen har som grundejer ret til at være repræsenteret med et medlem og en suppleant i repræsentantskabet, og kommunens repræsentant har et antal stemmer, der svarer til de kommunalt ejede grunde i området. Kommunen har ligeledes ret til et medlem i bestyrelsen. Aarhus Kommune har ikke ønsket at være medlem af digelaget og dermed heller ikke bestyrelsen.

Ifølge vedtægterne er formålet med laget:

- at sikre at diget og kysten ud for de berørte parceller til enhver tid svarer til deres formål, herunder at beskytte medlemmernes ejendomme mod havets ødelæggende virkninger.
- at værne og bevare Vejlbymunicipalitet's smukke kystlandskab så naturligt og uberørt som muligt ved bl.a. at hindre ændringer i nuværende stianlæg eller etablering af nye stier.

Af vedtægterne fremgår det "at laget i samarbejde med Aarhus Kommune tilser, at kommunens bestående dige- og kystsikringsforpligtigelser opretholdes". Samarbejdet sker ifølge digelaget ud fra løbende dialog med kommunen og fungerer i øvrigt tilfredsstillende og overordnet set efter hensigten.

3.2.2 Digets størrelse og beliggenhed

Overordnet set er diget fysisk placeret på en række aflange kystparallelle matrikler med forskellige ejerforhold. Aarhus Kommune ejer 48% af de arealer (inklusive offentligt udlagte stier), hvorpå diget er beliggende, mens resten er fordelt på umatrikuleret og privat areal.

Digets dimensioner, herunder topkoter fremgår ikke af vedtægterne. En opmåling i 2012 viste, at digetoppen på hele strækningen generelt ligger over kote 2,0 m. Den højeste målte kronekote er målt til 3,43 m, mens den laveste er målt ved en lille overgang mellem Sejrs Allé og Prins Knuds Vej til 1,82 m DVR90.

En ny og mere detaljeret opmåling fra november 2016 viste, at der er en del steder, som er tilsvarende eller under den laveste kote (1,82) i målingen fra 2012. Der er hovedsageligt tale om området ved Badevej og Hospitalsgrunden, som dog ikke berører området dækket af Digelaget Vejlbj Fed, men et område mellem Sejrs Allé og Prins Knuds Vej er også fortsat lavt.

Der er registreret 14 rørdløb på strækningen fra Badevej og op til Bellevue. Heraf ligger de fire sydligste udløb uden for digelagets område. Der er med sikkerhed kontraklapper i otte af udløbene. Ét udløb behøver ingen klap grundet høje terrænforhold i baglandet, og klap i det sidste udløb (ved Lindvangsvej) mangler at blive afklaret af de respektive ejere Aarhus Vand, Aarhus Kommune (Center for Byens Anvendelse) og private grundejere.

3.2.3 Drift og vedligeholdelse

De enkelte vejforeninger har ansvaret for at vedligeholde den del af diget, som ligger på/ud for den pågældende vejforenings område. Det gælder dog ikke for Rylevej og Vibevej, hvor diget ligger på kommunens areal og med en offentligt udlagt sti. Her er vedligeholdelse derfor kommunens ansvar ligesom ved de kommunalt etablerede overgange.

Kommunen har som grundejer ansvaret for vedligeholdelse af diget på de kommunale områder. Der er ikke nedskrevne deciderede plejeplaner for diget hvad angår klipning af græs, fjernelse af buske mv. på kommunens digestrækninger. Der foretages blot frirumsbeskæring som på de øvrige arealer under kommunens grønne drift.

I tilfælde af højvande er der et beredskab i digelaget, som bl.a. omfatter en række sanddepoter. Digelaget har en ordning med Østjyllands Brandvæsen hvor digelaget varsles ved varsel fra DMI om en vandstand på 1,60 m, og hvor digelaget må have et oplag af sandsække m.m. hos Østjyllands Brandvæsen.

3.3 Kloakeringsforhold

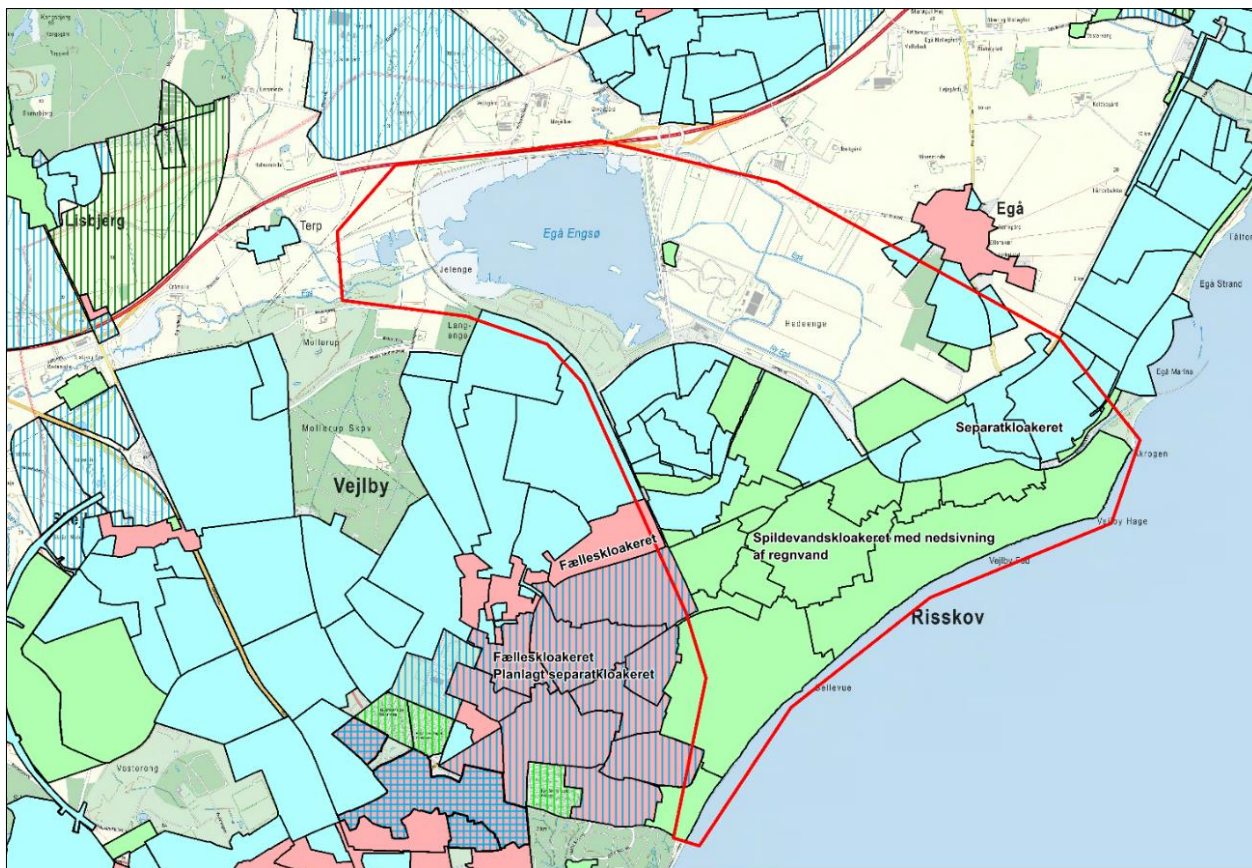
De bebyggede områder inden for projektområdet er omfattet af den gældende spildevandsplan, og lods-ejere har derfor både ret og pligt til at være tilsluttet det offentlige kloaksystem.

De administrative rammer for afledning af regn- og spildevand er fastlagt i spildevandsplanen, der områdevist angiver kloakeringsprincippet for det pågældende område. Kloakeringsprincipperne for området fremgår af Figur 3-10.

Ifølge spildevandsplanen er der både fælles-, separat og spildevandskloakerede deloplande i projektområdet. 57 % af projektområdet er spildevandskloakeret, 39 % er separatkloakeret og 4 % er fælleskloakeret. I henhold til spildevandsplanen skal det fælleskloakerede opland i Egå by adskilles i 2021-2025. Derudover foreligger der ingen planer om ændringer af de eksisterende kloakeringsforhold.

Spildevand pumpes til Egå Renseanlæg, mens regnvand nedsives eller ledes til Egåen og Aarhus Bugt, undtagen for det fælleskloakerede område, hvor regnvandet også ledes til renseanlægget. En række større regnvandsledninger fra de højereliggende områder af Risskov går igennem området.

Kloakanlæg og ledninger til vejvand i området ejes og drives af de respektive ledningsejere Aarhus Vand, Aarhus Kommune og private. Dog kan der være aftalt andre fordelinger af drifts- og vedligeholdelsesudgifter for anlæg, der sorterer under Vandløbsloven (f.eks. dræn i området).



Figur 3-9 Spildevandsplanens kloakeringsprincipper. Projektområdet markeret med rød linje.

3.3.1 Fejlkoblinger på regn- og spildevandsledninger

Konsekvensen af fejlkoblinger i forhold til klimaændringer er, at risikoen for opstuvning af spildevand i bebyggelse og på terræn øges. I et fejlfrit separatkloakeret system er spildevandssystemet ikke påvirket af nedbør og dermed ændringer i nedbøren over tid. Men ledes regnvand alligevel til spildevandssystemet vil kapaciteten i spildevandsledningen være for lille ved kraftige regnhændelser, og systemet vil løbe over med oversvømmelser og uhygiejniske forhold til følge.

Analyse af flowmålinger foretaget i spildevandsledningen i Hørgårdsvej har vist, at et areal svarende til ca. 10 % af de private matriklers befæstede arealer belaster spildevandsledningen. Eksemplet viser, at der kan være et muligt betydeligt regnvandsbidrag til spildevandssystemet og de tilknyttede pumpestationer. Det gælder formentlig også andre steder i projektområdet.

På tilsvarende vis kan en ekstra belastning af regnvandsledninger give anledning til oversvømmelser, som følge af opstuvning i kritiske lave punkter på ledningen eller ved, at vand fra ejendomme ikke kan ledes væk via regnvandsledningen.

I det spildevandskloakerede område af projektområdet er der lavet en stikprøveundersøgelse af andelen af ejendomme, som har regnvandsudledning til vejvandsledninger. Der er udtaget ca. 165 ejendomme, som er gennemgået i Aarhus kommunes digitale byggesagsarkiv. Gennemgangen viste, at hovedparten af ejendommene er spildevandskloakerede med lokal håndtering af regnvandet, som spildvandsplanen angiver.

Det er dog ikke tilfældet for området omkring Rolighedsvej, hvor undersøgelsen viste, at ca. 53 % af ejendommene leder regnvand til vejledninger. Et betydeligt ekstra bidrag til ledningerne.

På tilsvarende vis er der i forbindelse med en gennemgang af de spildevandskloakerede oplande fundet vejriste på en del af de private veje, hvor vandet ellers skulle nedsives lokalt. Der er intet ledningssystem registreret i Aarhus Vands ledningsdatabase. Det bør derfor undersøges nærmere om vejvandet nedsives ved vejbrøndene, eller om der ligger ledninger som f.eks. leder vandet til Aarhus Vands system eller gennem diget med direkte udløb i Aarhus Bugt.

3.3.2 Lokal håndtering af regnvand med nedsivning

En stor del af området er som beskrevet spildevandskloakeret, hvor grundejerne selv håndterer regnvandet på egen grund. Det sker i enten faskiner, regnbede eller lignende nedsivningsanlæg.

Nedsivningskoefficienter er estimeret på baggrund af en screening af nedsivningstilladelser på 45 grunde med godkendte nedsivningsanlæg jævnt fordelt på Vejlbj Fed. Den gennemsnitlige nedsivningskoefficient (k-værdi) er beregnet til at ligge i området $1 \cdot 10^{-4}$ til $1 \cdot 10^{-5}$ m/s. De målte k-værdier i området antyder finkornede jordlag (fin sand – silt) med moderat til ringe evne for nedsivning.

Højtstående grundvand mange steder i området er ligeledes et stort problem for en effektiv nedsivning, da tykkelsen på den umættede zone derved er begrænset. Dertil må der forventes en stor sæsonvariation, som i kombination med det flade terræn gør, at forholdene for at nedsive regnvand ikke er de bedste i dele af året – og slet ikke hvis grundvandsstanden stiger på sigt.

Høj og stigende grundvandsstand og finkornede jordlag betyder, at nedsivning af regnvand i store dele er projektområdet formentlig er en uhensigtsmæssigt løsning på sigt.

3.4 Grundvand

I dette afsnit vil geologien i området kort blive beskrevet, hvorefter fokus vil blive lagt på grundvandsstanden i området og de generelle hydrologiske forhold.

3.4.1 Geologien i området

Egå-dalen er et markant landskabelement, der er opstået ved smeltevandserosion under ismasserne fra det østjyske isfremstød, som dækkede området i den sidste del af Weichsel istiden/4/. Ådalen var sandsynligvis allerede formet af tidligere istider, da jordlagene under ådalen betegnes som et delvist begravet dalsystem, der består af flere generationer af istidslag med sand, grus, smeltevandsler og moræneler. Derudover findes flere marine lag f.eks. gytje og fint marint sand fra bl.a. stenalderhavet. Den fede ler ligger generelt omkring kote -20 m, men erosionen fra istidernes gletsjere kan lokalt nå meget længere ned. Den varierede geologi i området ved Vejlbj-Risskov betyder, at grundvandsmagasinerne kan være meget forskelligartede, varierende fra isolerede "badekar" uden kontakt til vandløb eller andre vandførende jordlag, til magasiner med direkte kontakt til vandløbene og det kystnære vandspejl i Aarhus Bugten.

Egåen slynger sig i bunden af den 1,5 km brede og 6 km lange ådal. I stenalderen, hvor vandstanden i verdenshavene var noget højere, var området en saltvandsfjord, og området fra Egå Engsø og ud mod havet betegnes som et marint forland, hvilket vil sige en hævet havbund med terrænnære jordarter bestående af saltvandssand, -grus, -silt og -gytje.

3.4.2 Grundvandsstanden i området

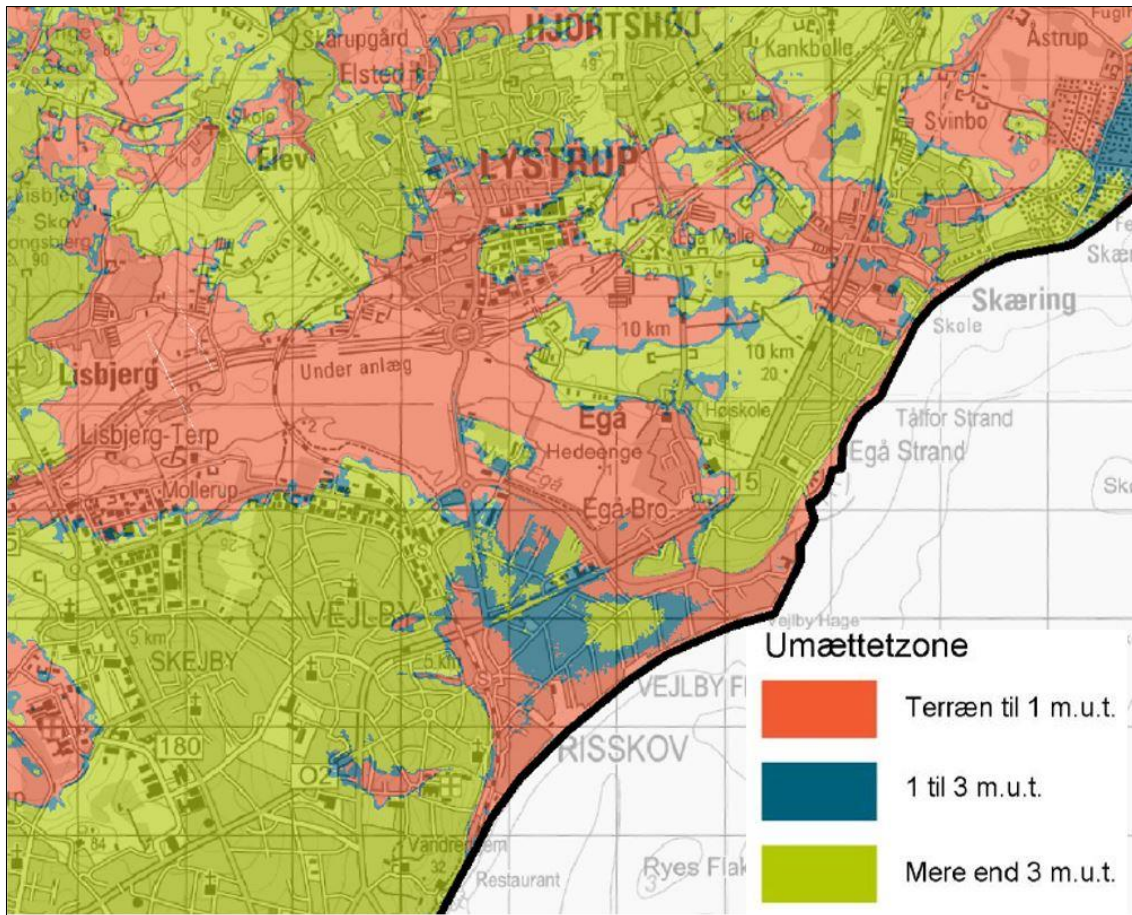
Området har generelt et højt terrænnært grundvandsspejl med et noget højere vandspejl mod nord, vest og syd – der sker således en vandstrømning fra siderne ned mod ådalen hvor de vandførende lag er til stede. Grundvandsspejlet ligger i størstedelen af området mindre end 3 m under terræn, se figur 3-11. De

typiske sæsonbetingede udsving er omkring +/- 1 m med et grundvandsspejl beliggende omkring kote + 0,5 m. Klimaændringer vurderes ikke at have en afgørende betydning på kort sigt, dvs. de næste 10-15 år. På længere sigt er det sandsynligt, at klimaændringer vil hæve områdets terrænnære grundvandsspejl.

Generelt vurderes det dybtliggende primære grundvandsspejl ikke at være i kontakt med de terrænnære vandspejl. Dog skal det bemærkes, at en faktor i vandbalancen for Egåen er de store indvindinger, som er beliggende indenfor det hydrologiske opland: Kastedværket (tilladt 4,8 mio. m³/år), Truelsbjergværket (tilladt 2,3 mio. m³/år) og Elstedværket (tilladt 1,6 mio. m³/år). Hvis der sker større permanente ændringer i disse indvindinger, vil det have en effekt på afstrømning og grundvandsspejl – en lavere indvinding vil give en større afstrømning og et højere grundvandsspejl. Dertil kommer den permanente grundvandssænkning ved Skejby sygehus, som pt. udleder mellem 300.000 – 400.000 m³/år til Egå-systemet.

I 2011 udpegede man risikoområder i Aarhus Kommune for højtstående grundvand. Udpegningen er udført som en screening på et overordnet plan, hvor der er udtrukket vandspejlspejlinger fra Jupiter databasen, som efterfølgende er sammenholdt med koter på terrænoverfladen. Resultatet fremgår af kortet nedenfor (Figur 3-11), som viser afstanden mellem det øvre grundvandsspejl og terrænoverfladen opdelt i tre zoner:

- Vandspejl mindre end 1 m under terræn. Høj risiko for vand på terræn i de våde perioder af året.
- Vandspejl mellem 1 – 3 m.u.t. Overgangszone. Mellem risiko for vand på terræn i de våde perioder af året.
- Vandspejl dybere end 3 m.u.t. relativ uproblematisk lav risiko for vand på terræn i de våde perioder af året.



Figur 3-10 Kort over grundvandsspejlets gennemsnitlige beliggenhed over året i forhold til terræn. De røde områder har stor risiko for vandspejl i terræn.

Resultatet af undersøgelsen viste, at det terrænnære grundvandsspejl mange steder ligger mindre end én m under terræn i områder med tilknytning til Egå og Egå Engsø samt Aarhus Bugten. Da disse områder samtidig er meget lavt beliggende i terrænet, er de i høj grad oversvømmelsestruede i tilfælde af høje vandføringer i Egå-systemet eller et pumpe-/slusesvigt ved Åkrogen under en højvandssituation i Aarhus Bugten.

Generelt vil en høj vandstand i å og hav medføre et pres på det terrænnære grundvand i området, som så vil stige.

Siden 2012 har Aarhus Kommune registreret grundvandsstanden i Vejlbj-Risskov området, hvor det terrænnære grundvand overvåges i 15 filtersatte borer på udvalgte lokaliteter. Boringerne er alle ført ned til 3-7 m under terræn.

Et oversigtskort med de 15 borer fremgår af Figur 3-12.



Figur 3-11 Oversigtskort over de 15 undersøgelsesboringer, markeret med rød cirkel og DGU nummer.

Overordnet set viser resultaterne af monitoringsprogrammet, at de laveste grundvandsstade ses i perioden august-september, mens de højeste værdier findes i perioden januar-februar. Dermed følger grundvandsstanden den naturlige variation i nedbøren.

Tykkelsen af den umættede zone er tydeligt påvirket af nedbørshændelser, og udviser en relativ stor variation inden for området. De kystnære boringer udviser ligeledes en vis påvirkning af svingningerne i havvandstanden, men her er tendensen lidt mere afdæmpet.

4 Risiko for oversvømmelse

Der er foretaget en lang række modelberegninger for at klarlægge risikoen for oversvømmelse i området. Beregningsforudsætninger og metoder er nærmere beskrevet i detailrapporterne. I det efterfølgende beskrives de væsentligste resultater af de mange analyser og beregninger.

