

16. NOVEMBER 2022



Vandspejlsberegninger til vurdering af stigbordshøjder i Holmen

AGROHYDROLOGERNE ApS

CVR 41094176

Markstien 2, 4640 Faxe

Udarbejdet for:	Sagsansvarlig Allan Ambrosius Kristensen Kalundborg Kommune Plan, Byg & Miljø Holbækvej 141 B 4400 Kalundborg Tlf: 59 53 52 19 E-mail: alkr@kalundborg.dk Web: www.kalundborg.dk
Udarbejdet af:	Jacob Gudbjerg, Morten Halkjær Olsen og Robert Nøddebo Poulsen Agrohydrologerne (Spectrofly ApS) CVR nr. 41094176 Markstien 2, 4640 Faxe Tlf: 50 10 03 03 E-mail: info@agrohydrologerne.dk Web: www.spectrofly.dk
Status:	Åben
Dato:	16. november 2022
Version	1.0

1 INDHOLDSFORTEGNELSE

1	Indholdsfortegnelse.....	2
2	Baggrund.....	3
2.1	Vandløbet Holmen.....	3
3	Scenarier.....	4
3.1	Basisscenarie (scenarie 1).....	4
3.2	Scenarie ”opmåling 2018”	5
3.3	Scenarie ”stigbord”	6
4	Stigbordskoter	8
5	Konklusion	9
6	Referencer	10

2 BAGGRUND

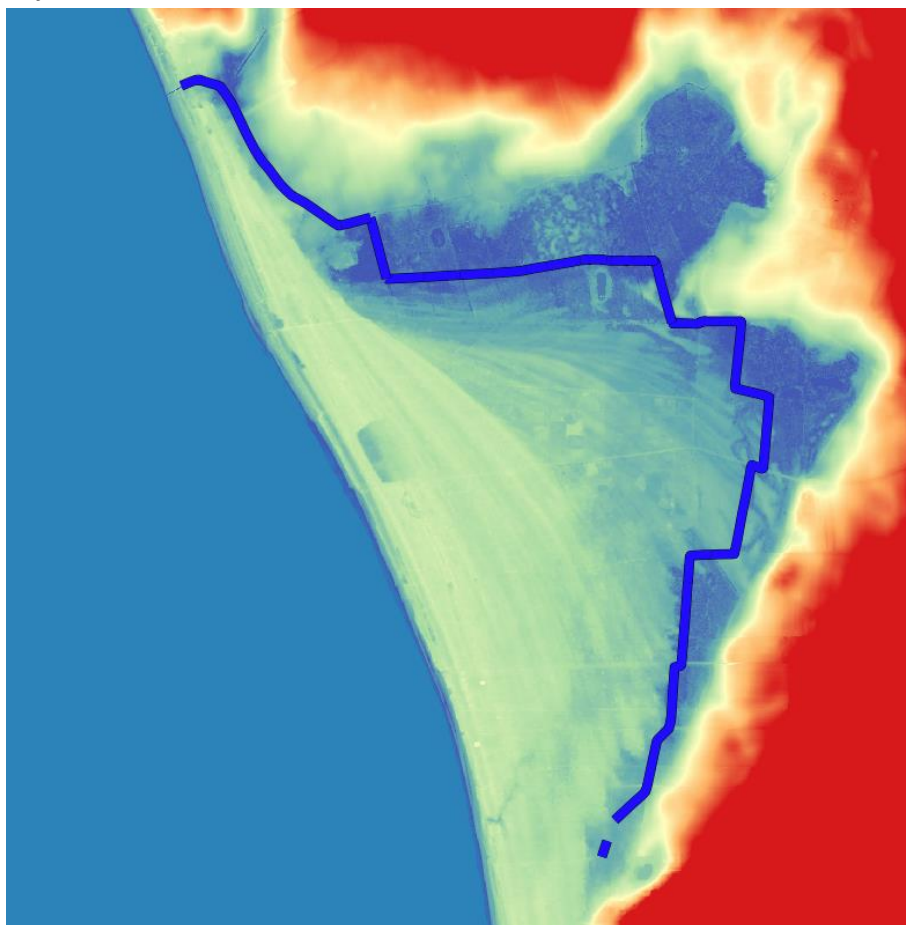
Kalundborg Kommune har givet et opdrag om at få foretaget en vurdering af forskellige stigbords-koter i forbindelse med etablering af en pumpestation ved Holmen. I 2015 opstillede Agrohydrologerne en vandløbsmodel baseret på regulativet, som blev benyttet til at vurdere forskellige scenarier. Modellen er blevet opdateret, og danner udgangspunkt for de vandspejlsberegninger, som fremgår af dette notat. For beskrivelse af modelopstilling henvises der til det tidligere notat "Vandspejlsberegninger for Holmen" af 11. november 2015. Her findes desuden beskrivelser af kalibrering/validering af modellen, og af de sensitivitetsanalyser, som er udført på modellen.

