

FEBRUAR 2019
KOLDING KOMMUNE

Klimatilpasning af Kolding, tilbageholdelse af vand i oplandet

RAPPORT



COWI

FEBRUAR 2019
KOLDING KOMMUNE

Klimatilpasning af Kolding, tilbageholdelse af vand i oplandet

RAPPORT

PROJEKTNR.

A111007-001

DOKUMENTNR.

001

VERSION

4.0

UDGIVELSESDATO

28. feb. 2018

BESKRIVELSE

Rapport

UDARBEJDET

LAFN, JIJ, ALHK

KONTROLLERET

ABH

GODKENDT

LAFN

INDHOLD

1	Indledning	7
2	Eksisterende forhold	9
2.1	Hydrologiske målestationer	9
2.2	Oplande	10
2.3	Karakteristiske afstrømninger	13
2.4	Ekstrem afstrømning	13
2.5	Opstilling af hydraulisk model	14
2.6	Resultater af hydrauliske beregninger	17
3	Magasinering i oplandet	21
4	Scenarier for magasinering i baglandet	23
4.1	Magasinering af vand vest for E45	23
4.2	Dons Søerne og Vester Nebel Å	35
5	Anlægsoverslag	50
5.1	Takstfinansiering og omkostningseffektivitet	52
6	Konsekvensvurdering	54
6.1	Effekt i Kolding By	54
6.2	Konklusion og anbefaling	60
7	Bilag A: Generelt om påvirkning af jernbane- og motorvejsdæmning (E45)	62
7.1	Generelt	62
7.2	Generelle risici ved vandopstuvning	63
7.3	Jernbanedæmning	65
7.4	Motorvejsdæmning (E45)	67
7.5	Tiltag	68

8	Bilag B: Indledende screening: Muligheder for tilbageholdelse af vand i oplandet	70
8.1	Vest for E45	70
8.2	Seest Mølleå	73
8.3	Dons Søerne	76
8.4	Vester Nebel Ådal	78
8.5	Alpedalen	80
9	Bilag C: Naturområder og landbrugsmæssig arealanvendelse (Kolding Kommune 2018)	81

1 Indledning

Som et led i realiseringen af Kolding Kommunes klimatilpasningsplan, har COWI også udført et skitseprojekt i forhold til at sikre Kolding By ved skybrud og stormflod (klimatilpasningsprojektet Kolding Å og sluse (Frederiksen, Jensen, Koch, & Hjort, 2018)). Skitseprojektet indeholder bl.a. en sluse og en pumpestation på udløbet af Kolding Å, hvorved det kan sikres, at den nødvendige kapacitet i åen kan opretholdes uanfægtet af vandstanden i fjorden. Pumpestationen kan ligeledes sænke vandstanden i Kolding Å forud for et evt. skybrud, således at åen kan fungere som effektivt transportsystem for regn hændelser, der ligger uden for det almindelige serviceniveau.

De følgende scenarier for magasinering af vand i baglandet, drejer sig således udelukkende om at være i stand til, at afværge oversvømmelser i Kolding By afledt af stor afstrømning i Kolding Å. Projektet udgør sammen med magasinerings strategien i Seest Mølleå en samlet tilbageholdelse af vand i oplandet til sikring mod oversvømmelser i Kolding By foranlediget af ekstrem afstrømning.

Forud for beskrivelsen af de konkrete projektområder, er der udført en screening af flere mulige områder til magasinering af vand, men primært på basis af de enkelte lokaliteters tilgængelige volumen og andel af det samlede opland til Kolding Å, blev der truffet beslutning om at fortsætte konkretisering af 2 lokaliteter:

- 1 Vest - Magasinering af vand vest for E45 motorvejen
- 2 Nord - Magasinering af vand i Dons Søerne samt Vester Nebel Å

Med dette projekt er der etableret:

- Et samlet overblik over de hydrauliske forhold i oplandet til Kolding Å
- En beskrivelse af, hvordan, hvor meget og hvor vandet kan opmagasineres/forsinkes
- Et overblik over økonomien, der er forbundet med de forskellige løsningsforslag til opmagasinerings/forsinkelse af de vandmængder, som