4.1 Indledende statistiske analyser

Som beskrevet i indledningen, har Vejby-Risskov i dag problemer med oversvømmelser forårsaget af en generelt stigende grundvandsstand, kraftig nedbør, stormflod og større vandføringer i Egå-systemet. Oversvømmelserne i området kan opstå som en konsekvens af enkelthændelser eller som en kombination af flere sammenfaldende hændelser som eksempelvis høj havvandstand i Aarhus Bugt og høj vandføring i Egå-systemet. En stormflod med en forhøjet vandstand i Aarhus Bugten på 1,7-2 m kan i sig selv give store oversvømmelser og behov for evakueringer ved lavtliggende kystområder. Opstår hændelsen efter en lang periode med meget nedbør, hvor vandføringen i Egåsystemet er på sit højeste, og bufferkapaciteten i Egå Engso er opbrugt, kan konsekvenserne blive meget alvorlige og strække sig længere ind i området. Det

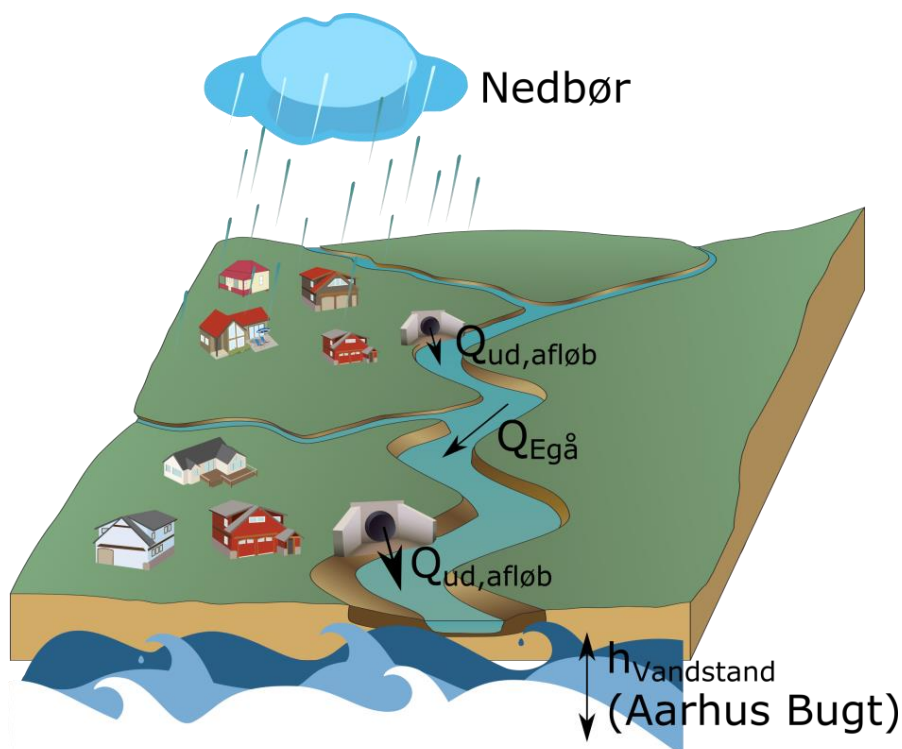
samme vil være gældende, hvis et sommerskybrud pludselig rammer projektområdet efter en våd sommer med en generel høj vandføring i Egå-systemet.

Nogle hændelser er mere eller mindre afhængige af hinanden, som eksempelvis længerevarende vinternedbør og høj vandføring i vandløbet, mens andre hændelser som eksempelvis skybrud og stormflod, ikke nødvendigvis er sammenfaldende, da skybrud ofte forekommer i sommerhalvåret, mens stormflod typisk er en efterårs og vinter begivenhed.

For ikke at overestimere konsekvenserne af modelscenarierne, blev det analyseret, hvad sandsynligheden reelt er for sammenfald mellem hændelser. Ofte er man tilbøjelig til blot at vælge den samme gentagelsesperiode for hhv. et skybrud og en afstrømningshændelse i vandløbet, men viser det sig, at skybrud kun forekommer om sommeren, mens høje vandføringer i vandløbssystemet kun forekommer om vinteren, kan den samlede gentagelsesperiode for sammenfald let vise sig at være 1000 år eller mere, hvorfor det måske havde været mere hensigtsmæssigt at se på kombinationen af en 10 års skybrudshændelse i afløbssystemet og en 1 års afstrømningshændelse i vandløbet.

Analysen tager udgangspunkt i at vurdere, hvorvidt der er statistisk sammenhæng mellem tidsrækkerne for vandføringen i Egåen ($Q_{Eg\ddot{a}}$), udløbsvandføringen fra afløbssystemet til Egåen ($Q_{ud,afl\ddot{o}b}$) og vandstanden i Aarhus bugt ($h_{vandstand}$).

En skitsering af systemet er vist på Figur 4-1.



Figur 4-1 Skitsering af systemet til statistisk analyse af sammenfald mellem hændelser.

Konklusionerne af den statistiske analyse er listet nedenfor:

- Der er ingen sammenhæng mellem havvandstand og vandføring i Egåen. Det vil sige, at sandsynligheden for et sammenfald mellem en meget høj vandstand i Aarhus Bugt og en meget høj vandføring i Egåen er lav.

- Der er ingen sammenhæng mellem høj vandføring i Egå og høje værdier af udløbsflow fra det urbane regnvandssystem. Det vil sige, at sandsynligheden for sammenfald mellem høj vandføring i Egåen og store udløb fra det urbane regnvandssystem er meget lav.
- Alle høje gentagelsesperioder for vandføringen i Egåen forekommer i vinterhalvåret (med undtagelse af en enkelt hændelse d. 26-8-2012 med en gentagelsesperiode på 1,3 år).
- Alle høje gentagelsesperioder for udløb fra afløbssystemet til Egåen forekommer i sommerhalvåret (på nær 2 hændelser d. 2-12-1985 og d. 7-1-1988 der begge havde en gentagelsesperiode på 1,4 år).
- Baseret på de tilgængelige data, er den beregnede sandsynlighed for sammenfald mellem kritiske hændelser meget lille.

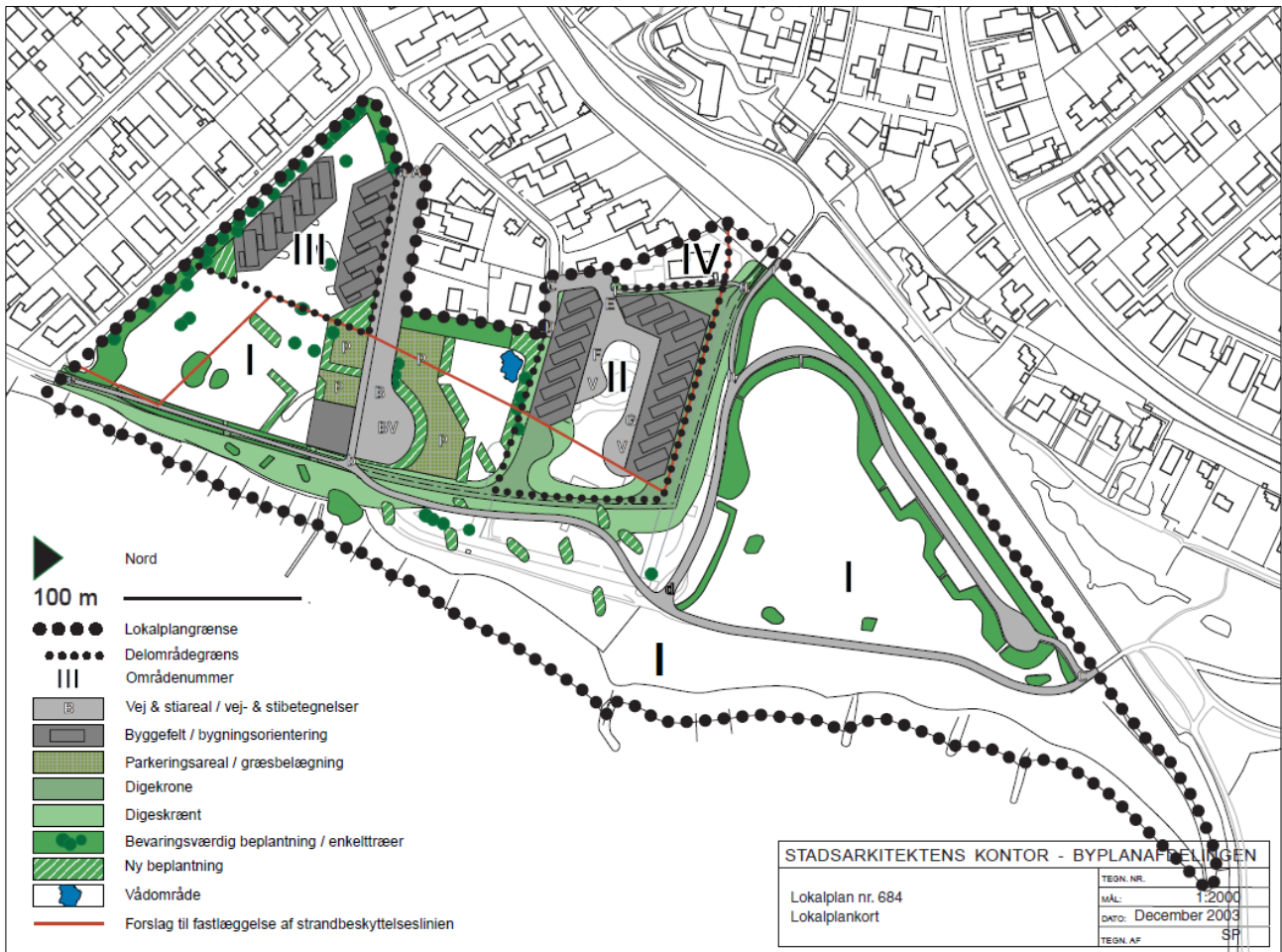
Den statistiske analyse og konklusionerne heraf er efterfølgende brugt i det videre analysearbejde til at fastsætte realistiske input og randbetingelser for henholdsvis skybrudsmodellen og vandløbsmodellen.

4.2 Oversvømmelse fra havet

Digelaget Vejlbys kystdiger langs stranden ved Risskov, landvindingslagets diger ved Åkrogen (Åkrogsdigerne) og slusen i Egåen udgør i dag den primære beskyttelse af Vejlbys Risskov mod høje vandstande i Aarhus Bugt, se Figur 4-2. De samlede digeanlæg strækker sig fra Hospitalsgrundens nordlige ende (Strandvænget) ved Riis Skov til Åkrogs Strandvej ved Egåslusen. I denne rapport vurderes oversvømmelsesrisiko indgår desuden området syd for digerne langs Badevej og Hospitalsgrunden i vurderingerne.



Figur 4-2 Kort over det samlede forløb af diger fra Badevej til Åkrogs Strandvej og slusen angivet med pink linje.



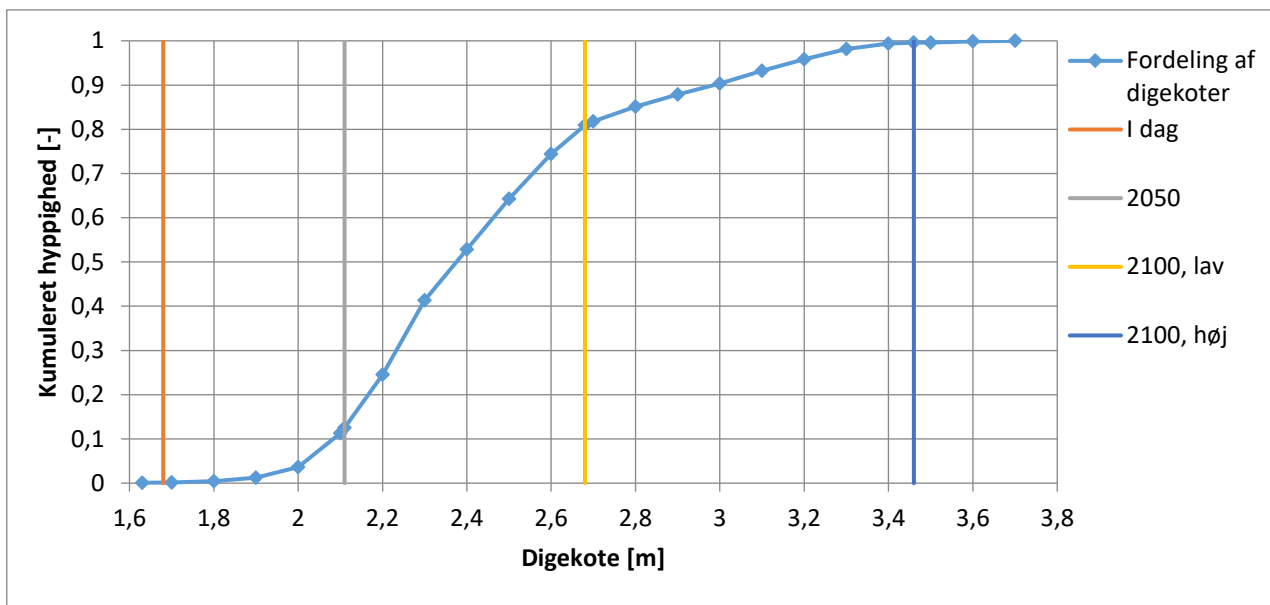
Figur 4.3 Kort over digerene ved Åkrogen fra lokalplan 684 og ansøgning til Kystdirektoratet om flytning og forhøjelse i 2005.

I dag ligger 100 års stormflodshændelsen i Aarhus Havn i kote 1,62 m. Frem mod 2050 forventes den at øges til 2,11 m efter det høje RCP 8,5-scenarie fra IPCC. Fremskrives vandstanden yderligere til 2100, kan der forventes vandstande for 100 års hændelsen i intervallet 2,68-3,46 m /7//5/.

I forbindelse med projektet er digerene blevet opmålt detaljeret. Målingen er foretaget med gennemsnitlig 4 m mellem hvert målepunkt langs digernes højderyg. På Figur 4-4 herunder er den kumulerede fordeling af de opmålte digetopkoter vist sammen med hændeshøjderne for havvandsstanden. De laveste topkoter på kystdiget ligger generelt i intervallet 1,7-1,9 m (der er et enkelt målepunkt på Badevej syd for diget på 1,66 m). Her indgår bl.a. slusen med en topkote på 1,8-1,9 m. Åkrogsdigerne har en topkote på 2,30 (Figur 4-3). Alle digerene er således højere end vandstanden ved 100 års stormhændelsen i dag.

De forventede vandstandsstigninger frem mod 2050 betyder dog, at ca. 13 % af digerene vil oversvømmes ved en 100 års hændelse. Strækningerne, der potentielt kan oversvømmes, er: Egå-slusen, Strandvænget/Platanvej (nord for Risskov Strandpark) og Prins Knuds Vej. Derudover er der flere små lavninger, hvor vand kan løbe over.

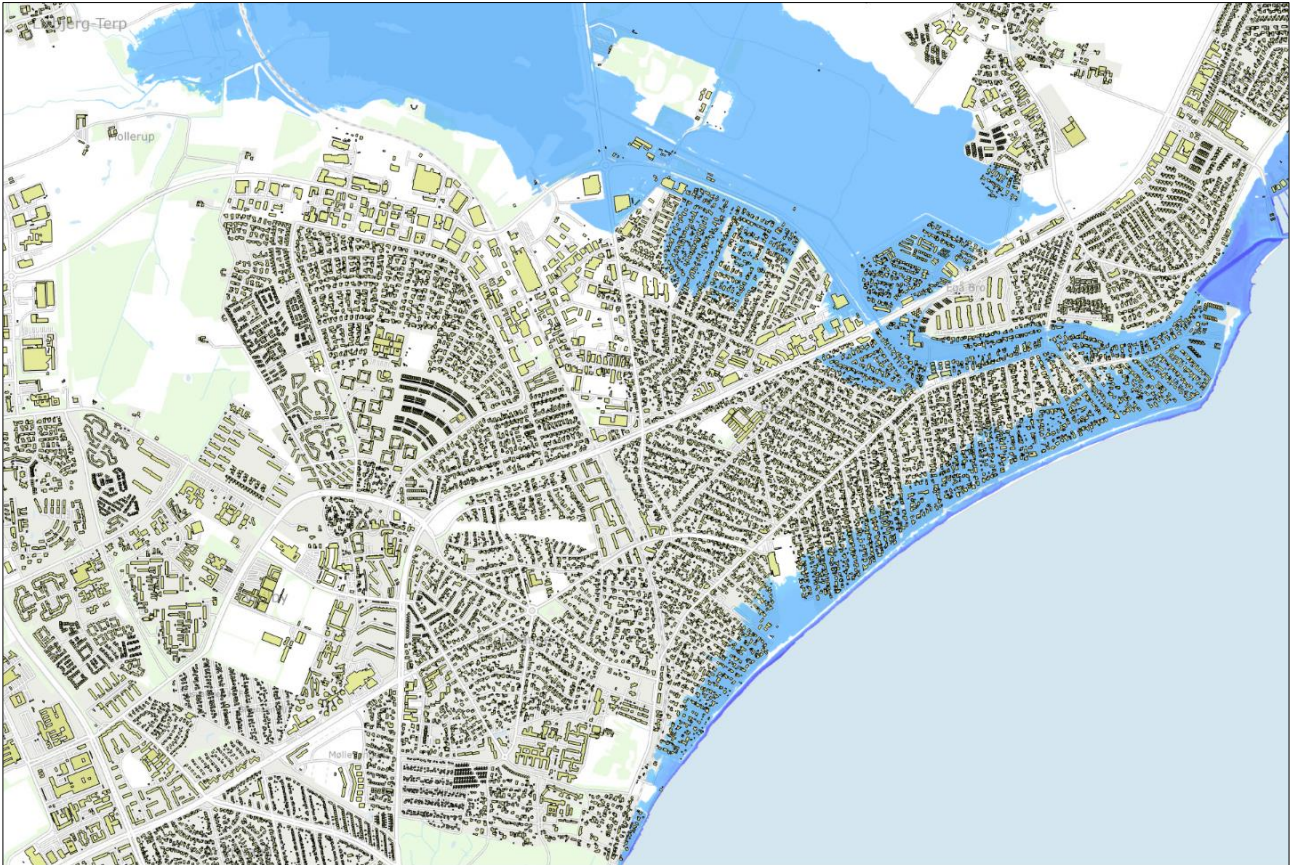
Ses der frem mod år 2100 vil størstedelen (80-100 %) af digerene oversvømmes med de nuværende fremskrivninger af 100 års stormhændelsen.



Figur 4-4 Kumuleret hyppighed af digekoter. Der er desuden vist vandstandskoter for 100 års stormflodshændelsen i dag, 2050 samt lav og høj værdi for 2100.

Digerne er som nævnt i dag høje nok til at holde vandet ude ved en 100 års hændelse, og der opleves kun oversvømmelse af de lavere grønne arealer ved Egåens udløb. Et svigt på slusen eller digesammenbrud kan dog give oversvømmelser i Vejlbj-Risskov. Oversvømmelserne vil primært ses langs de laveste områder mod Egåen. Bl.a. kan det potentielt give oversvømmelser i Hedeenge og Vienge. Alle ejendomme langs Egåen på Vejlbj-Risskov siden er desuden truet. Derudover er områderne ved Åkrogs Strandvej fra Ryvangs Alle til Rylevej samt alle stikveje til Åmarksvej også lavtliggende områder med risiko for oversvømmelse.

I 2050 vil en 100 års stormflodshændelse kunne få endnu større konsekvenser (Figur 4-5). Alle beboelsesveje langs diget ligger lavere end kote 2,11 m, og i dette tilfælde vil den nederste halvdel af alle stikveje til Nordre Strandvej/Åkrogs Strandvej ud mod Aarhus Bugt potentielt oversvømmes. Tilsvarende gælder det, at alle ejendomme ned til Egåen, inklusive boligområdet omkring Haldsøvej, Søndersøvej, Engblommevej og Baldrianvej nord for Grenåvej, potentielt oversvømmes.



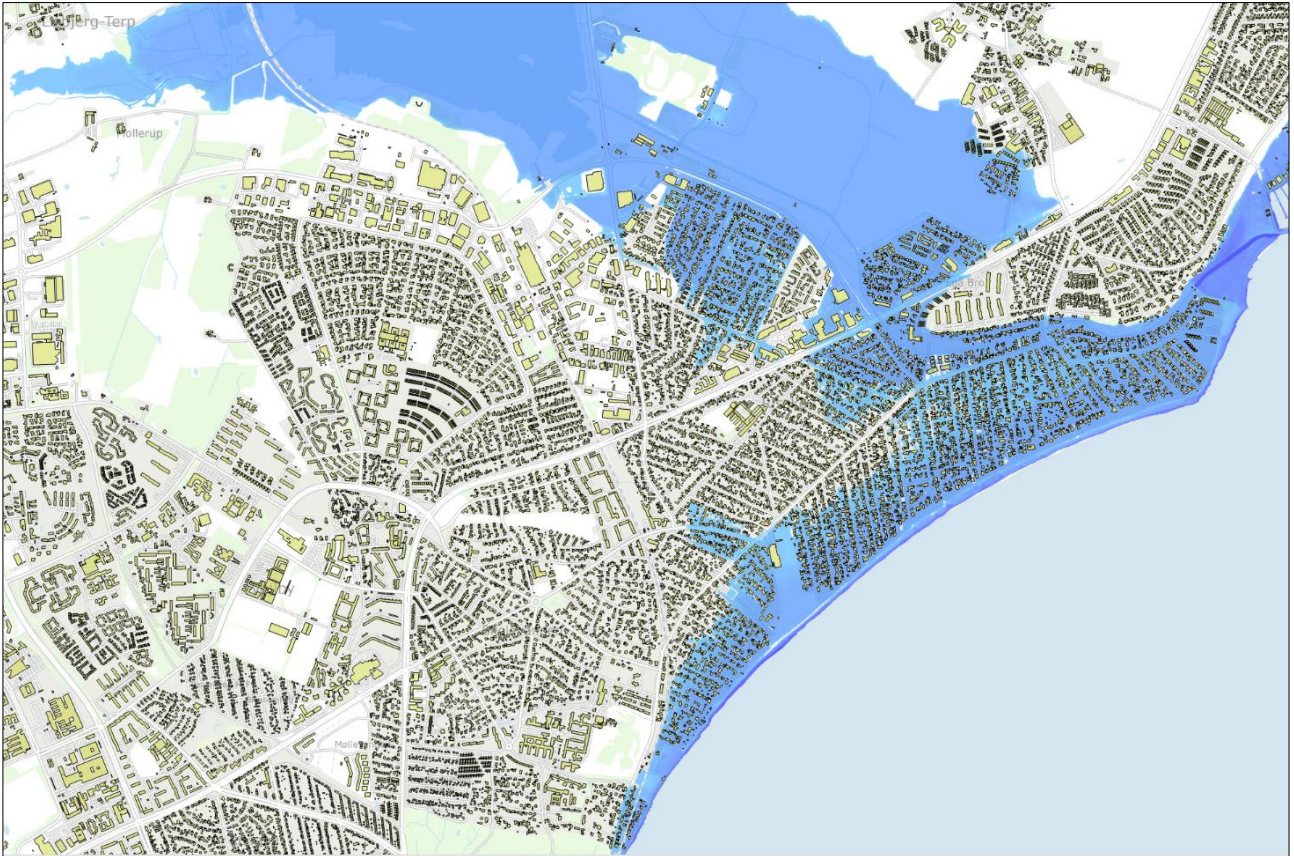
Figur 4-5 Udbredelse af oversvømmelse ved en 100 års hændelse i 2050, vandstand i kote 2,11m (Scalgo).