For vandspejlsberegningerne i dette notat, er det beskrevet, hvilken model/scenarie fra "Vandspejlsberegninger for Holmen" af 11. november, der er taget udgangspunkt i. Er der foretaget ændringer i modelopstillingen eller af afstrømningsparametre, vil det også fremgå.

Alle højder (vandstande og terræn) er i nærværende rapport angivet i DNN, som er benyttet i regulativet og ikke DVR90.

2.1 VANDLØBET HOLMEN

Holmen er et lille vandløb på ca. 4 km der afvander et areal på ca. 6 km². Vandløbet har et begrænset fald, da terrænet er meget fladt, se Figur 1. Holmen løber i en lavning med terrænkoter omkring kote 1 m. Mod kysten er der et sommerhusområde, hvor terrænet er omkring 2-3 m. Ved udløbet til Storebælt findes et højvandslukke.



Figur 1. Terræn omkring Holmen. Blå er under 2 m, grøn er 3 m og rød er over 10m.

3 SCENARIER

I rapporten "Vandspejlsberegninger for Holmen" af 11. november 2015, er der i afsnit 5 "Sensitivitetsanalyse" undersøgt følsomheden i parametrene afstrømning, Manning-tal og havvandstand (i Storebælt) og deres indflydelse på de beregnede vandstande i Holmen. Parametrene er afsøgt inden for et relativt stort og varierende spænd. Det er blandt andet gjort med henblik på at finde et realistisk og repræsentativt parameter-sæt, som kan benyttes til at sammenligne de forskellige scenarier fremstillet i nærværende notat. Parametrene i et basisscenarie og et worst-case scenarie er fastsat på følgende måde:

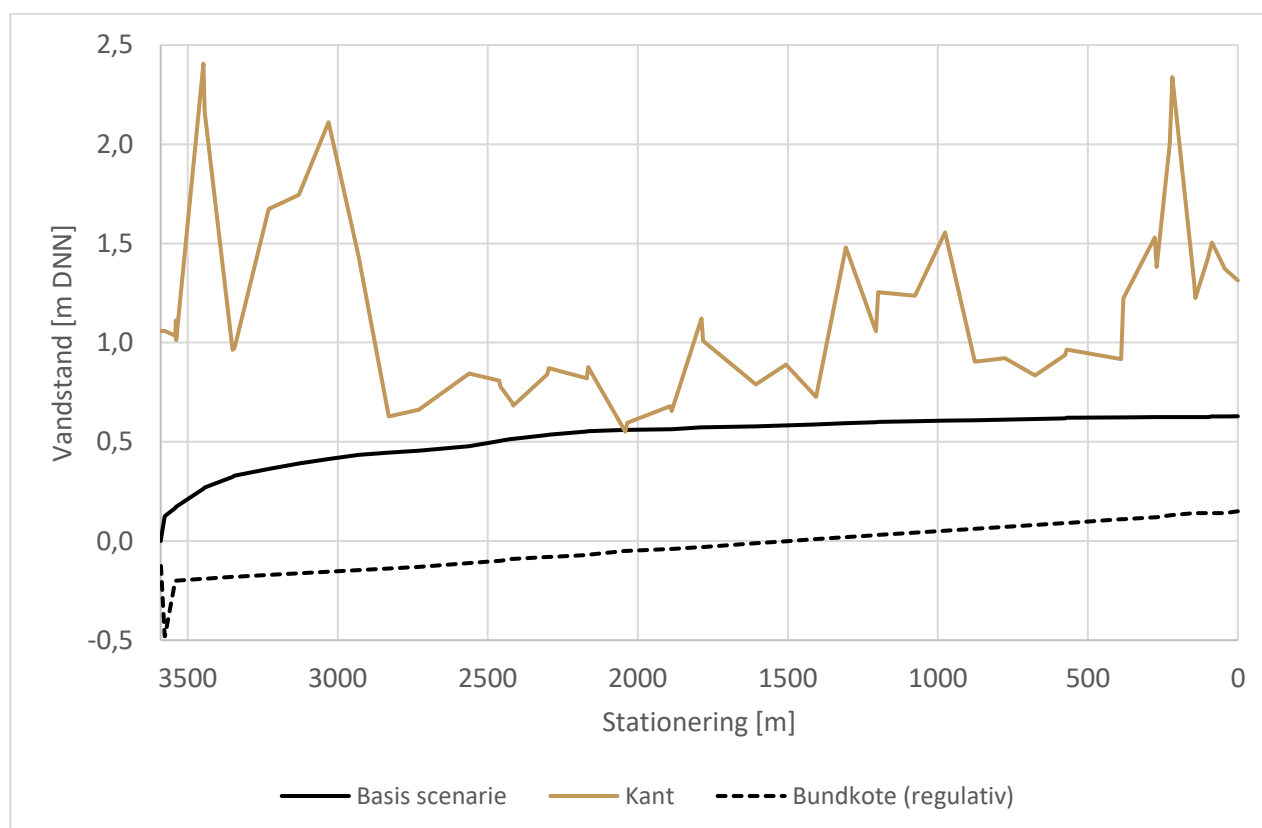
Tabel 1 Oversigt over parameterværdier for udvalgte modelvariable i basisscenarie og worst-case scenarie