pumpe og sluse ikke skal eller kan håndtere i spidsbelastningssituationerne

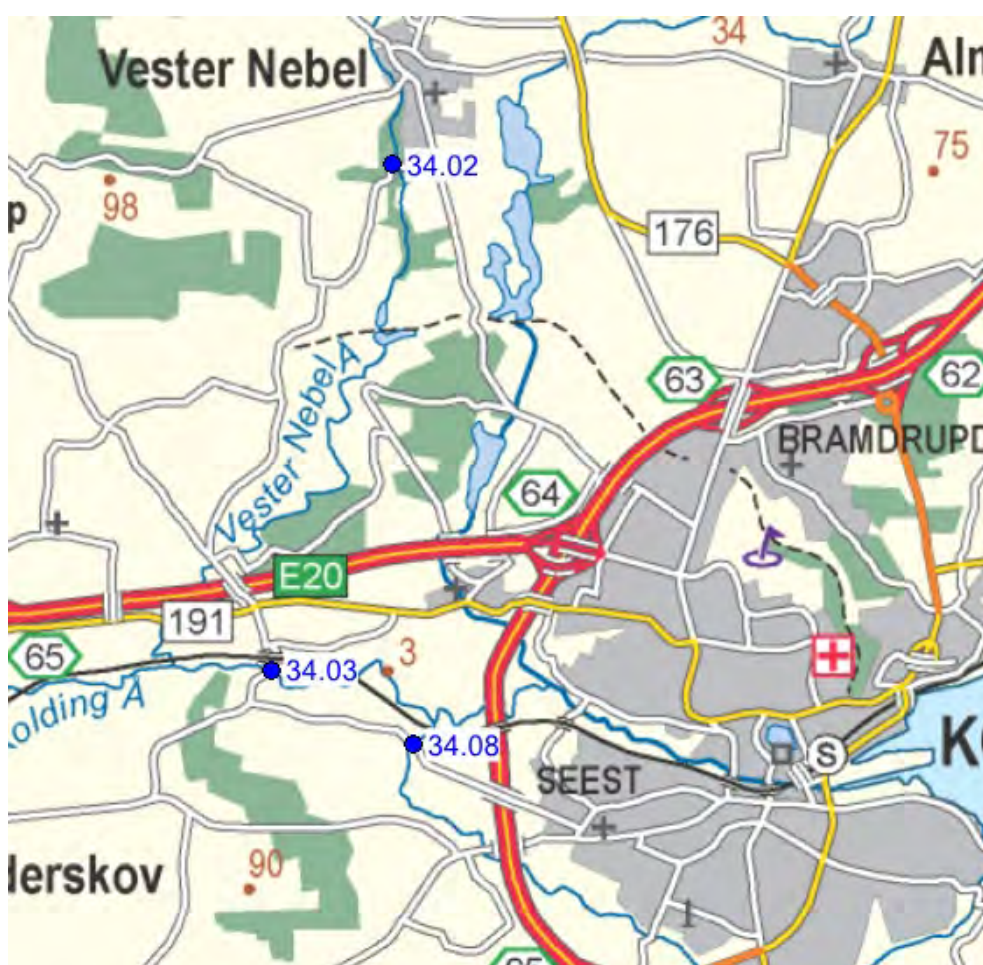
2 Eksisterende forhold

Kolding Å systemet består af samlet 110 km vandløb og består udover Kolding Å af hovedvandløbene Vester Nebel Å, Seest Mølleå, Drabæks Mølleå, Åkær Å, Harte Dons søerne og Stallerup Sø.

Hele Oplandet på 269 km² afvandes gennem Kolding By, til Kolding Fjord.

2.1 Hydrologiske målestationer

Der er 3 relevante hydrologiske målestationer i vandløbssystemet med lange tidsserier Figur 2-1.