Yderligere fremskrivning mod 2100 vil betyde endnu større oversvømmelse af de laveste dele af Vejlbyskov, da størstedelen af området ligger under kote 3 m (Figur 4-6).

I dag beskytter kystdiget godt 10 % af indbyggerne og bygningerne i projektområdet fra oversvømmelse fra havet ved en 100 års hændelse. I 2050 og 2100 vil henholdsvis godt 25 % og 40 % tilsvarende blive mere eller mindre berørt af oversvømmelserne.

Skal digerne fremadrettet beskytte området mod stormflodshændelser, er der behov for tiltag, da de eksisterende diger ikke er tilstrækkelig til at modstå klimafremskrevne vandstande for ekstreme hændelser.

Udover den direkte trussel for at vandstanden overstiger digets topkote og skaber oversvømmelser, så udgør ledninger ført gennem diget også en risiko for oversvømmelser i området. Det er regnvandsudløb som ejes af Aarhus Kommune, Aarhus Vand eller private ejere. Der er for nuværende installeret højvandslukke på fem af de 14 eksisterende udløb /6/. I samarbejde med digelaget skal det fremadrettet sikres, at der installeres klapper i de ledninger, hvor der er risiko for oversvømmelse ved de klimafremskrevne ekstreme vandstande i bugten.

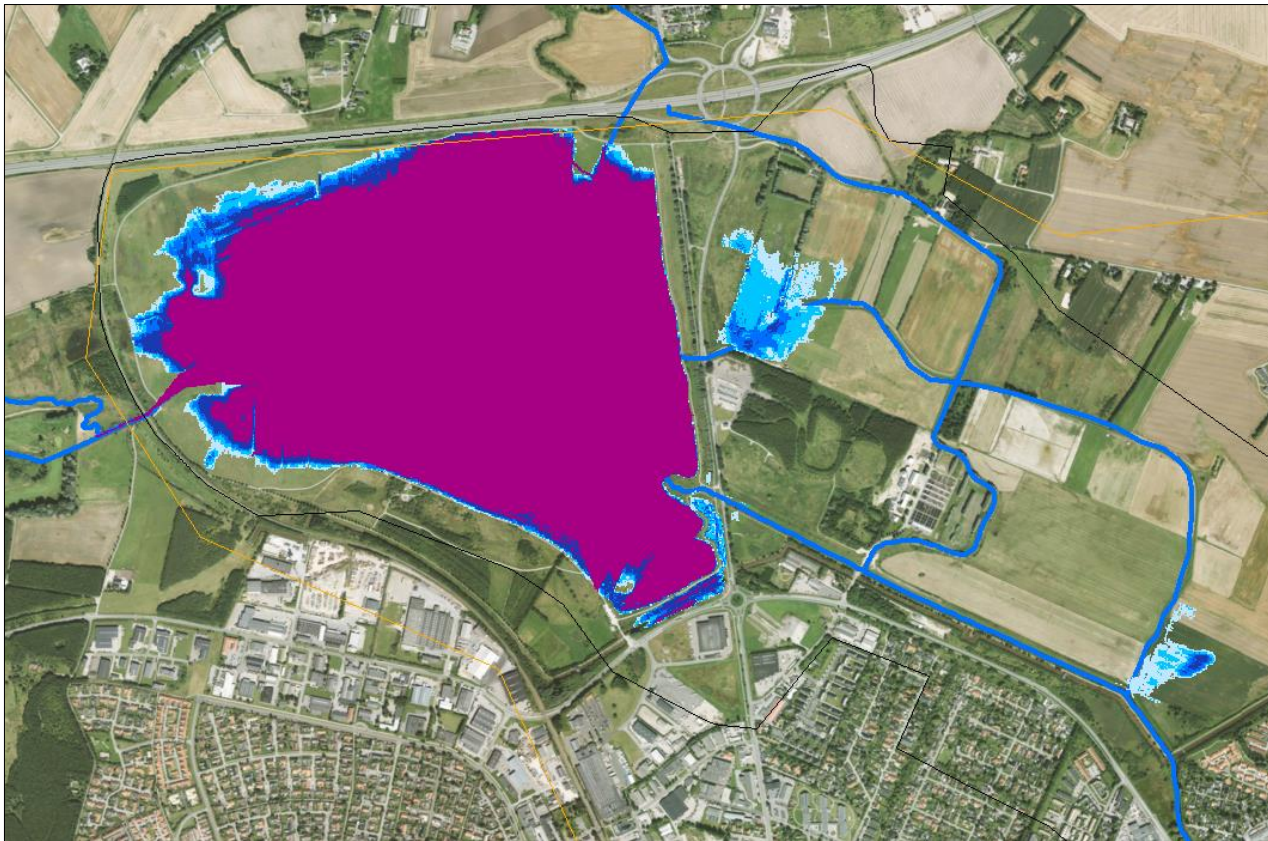


Figur 4-6 Udbredelse af oversvømmelse ved en 100 års hændelse i 2100, vandstand i kote 2,68m (Scalgo).

4.3 Oversvømmelse fra Egåen

Egåen fører store mængder vand igennem området, med potentiel risiko for at åen kan oversvømme lavtliggende arealer. Som en del af projektet er den eksisterende vandløbsmodel for området blevet opdateret med broer og bedre opmålingsdata på den nederste del af Egåen. Modellen er ligeledes blevet koblet til en overflademodel, så vandet i Egåen kan løbe ud over terrænet ved store afstrømningshændelser. Alle urbane udløb er blevet lagt ind i modellen. Dermed er det i princippet muligt at simulere alle historiske hændelser i perioden fra 1979 til 2015.

Beregninger af den nuværende situation peger i retning af, at området fra Egå Engsø og ned mod udløbet i Aarhus Bugt allerede i dag oplever oversvømmelser fra tid til anden. Værst ser det ud under de store vinterafstrømninger, som eksempelvis tøjbrudssituationer, hvor flere dages forhøjet vandføring i Egåen kan medføre en forhøjet vandstand i Egå Engsø, som begynder at oversvømme områderne mellem digerne og Lystrupvej. Det er også under de store vinterafstrømninger, at der opleves de største oversvømmelser i Hede Enge samt på de vandløbsnære arealer langs Egåen. På Figur 4-7 nedenfor ses de beregnede konsekvenser af den tøjbrudshændelse, som fandt sted omkring d. 8. marts 1994 (50 års afstrømnings-hændelse). På daværende tidspunkt var Egå Engsø ikke etableret, så Figur 4-7 viser ikke præcist hændelsen, som den så ud på daværende tidspunkt, men i stedet hvordan det ville se ud, hvis hændelsen indtraf i dag.

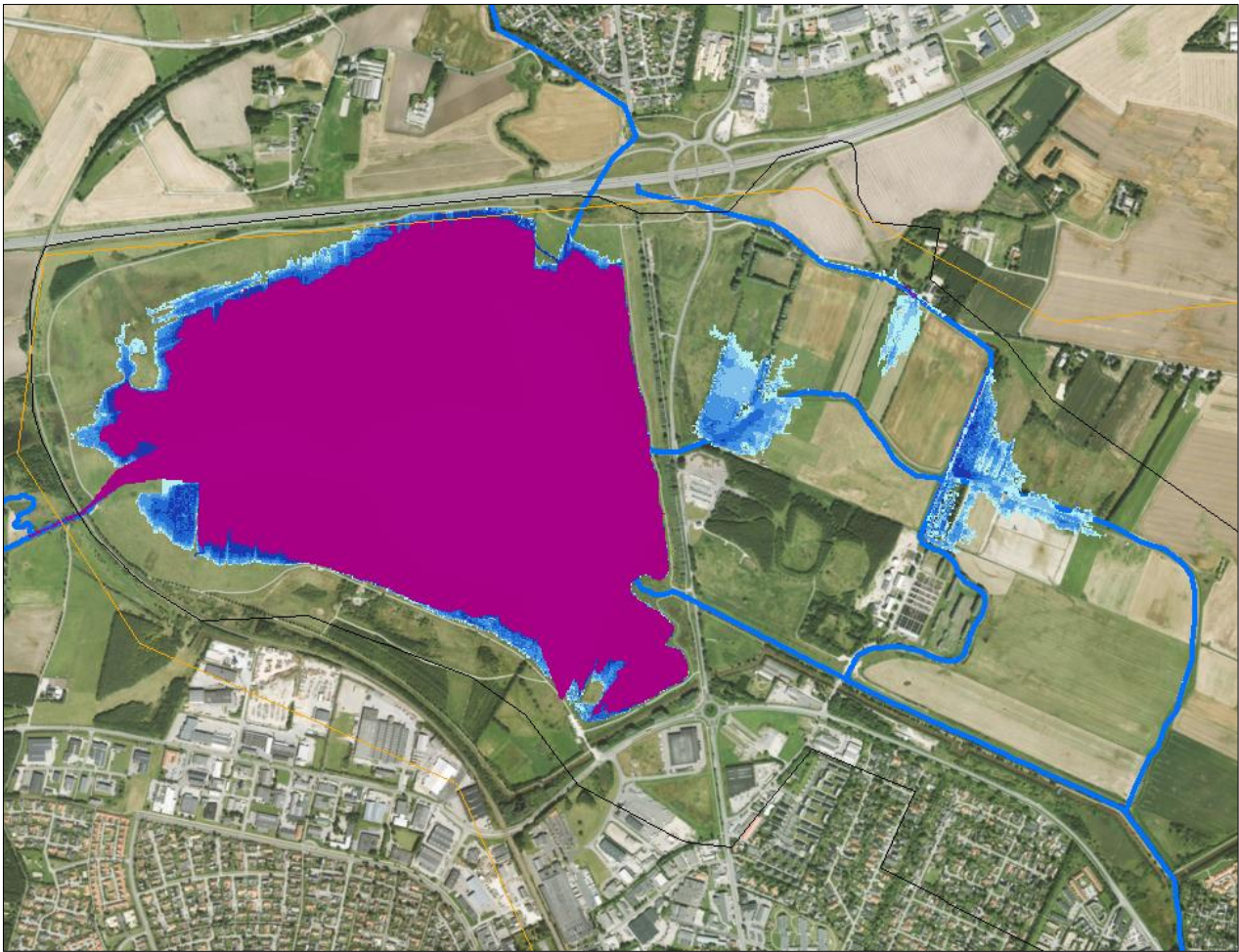


Figur 4-7 Egå Engsøs udbredelse samt vand på terræn ved en 50 års afstrømningshændelse i Egå-systemet i dag. (©COWI).

Som det fremgår af Figur 4-7, så ville en hændelse af samme størrelse som den 50 års afstrømnings-hændelse der fandt sted d. 8 marts 1994 have resulteret i en vandspejlskote i Egå Engsø på 0,96 m, hvilket er lige under digernes topkote på 1,1 m. Dog ville der have været enkelte steder omkring udløbet fra Engsøen, hvor vandet havde løbet ud over digerne, og skabt mindre oversvømmelser mellem digerne og Lystrupvej.

I Hede Enge ville 50 års afstrømningshændelsen ligeledes have givet anledning til vand på terræn i det lavtliggende område omkring Gl. Egå hvilket dels skyldes en begrænset pumpekapa-citet i opstrøms ende samt indtrængning af vand fra Egåen i nedstrøms ende.

Kraftig sommerregn, som den 100 års afstrømningshændelse, der fandt sted d. 26. august 2012, giver ligeledes anledning til mindre oversvømmelser i Hede Enge, men ifølge modelberegningerne har Egåen, engsøen samt pumperne ved slusen tilstrækkelig kapacitet til at håndtere hændelsen, uden at bebyggede områder oversvømmes.



Figur 4-8 Egå Eng søs udbredelse samt vand på terræn ved en 100 års afstrømningshændelse i dag. (©COWI).

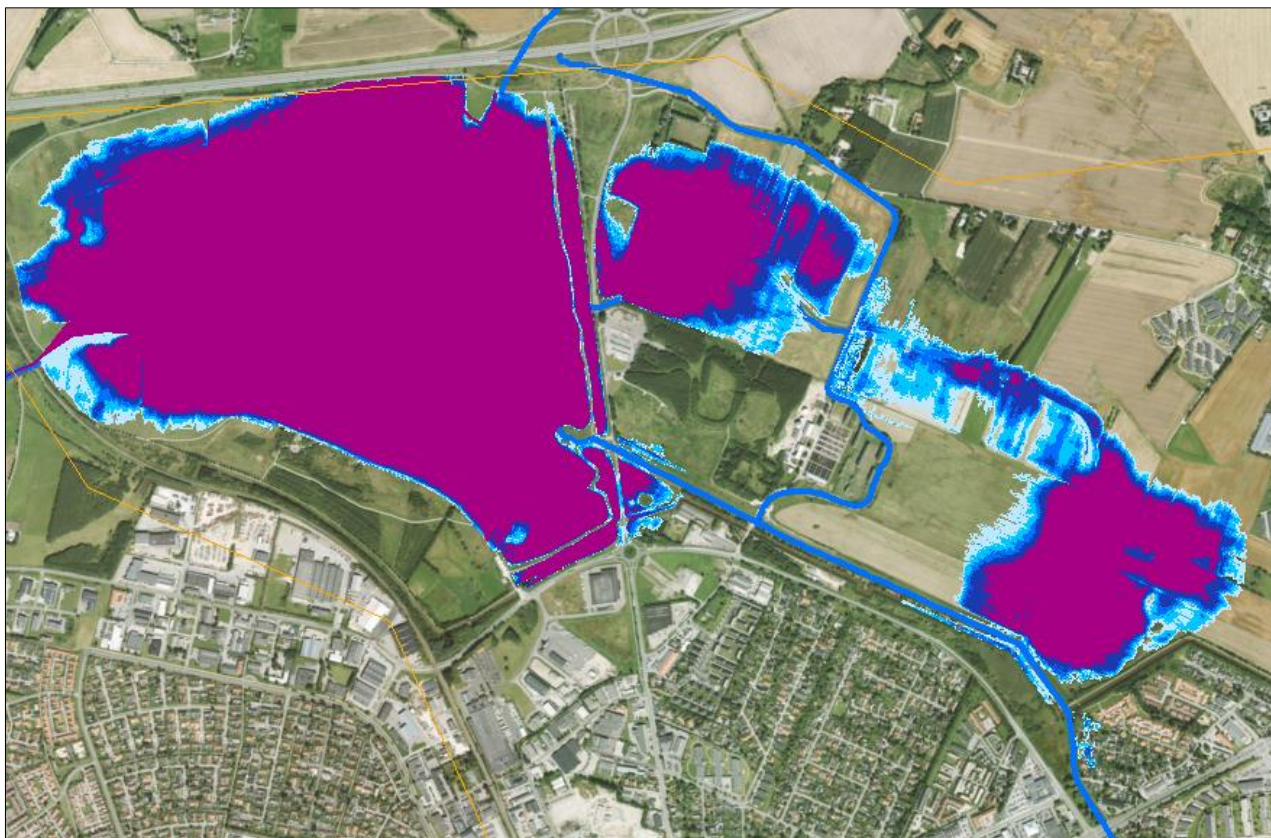
Det tyder overordnet på, at hele Egå-systemet, som omfatter Egå Eng sø, pumpe-/sluseanlægget ved Åkrogen samt underføringer og vandløbstracé på den nederste strækning af Egåen, er fornuftigt dimensioneret i forhold til de hændelser, der historisk set har fundet sted. Der skal dog ikke herske tvivl om, at havde 50 års afstrømningshændelsen d. 8. marts 1994 været blot få timer længere, eller havde vandstanden i bugten været forhøjet, kunne situationen have været en helt anden. Ligeledes kunne mange af de historiske hændelser have givet langt større oversvømmelsesproblemer, end tilfældet har været, hvis den ene pumpe i slusen eksempelvis havde fået driftstop midt under en hændelse med forhøjet vandstand i bugten samt høj vandføring i Egåen.

Som situationen er i dag, er pumpernes effekt i slusen ved Åkrogen afhængig af, at der sker en vandtilbageholdelse i Egå Eng sø, da flere af de historiske hændelser har resulteret i vandføringer på det nederste stykke af Egåen, som teoretisk set har været over pumpernes kapacitet på 8.000 l/s, hvis ikke Eng søen havde forsinket vandet. Det betyder, at systemet er meget sårbart overfor selv små klimatiske ændringer, som resulterer i, at nedbørsintensiteten stiger eller at varigheden af ekstremhændelser forøges. Sikker drift på pumpesystemerne er ligeledes afgørende.

Samtidig viser modelberegningen af 50 års afstrømningshændelsen d. 8. marts 1994, at Egå Eng sø var meget tæt på at løbe fuld, hvilket indikerer, at udligningsvoluminet i Eng søen kun lige akkurat er tilstrækkelig til at håndtere lignende hændelser.

Man kan derfor konkludere, at kapaciteten i Egå-systemet allerede i dag er udnyttet fuldt ud under de historiske hændelser, og derfor ikke er fremtidssikret i forhold til at håndtere de forventede klimaforandringer.

Det kommer også til udtryk under de klimafremskrevne scenarier, hvor beregning af 50 års afstrømningshændelsen d. 8. marts 1994 viser massive oversvømmelser mellem Egå Engsø og Lystrupvej, i Hede Enge samt på flere delstrækninger langs den nedre del af Egåen, hvor flere ejendomme ville opleve vand i haver og evt. kældre.



Figur 4-9 Egå Engsøs udbredelse samt vand på terræn ved en 50 års afstrømningshændelse i 2050. (©COWI).

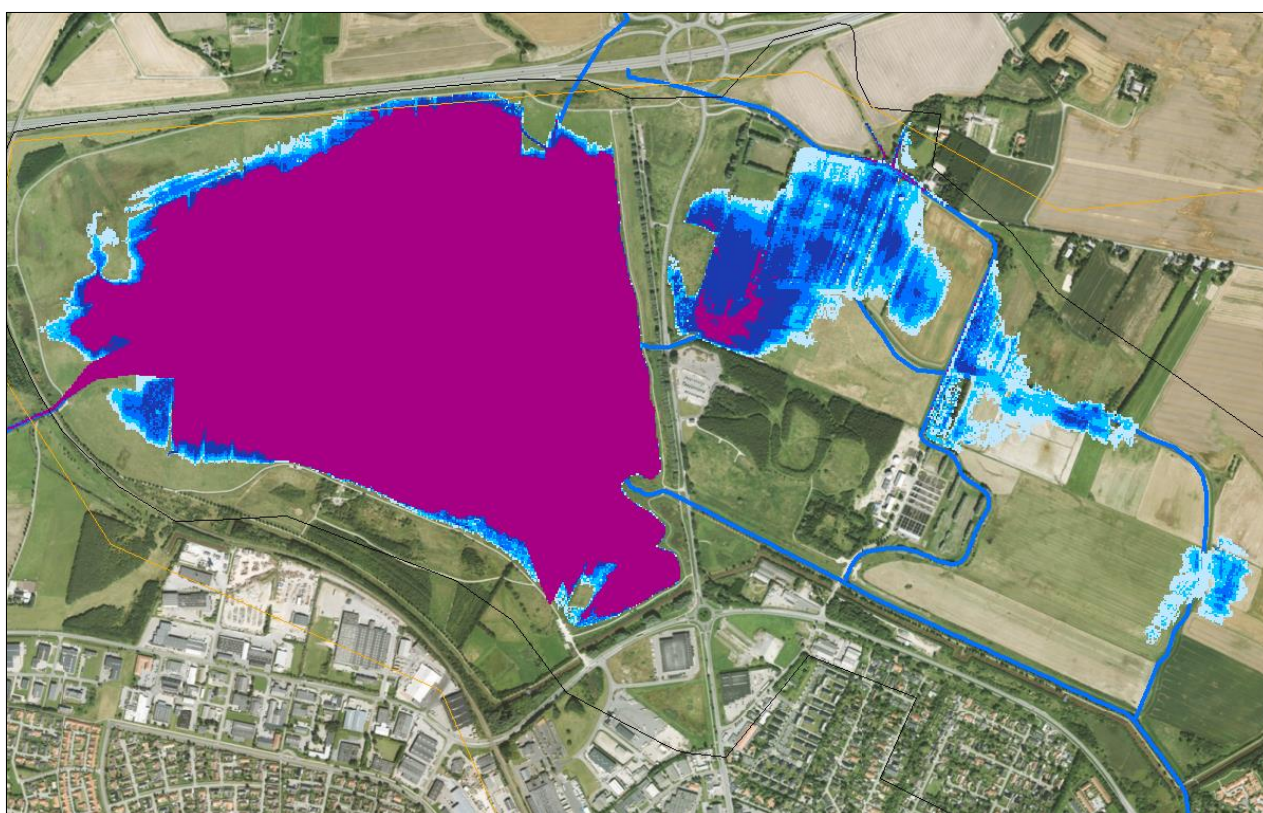
Ifølge modellen ville vandspejlet i Egå Engsø toppe omkring kote 1,18 m, hvis afstrømningen er klimafremskrevet til 2050. Da digerene omkring Engsøen mange steder har kronekant i kote 1,1 m, siger det sig selv, at en hændelse af denne størrelse ville skabe en del oversvømmelsesproblemer omkring Lystrupvej, i Hede Enge samt på de lavtliggende bebyggede arealer omkring den nederste strækning af Egåen.

