

Notat

Projektnavn	Nordfyns Kommune – Bogense Kystbeskyttelse og klimatilpasning
Kunde	Nordfyns Kommune
Projektleder	Camilla Merkel
Projektnummer	1311900146
Dokument ID	Supplerende undersøgelse af Magasinering/pumpeydelse ved T5
Til	Nordfyns Kommune
Udarbejdet af	Jørn Torp Pedersen
Kvalitetssikret af	Gunnar Peter Jensen
Godkendt af	CORP
Version	1.0
Versionsdato	05-10-2020
Første udgivelsesdato	05-10-2020

Indhold

1.	Baggrund	3
2.	Analyse	5
2.1	Tilgængeligt volumen	5
2.2	Nødvendigt volumen	9
2.3	Nødvendig pumpeydelse ved Bogense Vesterenge	10
2.3.1	Supplerende undersøgelse	10
3.	Referencer	11

1. Baggrund

Orbicon|WSP har i forbindelse med forundersøgelser foretaget under projektet "Nordfyns Kommune – Kystbeskyttelse og Klimatilpasning" foretaget beregninger til anvendelse ved håndtering af bagvand (1/1). Beregningerne viser dels, hvilke pumpeydelse der skal etableres ved pumpestationer for at håndtere tilstrømningen fra baglandet ved forskellige gentagelsesperioder og dels, hvilket magasineringsvolumen der skal bringes i spil, hvis vand i stedet magasineres ved opstrøms for pumpestationerne under højvande. I 1/1 er der således regnet på "enten/eller" løsninger forstået på den måde, at der ENTEN etableres pumpeydelse der er store nok (og dermed ingen magasinerings) ELLER etableres magasineringsløsninger opstrøms for pumpestationerne (og dermed ingen pumpeydelse).

Nordfyns Kommune har efterfølgende bedt Orbicon|WSP foretage supplerende beregninger for kombinationen af magasinerings og pumpeydelse. I første omgang er der aftalt, at der regnes et testeksempel som beskrevet nedenfor (fra referat af møde d. 19/8-2020):

Testeksemplet regnes for den alternative løsning rapportere i "Designgrundlag – Bogense Diger", hvor oplandet til Fogense Enge er lagt sammen med Bogense Vesterenge anvendes som magasineringsvolumen.

Testeksemplet regnes som en simpelregnearksberegning: Når magasineringsvolumenet er opbrugt regnes på pumpekapaciteten til udløb ved Bogense Enge. Områder til oversvømmelse/magasinerings findes i pumpeens i nærheden, hvor vandet ikke skal transporteres. Der benyttes tal fra forundersøgelsen for nødvendigt magasineringsvolumen ved T5. Pumpeydelsen findes som forskellen mellem nødvendigt magasineringsvolumen og tilgængeligt magasineringsvolumen divideret med varighed af højvandet. Varigheden af højvandet er belyst i forundersøgelsen.

Orbicons ydelser er således:

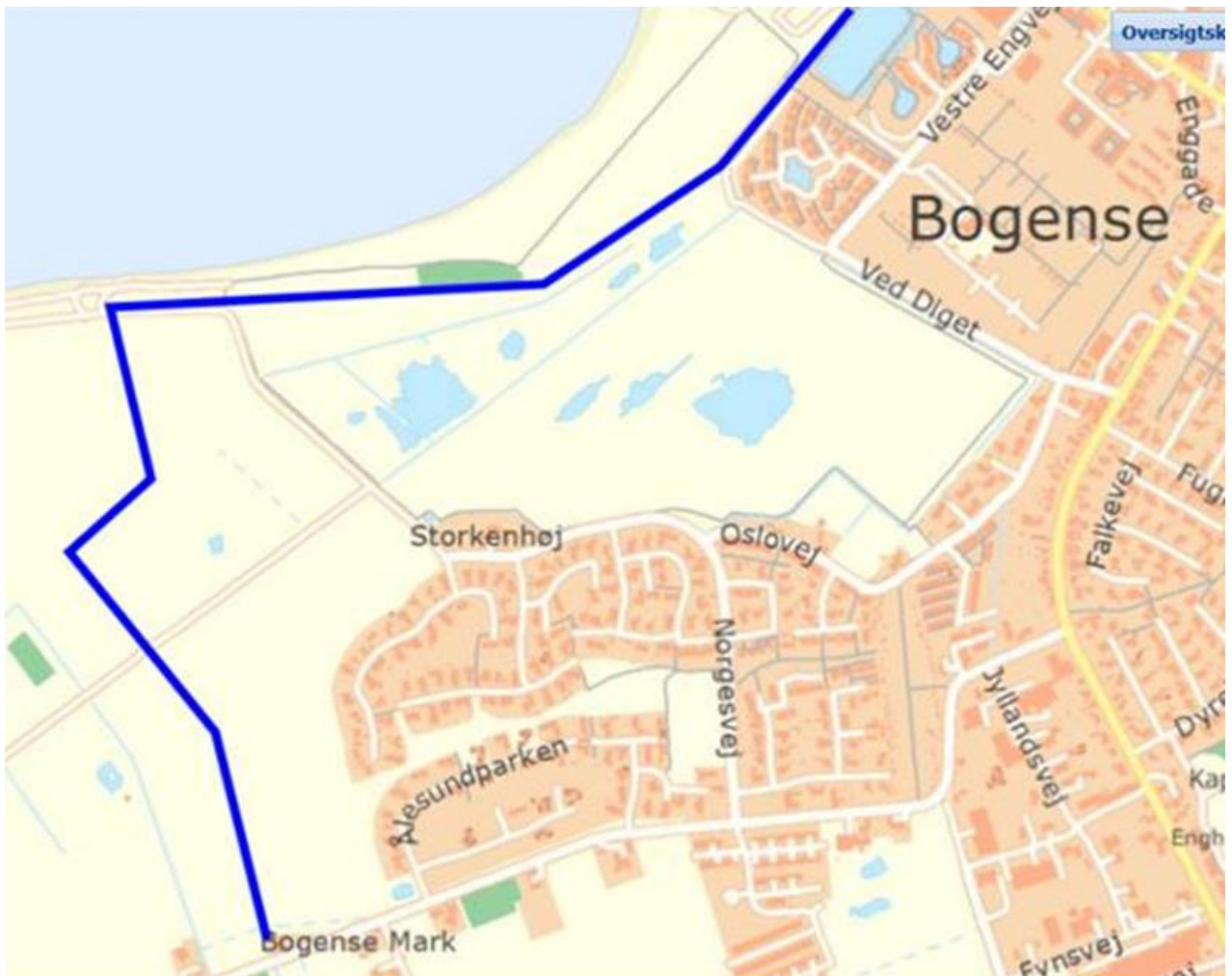
- *Analyse af højdemodel til belysning af tilgængeligt magasineringsvolumen ved Bogense Vesterenge.*
- *Beregning af nødvendigt magasineringsvolumen ved T5 afstrømningshændelse (inkl klimafaktor) ved sammenlægning af pumpeoplande Bogense Vesterenge og Fogense*
- *Beregning af, hvilken pumpeydelse ved Bogense Vesterenge, der netop resulterer i, at der pumpes så meget vand ud ved Bogense Vesterenge så Nødvendigt Magasineringsvolumen = Tilgængeligt Magasineringsvolumen*

Nordfyns kommune har efterfølgende pr mail af 21/8-2020 oplyst, at der ikke er planer for kommende udstykninger inden for den i Figur 1 røde polygon, hvorfor der kan findes magasineringsvolumen her.



Figur 1. Nordfyns Kommune oplyser, at der ikke er planlagt nye udstykninger inden for den røde polygon.

Endvidere gør Nordfyns Kommune opmærksom på, at Landkanalen nord for pumpestationen er beskyttet, og at den derfor ikke må anvendes til magasinering. Nordfyns Kommune gør endvidere opmærksom på, at dette vandløb allerede i dag "aflaster" til det pumpede område mod syd. Aflastningsbidraget er ukendt, og ikke inkluderet i nærværende analyse. Aflastningen forekommer formentlig ved højvande, hvor der sker tilbagestuvning i Landkanalen. Det er (blandt andet) derfor i /1/ foreslået, at der etableres en pumpestation ved udløbet ved Vestergade. Såfremt denne etableres forventes det, at Landkanalen ikke længere aflaster til det sydlige område.