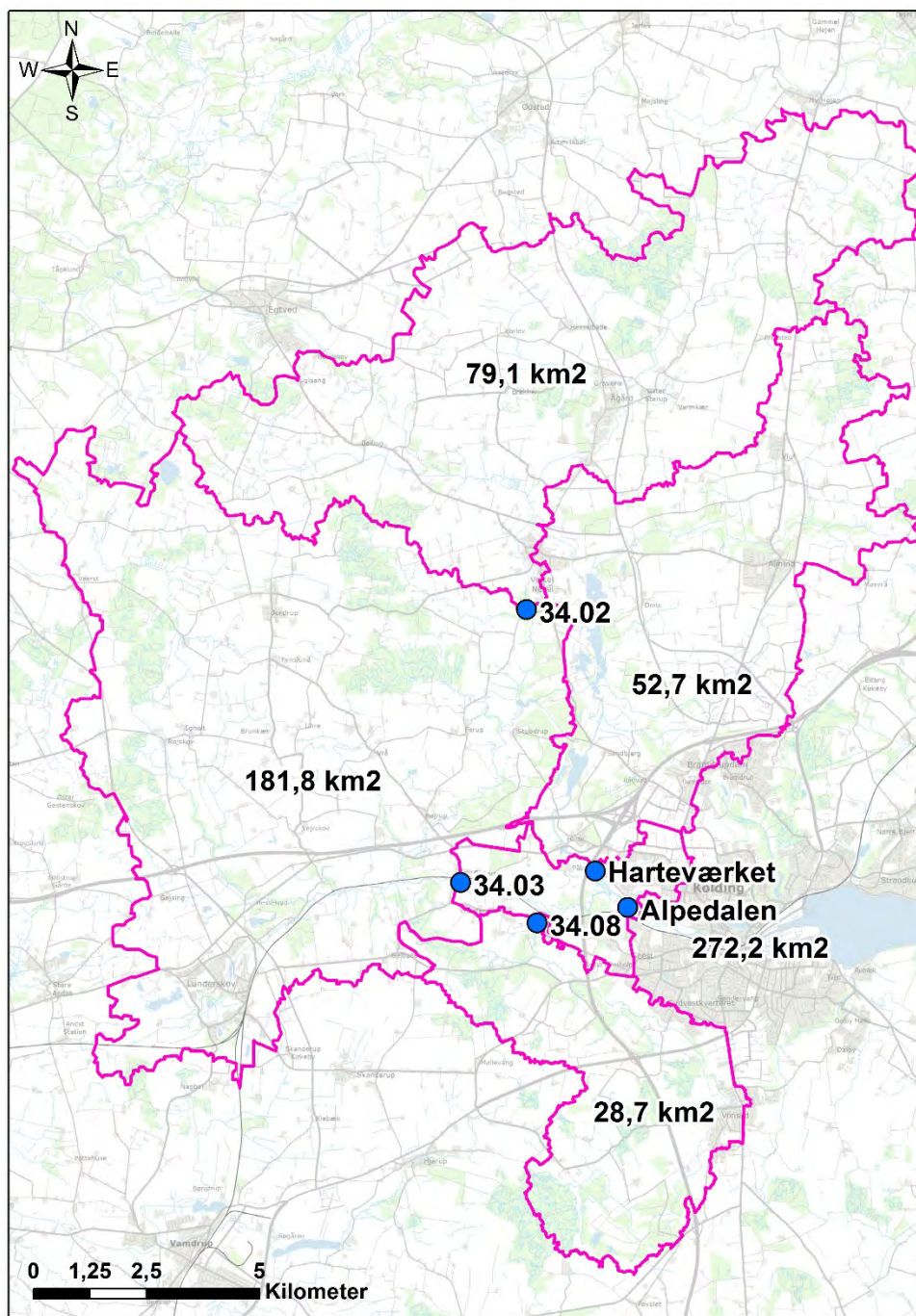
Figur 2-1 Hydrologiske målestationer

Udover de 3 stationer, foreligger der en tidsserie fra Alpedalen målestation. Denne er skabt på grundlag af målinger for de øvrige målestationer, korrigeret for oplandstilvæksten undervejs. Der er således ikke en fysisk målestation ved Alpedalen. Afløbet fra Harteværket har tidligere været omregnet til vandføringsdata (ST 34.07). Der foreligger måledata til og med 2003. Harteværkets maksimale kapacitet er 5600 l/s (Begge stationer vist på Figur 2-2).

2.2 Oplande

COWI har afgrænset oplandene til de tre stationer ved hjælp af værktøjet Scalgo live og højdemodellen. Oplandene afviger en lille smule fra de oplande, der er angivet i "Afstrømningsforhold i danske vandløb" (Ovesen et al, DMU, 2000).

I forbindelse med etableringen af Ferup-stryget i sommeren 2008, blev Vester Nebel Å ændret, således at vandet fra den øvre del af Vester Nebel Å igen fortsatte mod syd i det oprindelige løb, i stedet for at blive ledt gennem Almind Å til Harteværket. Oplandet til st. 34.03 blev derved fordoblet (Tabel 2-1). Ferup Sø er opdelt ved bandedæmningen, så den nordlige del afvander til Vester Nebel Å mens den Sydlige del afvander til Donssø-systemet.



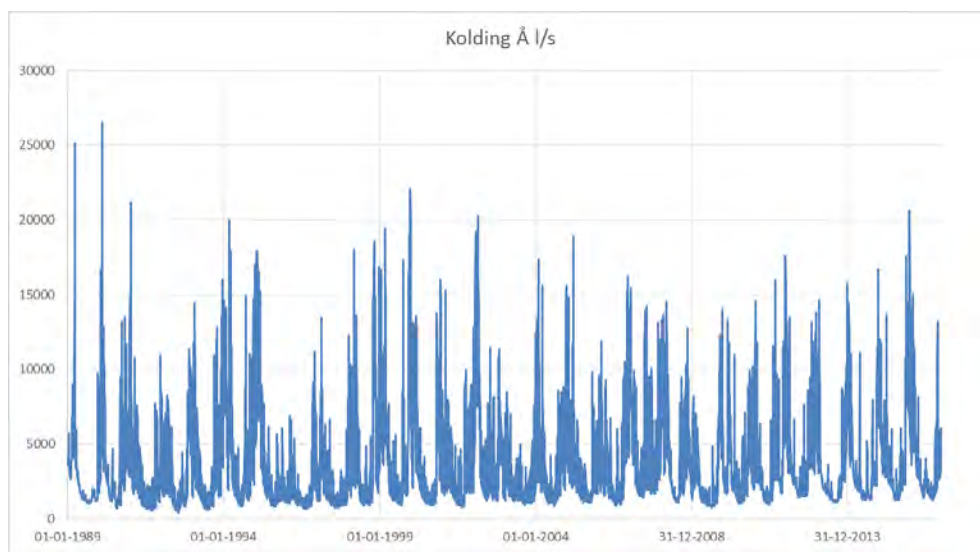
Figur 2-2 Oplande til de fem målestationer, Alpedalen er ikke en fysisk målestation, men tidsserien er genereret på baggrund af sammensatte opstrøms målinger, arealerne er opgjort i km².

Tabel 2-1 Sammenligning af oplande i km²

Station	DMU 2000	Opgjort i Scalgo
34.02 Vester Nebel Å	80	79
34.03 Kolding Å indtil 20.6.2008	90	90
34.03 Kolding Å efter 20.6.2008	-	181
34.08 Seest Mølleå	28	29

Efter etableringen af Ferup stryget i 2008, ledes vandet fra hele Vester Nebel Å's opland uforsinket gennem Kolding Å. Tidligere fungerede Harteværket som en begrænsning, da vandføringen gennem værket maksimalt var 5600 l/s. Herved fungerede Dons Søerne og Stallerup Sø som udjævningsbassiner. Ved høj vandstand i disse (opbrugt kapacitet) kunne der ske overløb af en del af vandføringen til Vester Nebel Å via et slusehus i Ferup Sø.