Det klimafremskrevne scenarie af 50 års afstrømningshændelsen er klart det scenarie, der giver anledning til de største oversvømmelser af de vandløbsnære arealer. Dette scenarie giver også langt mere vand på terræn end den udvalgte 100 års afstrømningshændelse, hvilket skyldes, at varigheden af 50 år afstrømningshændelsen er langt længere, end det er tilfældet ved 100 års afstrømningshændelsen. Årsagen til denne forskel er, at 50 års afstrømningshændelsen repræsenterer en vintersituation, hvor vandføringen generelt har været høj i en længere periode op til hændelsen, mens 100 års afstrømningshændelsen er en skybrudssituation i sommerhalvåret, hvor vandføringen i Egå-systemet generelt har været lav op til hændelsen, hvorfor der har været ledig bufferkapacitet i Engsøen.

Gentagelsesperioderne er beregnet udelukkende på baggrund af den højeste vandføring i systemet og ikke varigheden, hvorfor den kortvarige sommerhændelse har fået en højere gentagelsesperiode end den mere voluminøse og længerevarende vinterhændelse.

Under det klimafremskrevne scenarie for 50 års afstrømningshændelsen blev der kun regnet på en situation, hvor vandstanden i Aarhusbugten svarer til en daglig middelhøj vandstand i 2050, hvilket må betegnes som en normalsituation. Havde den klimafremskrevne hændelse været sammenfaldende med en højvandsituation i Aarhus Bugt, ville omfanget af oversvømmelserne have været markant større.

Den klimafremskrevne 100 års afstrømningshændelse giver ligeledes massive oversvømmelser i Hede Enge, men da vandføringen i Egåen kun kortvarigt er høj, bliver engsøen ikke fyldt op under hændelsen, hvormed de omkringliggende arealer ikke oversvømmes (Figur 4-10). Det samme gør sig gældende på de ånære bebyggede arealer på den nederste strækning af Egåen, hvor vandet tilsyneladende holder sig inden for vandløbsprofilen under hændelsen, hvorfor de ånære arealer ikke oversvømmes.



Figur 4-10 Egå Engsøs udbredelse samt vand på terræn ved en 100 års afstrømningshændelse i 2050. (©COWI).

Konklusionen på de mange modelsimuleringer er, at området omkring Egå Engsø, Hede Enge og det nedre stykke af Egåen har brug for en helhedsorienteret klimatilpasning, hvis området i fremtiden skal være klar til de kommende klimaudfordringer. De berørte arealer omkring Egå Engsø og Hede Enge består af landbrugs og naturarealer. De mest kritiske lokaliteter er derfor Lystrupvej samt bebyggelserne langs den nedre del af Egåen.

4.4 Oversvømmelse ved skybrud

Under et skybrud bliver de bebyggede arealer, veje mm. udsat for ekstremt meget nedbør på kort tid. Vandmængderne kan være så store, at regnvandet begynder at løbe på jordoverfladen. En række områder

er allerede truet af skybrud i dag. Som følge af klimaforandringer og et mere ekstremt nedbørsmønster forventes risikoen for oversvømmelser at tage yderligere til frem mod 2050. I simuleringerne er der regnet på oversvømmelserne ved en skybrudshændelse med gentagelsesperioder på hhv. 10, 20, 50 og 100 år i dag og fremskrevet til 2050. Analysen er præsenteret mere detaljeret i rapporten *Klimatilpasning i Vejlbjby /Risskov /7/*.

Simuleringerne viser, at særligt Vejlbjby-Risskov området, syd for Egåen, er truet af oversvømmelser fra skybrud. Områderne omkring Egå og Gl. Egå har som følge af terrænforholdene og bebyggelsernes placering generelt bedre muligheder for at håndtere skybrudssituationer. Der er mulighed for at lede vandet til lavere beliggende områder, hvor skaderne er minimale, og vandet kan føres væk. Heriblandt til Grenåvej, Egåen eller engområderne ved Hedeenge.

For projektområdet er der arbejdet med en overordnet skilning mellem to grupper af oversvømmelser med udgangspunkt i kilden hertil:

- Oversvømmelse fra skybrudsvand fra områder uden for projektområdet
- Oversvømmelse fra skybrudsvand i selve projektområdet

De to er i høj grad et udtryk for forskelle i terrænforholdene i projektområdet og størrelsen af opstrøms udefrakommende bidrag.

Førstnævnte type ses i områder, hvor der er stor tilførsel af vand fra opstrøms liggende arealer. Det kan eksempelvis være oversvømmelse i et lavtliggende punkt som følge af terrænafastømning fra et højereliggende område. Det kan også være i forbindelse med oversvømmelse fra afløbssystemet, hvor kapacitetsbegrænsninger i ledningssystemet giver anledning til opstuvende vand.

Den anden type med lokale oversvømmelser i projektområdet ses hovedsageligt i de lavtliggende, flade områder af Vejlbjby-Risskov. Som følge af det lave terrænfald er det bidragende opland til den enkelte oversvømmelse typisk ikke ret stor. Til gengæld er der problemer med at lede vandet væk, når hele afløbssystemets kapacitet er udnyttet eller nedsivningsanlæggene står vandfyldte. Oversvømmelserne er derfor spredt ud over hele den laveste del af Vejlbjby-Risskov og særligt i de spildevandskloakerede dele af området.

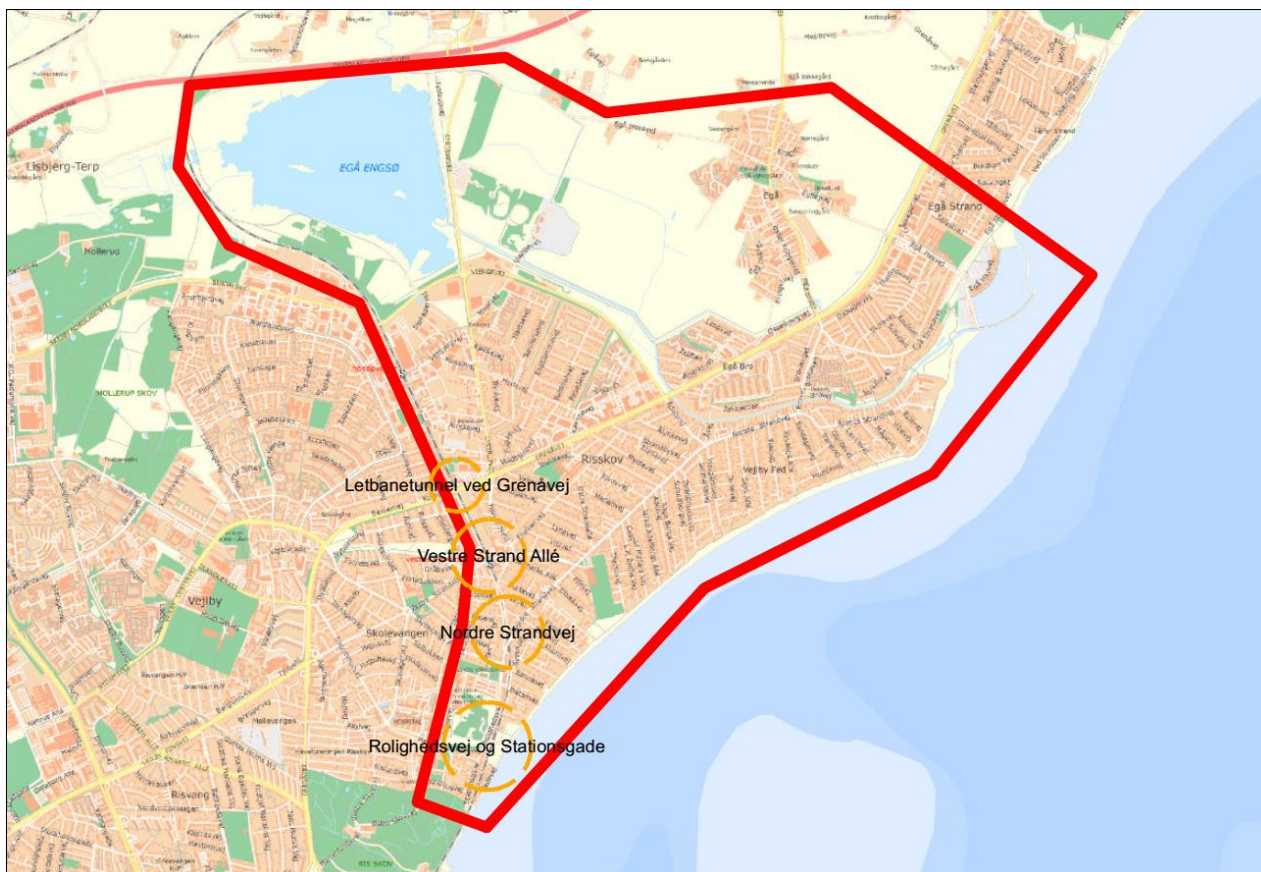
4.4.1 Oversvømmelse af skybrudsvand fra områder uden for projektområdet

I projektområdet ses denne gruppe særligt ved foden af bakken i Risskov langs projektområdets sydvestlig grænse. Her samles skybrudsvand fra de højereliggende områder af Risskov uden for projektområdet. Det store terrænfald betyder, at vandet ikke kan tilbageholdes på bakken, men afstrømmer via bl.a. de store veje, som ligger næsten parallelt med bakkens fald, til Vejlbjby Fed, hvor det ikke kan ledes væk som følge af et lavt terrænfald.

Et lignende mønster gør sig gældende for en del af oversvømmelserne fra afløbssystemet. Regnvandsledninger fra den øvre del af Risskov ledes igennem Vejlbjby Fed til udløb i Egåen og Aarhus Bugt. Ledningerne ændrer sig fra dybe ledninger med stort fald på bakken til terrænnære ledninger med lavt fald ved foden. Vandet kan ikke hurtigt nok presses ud i Egåen eller Aarhus Bugt, hvorfor det opstøver til terræn.

I analysen er identificeret følgende steder med risiko for oversvømmelser (se Figur 4-11):

- Letbanetunnel ved Grenåvej, Vejlbjby-Risskov
- Vestre Strand Allé ved bassin, Vejlbjby-Risskov
- Nordre Strandvej ved letbaneoverkørsel, Vejlbjby-Risskov
- Rolighedsvej og Stationsgade, Vejlbjby-Risskov



Figur 4-11 Oversvømmelser fra skybrudsvand fra områder uden for projektområdet. De fremhævede oversvømmelser ligger i bunden af bakken ved Risskov.

Det er oversvømmelser fra afløbssystemet, som skaber hovedparten af de oversvømmelser, der ses ved 10 og 20 års hændelserne i dag. Her er oversvømmelserne også centreret omkring letbanen ved Grenåvej og Rolighedsvej nedenfor AUH Risskov. Det skal fremhæves, at en del af problemerne med oversvømmelser ved Rolighedsvej håndteres, som en del af det igangværende separeringsprojekt i Risskov, hvor der etableres en skybrudsledning under kystbanen.

Øges gentagelsesperioden bliver terrænafløbningen mere betydende og oversvømmelserne større. I første omgang holdes oversvømmelserne på vej og omkring letbanen, men øges gentagelsesperioden for hændelsen løber vandet til ejendomme beliggende lavere end vejen og letbanen.

I 2050 scenariet øges oversvømmelsernes udbredelse yderligere. Samtidig bliver oversvømmelsen ved Vestre Strand Allé og Nordre Strandvej også af en betydelig størrelse. Der oversvømmes bl.a. ejendomme ved Højgårdsvej, Jasminvej og Syrenvej.

I alle de nævnte tilfælde er der behov for at vandets vej indarbejdes i området, så strømmingen kan styres og oversvømmelser af områder sker kontrolleret, hvor skaderne kan begrænses.

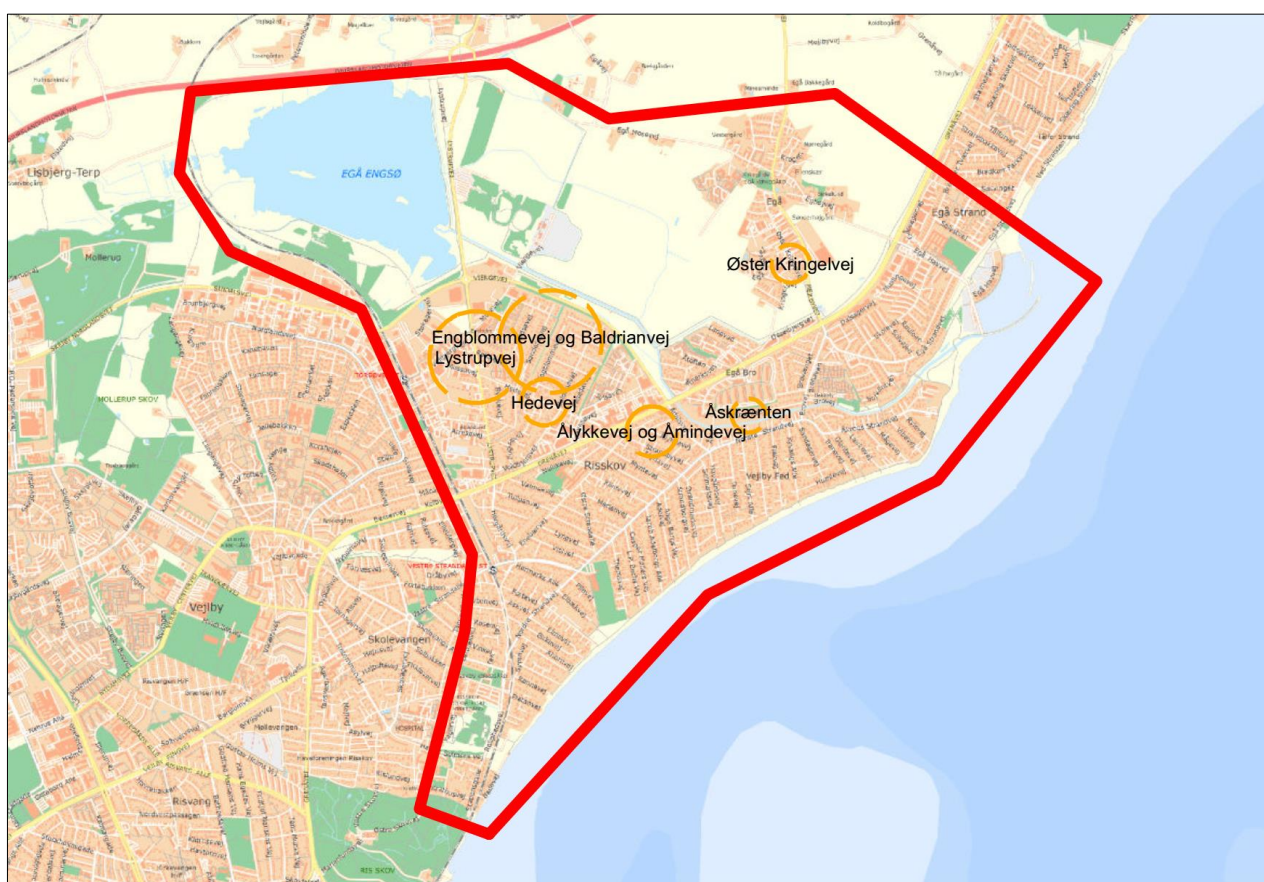
4.4.2 Oversvømmelse fra skybrudsvand i selve projektområdet

Som beskrevet ses denne gruppe af oversvømmelse særligt på Vejlbj Fed og altså den spildevandskloakerede del af Vejlbj-Risskov ud mod åen og bugten. Det skyldes dels kapacitetsproblemer i afløbssystemet og nedsivningsanlæg. Det kombineret med manglende terrænfald betyder, at vandet som udgangspunkt ikke bevæger sig ret langt på terræn.

Både den manglende kapacitet og det manglende terrænfald giver oversvømmelser ved skybrud i dag. Klimafremskrivning af nedbøren øger udbredelsen af oversvømmelserne yderligere. Ved den klimafremskrevne 100 års hændelse i 2050 er der oversvømmelser dybere end 10 cm i størstedelen af den flade del af Vejlbj-Risskov.

I analysen er vist følgende principielle kritiske oversvømmelser som eksempler (se figur 4-12):

- Lystrupvej, Vejlbj-Risskov
- Hedevej, Vejlbj-Risskov
- Ålykkevej og Åmindevej, Vejlbj-Risskov
- Åskrænten, Egå
- Øster Kringelvej, Gammel Egå
- Boligveje omkring Engblommevej og Baldrianvej, Vejlbj-Risskov



Figur 4-12 Oversvømmelser fra skybrudsvand fra selve projektområdet. Der er oversvømmelser spredt ud over hele Vejlbj Fed ved de kraftigste hændelser.

Ved gentagelsesperioderne 10, 20 og 50 år for situationen i dag er det særligt problemet med at aflede vandet hurtigt nok via regnvandssystemet, der giver anledning til vand på terræn. Således skyldes oversvømmelserne ved Lystrupvej, Hedevej, Ålykkevej/Åmindevej og Åskrænten opstuvning af vand fra ledningssystemet. Den kraftige nedbørsintensitet kombineret med en reduceret kapacitet af ledningerne, som følge af bl.a. tilbagestuvning i afløbssystemet fra Egåen, giver opstuvning på de nævnte placeringer.

Samme gentagelsesperioder giver oversvømmelser ved Øster Kringelvej i Gammel Egå. Her skyldes oversvømmelserne et lokalt lavpunkt på vejen, som betyder, at vandet kun kan komme væk ved at strømme på

tværs af en række ejendomme mod Vienge. Oversvømmelsen skyldes både terrænafstrømning og opstuvende vand fra afløbssystemet.

I scenariet for 100 års hændelsen i dag slår de diffuse lokale oversvømmelser igennem på Vejlbj Fed. Området omkring Engblommevej og Baldrianvej er her fremhævet, som et eksempel herpå. Særligt i de spildevandskloakerede områder ses de lokale oversvømmelser, når nedsivningsløsningerne ikke kan håndtere mere nedbør og vandet derfor afstrømmer på terræn. Det giver oversvømmelser på boligveje og omkring ejendomme. Som beskrevet tidligere har oversvømmelserne typisk ikke et ret stort opland, men som følge af det lave terrænfald, kan vandet ikke strømme væk. Oversvømmelserne ses i store dele af Vejlbj Fed i 2050 scenariet for alle gentagelsesperioder.

En joker i denne forbindelse er betydningen af klimaforandringerne på grundvandsspejlet og nedsivningsmulighederne i området. Den løbende stigning i grundvandsspejlet vil betyde en væsentlig forringelse af nedsivningsforholdene, når faskiner eksempelvis står vandfyldte i store dele af året.

Oversvømmelser fra opstuvende vand fra afløbssystemet bør håndteres ved at kontrollere oversvømmelsen, så den ikke opstår eller løber til områder, der er sårbare for oversvømmelse. De diffuse oversvømmelser bør håndteres via lokale tiltag og fælles løsninger på tværs af de områder, der er ramte. Manglen på samlede arealer i den fladeste del af Vejlbj-Risskov, hvor det er muligt at lede skybrudsvandet hen betyder, at det kan være nødvendigt at tænke på f.eks. fælles løsninger i haver m.m.

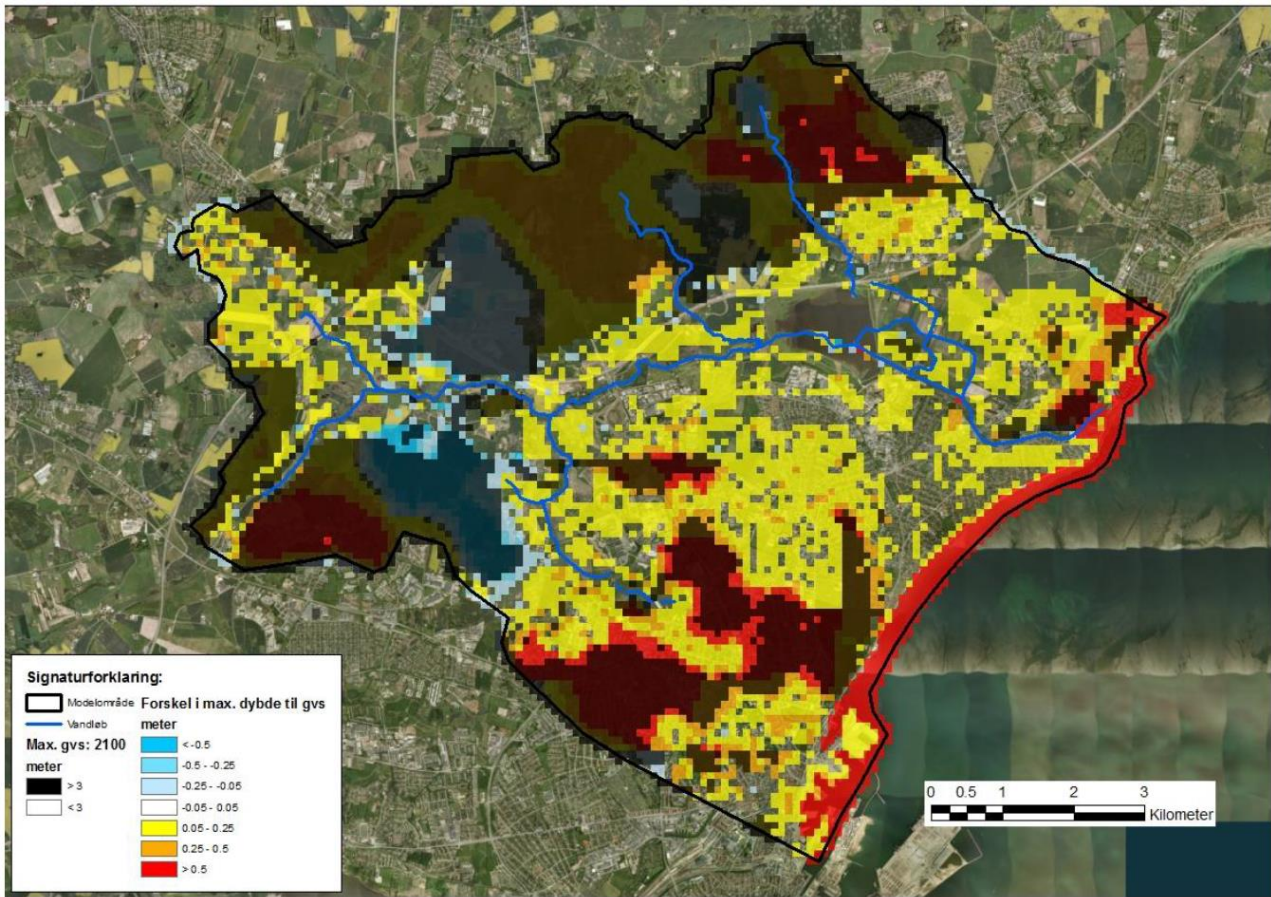
Ikke alle oversvømmelser på Vejlbj Fed er særskilt fremhævet i afsnittet. Det betyder at ved fremadrettede anlægsarbejder og planer indenfor projektområdet, bør analysen af skybrudssituationen gentages på delområde- og vejniveau.