Parameter	Basisscenarie	Worst-case scenarie
Afstrømning	15 l/s·km ²	50 l/s·km ²
Manning-tal	12*	4
Havvandstand	0	1

*(svarende til vintersituation eller nyskåret grøde)

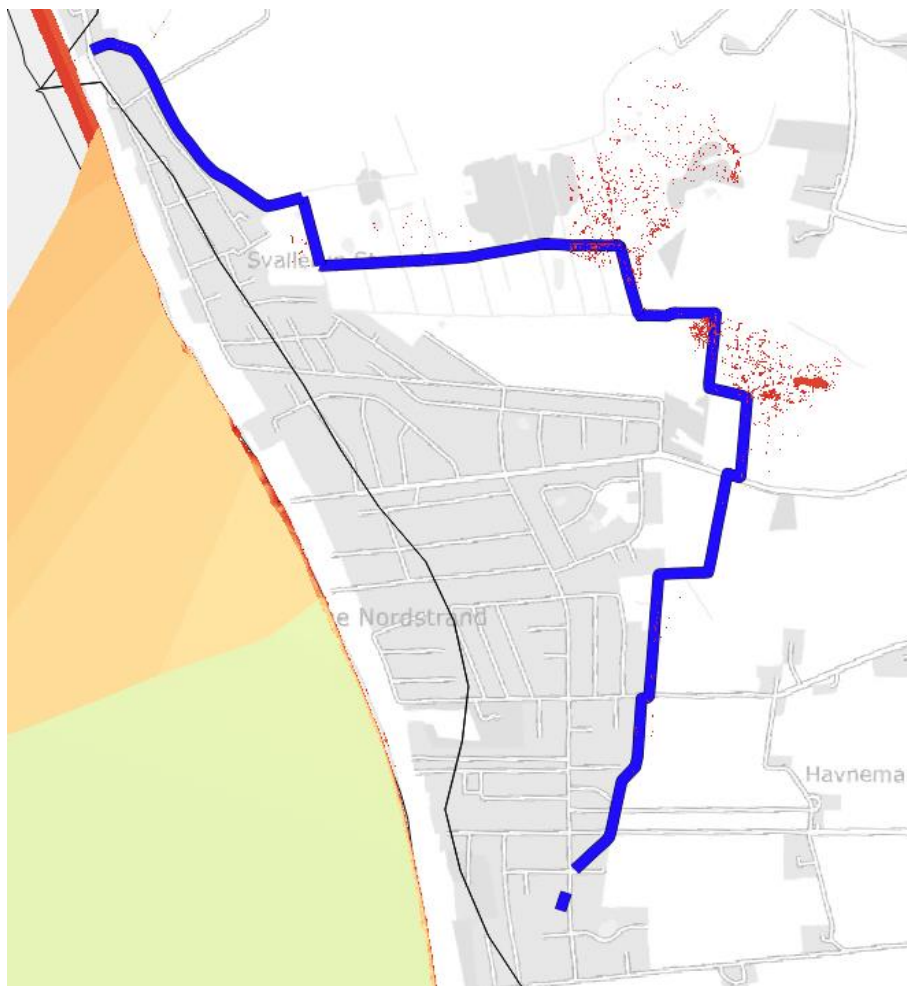
3.1 BASISSCENARIE (SCENARIO 1)