Den samlede tidsserie for Alpedalen, viser dog ikke nogen synlige ændringer i afstrømningsmønstret gennem Kolding By.



Figur 2-3 Vandføringer for den kombinerede tidsserie i Alpedalen.

I vinteren 2015-16 var der problemer med høj vandstand og oversvømmelser af en række ånære arealer i Kolding By. Den maksimale vandføring er estimeret til 20,6 m³/s, (76,7 l/s/km²), svarende til en 7 års hændelse. Det fremgår af tids-serien, at man skal tilbage til december 1999 for at finde en højere afstrømning.

2.3 Karakteristiske afstrømninger

Der er beregnet karakteristiske afstrømninger for de tre stationer og den kombinerede tidsserie i Alpedalen i Tabel 2-2.

For st. 34.03 er der dels beregnet de to perioder hver for sig, dels for en kombineret serie, hvor vandføringen i stationen er beregnet som summen af den målte vandføring og vandføringen i st. 34.02 ganget med 90/80 for at kompensere for det lidt mindre opland. Herved fås en lang dataserie for et stort opland.

Tabel 2-2 Karakteristiske afstrømninger L/s/km²

Parameter	34.02 Vester Nebel 1976-2017 80 km ²	34.03 Kolding Å 1976-2008 90 km ²	34.03 Kolding Å 2008-2017 180 km ²	34.03 KOMBI Kolding Å 1976-2017 180 km ²	34.08 Seest Mølleå 1991-2017 28 km ²	Alpedalen 1989 - 2016 269 km ²
Periodemin.	0,9	3,6	3,4	2,6	1,2	1,6
Periodemaks.	187,5	131,9	62,5	142,5	186	98,8
Periodemiddel	13,1	18,9	14,7	15,8	13,9	14,0
Medianmin.	2,3	7,2	5,1	4,9	2,2	3,4
Medianmaks.	95,0	92,3	51,0	87,9	113	60,0
Årsmedian	7,7	15,5	7,7	10,9	7,8	9,6
Sommermed.	4,1	10,9	5,4	6,9	4,0	5,8
Vintermedian	12,3	20,6	10,3	15,4	12,6	14,5

2.4 Ekstrem afstrømning

Der er beregnet ekstrem afstrømning for de tre stationer ud fra årsmaksima ved hjælp af Gumbel-fordelingen. For st. 34.03 er den kombinerede dataserie anvendt. Tallene er sammenfattet i Tabel 2-3.

Tabel 2-3 Ekstrem afstrømning beregnet med Gumbel-fordelingen angivet som L/s/km²

Gentagelsespe- riode (år)	34.02 80 km ²	34.03* 180 km ²	34.08 28 km ²	Alpedalen 269 km ²
10	145	122	156	83
20	163	138	176	92
50	186	159	202	103
100	204	175	221	112
500	244	211	266	132
1.000	261	227	284	140

*kombineret dataserie

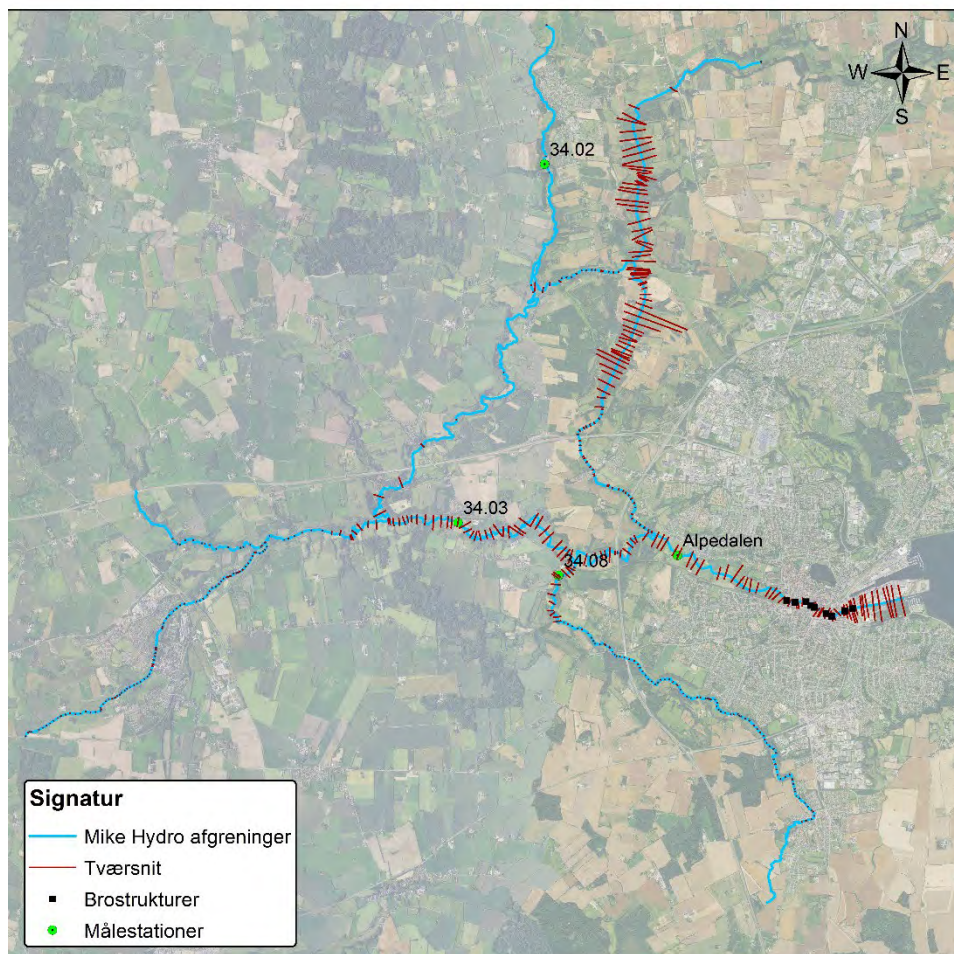
Det er tydeligt, at den mest ekstreme afstrømning som forventet er målt i det mindste opland (små oplande har kortere afstrømningstid). Dette opland rummer desuden en del befæstede arealer.