4.5 Stigende grundvand

I 2012 fik Aarhus Kommune udarbejdet en beskrivelse af de forventede klimaforandrings effekt på det terrænnære grundvand i oplandet til Egåen /8/. Beskrivelsen var baseret på en hydrologisk model ("Egåmodellen"), hvor de forventede klimaændringer for eksempelvis vandspejlsstigninger i Aarhus Bugt og nedbør indgik.

Modelresultaterne viste, at det ændrede klima vil betyde stigninger i middelgrundvandsspejlet i store dele af området. Grundvandsspejlet i området står allerede højt i dag, og vil ifølge analyserne komme til at stå endnu højere i fremtiden. Modelresultaterne fra /8/ indikerer, at stigningerne i middelgrundvandsspejlet varierer meget, fra få cm til mere end 0,5 m, afhængigt af afstand fra kysten, terrænet, pumpningen ved Hede Enge og slusen ved udløbet i bugten. Det forventede ændrede klima betyder også, at den maksimale grundvandsstand stiger i store dele af modelområdet med op til 25 cm. I nogle områder endda mere end 0,5 m. På Figur 4-13 ses klimascenarie A1B for simuleret grundvandsoversvømmelse i år 2100, hvor havniveauet er steget med 0,8 m. Da grundvandet mange steder i området allerede står relativt højt i dag, kan selv mindre vandspejlsstigninger have konsekvenser i form af mere fugtige områder og i nogle situationer mere vand på terræn. Scenarieberegningerne viser ligeledes, at det vil være kritisk for grundvandsstanden omkring Egåen, hvis pumperne ved Hede Enge og i slusen afbrydes. Sker dette, må endnu større stigninger i grundvandsstanden forventes i forhold til Figur 4-13.

Det er vigtigt at pointere, at der kan være en del usikkerheder forbundet med de præsenterede resultater, som følge af datagrundlaget samt modelopsætningens forudsætninger (herunder specielt "dræn-lags-problematikken"). Tendensen er dog rimelig sikker.



Figur4-13 Stigning af den maksimale grundvandsstand ud fra klimascenarie A1B i år 2100 med 0,8 m havniveaustigning. Det forudsættes at der stadig køres med pumper i Hede Enge, pumper ved slusen og dræn. Gul viser 5-25 cm, orange viser 25-50 cm og rød er mere end 50 cm stigning over referencetilstanden, som er nuværende havniveau med en gennemsnitlig grundvandsstand 1-0,5 m under terræn.

Med undtagelse af de lavtliggende landbrugsarealer i Hede Enge, giver den høje grundvandsstand i Vejlbj-Risskov området ikke anledning til større oversvømmelsesproblemer i dag. Det fremstår dog tydeligt af klimamodellen, at kraftigere regnskyl på kort sigt hurtigt vil kunne fylde de terrænnære magasiner, hvormed det øvre grundvand vil stige op på terræn. På lang sigt vil klimaændringerne sandsynligvis medføre et generelt stigende grundvandsspejl i området, som følge af en svagt stigende årsnedbør og et svagt stigende havniveau.

Relativt kortvarige hændelser, som f.eks. stormflod kombineret med flerdøgnsregn eller skybrud, vil med stor sandsynlighed resultere i en meget høj grundvandsstand i området samt vand på terræn flere steder.

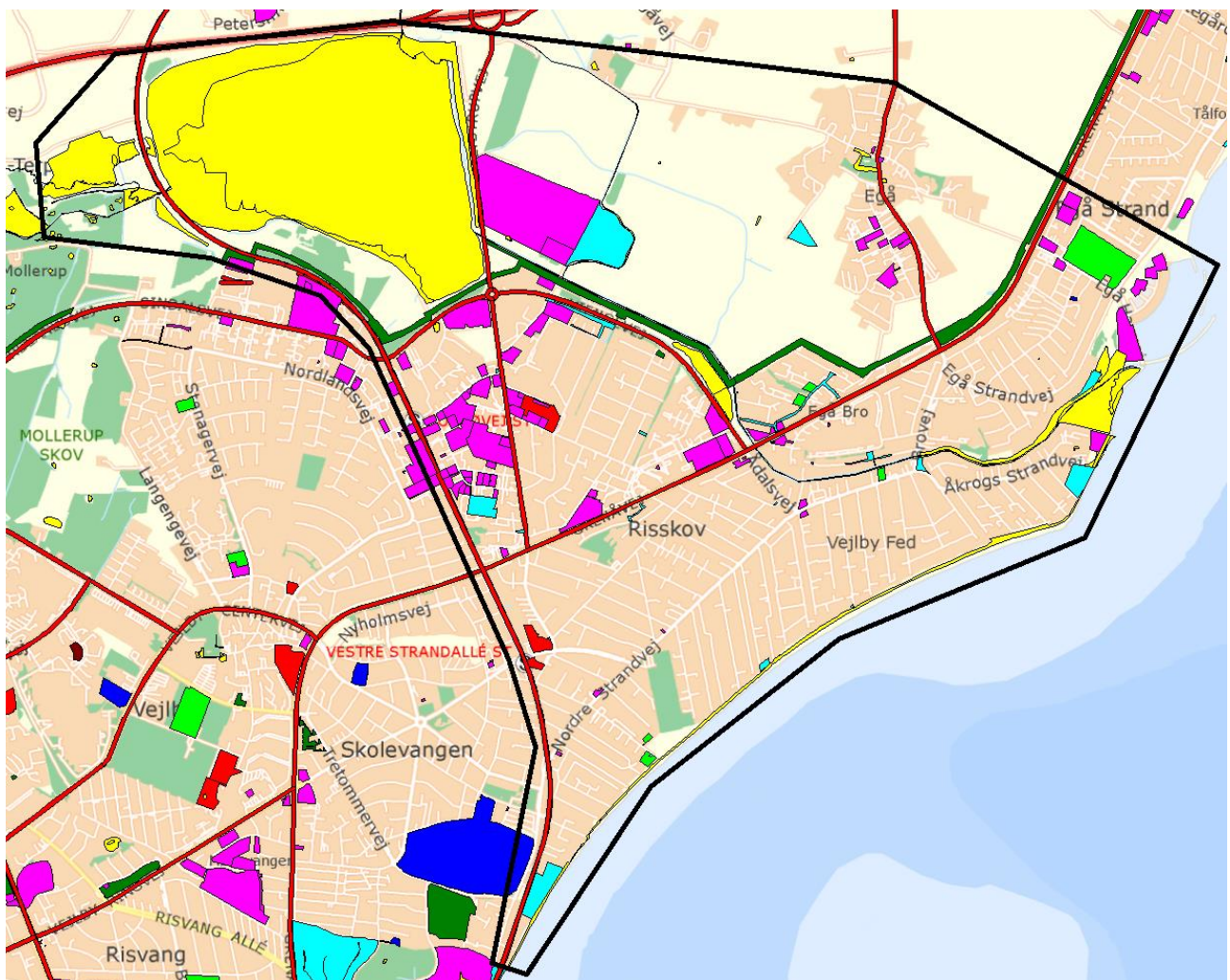
Et eventuelt ophør af pumpe driften i Hede Enge og ved slusen vil være kritisk for grundvandsstanden i området, da den nuværende pumpe drift holder vandstanden i området kunstigt lavt.

De store indvindinger til vandforsyning i Egåoplandet sænker i dag grundvandsstanden. Større ændringer i de store indvindinger vil kunne overstige og eventuelt overlejlre de eventuelle klimaændringers påvirkning, også inden for en kort tidshorisont. Det indebærer, at ændring af grundvandsstanden alene forårsaget af ændring i vandindvindingen eventuelt kan blive højere end ændringen alene forårsaget af klimaændringerne.

4.6 Hotspots

Hotspots er et begreb fra Aarhus Kommunes Klimatilpasningsplan 2014 og er defineret ved afgrænsede områder, et anlæg eller enkeltstående bygninger, hvis værdi er afkoblet det økonomiske værdibegreb, idet værdien oftest er knyttet til anlægget eller bygningens funktion. Hotspots kan ved en oversvømmelse være uerstattelige, de kan forårsage omfattende person- eller miljøskade eller have store konsekvenser for kommunens drift. Det er vanskeligt at prioritere, både mellem de forskellige kategorier og de enkelte hotspots inden for hver kategori, da de ikke umiddelbart kan prissættes eller sammenlignes.

I projektområdet er der hotspots inden for kategorierne beredskab, kommunale ejendomme, spildevand, varmforsyning, miljøskade og natur. Beliggenhed fremgår af figur 4.14.



Figur 4-14 Oversigtskort over hotspots Vejby-Risskov. projektgrænsen markeret med sort linje. Beredskab (rød), miljøskade (violet), natur (gul), spildevand (lyseblå) og varmforsyning (mørkegrøn).

Hotspots dækker over 25 kritisk infrastruktur i form af veje, jernbane eller letbane (rød), Ca. 30 V2-kortlagte grunde (violet), Ca. 70 V1-kortlagte grunde (violet), Ca. 21 spildevandsanlæg (pumpestationer samt et bassin og Egå Renseanlæg) (Lyseblå), 12 varmforsyningsanlæg (veksler- og overgangs anlæg mv.) (mørkegrøn), Ca. 10 listevirksomheder (violet) og Naurbeskyttede og fredede arealer (sø, eng, mose og overdrev) og beskyttede vandløb (gul).

Oversvømmelse af hotspots inden for beredskab påvirker beredskabsmæssig infrastruktur og evakuerings-tunge bygninger og steder som plejehjem og festivalpladser. Oversvømmelse af hotspots inden for spildevand og varmeforsyning har betydning for forsyningsikkerheden, mens oversvømmelse af hotspots inden for kommunale ejendomme kan betyde stor materiel og uerstattelig skade, fx på fredede bygninger. Oversvømmelse af kortlagte grunde og listevirksomheder kan medføre forureningsrisiko, mens oversvømmelse af natur og fredede arealer kan påvirke udpegningsgrundlaget.

Værdisætning, prioritering og sårbarhedsvurdering af hotspots behandles samlet i et særskilt projekt.

5 Muligheder for forebyggelse

I dette afsnit vil principielle muligheder for at forebygge eller reducere oversvømmelserne i Vejlbj-Risskov blive skitseret.

5.1 Varsling og beredskab

Østjyllands Brandvæsen og Østjyllands Politi har en aftale fra 1. juli 2014 om beredskab med Digelaget Vejlbj Fed i forbindelse med varsling af forhøjet vandstand i Aarhus Bugten. Aftalen indeholder primært aftaler om varsling og opbevaring/vedligeholdelse og udlægning af sandsække.

Ifølge aftalen vurderes en højvandssituation at være kritisk, når vandstanden i bugten når 1,6 m over normal havvandsstand. Aftalen bør revideres i lyset af den nye viden om digets dimensioner. Derudover skal Østjyllands Brandvæsen orienteres om projektets resultater i relation til beredskabet samt med henblik på eventuel etablering af et varslingsystem.

5.2 Reducere risikoen for oversvømmelse fra havet

Diget er den primære barriere mellem havet og Vejlbj-Risskov. Skal risikoen for oversvømmelse af området holdes lav, er det nødvendigt med tiltag langs diget. Tiltagene indebærer en forøgelse af digets topkote, forbedring af digeoverfladen, evt. opbygning af forland og etablering af højvandsklapper i rørdløb.

I de kommende afsnit præsenteres overslag på etableringsomkostninger forbundet med de enkelte tiltag. Overslagene tager udgangspunkt i notat /9/. Der er ikke indeholdt omkostninger til drift.

5.2.1 Forhøjelse af dige

Det nuværende kystdiges laveste toppunkter ligger mellem 1,7-1,9 m. Ved Badevej er laveste kote 1,66 m. Antages en stormflodskote i 2050 i kote 2,11 m skal digekoten hæves til en hensigtsmæssigt topkote.. Omkostningerne til forhøjning af hele kystdigts topkote til f.eks. kote 2,75 m skønnes at blive i størrelsesordenen 2 mio. kr. i rene materialeudgifter. Ved samme lejlighed skal slusens overkant hæves til samme niveau.

5.2.1.1 Forbedring af digeoverflade

Udover forhøjelse af digetopkoten, så anbefales det at forbedre digeoverfladen på kystdiget med henblik på at øge styrken af diget mod høj vandstand. Det kan gøres ved bl.a. at rydde områder med hybenbuske (Rynket Rose) og i stedet så digegræs. Et overslag lyder på 0,21 mio. kr., som omfatter tilførsel af muld og såning af digegræs på hele diget i rene materialeudgifter. Det svarer til ca. 56 kr./lbm.

5.2.1.2 Opbygning af forland

Slutteligt bør det vurderes, om der kan blive behov for at foretage en opbygning af forlandet på den sydlige del af strækningen under Digelaget Vejlbj Fed og ned til og med Badevej med sand for at bryde bølgerne, inden de når diget. Det vil reducere den hårde påvirkning af bølgerne på diget. Det er estimeret at opbygningen vil koste i omegnen af 0,9 mio. kr.

5.2.2 Etablering af højvandsslukker

Udløbsledninger uden højvandsslukker udgør allerede i dag en risiko for oversvømmelser på indersiden af diget. Der er behov for at få opsporet alle rørledninger, som ikke har klapper og efterfølgende få monteret klapper. Det er et udløb ud af 14 udløb, som ikke har klapper. Omkostningen til en brønd med højvandsslukker er i størrelsesordenen 0,12 mio. kr. pr. stk.

5.3 Reducere risikoen for oversvømmelse fra Egåen

Oversvømmelser fra Egåen kan reduceres på flere måder, men fælles for alle virkemidlerne er, at de enten arbejder med at parkere/forsinke vand, øge vandføringsevnen i vandløbet eller forhindre vandløbsvandet i at nå de lavtliggende arealer vha. diger/volde.

I de følgende afsnit vil der på skitseniveau blive præsenteret en række løsningsforslag, som alle har til formål at reducere sandsynligheden for oversvømmelse af de ånære arealer.

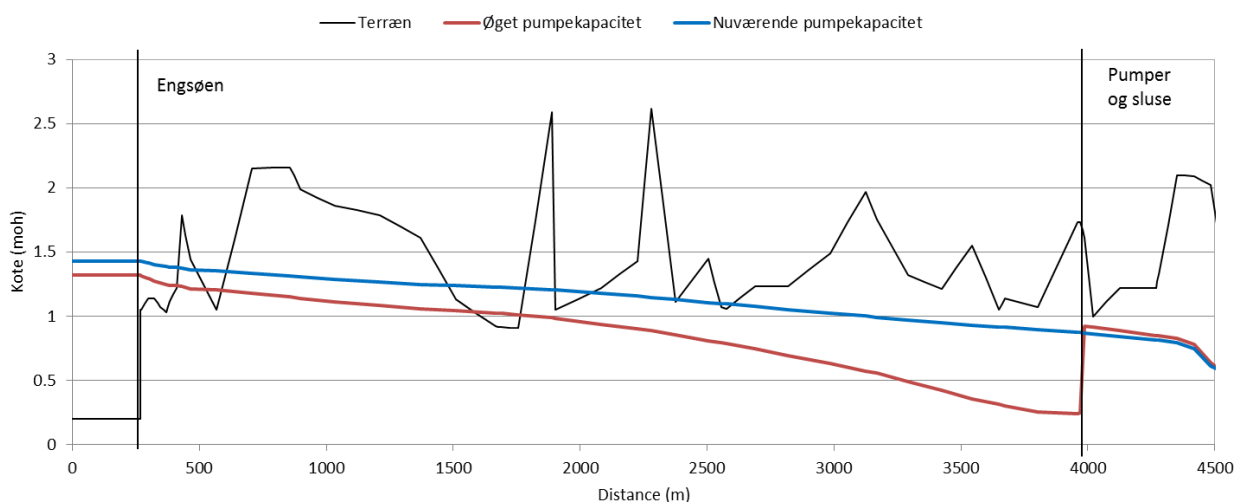
5.3.1 Større pumper i slusen ved Åkrogen

Pumperne i højvandsslusen ved Åkrogen har til formål at sikre afvandingen af Egåen i situationer med forhøjet vandstand i Aarhus Bugten. Det betyder i praksis, at vandstanden i Egåen, umiddelbart opstrøms slusen, aldrig overstiger startkoten på pumperne, medmindre vandføringen overstiger pumpernes kapacitet på ca. 8.000 l/s.

Historisk set har der kun været seks hændelser i perioden 1976-2015, hvor vandføringen i Egåen teoretisk set har overskredet pumpernes kapacitet. Der er ikke medregnet et evt. urbant bidrag i denne betragtning, så der kunne reelt set have været flere hændelser. En vandføring på mere end 8.000 l/s ved Egåens udløb er ikke nødvendigvis ensbetydende med problemer ved slusen, da det kun er ved højvande i bugten, at pumperne aktiveres. Ved lavvande i bugten vil vandet i Egå blot passere gennem sluseportene. Ligeledes vil Engsøen tilbageholde en del af det overskydende vand, så længe der er ledig kapacitet bag digerne.

Når vandføringen i Egå overstiger pumpekapaciteten i højvandsslusen, og der samtidig er højvande i bugten, vil vandet stuve op opstrøms slusen, hvilket kan medføre forhøjet vandstand i Egå helt op til Egå Engsø. Hvis en opstuvning foran slusen skal forhindres, skal pumpernes kapacitet øges således, at de ikke er begrænsende for vandføringen, og vandspejlskoten ved slusen dermed fastholdes omkring pumpernes startkote (+0,15 m) selv under høj vandføring i systemet.

Figur 5-1 viser et eksempel på, hvordan en øget pumpekapacitet i slusen ved Åkrogen kan sænke vandstanden i Egåen ved en stor afstrømningshændelse (50 års hændelse i 2050).



Figur 5-1 Maksimal vandstandskote og brinkkote i Egåen fra Egå Engsø til udløbet med hhv. nuværende pumpekapaicitet og øget kapacitet ved en klimafremskrevet 50 års hændelse i 2050. Venstre (nordlige) brink er angivet som terræn.

Jf. Figur 5-1 står det klart, at øget pumpekapaicitet kan reducere vandspejlskoten i både Egå og Egå Engsø i situationer med meget høj vandføring, og kan dermed afhjælpe problemerne med oversvømmelser af de vandløbsnære arealer under store afstrømningshændelser.

En større pumpekapaicitet vil ligeledes påvirke grundvandsstanden i området omkring Egåen positivt, idet grundvandsstanden vil stige mindre under høje vandføringer. Det samme vil gøre sig gældende for afløbssystemet, hvor en lavere vandstand i Egå vil resultere i en mindre tilbagestuvning i det urbane afløbssystem.