Basisscenariet repræsenterer den aktuelle situation, hvor udløbsrøret netop er blevet rensat. Figur 2 viser den beregnede vandstand i et tværprofil sammen med vandløbs regulativbund og vandløbskant. Kanten er fundet som det højeste punkt i det 20 m brede tværnit, og er derfor ikke nødvendigvis fuldstændig repræsentativ. Det ses dog tydeligt, at det er strækningen fra station 1500 til ca. station 2700, der er mest udsat for oversvømmelse.



Figur 2. Længdeprofil for den aktuelle situation, scenario 1.

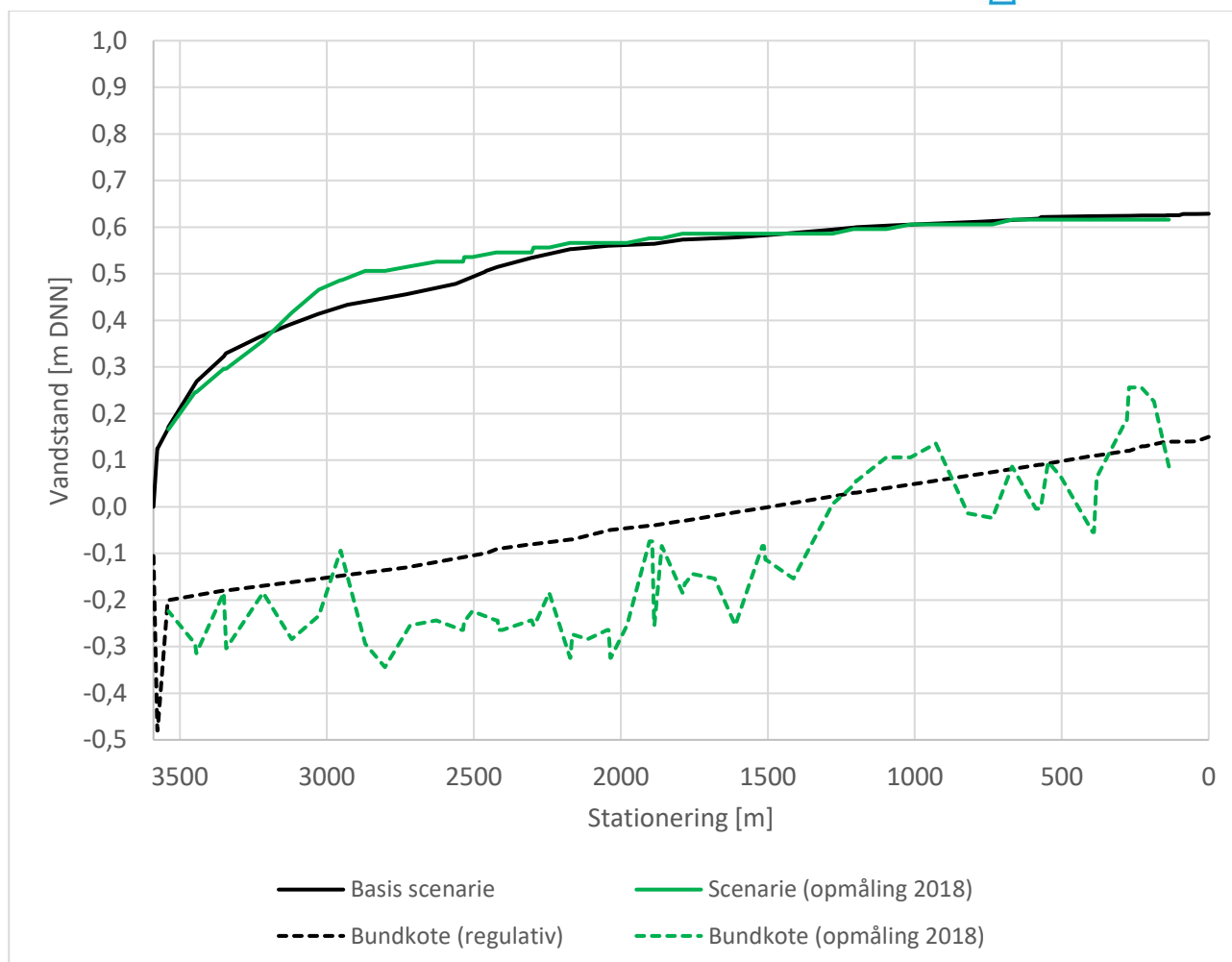
På Figur 3 er der ud fra vandstanden i vandløbet og højdemodellen fundet eventuelle oversvømmede områder. Det ses, at der er enkelte mindre områder med vand på terræn.