2.5 Opstilling af hydraulisk model

I den indledende undersøgelse vedrørende klimatilpasningsprojektet Kolding Å og sluse (Frederiksen, Jensen, Koch, & Hjort, 2018), opsatte COWI A/S en hydraulisk model i MIKE 11 for Kolding Å fra Alpedalen til Kolding Havn.

I indeværende rapport er modellen blevet konverteret til Mike Hydro¹, som er afløseren til MIKE 11. Endvidere er modellen blevet udvidet betydeligt med Seest Mølleå, Drabæks Mølleå, Åkær Å, Vester Nebel Å, Ferup Kanal, Skallebæk, Almind å, Harte Dons søerne og Ferup sø. På Figur 2-4 ses udstrækningen af den hydrauliske model, åens forløb er hentet fra Geo datastyrelsen og tværsnit er beskrevet i senere afsnit. Der er benyttet et universelt manningstal på 18 m^{1/3}/s for hele modellen.

¹ Licens version: Mike Hydro River Release 2017 service Pack 2



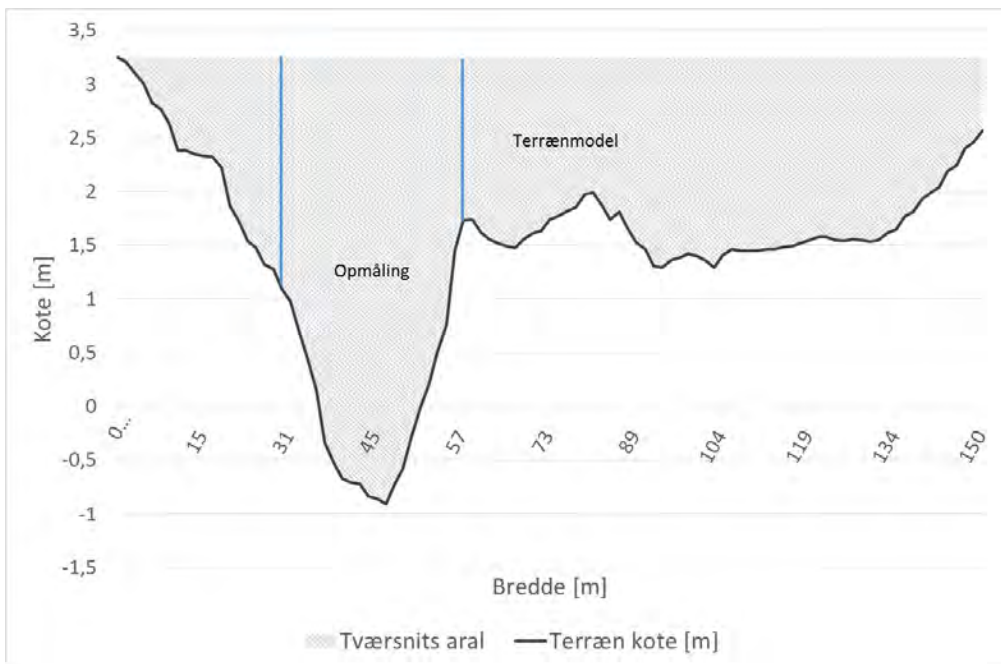
Figur 2-4 Vandløbstrækninger, tværsnit og broer i den hydrauliske model opsat i Mike Hydro.

2.5.1 Tværsnit

COWI har modtaget opmålinger af tværsnit fra Kolding Kommune. I Tabel 2-4 er der oplyst en oversigt over data fra de forskellige strækninger. Tværsnittene er importeret i MIKE Hydro. For de områder, som undersøges for mulig tilbageholdelse af vand, er tværsnittet udvidet med data fra den danske terrænmodel fra 2015. Desuden er tværsnittene i Kolding By udvidet, for at det korrekte maksimale vandspejl, når åen går over sine breder, kan beregnes. På Figur 2-5 ses et eksempel på hvilke dele af tværsnittet, som er taget fra opmålingen og hvor det er udvidet med koter fra terrænmodellen. Det udvidet tværsnit sikrer det rette volumen i åen, hvorved vandstanden i Kolding by ikke overestimeres, da det kan brede sig ud i terrænet.