Økonomi

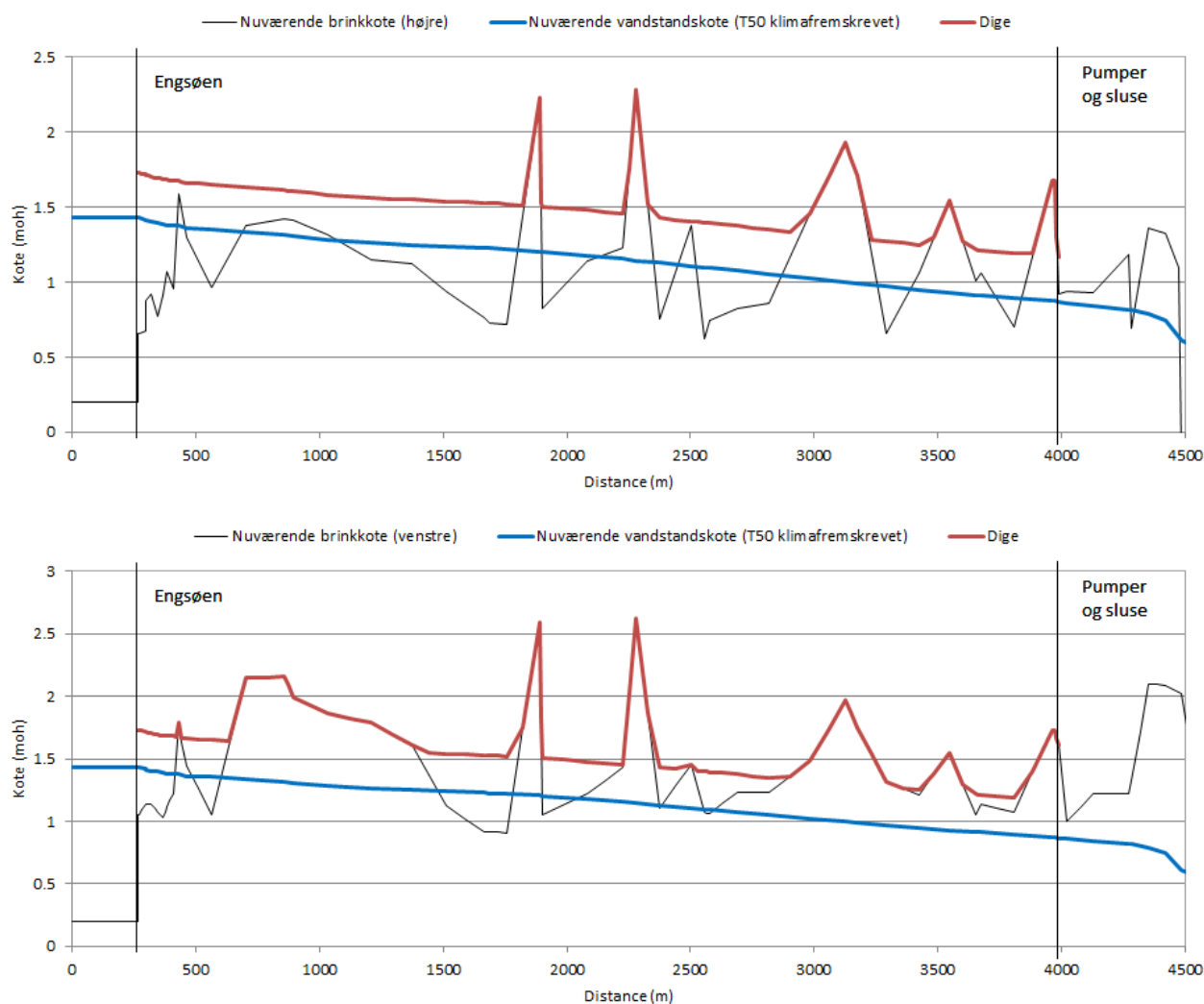
Det skønnes, at en udskiftning af pumperne i slusen ved Åkrogen vil koste ca. 8-15 mio. kr., alt afhængig af, om pumperne kan indsættes direkte i det eksisterende bygningsanlæg eller ej (Forudsætning for estimat: Pumpeydelse = 15.000 l/s). Ved samme lejlighed skal slusens overkant hæves til kystdigets niveau.

5.3.2 Forhøjede diger langs Egåen

Et andet virkemiddel til at afhjælpe oversvømmelse af de ånære arealer langs Egåen kunne være at forhøje digerne på strækningen fra Engsøen og ned til slusen ved Åkrogen.

På Figur 5-2 ses to længdeprofiler af Egåen på strækningen fra Engsøen og ned til udløbet i bugten, hvor hhv. højre (sydlige) og venstre (nordlige) brink fremgår. Der fremgår ligeledes et modelleret vandspejl på de to længdeprofiler, som er beregnet på baggrund af den klimafremskrevne tørtbrudshændelse (50 års hændelse i 2050), som bygger på data registreret d. 8. marts 1994. Som det fremgår af figuren, er der behov for, at de eksisterende diger på strækningen fra Egå Engsø og ned til slusen ved Åkrogen hæves de fleste steder.

De nye forhøjede diger er i undersøgelsen tænkt anlagt med en topkote, der ligger min. 30 cm over den maksimale vandstand i vandløbet på de steder, hvor brinken på nuværende tidspunkt er under det anbefalede niveau. På sydsiden af vandløbet er der tale om en betydelig forøgelse af brinkkoten, men også på nordsiden skal brinkkoten hæves på flere delstrækninger. Det kan evt. undersøges, om digerne kan undværes på enkelte delstrækninger, hvor oversvømmelserne begrænses til natur- og landbrugsarealer.



Figur 5-2 Maksimal vandløbskote samt nuværende brinkkote (hhv. højre brink på åens sydside (øverst) og venstre brink på åens nordside (nederst)) i Egåen. Desuden foreslået niveau til diger langs Egåens brinker.

Dette løsningsforslag vil forhindre Egåen i at løbe over sine bredder under store afstrømningshændelser, på strækningen fra Engsøen og ned mod slusen, såfremt vandstanden i bugten ikke overstiger kote 0,58 m, som er udgangspunktet for det præsenterede resultat.

Tiltaget vil dog ikke løse problemet med den begrænsede pumpekapaцитet ved slusen, hvorfor der stadigvæk kan ske store oversvømmelser af de vandløbsnære arealer, hvis vandstanden i Aarhus Bugt stiger op over kote 0,58 m, i forbindelse med en stor afstrømningshændelse, som overstiger pumpernes kapacitet.

Skal løsningsforslaget være mere fremtidssikret, skal digerne udbygges til en højde, hvor slusen ved Åkrogen kunne gøres overflødig, selv under stormflodssituationer. Det vil imidlertid betyde, at digerne langs Egå skulle være mere end 2 m høje. Det har både fysiske og landskabelige konsekvenser. Samtidig ville det kræve, at digerne rundt om Egå Engsø ligeledes blev forhøjet, da problemet ellers blot vil blive flyttet længere op i systemet. Hvis pumperne udskiftes til større ydelse er det ikke relevant at anlægge diger langs Egåen (undtagen evt. langs Hede Enge).

Grundvand

En kortvarig hændelse med forhøjet vandstand i Egå, vil de fleste steder næppe ændre nævneværdigt på grundvandsstanden omkring vandløbet. Under en længerevarende hændelse med forhøjet vandstand i Egåen må det forventes, at grundvandsstanden vil stige i hele området, da de terrænnære grundvandsmagasiner mange steder er i direkte hydraulisk forbindelse med åen. En stigning i åens vandstand vil derfor forplante sig ud i magasinerne som en parallelforskydning. En løsning med diger fremfor forbedrede pumper kan således resultere i en periodevis forhøjet grundvandsstand med de dertilhørende konsekvenser til følge.

Afløbssystemet

De højeste vandstande i vandløbet ses typisk i vinterhalvåret men de højintense skybrudshændelser typisk ses i sommerhalvåret. Derfor forventes en midlertidig forhøjelse af vandstanden i Egåen ikke nødvendigvis at påvirke afløbssystemet negativt i forhold til afledning af regnvand under en skybrudshændelse.

Til gengæld vil det have en effekt på afløbssystemet i en hverdagssituation, da dele af ledningssystemet tættest på Egåen har dækselkoter under 2 m, hvorfor der er en stor risiko for, at vandløbsvandet støver op i afløbssystemet og presses ud på terræn.

Problemet med tilbagestuvende vand kan delvis løses med installering af kontraklapper på udløbsledningerne. Ved sammenfald mellem nedbørshændelser og høj vandstand i vandløbet, kan der alligevel opstå oversvømmelser fordi regnvandet ikke kan presses ud i vandløbet. Der kan eventuelt suppleres med små pumper på udvalgte ledninger.

Økonomi

Det skønnes at koste 12-20 mio. kr. at nyetablere/forhøje eksisterende diger på begge sider af Egå på strækningen fra Egå Engsø og ned til slusen ved Åkrogen. Anlægsprisen bygger på en enhedspris på ca. 1.700 kr. pr. lbm. dige inklusiv rydning samt efterfølgende reetablering af beplantning.

5.3.3 Forhøje digerne rundt langs Egå Engsø

Egå Engsø virker i dag som et stort forsinkelsesbassin med et forsinkelsesvolumen på ca. 900.000 m³. Søen er i den østlige ende velafgrænset af store diger med en kronekant i kote ca. 1,1 m. Bag digerne ligger Lystrupvej, der på det laveste sted syd for broen over Egå, har en topkote på 0,9 m. Det betyder i praksis, at løber Egå Engsø over digerne i den østlige ende, vil vandet begynde at løbe over Lystrupvej syd for vejbroen. Nord for vejbroen stiger koten op mod Lystrup, hvorfor vejen vil virke som en forhøjet dæmning på denne strækning. På nordsiden af Egåen er der etableret en afvandingsgrøft mellem digerne og Lystrupvej, hvilket betyder, at vand fra et evt. overløb af digerne vil ledes under Lystrupvej via Gl. Egå eller Egåen.

Egå Engsø ligger i en forholdsvis velafgrænset ådal som gør, at søen generelt har potentiale til at akkumulere mere vand, end tilfældet er i dag, hvis blot digerne forhøjes i den østlige ende af søen (Figur 5-3). Hæves topkoten på digerne med 40 cm fra kote 1,1 m til 1,5 m, vil det give et ekstra volumen på ca. 500.000-600.000 m³, hvilket svarer til en øget opholdstid på ca. 1,4-1,7 døgn, hvis der antages en indløbsvandføring til søen på 8 m³/s, som drosles til 4 m³/s ved udløbet.



Figur 5-3 Egå Eng søs udbredelse ved vandspejl i kote 1,5 m og med forhøjede diger i den østlige ende af søen (© Geodatastyrelsen).

I forbindelse med indeværende analyse, er der ikke lavet en decideret forundersøgelse af det foreslåede løsningsforslag, hvorfor det ikke vides med sikkerhed, om forslaget reelt set kan realiseres. Der kan eksempelvis opstå problemer ved jernbandedæmningen i den vestlige del af søen, hvis søvandet eksempelvis kommer til at erodere bandedæmningen.

Tiltaget har stort potentiale for opmagasinering af vand, såfremt det kan realiseres uden negative konsekvenser for de omkringliggende bygninger og arealer (se nedenfor under grundvand). Kombineres løsningsforslaget med en intelligent styring af søens udløb, kan søens vandstand sænkes forud for en hændelse, hvilket vil øge opholdstiden i søen betragteligt, når hændelsen indtræffer.

Grundvand

Det må kraftig anbefales at få undersøgt stabiliteten af Eng søens afgrænsning med opbygning af diger/veje/jernbane og mere naturlige højdemæssige afgrænsninger. Når vandstanden i Egå Eng sø hæves, vil presset på diger og eventuelle permeable jordlag stige, hvilket i værste fald kan resultere i en sammenskrivning af diger/veje m.m. En egentlig "stempeleffekt/forbundne kar" vil måske kunne resultere i opsvende/strømmende grundvand uden for eng sø-området.

Ligesom det er beskrevet i tidligere afsnit, så må det også antages, at de terrænnære grundvandsmagasinier i området omkring Egå Eng sø ligeledes står i direkte kontakt med søens vandspejl. Det vil betyde, at en længerevarende vandstandsstigning i Egå Eng sø vil forplante sig ud i lokalområdet og evt. skabe u hensigtsmæssige oversvømmelser.

Afløbssystemet

De høje vandføringer i vandløbet ses typisk i vinterperioden, så risikoen for sammenfald mellem høje vandføringer i vandløbet og skybrud er umiddelbart lille. Er der sammenfald forventes effekten på projektområdet umiddelbart at være positiv, da nedroslingen af udløbsvandføringen fra Engsøen vil give et lavere vandspejl på vandløbsstrækningen ned til Aarhus Bugt.

I forhold til afløbssystemet i hverdagsituationen, så forventes en forøgelse af vandspejlshøjden i søen ikke umiddelbart at give problemer. De områder, der afvander direkte til Engsøen eller Egåen opstrøms søen, ligger generelt væsentligt højere end det maksimale vandspejl i søen. Afløbssystemet i projektområdet forventes, som ved skybrud, at blive påvirket positivt, da vandstanden i Egåen fra Lystrupvej og ned mod bugten sænkes.

Økonomi

Det vurderes, at arbejdet med at forhøje digerene, langs den østlige del af Egå Engsø, vil koste ca. 1,5-3 mio. kr.

5.3.4 Forsinkelsesbassin i Hede Enge

Hede Enge afvandes i dag af en pumpestation i den sydlige ende af Gl. Egå, hvor vandet pumpes op i Egåen. Pumpen i Gl. Egå holder vandstanden kunstigt nede i kote -1,1 m, såfremt afstrømningen ikke overskrider pumpekapaciteten på ca. 400 l/s. I den nordvestlige ende af Gl. Egå er installeret en lille dykpumpe med en kapacitet på ca. 20 l/s. Denne pumpe løfter vandet fra den vestligste del af Gl. Egå op i Egå Engsø, da der er en smule bagfald på det sidste stykke af Gl. Egå ned mod Egå Engsø.

Langs Egåen er der etableret en mindre vold/dige ind mod Hede Enge, som skal forhindre Egåens vand i at oversvømme engene ved store afstrømningshændelser. Terrænet i Hede Enge ligger mange steder meget lavt, som følge af mange års kunstig afvanding, som har medført en landsænkning i området.

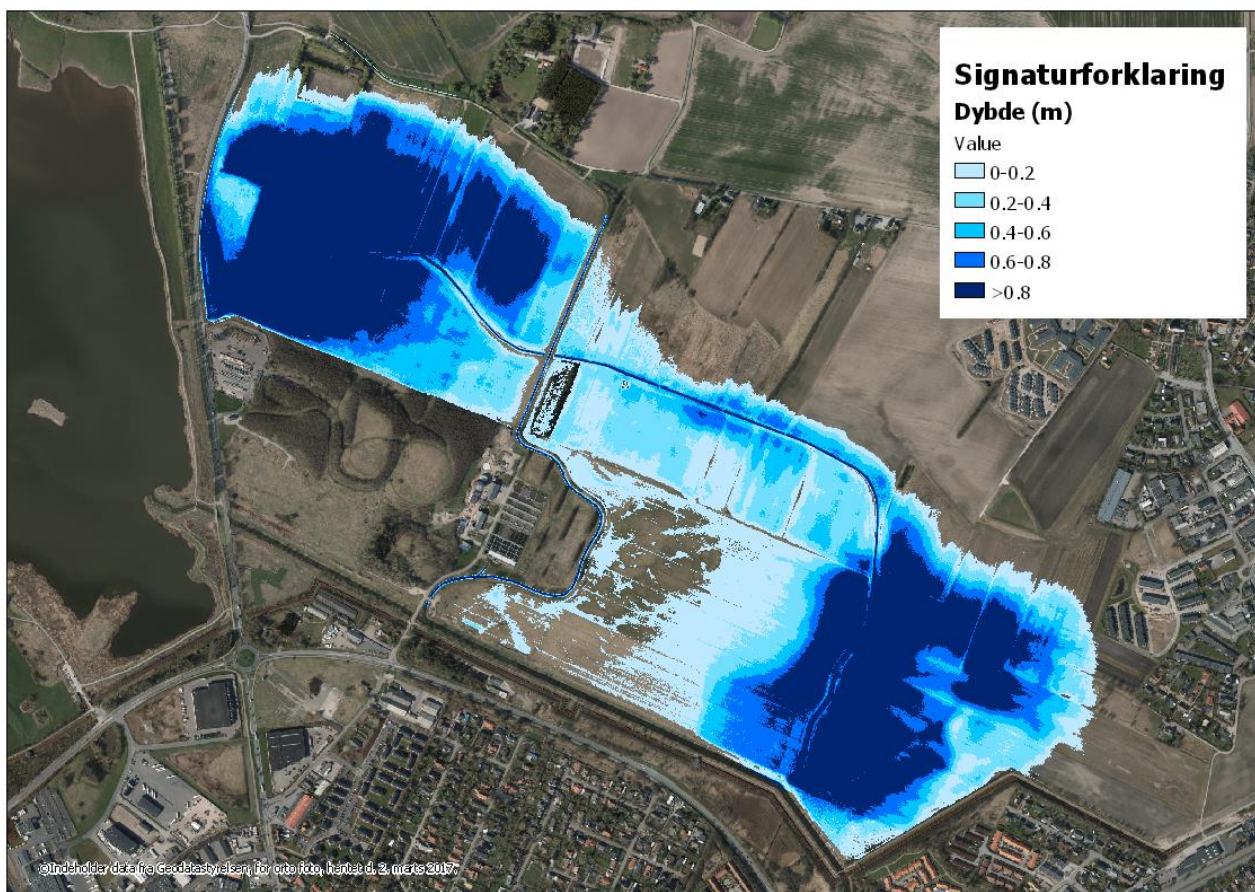
I et større område umiddelbart øst for Lystrupvej, ligger terrænet omkring Gl. Egå i kote -0,5 m. Det samme gør sig gældende i et større område umiddelbart nord for pumpestationen ved Egå, hvor terrænet ligeledes ligger omkring kote -0,25 m. Da en stor del af Hede Enge ligger under vandspejlskoten i Egå, ville det være let at anvende engene som et forsinkelsesbassin for det urbane regnvand fra Lystrup, som i dag ledes mere eller mindre uforsinket til Viengekanalen og videre ud i Egåen.

Der kunne let etableres et forsinkelsesbassin ved at etablere en overløbstærskel i Viengekanalen på strækningen omkring Gl. Egås underløb. Dermed kunne engene fremadrettet anvendes som et stort reservoir til overfladevand fra bebyggede områder.

Samtidig kunne der skabes en mere kontrolleret forsinkelse af det urbane overfladevand, hvis det beskrevne løsningsforslag kombineres med en midlertidig afbrydelse af de to pumper i Gl. Egå. Dermed kunne det opmagasinerede vand i Hede Enge teoretisk set blive stående, til der igen var plads i vandløbet.

Ligesom der kunne etableres en veldefineret overløbskant i Viengekanalen, kunne det også med fordel gøres ved Egåens venstre (nordlige) brink langs Hede Enge. Dermed kunne Hede Enge aflaste Egåen ved store afstrømningshændelser.

Teoretisk set ville en løsning med at lade Egåen oversvømme Hede Enge have større effekt, end det ville være tilfældet med Viengekanalen. Det skyldes, at de præsenterede konsekvensberegninger viser, at det oftest er de store vinterafstrømninger, der giver anledning til oversvømmelse af de vandløbsnære arealer langs Egåen, og ikke i samme omfang skybrudshændelser i sommerhalvåret.



Figur 5-4 Vand på terræn i Hede Enge med et vandspejl i kote 0,75 m (© Geodatastyrelsen).

Der kan opmagasineres op til ca. 600.000 m³ vand i Hede Enge, hvis vandet stuves op til kote 0,75 m. Det vil umiddelbart kunne gøres uden at de omkringliggende ejendomme vil komme i direkte kontakt med vandet (Figur 5-4).

Arealerne i Hede Enge kan anvendes til tilbageholdelse af vand på flere forskellige måder. Udover at enge kan anvendes mere eller mindre som de fremstår i dag, så kan der også laves løsninger som omfatter udgravning af bassiner eller opdæmning via diger. En løsning med at udgrave bassiner vil med stor sandsynlighed ikke være hensigtsmæssig, da den stigende vandstand i området vil betyde, at grundvandet trænger ind i bassinerne, hvorved omkostningerne til pumpning vil forøges. Derudover skal man være opmærksom på, at perkolat fra det gamle deponi vest for Egå renseanlæg ikke må forurene overfladevandet.

Grundvand

Grundvandsstanden i området omkring Hede Enge står, som tidligere nævnt, allerede i dag meget højt, hvorfor en længerevarende vandspejlshævning i Hede Enge sandsynligvis vil få store konsekvenser langt ud i oplandet. Det er derfor vigtigt at understrege, at en bassinløsning i Hede Enge skal ses som en nødløsning i de situationer, hvor Egåen alternativt ville have oversvømmet ejendommene på den nederste strækning omkring Åkrogen.

Det må påregnes, at et længerevarende pumpestop i Hede Enge vil føre til grundvandsoversvømmelser i nærområdet. Et permanent pumpestop kan ikke anbefales – og det er antageligt heller ikke anbefalelsesværdigt under en relativ kortvarig afstrømningshændelse (skybrud eller voldsom døgn regn). Grundvandet

vil stige mere end 0,5 m ved pumpestop og med maksimale påvirkninger på op til 1,0-1,2 m, hvilket vil betyde, at mange ejendomme i området vil blive påvirket. Derfor er en realisering af dette løsningsforslag næppe realistisk medmindre der kan foretages afværgeforanstaltninger.

Afløbssystemet

Risikoen for sammenfald mellem skybrud og en situation, hvor det er nødvendigt, at oversvømme Hede Enge er lav jf. afsnit 4.1. Samtidigt burde det stadigvæk være muligt at bortlede skybrudsvand fra byområderne, selv hvis vandstanden i Hede Enge holdes under maksimalt 0,75 m.

En vandstand på 0,75 m i Hede Enge vil dog skabe tilbagestuvning i afløbssystemet op til Kringelvej i Gammel Egå. Vandstandsstigningen i sig selv vil umiddelbart ikke give anledning til oversvømmelser fra afløbssystemet, men da bassin B211 ved Kringelvej vil stå delfyldt, kan der være nogle afledte problemer med at komme af med vandet under nedbør.

Længerevarende høj vandstand kan endvidere give opstigende grundvand og problemer med nedsivning ved de spildevandskloakerede områder omkring Vester Kringelvej og sidevejene til Åmarksvej (Figur 5-5).