Figur 3. Oversvømmede arealer ved basisscenarie (Scenarie 1).

3.2 SCENARIO "OPMÅLING 2018"

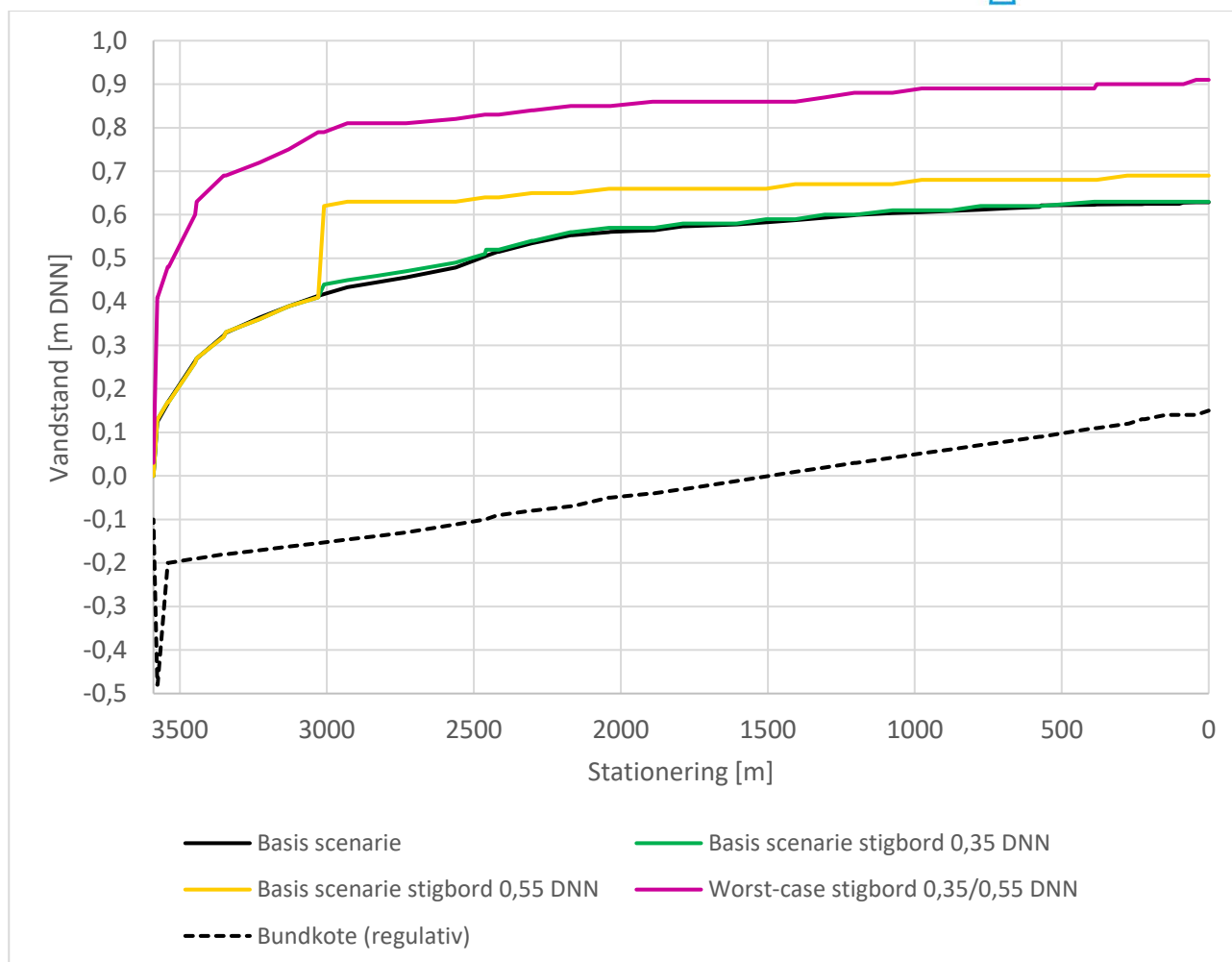
I 2018 blev Holmen kontrolopmålt og data herfor findes i Orbicons/WSP's VASP-format. På basis af disse opmålinger, er der opstillet en HECRAS model, med henblik på sammenligning med basisscenariet, som er baseret på en regulativmæssig skikkelse. I Figur 4 sammenlignes vandspejlsberegninger for de to scenarier, hvor vandløbsgeometrien er baseret på hhv. regulativmæssig skikkelse og opmålinger. Det ses, at de simulerede vandstande ligger tæt på hinanden. På den baggrund vurderes det, at vandløbsgeometrien jf. regulativet er repræsentativt ift. den faktiske opmålte geometri, og at det vil være tilstrækkeligt at basere vurderingen af stigningsbort på den regulativbaserede model i basisscenariet.