Figur 2. Nordfyns Kommune oplyser, at Landkanalen (blå linje) er beskyttet, og ikke må anvendes til magasinerings.

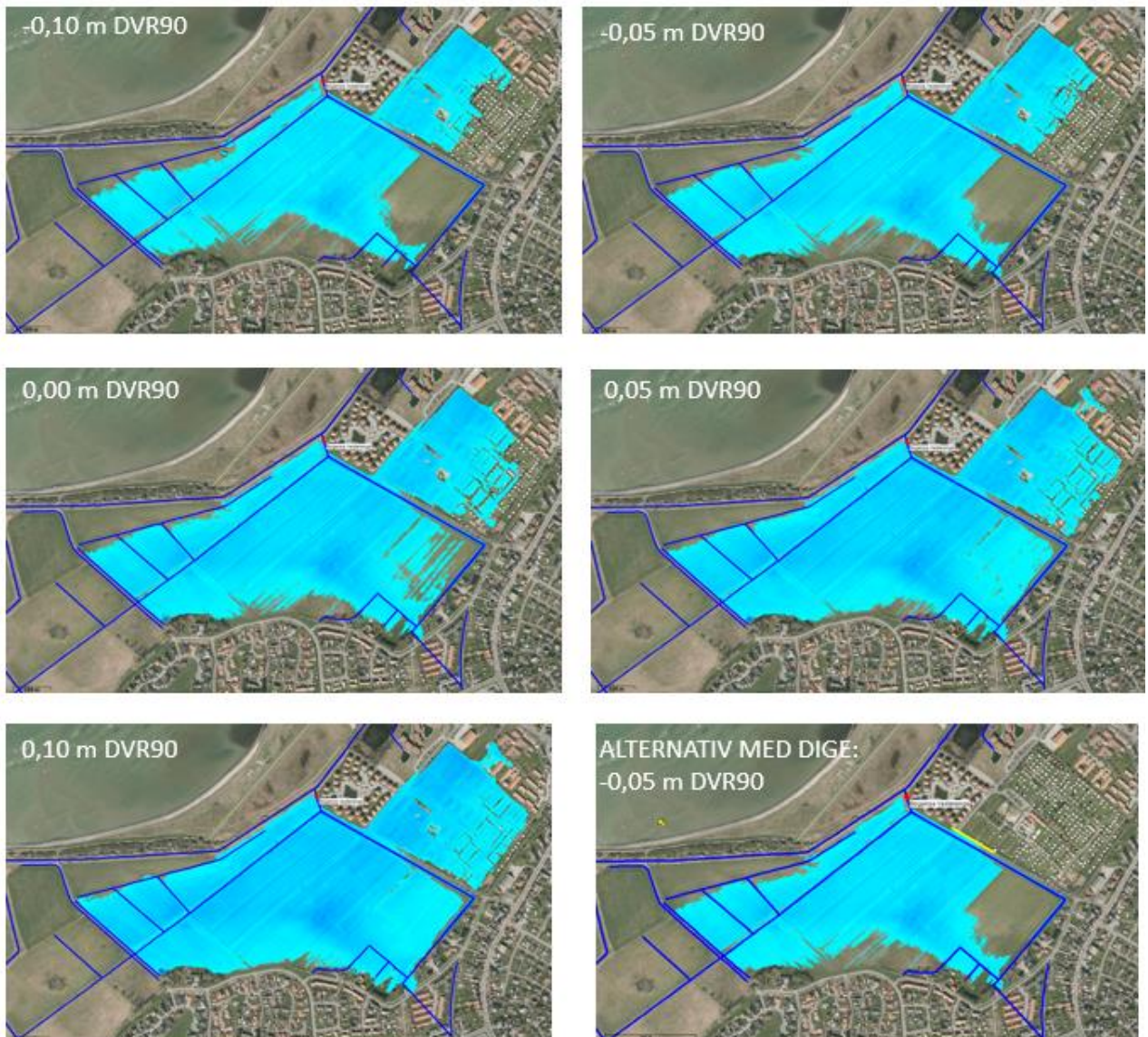
2. Analyse

2.1 Tilgængeligt volumen

Figur 3 (bemærk at figuren strækker sig over to sider) viser vandudbredelsen på magasineringsområdet ved forskellige vandstande. Analysen er foretaget pba. Danmarks Digitale Højdemodel (2018) i 40 cm opløsning.