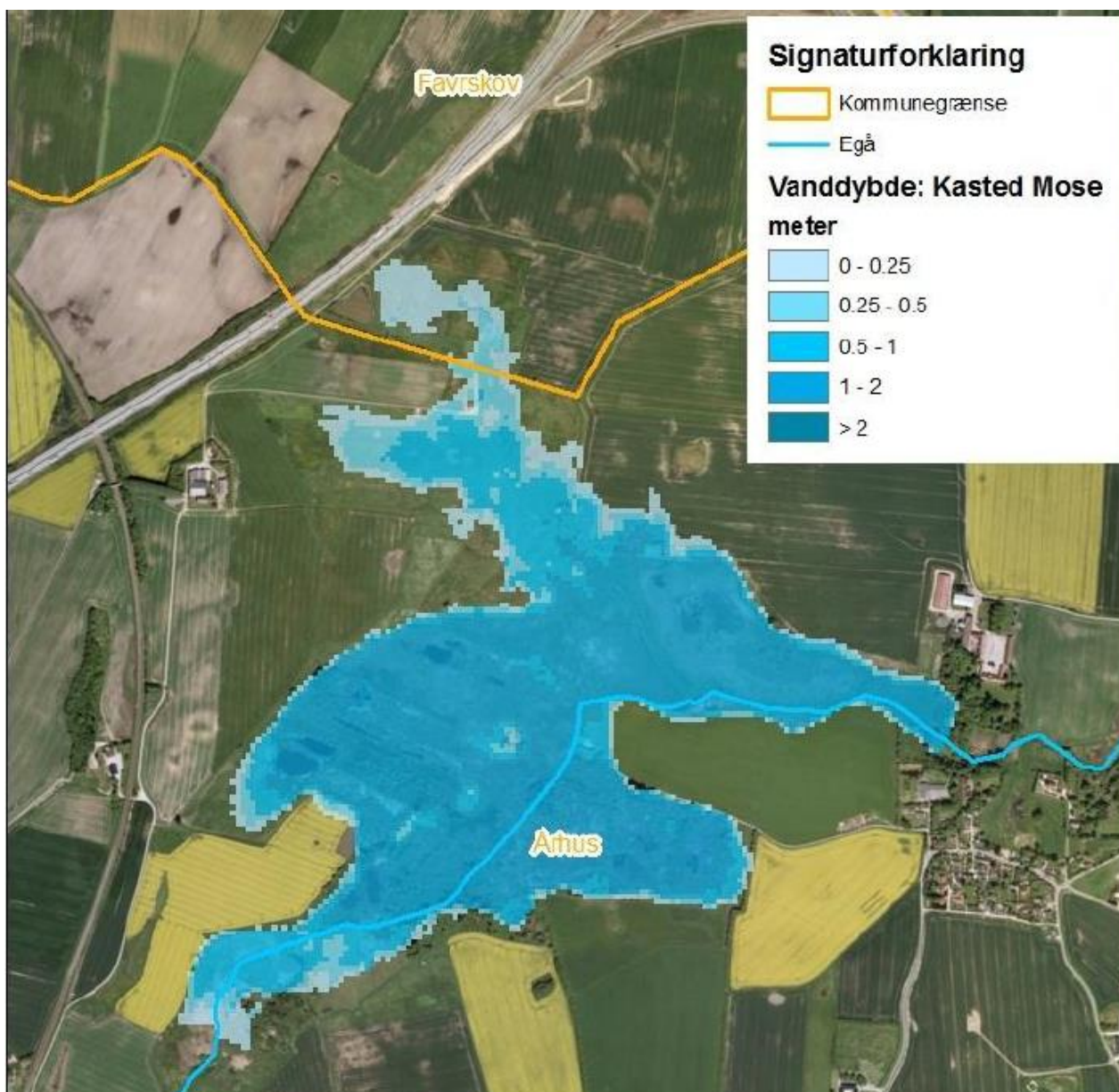
Figur 5-5 Lilla markering viser udbredelsen af oversvømmelse i Hede Enge ved en vandstand på 0,75 m. Grønne rammer viser de nærliggende spildevandskloakerede områder. Bassin B211 er også vist.

Økonomi

Det skønnes, at en løsning hvor vandløbsbrinken sænkes på en delstrækning mellem Hede Enge og Egåen vil koste ca. 0,2-0,5 mio. kr. En løsning som omfatter sænkning af vandløbsbrinken i Viengekanalen skønnes at koste ca. 0,1-0,3 mio. kr. at realisere. Begge prisestimer forudsætter, at Hede Enge anvendes direkte som de fremstår i dag, hvormed der ikke er medregnet en omkostning til eventuelle afværgeforanstaltninger eller etablering af diger. Der er heller ikke medregnet erstatning til de berørte lodsejere samt evt. opkøb af landbrugsjord, som kan fordyre løsningen væsentligt.

5.3.5 Tilbageholde vand opstrøms Egå Engsø

Orbicon har i rapporten "Vandtilbageholdelse i oplandene til Egå og Aarhus Å systemerne" fra 2012 /10/, undersøgt mulighederne for at tilbageholde vand i oplandet opstrøms Egå Engsø. I rapporten peger Orbicon på Kasted Mose, som et oplagt område med potentiale for tilbageholdelse af vandløbsvand. På Figur 5-6 nedenfor vises udbredelsen af vand i Kasted Mose ved en opstuvning til kote 25,0 m. Ved denne vandstand kan der ifølge Orbicon opmagasineres ca. 800.000 m³ vand, uden at det vil berøre de omkringliggende ejendomme. Ved et vandspejl i kote 25 m vil søens udbredelse blive ca. 7,5 ha.



Figur 5-6 Eksempel på vandtilbageholdelse i Kasted Mose (Orbicon, 2012, Geodatastyrelsen).

Orbicon har beregnet, at et magasin i Kasted Mose med dimensioner som beskrevet ovenfor, kunne have reduceret vandføringen i Egå nedstrøms jernbanebroen fra ca. 5,6 m³/s til 4,8 m³/s. ved en hændelse i 2002 /10/.

I indeværende projekt er der ikke blevet modelleret specifikt på en løsning, hvor der tilbageholdes vand i Kasted Mose, og det er derfor ikke blevet verificeret, om Orbicons løsning giver den ønskede effekt nedstrøms i systemet. Effekten af oversvømmelsen afhænger af dimensioneringen af oversvømmelsesløsningen.

Umiddelbart lyder det oplagt med en periodevis oversvømmelse i Kasted Mose, men det vil kræve en grundig forundersøgelse at dokumentere effekten og konsekvenserne.

Grundvand

Ligesom det er beskrevet for området omkring Egå Engso og Hede Enge, så forventes det øvre grundvandspejl at stå i direkte kontakt med vandspejlet i vandløbet i området omkring Kasted Mose. En periodevis tilbageholdelse af vand i området må derfor forventes at resultere i et forhøjet grundvandspejl på de omkringliggende arealer, da vandspejlsstigningen i mosen hurtigt vil forplante sig ud i området.

Det vil derfor kræve en grundig forundersøgelse af de hydrologiske forhold i området, før det kan afgøres, om en oversvømmelse i Kasted Mose rent faktisk kan realiseres uden at påvirke de omkringliggende ejendomme og arealer.

Økonomi

Etablering af periodevis oversvømmelse i Kasted Mose skønnes at koste ca. 0.5-1 mio. kr. Hertil kommer eventuel lodsejererstatning samt erhvervelse af landbrugsjord.

5.4 Reducere risikoen for oversvømmelse ved skybrud

Udgangspunktet for de risikoreducerende tiltag er skybrudsanalysen, hvor resultaterne er præsenteret i et tidligere kapitel. På baggrund af analysen er der foreslået overordnede tiltag. Tiltagene er opdelt i skybrudsveje og lokale oversvømmelsesreducerende tiltag. I det følgende er der lavet overslag over etableringsudgiften til løsninger i eksempelområder. Der er taget udgangspunkt i eksempler på kritiske steder fra analysen. Analysen peger på, at tiltag, som planlagte skybrudsveje og kontrolleret oversvømmelse, kan være med til at reducere skaderne fra skybrudsvand fra områder uden for projektområdet. På tilsvarende vis peger analysen på, at en stor del af oversvømmelserne fra skybrudsvand i projektområdet bør håndteres ved lokale tiltag, hvor vandet f.eks. samles i haver eller langs boligveje.

Udover at de ekstreme hændelser bliver voldsommere, så er der som nævnt også en forventning om, at klimaforandringerne vil medføre en generel stigning af grundvandsstanden. Det kan give problemer med at komme af med regnvandet ved både skybrud og hverdagsregn i de spildevandskloakerede områder. Der er lavet prisoverslag for alternative afløbssystemer.

5.4.1 Oversvømmelse fra skybrudsvand fra områder uden for projektområdet

De foreslåede løsningsforslag til håndtering af oversvømmelserne fra udefrakommende vand tager udgangspunkt i samling af vandet i skybrudsveje, som leder vandet til områder, hvor skaderne kan begrænses.

5.4.1.1 Letbanetunnel ved Grenåvej, Vejlbj-Risskov

Oversvømmelse af letbanen ved tunnelen under Grenåvej forventes at kunne håndteres ved etablering af et indløb i terræn til bassinet ved Hørgårdsvej. Anlægsprisen er estimeret til 20.000 kr. ekskl. moms.

5.4.1.2 Vestre Strand Allé ved bassin, Vejlbj-Risskov

Overslaget tager udgangspunkt i løsningsforslaget fra COWI /11/. Her sikres bygninger omkring bassinet ved, at der etableres et nødoverløb, som leder overløbsvandet til Vestre Strand Allé. Herfra styres vandet til boldbanerne øst for Bellevue hallerne via vejen og stisystemet langs med hallerne (Figur 5-7). På boldbanerne kan vandet nedsives eller ledes til udløbsledningen til LU23A i Aarhus Bugt. Det skal desuden sikres, at løsningen ikke forringer baneanlæggenes funktion.



Figur 5-7 Eksempel på skybrudsvej (rød linje) fra bassin ved Højgårdsvvej til boldbaner ved Bellevue hallerne.

Anlægsudgiften er estimeret til 6 mio. kr. ekskl. moms. Heri ligger terrænoplægning, hævede kantsten og anlæg af rende. Der ligger dog en stor usikkerhed omkring estimatet for ombygning af vejkryds, hvor Vestre Strand Allé krydser Nordre Strandvej.

5.4.1.3 Nordre Strandvej ved letbaneoverkørsel, Vejlbj-Risskov

Tilsvarende Vestre Strand Allé er ideen her, at dirigere skybrudsvandet via eksisterende veje til et område, som kan oversvømmes. I dette tilfælde ledes vandet via Nordre Strandvej til et parkeringsareal ved Fortevej, se Figur 5-8. Vandet holdes således på Nordre Strandvej med mulighed for magasinering ved de største hændelser. Ved parkeringspladsen på Fortevej kan vandet tilbageholdes til nedsivning eller med forsinkelse ledes til udløbsledningerne LU23 og LU23A i Aarhus Bugt.

Tilpasninger af vejen og området ved parkeringsarealet er estimeret til 5 mio. kr. ekskl. moms. En stor usikkerhed i forbindelse hermed er krydsningen af jernbanen. Der er derfor skønnet en udgift på 1 mio. kr. ekskl. moms til tilpasninger omkring banen.



Figur 5-8 Eksempel på skybrudsvej (rød linje) fra Nordre Strandvej ved kystbanen til parkeringsareal ved Fortevej.

5.4.1.4 Rolighedsvej og Stationsgade, Vejby-Risskov

En del af de potentielle oversvømmelser ved Rolighedsvej bliver der taget hånd om i forbindelse med etableringen af en ny underføring til kystbanen, hvor regnvandssystemet ledes igennem. Banekrydsningen er allerede ved at blive etableret. Skybrudsvejen er vist på Figur 5-9.



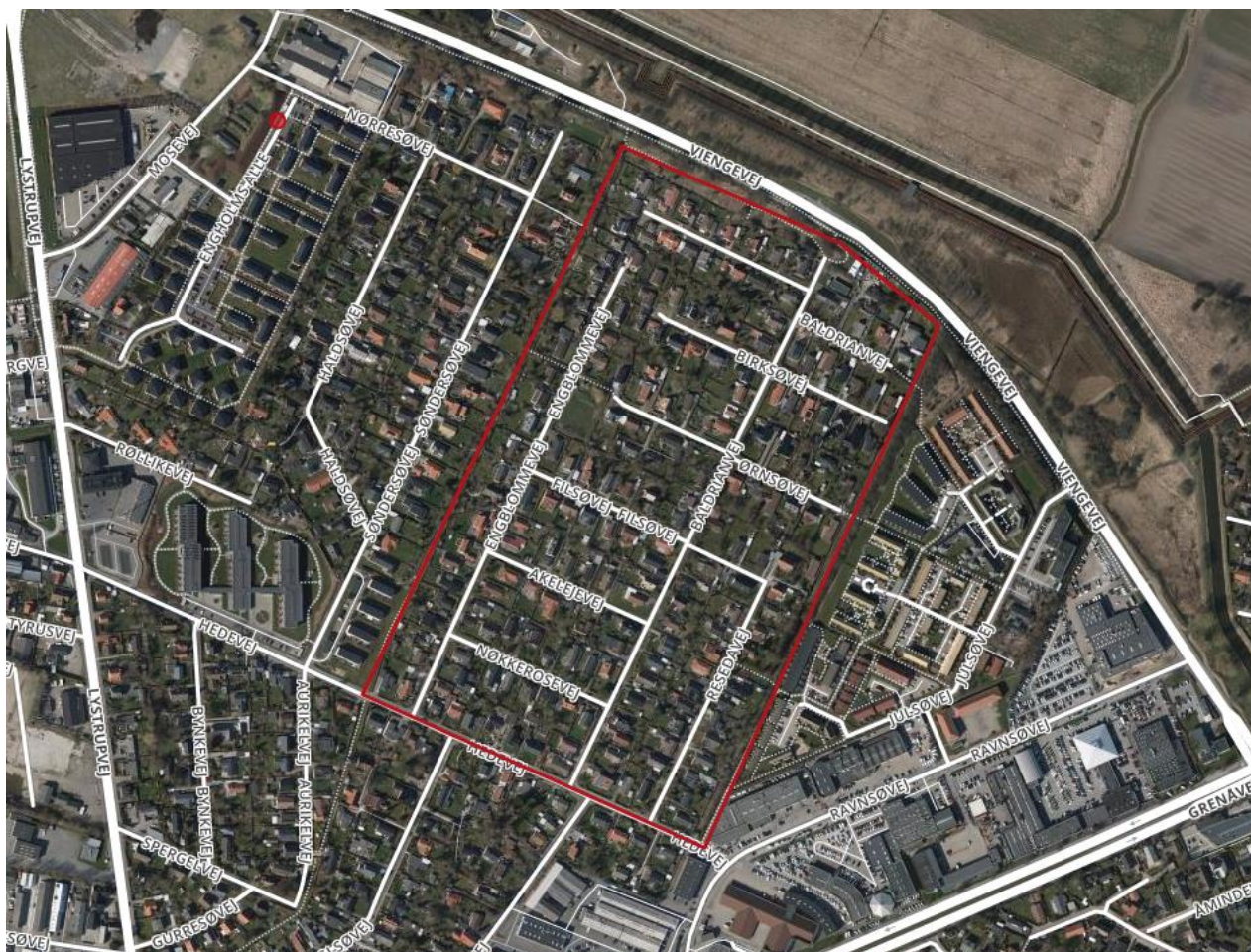
Figur 5-9 Eksempel på skybrudsvej (rød linje) fra Rolighedsvej under kystbanen til Aarhus Bugt.

Løsningen tager dog på nuværende tidspunkt ikke højde for skybrudsvandet, som strømmer til via Harald Selmers Vej, da det kræver en omformning af krydset, hvor den møder Rolighedsvej. Samtidig er der en række af sideveje til Stationsgade, som kan give vand på Stationsgade.

Hvis vandet fra Harald Selmers Vej ledes til skybrudsledningen forventes problemerne ved Stationsgade, hvor der er begrænset plads, at kunne reduceres. En omformning af Harald Selmers Vej og Rolighedsvej, så vandet herfra også kan ledes til skybrudsledningen skønnes at koste 3,5 mio. kr. ekskl. moms.

5.4.2 Oversvømmelserne fra skybrudsvand i projektområdet

Til illustration af mulige løsningsmodeller for de spredte oversvømmelser på Vejby Fed, vises et eksempelområde med skybrudstiltag ved Engblommevej og Baldrianvej. Ud over Engblommevej og Baldrianvej dækker eksemplet også boligvejene Nøkkerosevej, Akelejevej, Filsøvej, Ørnsøvej og Resedavej, se Figur 5-10. I alt er området ca. 21 ha.



Figur 5-10 Eksempelområde ved Engblommevej og Baldrianvej (rød ramme).

5.4.2.1 Engblommevej og Baldrianvej

Området er spildevandskloakeret og regnvand fra boligvejene nedsives i de grønne rabatter, mens ejendommene nedsiver på egen grund. I løsningen er udgangspunktet at bygge skybrudsløsningen ind i fællesarealerne. Rabatterne tænkes anvendt, som det primære forsinkelsesvolumen i form af lave grøfter. Derudover er i forslaget arbejdet med sikring af ejendomme, som er truet af vand fra fællesarealerne, med kantsten og jordvolde. Vand fra naboerne må håndteres ejendommene imellem, hvis det ikke er muligt at få ud i fællesarealerne. Slutteligt er der etableret et skybrudsbassin på en boldbane.

Det skønnes at koste ca. 10 mio. kr. ekskl. moms at etablere tiltagene i området.

5.5 Reducere stigende grundvandsstand

Der findes ingen lette løsninger, når det kommer til at reducere et stigende grundvandspejl i et lavtliggende område som Vejlbyskov. Det skyldes, at man ikke umiddelbart bare kan "parkere" noget grundvand et sted, i de perioder af året hvor det giver problemer, som man så ofte gør med eksempelvis overfladevand fra et skybrud. Samtidig er det også meget svært at komme af med grundvand langs kystzonen, fordi der ofte kun er en begrænset/ingen gradient på grundvandspejlet. Derfor vil en grundvandsenkning kræve, at vandet pumpes væk fra området og ud i havet.

Den eneste reelle løsning for at sænke/holde grundvandsstanden på nuværende niveau i Vejlbj-Risskov vil være ved at foretage en kunstig grundvandssænkning i området, hvilket vil kræve, at der etableres et effektivt drænsystem, hvor vandstanden styres af en række pumper.

En anden løsning på problemet kunne værre at hæve terrænet i de problemfyldte områder. Det er uhyre omkostningsfuldt at hæve eksisterende bygninger, men det vil være muligt at hæve veje, haver, parkeringspladser og grønne fællesarealer. Desværre er det også de områder, som er relevante at anvende som overfladiske skybrudsveje, hvorfor denne løsning ikke ligger lige for.

5.5.1 *Nyt regnvandssystem for at sikre afledning ved øget grundvandsstand*

Særligt i forhold til de spildevandskloakerede områder vil et stigende grundvandsstand hurtigt kunne skabe problemer med at nedsive på Vejlbj Fed. Det kan derfor blive nødvendigt med et nyt regnvandssystem, hvis borgerne i området fremadrettet skal kunne komme af med deres tagvand m.m.

Nedenfor er lavet et prisoverslag over udgiften til at etablere et nyt regnvandssystem. Der er taget udgangspunkt i to løsningsmodeller for et fremtidigt regnvandssystem:

- Klassisk separatsystem med en regnvandsledning
- Anlæg af drænsystem i veje til kunstigt at sænke grundvandsstanden i området.

Første løsning er et klassisk separatsystem, hvor der lægges nye regnvandsledninger i området, som ejendommene kan lede deres regnvand til. Anden løsning er etablering af et overordnet drænsystem i området, som skal holde grundvandspejlet nede. Herved kan borgerne fortsat nedsive, som de gør i dag.

5.5.1.1 *Separatsystem*

Med udgangspunkt i det eksisterende spildevandssystem i området, er der lavet et overslag over størrelsen af et nyt regnvandssystem. I overslaget skal der etableres 36 km ledning og 840 brønde. Det giver en anlægssudgift på 240 mio. kr. ekskl. moms.

5.5.1.2 *Drænsystem*

Skal der alternativt etableres en drænløsning, forventes det, at der skal lægges en drænledning parallelt med spildevandsledningen og at der skal etableres pumpestationer til at holde vandstanden nede. Det giver en anlægssum på 215 mio. kr. ekskl. moms. Løsningen vil kræve årlige driftsudgifter til udpumpning af vandet. Holdes grundvandsstanden i området lavere end havniveauet, vil der trænge havvand ind i området under kystdiget. Det skal derfor undersøges, hvor meget øget indsivning af havvand til området vil forøge omkostningerne til udpumpning.

6 **Ansvar og myndighedsforhold**

I dette afsnit vil ansvar og myndighedsforhold omkring de enkelte tekniske anlæg blive præsenteret. Afsnittet indeholder ikke en gennemgang af al relevant lovgivning, der kan komme på tale i forbindelse med klimatilpasningsprojekter, men har fokus på de specielle større forhold, som gør sig gældende i området. Det drejer sig derfor specielt om forholdene omkring digelaget og landvindingslaget.

6.1 **Lovgivning**

Myndigheders og borgernes ansvar i forhold til klimatilpasning er ikke reguleret i én lov, men håndteres gennem forskellig sektorlovgivning.

Grundejere har som udgangspunkt ansvar for at beskytte egne værdier mod oversvømmelser. Ved at investere i klimatilpasning på egen ejendom kan skader og forsikringsudgifter mindskes. Det gælder både private og kommunale ejendomme.

Kommunerne har som planmyndighed ansvar for at sætte overordnede rammer og retning for den fysiske udvikling, herunder klimatilpasning. Det sker bl.a. gennem kommuneplan, spildevandsplan, helhedsplaner, udviklingsplaner og lokalplaner. Aarhus Kommunes Klimatilpasningsplan 2014 er indarbejdet i forslaget til Kommuneplan 2017.

Aarhus Kommune er ansvarlig for at udarbejde spildevandsplanen i samarbejde med Aarhus Vand A/S. Aarhus Vand har ansvar for at håndtere hverdagsregn op til serviceniveauet jf. spildevandsplanen via drift af kloaksystemet. Med Spildevandsplan 2017 – 2020 har byrådet besluttet, at Aarhus Vand skal klimatilpasse i de områder, hvor selskabet separerer kloakker. Aarhus Kommune kan sammen med Aarhus Vand bruge medfinansieringsreglerne til klimatilpasningsprojekter. Projekterne skal være økonomisk rentable og godkendes af det statslige forsyningssekretariat.