Figur 4. Sammenligning af længdeprofiler for vandspejlsberegninger baseret på hhv. regulativmæssig skikkelse og opmålte tværsnit.

3.3 SCENARIO "STIGBORD"

Der er foretaget vandspejlsberegninger med en model, hvor der er indsat et stigningsbord i station 3013 hhv. i kote 0,35 m DNN og 0,55 m DNN. Begge stigningsbords-scenarier er simuleret med udgangspunkt i både basis-scenariet og worst-case-scenariet som beskrevet. Resultater for vandspejlsberegninger er vist i Figur 5. For worst-case-situationen kan der ikke ses forskel på om stigningsbordet sidder i kote 0,35 m DNN eller 0,55 m DNN og der er derfor kun vist et profil, som repræsenterer dem begge.



Figur 5. Længdeprofil med og uden stigbord i forskellige højder ved forskellige afstrømninger.

For basisscenariet ses det, at et stigbord i kote 0,35 m DNN ikke påvirker vandstanden betydeligt, men at et stigbord i kote 0,55 m DNN løfter vandstanden fra stigbordet og opstrøms.

For vandspejlsberegninger i worst-case scenariet, for begge stigbordsniveauer, indstiller der sig i begge tilfælde et vandspejl omkring kote 0,77 m DNN. Det vil sige, at der er betydeligt og tilstrækkeligt gennemstrømningsareal over stigbordet i dybder af hhv. 0,42 m og 0,22 m mellem stigbord og vandspejl. I en sådan situation ses derfor kun begrænset forskel i effekten af de to stigbordskoter, og det vurderes at der ingen eller beskednen vandføringsmæssig betydning er, ift. om stigbordskoten sidder i 0,35 m DNN eller 0,55 m DNN.