Tabel 2-4 Data for opmåling af tværsnit i den hydrauliske model

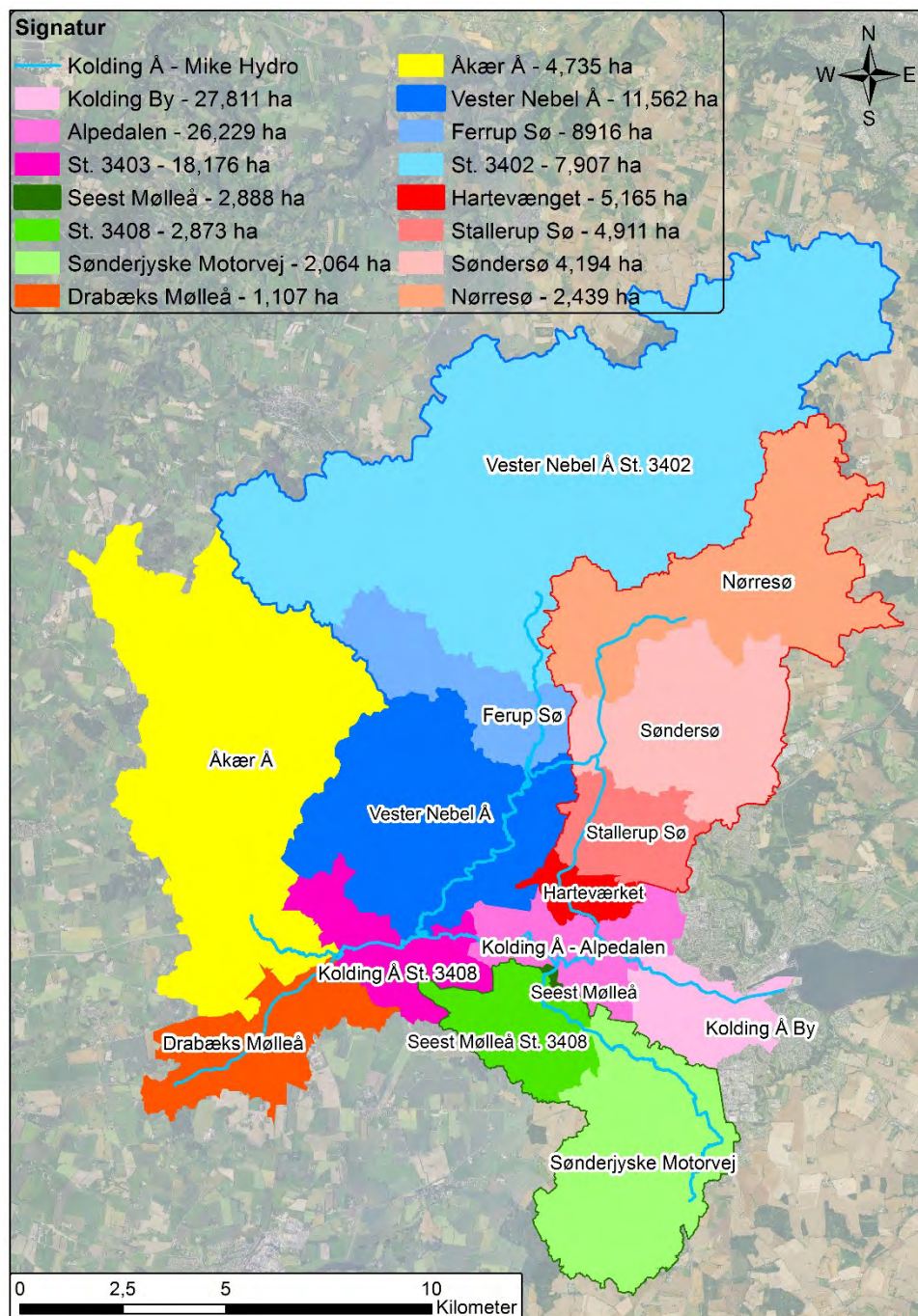
Å forløb	Opmåling	Note
Kolding Å	2018	
Seest Mølleå	2018	
Drabæks mølleå	2018	
Åkær å	1995	Opstrøms i systemet og har derfor mindre betydning af opmålingen er gammel.
Vester Nebel Å	Vandløbs regulativ	Tidligere projekt ved Ferup Sø har vist at Vester Nebel å ikke er begrænsende faktor i systemet.
Ferup Kanal	2018	
Ferup sø	Den danske terræn model, 2015	I modellen er søen beskrevet som 1 m dyb.
Almind å	2018	
Skallebæk	2018	
Hartekanal	2018	Strækningen op mod Stallerup sø
Nørre sø	Dybde kort, 1988	Udstrækningen er sammenlignet med terræn modellen fra 2015.
Sønder Sø	Dybde kort, 1988	Udstrækningen er sammenlignet med terræn modellen fra 2015.
Stallerup Sø	Dybde kort, 1986	Udstrækningen er sammenlignet med terræn modellen fra 2015.



Figur 2-5 Eksempel på tværsnit med terrændata. Tværsnit ved stationering 10.334, ved Vesterbrogade i Kolding. Det opmålte tværsnit er defineret ved de blå lodrette linjer, resten af tværsnittet er samlet fra terrænmodellen.