Kommunen skal jf. vandløbsloven vedligeholde kommunale vandløb efter vandløbsregulativerne. Vandløbsregulativerne omfatter ikke beskyttelsesniveauer for ekstreme vandføringer. Kommunen har ikke pligt til at sørge for kystbeskyttelse mod erosion eller oversvømmelse fra havet eller til at beskytte baglandet, jf. bestemmelserne i kystbeskyttelsesloven.

6.1.1 Kystbeskyttelsesloven

Administrationen af den nuværende kystbeskyttelseslov, der trådte i kraft i 1988, ligger i dag ved Kystdirektoratet, men kommunerne er tildelt kompetencer til at træffe beslutning om etablering af kystbeskyttelse jf. lovens kapitel 1 a. I sommeren 2017 blev der truffet beslutning om at den fulde kompetence til at behandle kystbeskyttelsesager skal ligge hos kommunerne. Lovgrundlaget forventes, at være klart i foråret 2018. Efter nuværende lovgivning kan enige grundejere søge Kystdirektoratet direkte om tilladelse. Ved uenighed blandt grundejerne, ofte i forbindelse med større projekter, kan selve processen med at udarbejde projekt og partsfordeling gennemføres med kommunens hjælp via en kapitel 1 a-sag efter kystbeskyttelsesloven.

I et allerede dannet kystbeskyttelses- eller digelag, er bestyrelsen givet beføjelser til at træffe beslutninger om emner, der ligger inden for foreningens formål, f.eks. omkring selve driften (forhøjelse af bidrag, hyppigere slåning af græs på diget mv.). Bestyrelsen kan også søge om tilladelse til ny eller ændret kystbeskyttelse på medlemmernes vegne med mindre andet står nævnt i vedtægterne, f.eks. at det kræver en generalforsamlingsbeslutning. Hvis bidragskredsen i laget ønskes større eller mindre, kan det kun ske gennem en kapitel 1 a-sag efter kystbeskyttelsesloven, med mindre de implicerede grundejere tiltræder en aftale frivilligt.

Hos Digelaget Vejlbj Fed er der flere forhold, der er atypisk ift. andre digelag, og som kan vise sig at blive vanskeligt, hvis der skal ske større organisatoriske eller økonomiske ændringer i laget (reviderede vedtægter, forhøjelse af diget mv). Det er erfaringsmæssigt i disse situationer, at medlemmerne overvejer deres deltagelse og engagement, hvis det kun er baseret på frivillighed, hvilket er tilfældet med Digelaget Vejlbj Fed.

Følgende forhold kan derfor søges ændret eller justeret, så laget bliver en mere robust forening:

- **Medlemskredsen.** Man er medlem gennem hele vejforeninger og ikke udelukkende fordi man opnår en beskyttelse mod oversvømmelse eller har anden gavn af diget.

- **Medlemspligt.** Der er ikke tinglyst medlemspligt af laget på medlemmernes ejendomme. Det betyder at man ikke er forpligtiget til at være medlem, men at medlemskabet beror på frivillighed.
- **Skriftlig dokumentation.** Siden etableringen af diget i 1957 er skriftligt materiale om selve diget yderst sparsomt. Der ligger ingen tilladelser til diget, hverken til selve etableringen i 1957 eller til forstærkningen i 1984. Der burde have været tilladelse i 1984, jf. naturfredningsloven efter hvilken alle terrænændringer skulle have en tilladelse, ligesom en dispensation fra strandbeskyttelseslinjen burde have foreligget ifm. både etablering og forhøjelse. I forbindelse med en eventuel ændring af diget skal der indhentes de fornødne dispensationer og tilladelser. Der er dog dokumenter omkring Kystdirektoratets besigtigelser og faglige vejledning gennem årene. Forhold mellem kommunen og digelaget omkring f.eks. overgange på diget, stier og vedligeholdelse på visse strækninger, som ikke er offentligt ejet, er i høj grad baseret på mundtlige aftaler.
- **Ejerskab.** Det har ikke kunnet afklares med sikkerhed, hvem der ejer selve diget, da der ikke findes noget skriftligt materiale fra etableringen i 1957. Diget er etableret af daværende Vejlbj-Risskov Kommune, men er gennem alle årene blevet vedligeholdt af de grundejere, som ligger inde bag diget.
-

Alle ovenstående forhold kan løses på én gang ved at kommunen gennemfører en kapitel 1 a-sag efter kystbeskyttelsesloven, enten på eget initiativ eller på opfordring fra digelaget. Hvis kommunen finder at kystbeskyttelse i Vejlbj Fed-Risskov fortsat er et privat anliggende, anbefales det at få nedskrevet og eventuelt revideret den del af vedtægterne og de aftaler om drift, stier og overgange, der vedrører kommunens rolle som ejer og som ansvarlig for den grønne drift af området.

I Tabel 6.1 ses en oversigt over hvad det forudsætter af proces, hvis henholdsvis digelaget og kommunen ønsker at foretage ændringer i de eksisterende forhold omkring drift, nedlæggelse eller udvidelse/reduktion.

Tabel 6-1 Oversigt over hvad det forudsætter af proces, hvis henholdsvis digelaget og kommunen ønsker at foretage ændringer i de eksisterende forhold omkring drift, nedlæggelse eller udvidelse/reduktion. KYBL er kystbeskyttelsesloven.

Ønske fra	Digelaget Vejlbj Fed	Aarhus Kommune
Ønske om		
Ændret drift	Laget har hjemmel i vedtægterne til at indføre ændringer uden myndigheders medvirken. Der kan dog være forhold som forudsætter tilladelse efter gældende lov, fx forhøjelse af diget.	Forudsætter en kapitel 1 a-sag efter KYBL.
Nedlæggelse	Sker i henhold til vedtægterne.	Forudsætter en kapitel 1 a-sag efter KYBL.
Udvidelse/reduktion	En udvidelse af lagets bidragskreds kan kun ske med frivillig tilslutning. Ellers skal laget anmode kommunen om at gennemføre en kapitel 1 a-sag efter KYBL.	Kræver en kapitel 1 a-sag efter KYBL, da det forudsættes at udvidelsen ved frivillighed sker uden kommunens medvirken.

Alle tiltag som kommunen måtte ønske at gennemføre ift. digelaget forudsætter ligeledes, at der gennemføres en kapitel 1 a-sag, da laget er oprettet på privat initiativ og uden kommunens tilsyn.

6.1.2 Vandløbsloven

Det er vandløbsmyndigheden (Aarhus Kommune), som træffer afgørelser i sager om pumpe- og landvindingslag jf. vandløbslovens kapitel 9 om udpumpningsanlæg med digeanlæg til afvanding samt anlæg med digeanlæg til indtagning og indpumpning samt videreledning af vand til bevanding.

Private udpumpningsanlæg til brug for afvanding må ikke etableres eller ændres, herunder driftsmæssigt, uden vandløbsmyndighedens godkendelse, jf. vandløbslovens § 38. Oprettelse af nye offentlige lag oprettes med hjemmel i § 39-40, hvilket også må gælde for både reduktion og udvidelse af den eksisterende kreds af bidragspligtige grundejere.

Det betyder i praksis, at der ikke må ændres på driften af eksisterende afvandingsanlæg eller etableres nye anlæg uden Aarhus Kommunes godkendelse.

I Tabel 6.2 ses en oversigt over hvad det forudsætter af proces, hvis henholdsvis landvindingslaget og kommunen ønsker at foretage ændringer i de eksisterende forhold omkring drift, nedlæggelse eller udvidelse/reduktion.

Tabel 6-2. oversigt over hvad det forudsætter af proces, hvis henholdsvis landvindingslaget og kommunen ønsker at foretage ændringer i de eksisterende forhold omkring drift, nedlæggelse eller udvidelse/reduktion. VL er vandløbsloven.

Ønske fra	Vejlby-Egå Enge Landvindingslag	Aarhus Kommune
Ønske om		
Ændret drift	Ændret drift i form af fx retningslinjer for hvornår, der skal pumpes. Kræver at det kan holdes inden for vedtægterne	Forudsætter gennemførelse af sag efter VL
Nedlæggelse	Er beskrevet i vedtægternes § 13 – forudsætter at sagen bringes for landvæsenskommissionen. Forudsætter gennemførelse af sag efter VL	
Udvidelse/reduktion	Forudsætter gennemførelse af sag efter VL	

Der har i forbindelse med både etableringen af Egå Engsø og de nye diger ved Åkrogen været drøftet, at vedtægterne skulle ændres, fordi de gav laget nogle rettigheder og forpligtigelser, som de to projekter angiveligt gik ind og ændrede på. De nye anlæg indgår dog fortsat i landvindingslaget. Der er blot sket en omfordeling af ejerforholdene, idet kommunen ejer en større andel nu end før, og det behøver vedtægterne ikke at blive ændret på baggrund af. I forvejen foretages der jævnligt ændringer i partsfordelingen som følge af udstykning og handel med arealer inden for lagets interesseområde.

Dog vil det give god mening at kigge på landvindingslagets formål, konstruktion og interesseområde, da anlæggelsen af engsøen ændrede det landvindingslagets formål om at afvande dette område.

Ved samme lejlighed kan det undersøges om arealet ved Åkrogen kan udgå af lagets interesseområde, da der er tale om diger, som beskytter mod højvande, og dermed er underlagt en anden lovgivning, nemlig kystbeskyttelsesloven. Det vil gøre det nemmere i fremtiden, hvis der skal søges om f.eks. forhøjelse. Ansvarsforholdene omkring digerne ved Åkrogen er i forvejen uklare.

6.2 Organisering af eventuelle indsatser

Som det fremgår af de ovenstående afsnit, så er klimaudfordringerne i Vejlbj-Risskov meget komplekse, og de forskellige udfordringer hænger delvis sammen og påvirker hinanden. En effektiv klimatilpasning af området kræver derfor et stort overblik samt et indgående indblik i de enkelte mekanismer bag problemstillingerne. På grund af den store kompleksitet vil det ikke være nok at fokusere snævert på enkelte tiltag, da en hurtig løsning et sted i systemet blot kan resultere i større problemer et andet sted. Eksempelvis kan problemer med manglende kapacitet i regnvandsledningerne under skybrud ikke nødvendigvis løses ved lokal nedsivning af tagvand, hvis det blot resulterer i et stigende grundvandsspejl, som efterfølgende vil medføre større overfladiske afstrømning fra grønne arealer. Det er derfor vigtigt, at den viden som indeværende projekt har givet, bliver anvendt i fremtidige projekter. Det er altafgørende for en succesfuld klimatilpasning, at der tænkes i helheder både teknisk, juridisk og økonomisk samt at der indtænkes synergier mellem de forskellige tiltag.

Resultaterne fra indeværende arbejde bør indtænkes i det fremtidige planlægningsarbejde. Her tænkes specielt på udarbejdelse af nye lokalplaner for området samt i forbindelse med behandling af fremtidige byggeansøgninger, hvor det vil være oplagt at indtænke klimatilpasning. I forbindelse med det fremtidige planlægningsarbejde bør den viden, som er dokumenteret i de mange detailrapporter anvendes, og de opstillede hydrologiske modeller for området bør anvendes til yderligere dokumentation.

7 Forslag til yderligere analyser

Der er i projektet foretaget en lang række hydrauliske og hydrologiske analyser med henblik på at få kortlagt risikoen for oversvømmelser forårsaget af vand fra hhv. skybrud, stormflod og kraftig vandføring i Egåen. De mange analyser har forbedret vidensniveauet omkring oversvømmelsesrisici i Vejlbj-Risskov området markant, men har også identificeret nogle forhold, hvor vidensniveauet stadig ikke er helt fyldestgørende. Den manglende viden kan eksempelvis skyldes, at det eksisterende datagrundlag har været for sparsomt men kan også være et resultat af, at der er opstået nye spørgsmål undervejs i processen i takt med, at kendskabet til området er steget. I det følgende vil forslag til yderligere analyser blive præsenteret.

7.1 Vandløbsvand

Der blev i afsnit 5.3 skitseret en række forskellige løsningsforslag til, hvordan risikoen for oversvømmelser fra Egåen kan mindskes i fremtiden. Løsningsforslagene blev dog kun præsenteret på skitseniveau, hvorfor der bør laves mere detaljerede analyser for at dokumentere effekter og konsekvenser.

Vejlbj Egå Enges Landvindingslag har i dag en sluse ved Egåens udløb i havet. Slusen sikrer laget mod indtrængende havvand ved høj havvandsstand, og beskytter dermed store boligområder bag kystdiget mod at blive oversvømmet. Slusens højde er i dag i niveau med de laveste punkter i kystdiget, hvorfor der ved stormfloder er risiko for, at der kan løbe vand over og oversvømme beboede arealer. Derudover er den nuværende opbygning og drift af slusen ikke hensigtsmæssig i forhold til faunaens fri passage i Egåen.

Der er derfor behov for, at forhøje sluseanlægget i forhold til stigende havvandsstand sammenholdt med kystdigets højde. Desuden bør pumpeintervallerne ændres for at forbedre faunapassage. Konsekvenserne heraf skal belyses i forhold til eventuelle konsekvenser for grundvandsstanden i arealerne langs Egåen.

I afsnit 4.3 fremgik det, at pumperne i slusen ved Åkrogen kun lige akkurat har haft kapacitet nok til at klare de største historiske hændelser. Analyserne indikerer dermed, at den nuværende pumpekapaцитet ikke er tilstrækkelig under de fremtidige forhold. Det bør derfor vurderes om problemet skal løses med større pumper, højere acceptabel vandstand i Egåen og Egå Engesø eller ved periodevis oversvømmelse af Hede Enge.

På den baggrund bør det fremadrettet vurderes, hvordan problemet med manglende kapacitet i Egå-systemet kan løses. F.eks. om der skal anvendes større pumper i slusen, accepteres højere vandstande i Egåen/Egå Engsø eller tillades periodevise oversvømmelser af Hede Enge eller, om helt andre tiltag skal undersøges. Der er samtidig behov for at forhøje sluseanlægget ift. stigende havvandsstand. Forhøjelsen bør foretages i forbindelse med en eventuel forhøjelse af kystdiget.

Videns grundlaget for vandføringer i de enkelte større tilløb til Egåsystemet er ret begrænset, da der kun findes en målestation med kontinuerte vandføringer i Egåen. Bedre monitoringsdata i tilløbene til Egåen vil dels kunne bruges til at overvåge udviklingen i området og dels til at finkalibrere den koblede vandløbsmodel samt den tidligere opstillede grundvandsmodel. Flere hydrometriske målestationer i Egåsystemet vil dermed kunne give stor værdi i fremtiden, hvis der igen skal laves lignende analysearbejde eller i særdeleshed, hvis der skal detailprojekteres klimatilpasningstiltag.

Der er tidligere udarbejdet en skitserapport om mulighederne for at tilbageholde vand i oplandet til Egåsystemet med henblik på at reducere risikoen for oversvømmelser i området ved Vejlbj-Risskov. Indeværende projekt har øget vidensniveauet omkring Egå-systemet betydeligt i forhold til tidligere, og dermed er der grundlag for en nærmere analyse af mulighederne for at tilbageholde vand i oplandet.

Nedenfor er forslag til fremtidige undersøgelser listet på punktform:

- Opdateret model til beregning af dimensioneringsgrundlag for større pumper i slusen ved Åkrogen
- Vurdering af en ombygning af slusen samt ændret pumpe- og slusestyring med henblik på bedre sikring mod oversvømmelse ved stormflod, bedre faunapassageforhold gennem slusen og samtidig sikre tilfredsstillende vandstand i Egåens nedre løb i forhold til områdets grundvandsstand.
- Opsætte hydrometriske målestationer i de store tilløb til Egå-systemet, så der kan fremskaffes bedre viden om afstrømningen fra de enkelte deloplande og byområder
- En mere detaljeret analyse for tilbageholdelse af vand i oplandet til Egåsystemet

7.2 Grundvand

Det terrænnære grundvand bør fortsat overvåges, da vandspejlet meget sandsynligt stiger på længere sigt bl.a. som følge af et generelt stigende havspejl og variationer i nedbøren og Egåens vandføring.

Det urbane vandsystem er som tidligere beskrevet, meget afhængig af grundvandsforholdene. De eksisterende spildevandskloakerede områder kan kun nedsive regnvand, så længe grundvandsstanden er under eksisterende nedsivningsanlæg. Forværrede nedsivningsforhold kan betyde, at der f.eks. skal investeres i et nyt regnvandssystem.

Det anbefales derfor, at fortsætte monitoringen af det terrænnære grundvand langs kysten og ådalen ved Vejlbj-Risskov med henblik på at få en bedre forståelse af det hydrologiske system. Viden og data fra de 15 monitoringsboringer kan med fordel suppleres med viden og data fra gamle bygge- og anlægsprojekter, hvor der findes geologiske beskrivelser af boreprofiler samt loggede ligevægtsvandspejl. Samlet set vil en sådan dataserie have meget stor værdi som kalibreringsgrundlag for en opdatering af "Egåmodellen".

Der er ligeledes brug for at få en bedre forståelse af det terrænnære grundvand inden for området, samt få bedre styr på vandudvekslingen mellem vandløb, hav og de terrænnære magasiner.

En opsummering af anbefalinger til fremtidige undersøgelser er listet nedenfor:

- Fortsat monitoring af det terrænnære grundvand langs kysten og i ådalen for at få forbedret forståelsen af det hydrologiske system

- Indsamling af mere viden fra både nye og gamle bygge- og anlægsprojekter herunder boringsdata med henblik på blandt andet at vurdere nedsvivningskapaciteten i området. Disse data kan forbedre eventuelle kommende klima og risikomodelleringer
- Nærmere vurdering af hydraulisk kontakt mellem åen, havet og de terrænnære magasiner så data kan forbedre eventuelle kommende klima og risikomodelleringer
- Opdatering af potentialekort for det terrænnære grundvand i indsatsområdet
- Vurdering af konsekvenserne for veje o.lign. af højerestående grundvand

7.3 Skybrud

Analysen har vist, at der opstår oversvømmelser en række steder i projektområdet. Der er i tidligere afsnit præsenteret løsningsforslag på en række eksempler på de største oversvømmelser. Der er dog behov for en nærmere analyse af, om særligt de mindre oversvømmelser reelt vil give problemer. Opløsningen af højdemodellen kan bl.a. betyde, at beregnede oversvømmelser af ejendomme i simuleringerne, reelt ikke forekommer, fordi de er beskyttet af en kantsten. Oversvømmelserne og løsningsmulighederne bør derfor gennemgås på vejniveau evt. i forbindelse med anlægsprojekter i området, så denne viden løbende opdateres.

Inden analysen foretages på vejniveau, bør afløbsmodellen endvidere opdateres og opkvalificeres. Dels i forhold til ledningsdata, men der er også usikkerheder omkring nedbør og beskrivelsen af afstrømning fra grønne arealer. Et bedre kendskab til hydrologien og funktionen af ledningssystemet kan være med til at forbedre modellen. Der mangler bl.a. historiske data om oplevede problemer ved kraftige nedbørs hændelser, som modellen kan kalibreres med. Derudover er der også tvivl om, hvorvidt der findes vejvandsledninger på en række af de private veje i de spildevandskloakerede oplande i Vejlbj Fed.

En nærmere gennemgang af området samt vandstands- og vandføringsmålinger på regnvandssystemet kan bidrage med yderligere viden. En sådan gennemgang kan evt. suppleres med viden fra beboerne i området omkring oplevede oversvømmelser.

Der skal her gøres opmærksom på, at en del af truslen fra skybrudsvand kommer fra et højereliggende område af Risskov. Der er i disse år ved at blive separatkloakeret i dette område, og det foreslåede system er også indarbejdet i skybrudsmodellen. Indtil separatkloakeringen er gennemført, kan det skabe nogle måleproblemer, da hele oplandet ikke nødvendigvis er koblet på regnvandsledningerne og bassinerne ikke er færdiggjorte.

Oversvømmelsesberegningerne kan desuden indgå i en cost-benefit analyse (EAD-beregninger), hvor der kan gives et bud på, hvad der samfundsøkonomisk kan betale sig at investere i af klimatiltag i projektområdet.

Nedenfor er forslag til fremtidige undersøgelser listet på punktform:

- Opdatering af skybrudsmodellen, med henblik på at opdatere og verificere modelberegningerne med historiske data. Mere detaljerede undersøgelser med prioritering af de mange mindre og mellemstore oversvømmelser i området. En opdateret model kan løbende anvendes i forbindelse med f.eks. anlægsprojekter/planer i området. samt
- Cost-benefit analyse på klimatiltag.

7.4 Stormflod

Umiddelbart ikke behov for yderligere analyser. I første omgang bør arbejdet med at sætte kontraklapper i udløbsledninger i diget færdiggøres og processen med eventuelt at forbedre diget igangsættes i samarbejde med digelaget. Eventuelt kan der udarbejdes en styrkevurdering af diget for at målrette indsatsen med at forbedre det.

8 Referencer

- /1/ Aarhus Kommune, 2017: Klimaprojekt Vejlbj-Risskov, Landvindingslag
- /2/ Vedtægt for Vejlbj - Egå enges landvindingslag, 1957
- /3/ Aarhus Kommune, 2017: Klimaprojekt Vejlbj-Risskov, Kystdige
- /4/ Aarhus Kommune, 2017: Klimaprojekt Vejlbj-Risskov, Grundvand
- /5/ Danmarks Meteorologiske Institut, 2016: Fremtidige klimaforandringer i Aarhus. DMI kunderapport
- /6/ Aarhus Kommune, 5. september 2017: Notat om sikring mod tilbagestuvning ved højvande ved Risskov
- /7/ EnviDan, 19. maj 2017: Klimatilpasning i Vejlbj-Risskov, Rapport
- /8/ Orbicon, juni 2012: Klimascenarie Egå Model
- /9/ Aarhus Kommune, marts 2017: Tekniske løsninger for kystdiget
- /10/ Orbicon, 2012: Vandtilbageholdelse i oplandene til Egå og Aarhus Å systemerne
- /11/ COWI, 2014: Skybrudsveje for 3 områder i Risskov, Rapport