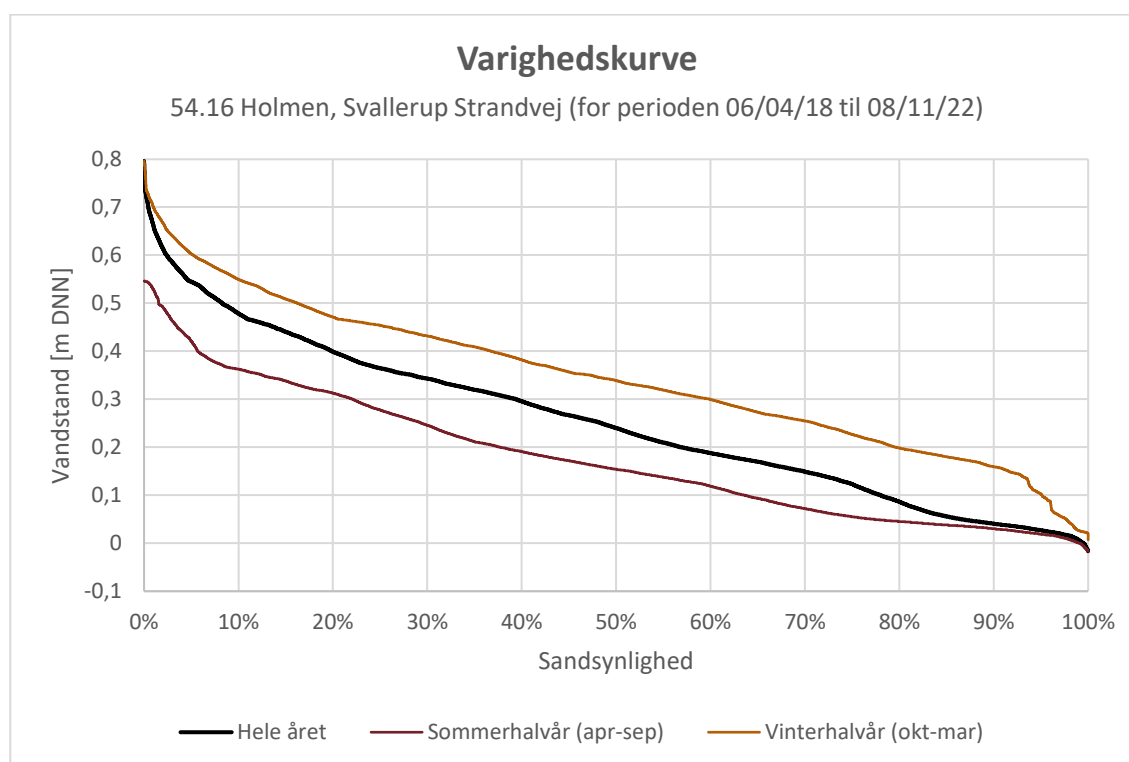
Ingen af de beregnede scenarier forårsager vandstande højere end kote 0,9 m DNN i Holmen, hvilket på nogle strækninger forårsager at vandløbsvandet løber over vandløbskanten og forårsager vand på terræn. Omfanget afhænger i praksis af den omkringliggende topografi samt de konkrete hændelsers størrelse og varighed, og forudsætter pumpeanlæggets kapacitet ikke overskrides.

4 STIGBORDSKOTER

Siden 6. april 2018 (ca. 4,5 års data) er der målt vandstand i Holmen, hvorudfra der er beregnet varighedskurver for henholdsvis hele perioden, samt sommer- og vinterperioder. Varighedskurven udtrykker den tid i procent af måleperioden, hvor vandstanden har været over et givent niveau. Varighedskurvens troværdighed øges med måleperiodens længde.

Ud fra varighedskurverne ses, at de anvendte stigbordskoter for sommer og vinter generelt er høje i forhold til perioden med målinger. Her er de respektive stigbords koter på 0,35 m og 0,55 m DNN kun observeret ca. 13% af tiden om sommeren og ca. 10% af tiden om vinteren, hvilket vil vådgøre strækningen opstrøms stigbordet væsentligt mere end den nuværende tilstand.

Der er naturligt et ønske om at pumpeanlægget ikke tørlægger Holmen særligt på strækningerne hvor de omkringliggende arealer er §3, dette kan gøres med stigbord, men i det tilfælde i en betydeligt lavere kote. I praksis vil en mere dynamisk styring også være mulig gennem driften af pumpeanlægget og f.eks. to vandstandsmålestationer placeret opstrøms og nedstrøms i Holmen.



Figur 6 Varighedskurver for observeret vandstand i Holmen i perioden 6. april 2018 til 8. november 2022.