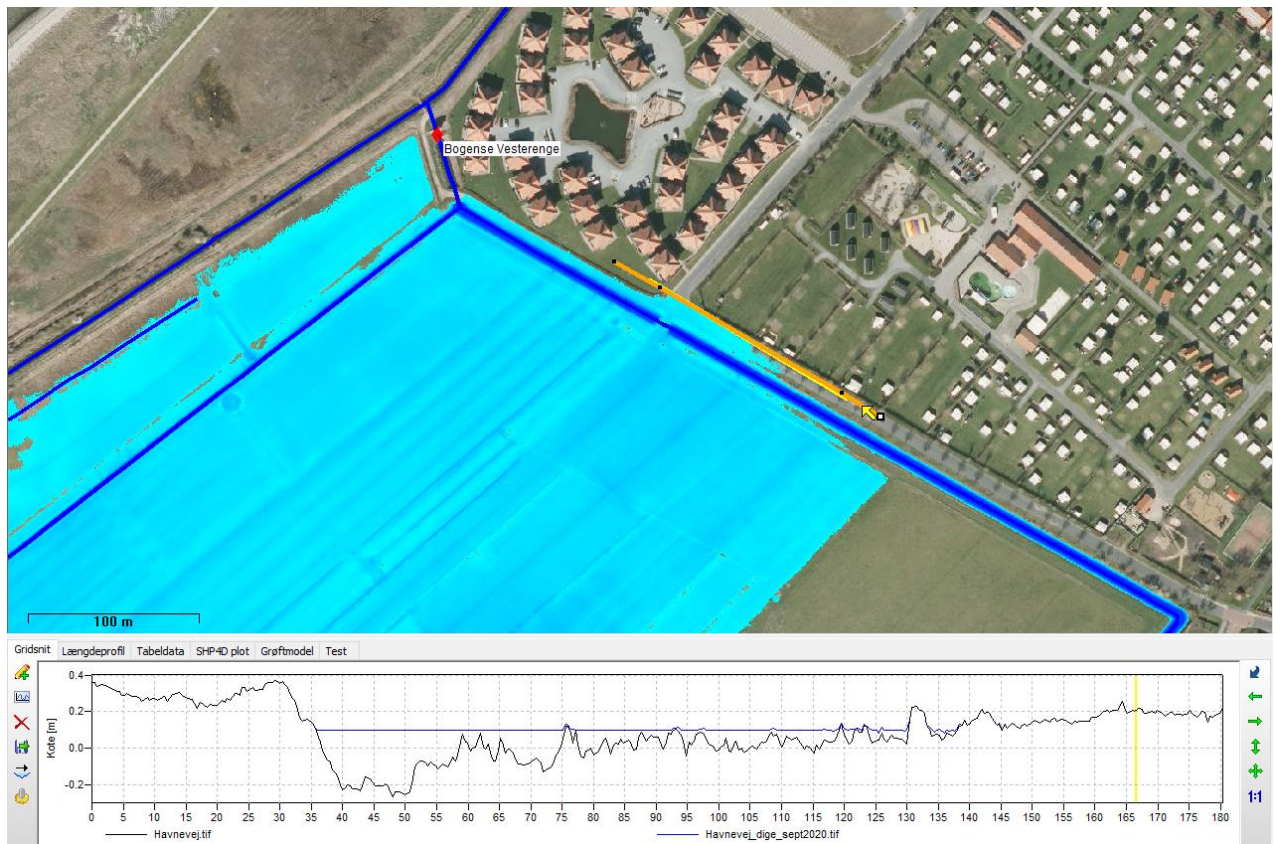
Det fremgår, at vand trænger ind i boligområdet mod nordøst ved vandspejlskoten -0,20 m DVR90. Når vandstanden når op omkring kote 0,00 m DVR90 er der ligeledes oversvømmelse ud af området mod sydøst.