2.5.2 Oplande i MIKE Hydro

Oplandene langs Kolding Å og tilløb, er vist på Figur 2-6. Vandføringer i modellen er fordelt på de viste oplande.



Figur 2-6 Oplande langs Kolding Å systemet. Tallene refererer til det samlede opstrøms opland.

2.6 Resultater af hydrauliske beregninger

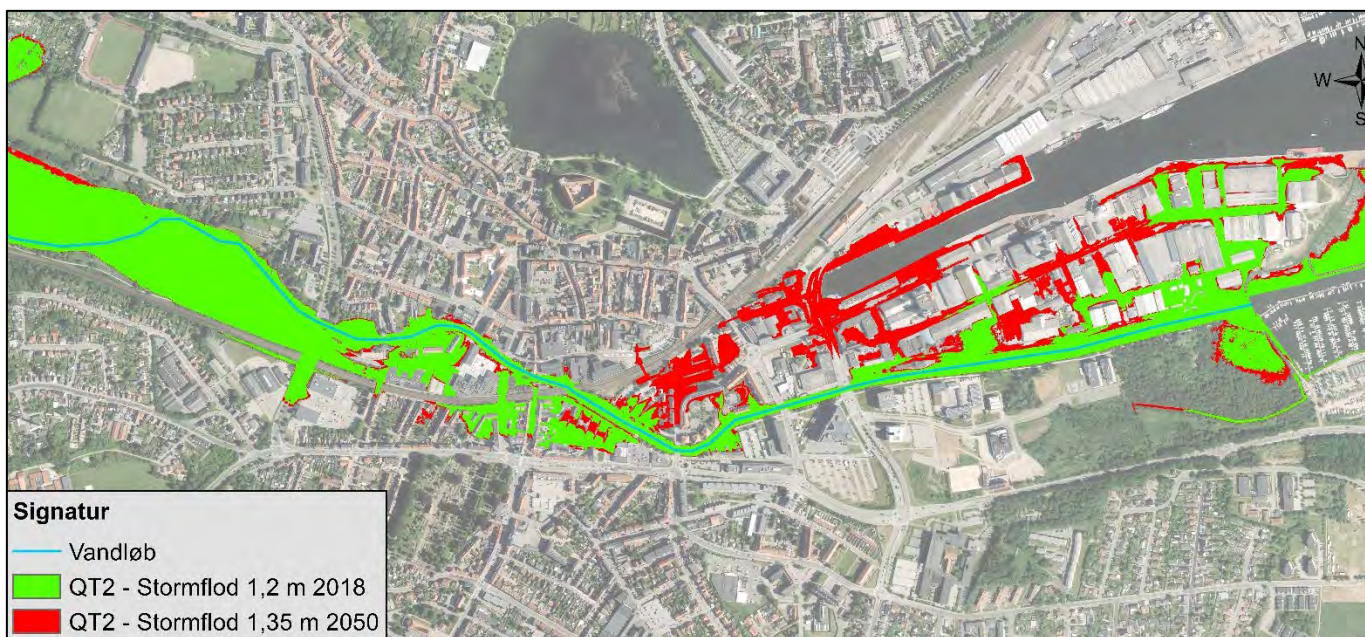
Der er udført en række simuleringer af status situationen, for at vise oversvømmelserne i Kolding By ved forskellige hændelser. Oversvømmelserne er vist på figurerne nedenfor. På Figur 2-7 ses det bl.a. at en 5 års hændelse ($21 \text{ m}^3/\text{s}$) giver oversvømmelser langs Kolding å og en 3 års hændelse ($19 \text{ m}^3/\text{s}$) giver mindre oversvømmelser langs åen i Kolding by. Der er ved 3 års hændelsen primært tale om oversvømmede haver, men enkelte lavtliggende ejendomme berøres

også. Dermed vurderes det, at den maksimale kapacitet af Kolding å, uden at det medfører væsentlige gener for byen, er ca. 20m³/s. Ved en sådan hændelse forventes det stadig, at de lavest beliggende områder i Alpedalen ligger under vand. Resultaterne understøtter den indledende undersøgelse (klimatilpasningsprojektet Kolding Å og sluse (Frederiksen, Jensen, Koch, & Hjort, 2018)), som viste at åens kapacitet lå mellem 18 – 20 m³/s hvilket er den forventede maksimale pumpe kapacitet som burde anvendes ved en sluse. Den beregnede 5 års hændelse er lidt mindre end hændelsen d. 27. december 2015, som gav oversvømmelser, der var lidt større end anført på kortet herunder, dog undtaget Vester Ringgade, som blev beskyttet med sandsække. Det vurderes således, at modellen modsvarer virkeligheden mht. vandstand gennem Kolding By, selvom der godt kan være specielle forhold ved enkelte broer, der kan give afvigelser på enkelttab (modstand i bygværker). Det vurderes, at dette ikke giver uoverensstemmelser større end samlet 5-10 cm, ved de beregnede vandføringer.