I forhold til stigbords koter på 0,35 og 0,55 m DDN, kan de i varierende grad påvirke dræn- og afløbsforhold, på strækningen opstrøms stigbordet. Potentielt kan drænenes vandføringsevne forringes og deres vedligeholdelse øges, hvis de dykkes sfa. at de ligger under stigbordskoten længerevarende eller permanent. Regulativets fortegnelse over dræn og spildevandsudløb (Tabel 4.2 i regulativet) er sparsomt og udgøres primært af åbne tilløb. Hvor vidt listen er udtømmende vides dog ikke.

5 KONKLUSION

Der er opstillet en vandløbsmodel for Holmen på baggrund af geometrien beskrevet i regulativet og den offentligt tilgængelige højdemodel. I tidligere arbejde (1) er foretaget en sensitivitetsanalyse på de dominerende parametre (vandføring, Manning-tal, havvandstand) påvirkning af vandstanden i Holmen.

Dertil er opstillet en ny model baseret på opmålt skikkelse fra 2018. Ved sammenligning af de beregnede vandstande ses generelt en rimelig overensstemmelse imellem hhv. vandstande beregnet på regulativmæssig og opmålt (2018) skikkelse, når beregningerne afvikles med parametersæt tilhørende basisscenariet.

Der er desuden lavet vandspejlsberegninger for basisscenariet, hvor der i station 3013 m er indsat et stigbord hhv. i kote 0,35 m DNN (0,28 m DVR90) og 0,55 m DNN (0,48 m DVR90). Her ses, at et stigbord i kote 0,35 DNN har forholdsvis lille lokal indvirkning på vandstanden opstrøms, mens et stigbord i kote 0,55 m DNN, forsager opstuvning og ca. 10-20 cm højere vandstand i Holmen opstrøms stigbordet, end hvad tilfældet er i basisscenariet.

For en kraftig afstrømningshændelse, der kan forårsage oversvømmelse i området, har vi med et worst-case scenarie undersøgt stigbordskoternes påvirkning af vandstanden. Med både stigbord i kote 0,35 m DNN og 0,55 m DNN ses ikke nævneværdig påvirkning af vandstanden og dermed ikke et øget omfang af vand på terræn, forudsat pumpens kapacitet ikke overskrides.

I det omfang der er dræn og afløb opstrøms stigbordet i st. 3013, vil stigbordet øge risikoen for forringet vandføring og for vedligeholdelse af drænen, hvis disse bliver længerevarende eller permanent dykkede. Ud fra regulativet er imidlertid meget begrænset kendskab til drænen og afløb til Holmen.

Stigbordskoter i både 0,35 m DNN (sommer) og 0,55 m DNN (vinter) repræsenterer vandstande, som i de seneste 4,5 år kun overskrides ca. 13% af tiden i sommerperioden (1/4-30/9) og ca. 10% af tiden i vinterperioden (1/10-31/3). Derfor vurderes det, at stigbordskoterne er sat for højt i forhold til de vandstande, som er målt i Holmen. Sættes stigbordet lavere end de 0,35 m DNN vil det have en beskedne påvirkning af vandstanden, i situationer hvor vandføringen er svarende til basisscenariet eller større.

Basisscenariet og de afledte vandspejlsberegninger afspejler imidlertid våde og regnfyldte forhold uanset om de optræder i vinter- eller sommerhalvåret. I tørre perioder (især om sommeren) er et stigbord ingen garanti for et opstrøms vandspejl højere end stigbordskoten. Omvendt kan fordampning forårsage perioder med hel eller delvis udtørring af vandløbet.

6 REFERENCER

1. Vandspejlsberegninger for Holmen (11. november 2015). Udarbedet af Agrohydrologen (i dag Agrohydrologerne) for Kalundborg Kommune (Plan, Byg og Miljø).
2. Regulativ for Holmen. Gørlev kommune vandløb nr. 2 Gørlev kommune. Hentet fra Kalundborg Kommunes hjemmeside.
3. DCE 2015. AFPRØVNING AF FORSLAG TIL METODE TIL KONSEKVENSVURDERING AF ÆNDRET VANDLØBSVEDLIGEHOLDELSE. Teknisk rapport fra DCE – Nationalt center for Miljø og Energi.
4. HECRAS. <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>