Figur 3. Udbredelse af vand opstrøms for pumpestationen Bogense Vesterenge (rød prik på figurene) ved forskellige vandstand. Bemærk, at figuren strækker sig over to sider. Nederste figur til højre viser et alternativ, hvor der skabes mere magasineringsvolumen ved indbygning af dige mod nordøst langs gul linje.

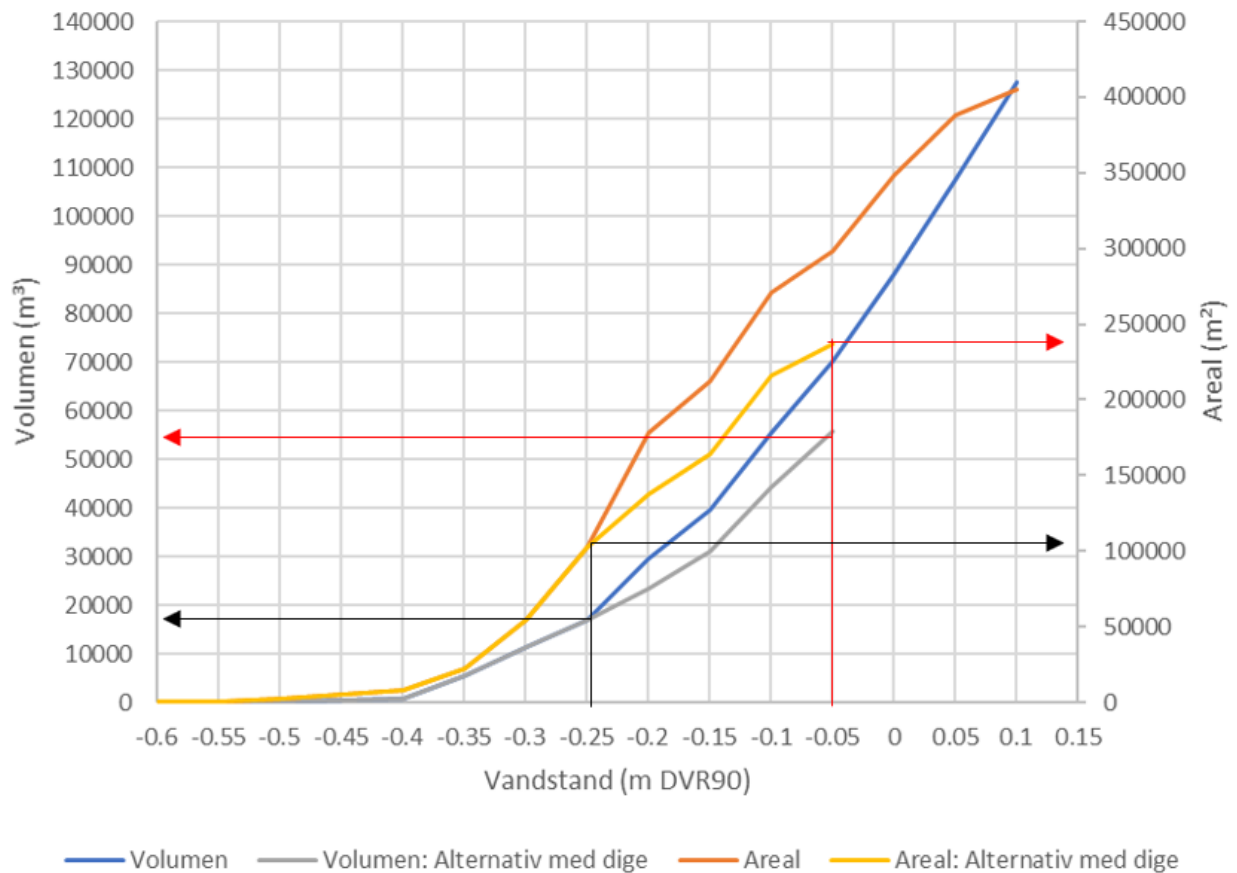
For at forhindre at vand trænger ud i boligområdet mod nordøst er der indlejret en terrænregulering langs den gule streg i figuren nederst til højre i Figur 3 (Alternativ). Terrænregulering hæver terrænet til kote 0,10 m DVR90, som vist i Figur 4. Den resulterende oversvømmelse med dette dige til kote -0,05 m DVR90 er vist i Figur 3 nederst til højre.



Figur 4. Terrænregulering langs gul streg, hvor terrænet hæves op til 25 cm til kote 0,1 m DVR90.

Figur 5 viser hypsografer for det eksisterende terræn og for det modificerede terræn, med terrænreguleringen. Med det eksisterende terræn kan der opstaves vand på marken til kote -0,25 m DVR90, svarende til et volumen på 16.862 m³ ved et vanddækket areal på 102.423 m² (ca 10 ha).

Foretages terrænreguleringen kan der opstaves vand til kote -0,05 m DVR90, svarende til et magasineringsvolumen på 55.788 m³ ved et vanddækket areal på 237.029 m² (ca 23 ha).



Figur 5. Hysografer. Sorte linjer og pile viser tilgængeligt magasineringsvolumen og vanddækket areal på eksisterende terræn, mens røde streger og pile viser tilgængeligt magasineringsvolumen og vanddækket areal efter terrænregulering mod nordøst.

2.2 Nødvendigt volumen

Ved sammenlægning af oplandene til Bogense Vesterenge (2,13 km², jvf /1/) og Fogense Enge (2,24 km², jvf /1/), vil det samlede opland til pumpestationen Bogense Vesterenge fremover udgøre 4,37 km². I /1/ er afstrømningen ved forskellige gentagelsesperioder i dag, samt om 50 år, opgjort. Ved en 5 års hændelse er afstrømningen i dag 33,4 l/s/km² (=146 l/s fra 4,37 km²), mens afstrømningen ved T5 om 50 år er 35,4 l/s/km² (=155 l/s fra 4,37 km²).

I /1/ er nødvendige pumpeydelse og magasineringsvolumener gjort afhængige af højvandets varighed, idet det er beregnet, i hvor lang en periode vand ikke kan strømme ud af vandløb af sig selv ved gravitation. For pumpestationen ved Bogense Vesterenge er denne analyse ikke relevant, da den ligger så lavt, at AL vand skal pumpes bort. Pumpeydelse og nødvendigt magasineringsvolumen er således uafhængigt af vandstanden i havet, og alene afhængig af varigheden af afstrømningshændelsen. Da afstrømningsstatistikken er baseret på døgn middel vandføringer, vil der altså som gennemsnit gennem et døgn i dag tilstrømme 146 l/s (=12.611 m³/døgn) ved en 5 års hændelse, mens der om 50 år i gennemsnit vil tilstrømme 155 l/s (=13.366 m³/døgn).

2.3 Nødvendig pumpeydelse ved Bogense Vesterenge

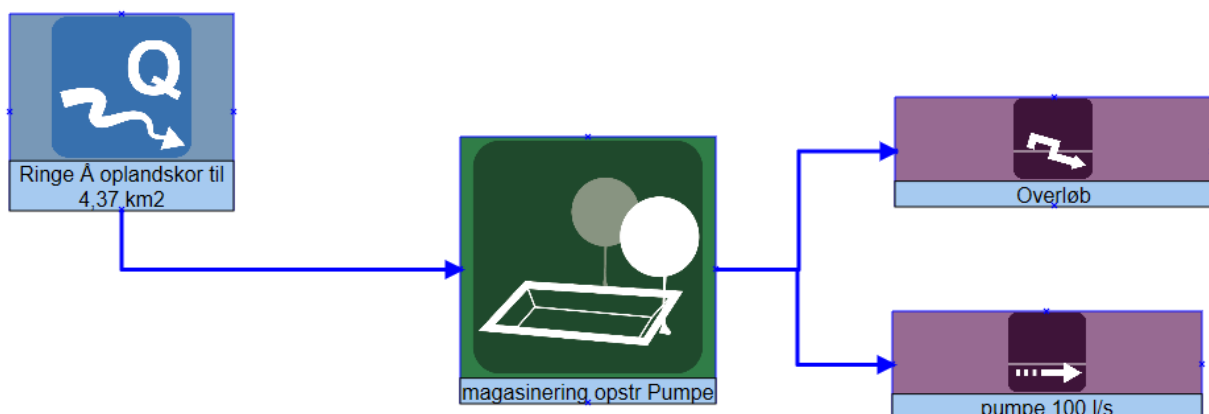
Sammenholdes det tilgængelige magasineringsvolumen i afsnit 2.1 med det nødvendige magasineringsvolumen ved en 5 års hændelse i afsnit 2.2 fremgår det, at det godt kan lade sig gøre at magasinere 5 års hændelsen både i dag og om 50 år opstrøms for pumpestationen ved Bogense Vesterenge, også selv om der ikke foretages terrænregulering mod nordøst.

Det er i denne analyse forudsat, at landkanalen IKKE aflaster til magasineringsområdet, og at varigheden af 5 års hændelsen er et døgn. Gyldigheden af sidstnævnte antagelse undersøges nedenfor i afsnit 2.3.1. Endvidere er det forudsat, at der skabes en forbindelse mellem vandløbet opstrøms for pumpestationen ved Bogense Vesterenge og magasineringsvolumenet på marken, således at vand uhindret kan løbe ind på marken og tilbage til vandløbet igen.

2.3.1 Supplerende undersøgelse

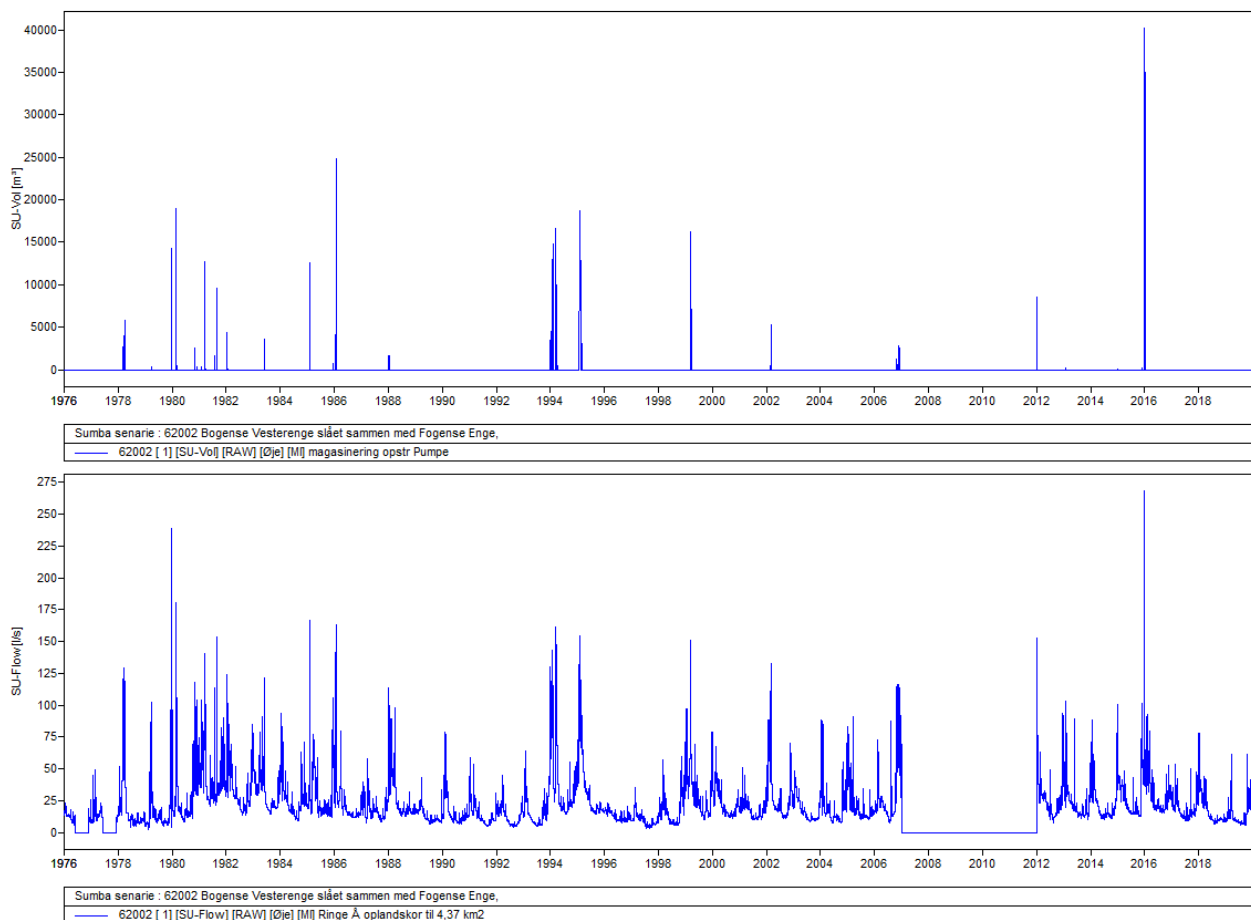
At 5 års hændelsen kan magasineres opstrøms for pumpestationen ved Bogense Vesterenge – også efter sammenlægningen med oplandet til Fogense Enge – betyder naturligvis ikke, at pumpestationen kan nedlægges. Som nævnt, kan vandet ved pumpestationen ikke afledes ved gravitation, og der er derfor behov for en pumpe der, som Nordfyns Kommune overvejer, leder direkte til havet, eller til Landkanalen. Landkanalen bør ligeledes forsynes med en pumpestation (eller magasineringsvolumen) ved udløbet, som beskrevet i /1/, for at sikre at baglandet kan afvandes også under højvandsituationer.

Der er foretaget en tentativ dimensionering af pumpestationen ved Bogense Vesterenge efter sammenlægningen med oplandet til Fogense Enge. Dimensioneringen er foretaget ved at beregne opstuvningsvolumen opstrøms for pumpestationen i Orbicons|WSPs boksmodel SUMBA. Input til modellen er vandføringer målt ved St 43.03 Ringe Å (opland 28,02 km²), nedskaleret til det fremtidige sammenlagte opland ved Bogense Vesterenge (4,37 km²). Målte døgnmiddel vandføringer multipliceres således med en skaleringsfaktor på $4,37/28,02=0,159$. Pumpeydelsen ved Bogense Vesterenge er i den tentative analyse sat til vintermedianmaks (2 års hændelse), der for det sammenlagte opland vil udgøre 23 l/s/km² (jvf /1/), svarende til 100 l/s fra 4,37 km². SUMBA modellens opsætning er vist i Figur 6. Modellen kører (på minut basis) fra 1976 til 2019 (dog med hul i tidsserie for perioden 2007-2012, jvf /1/, således at der reelt er 37 års data). Modellen vil dermed tage højde for evt. koblede hændelser, herunder førhøjede vandføringer i dagene omkring større hændelser.



Figur 6. SUMBA model.

Resultatet af modellen ses i Figur 7. 4 gange i løbet af de 37 års simulering er der (i dag) behov for et volumen der er større end de 16.800 m³, der med det nuværende terræn kan findes opstrøms for pumpestationen, hvis pumpestationen pumper med 100 l/s. Analysen viser endvidere, at der med den simulerede pumpeydelse vil være nogle år, hvor magasineringsvolumen er i brug flere gange, mens det andre år ikke kommer i spil.



Figur 7. Resultat fra SUMBA model. Øverst vises nødvendigt magasineringsvolumen opstrøms for Pumpestationen i perioden 1976-2019 hvis der pumpes med 100 l/s. Nederst ses vandføringen til pumpestationen i samme periode.

3. Referencer

1: Bogense Diger. Notat forundersøgelser – designgrundlag. Rapport udarbejdet af Orbicon A/S for Nordfyns Kommune, 24-04-2020