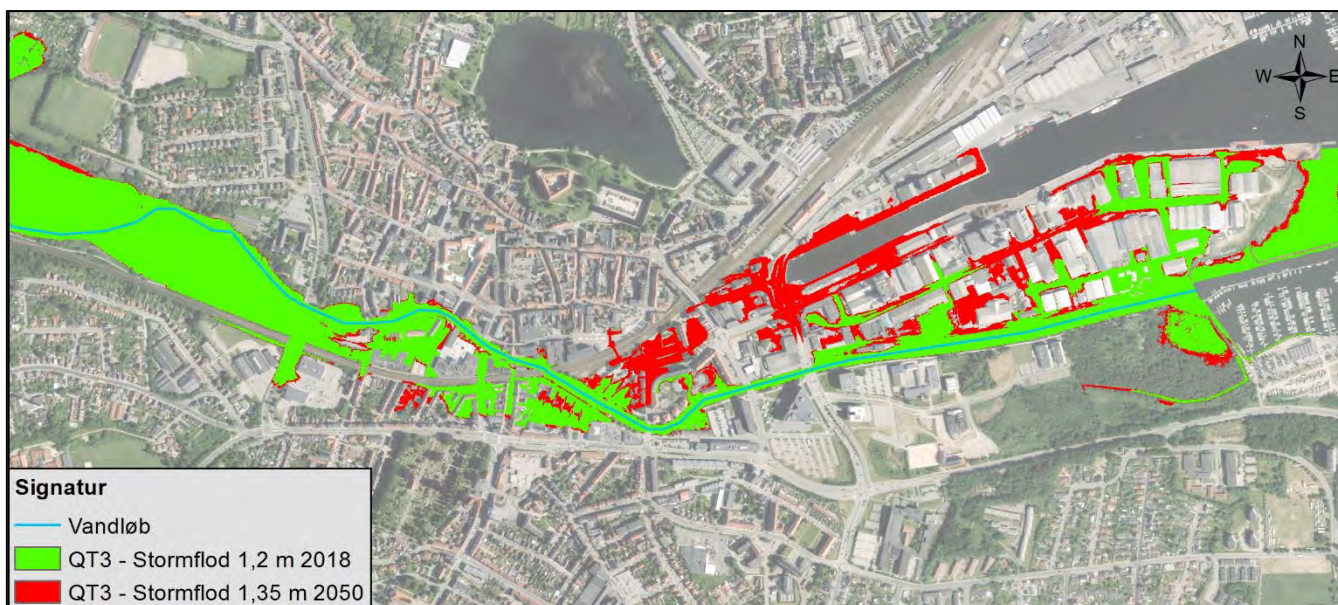


Figur 2-7 Oversvømmelses udbredelsen beregnet ved henholdsvis en tre og fem års afstrømningshændelse i Kolding by i 2018.

Oversvømmelser, i forbindelse med højvande og høj afstrømning fra baglandet, kan dermed elimineres ved en sluse og pumpe løsning, op til en vandføring på ca. 20m³/s. Oversvømmelser ved et ét års højvande, kombineret med en henholdsvis to og fem års hændelse, er vist på Figur 2-8 og Figur 2-9.



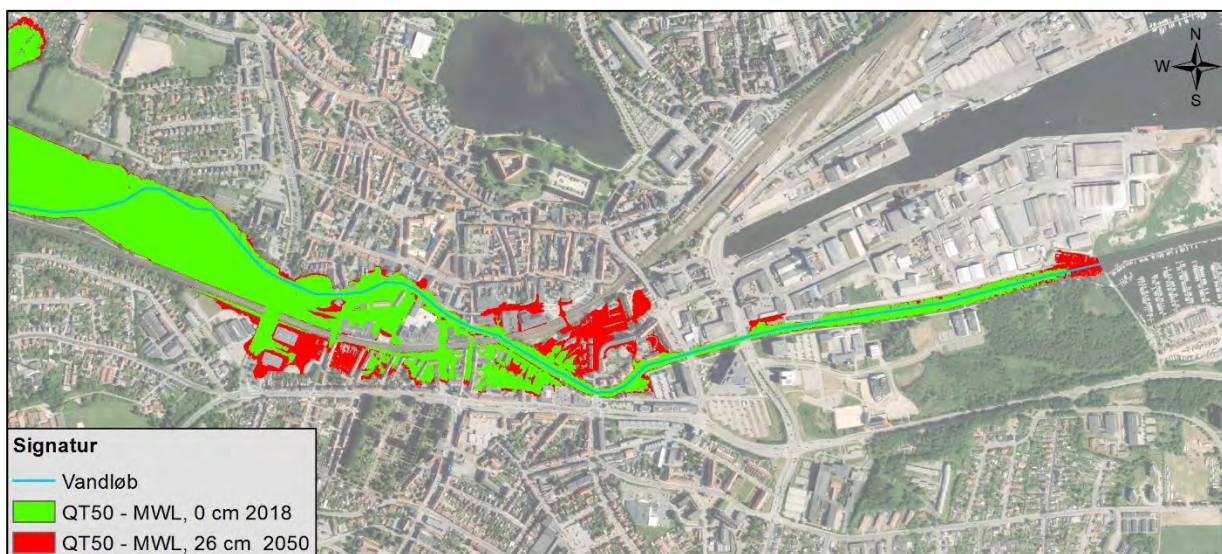
Figur 2-8 Oversvømmelse ved en kombineret to års afstrømningshændelse fra baglandet med et ét årshøjvande i Kolding Fjord i henholdsvis år 2018 og 2050. Den kombinerede hændelse er beregnet til at kunne optræde ca. hvert 67 år.



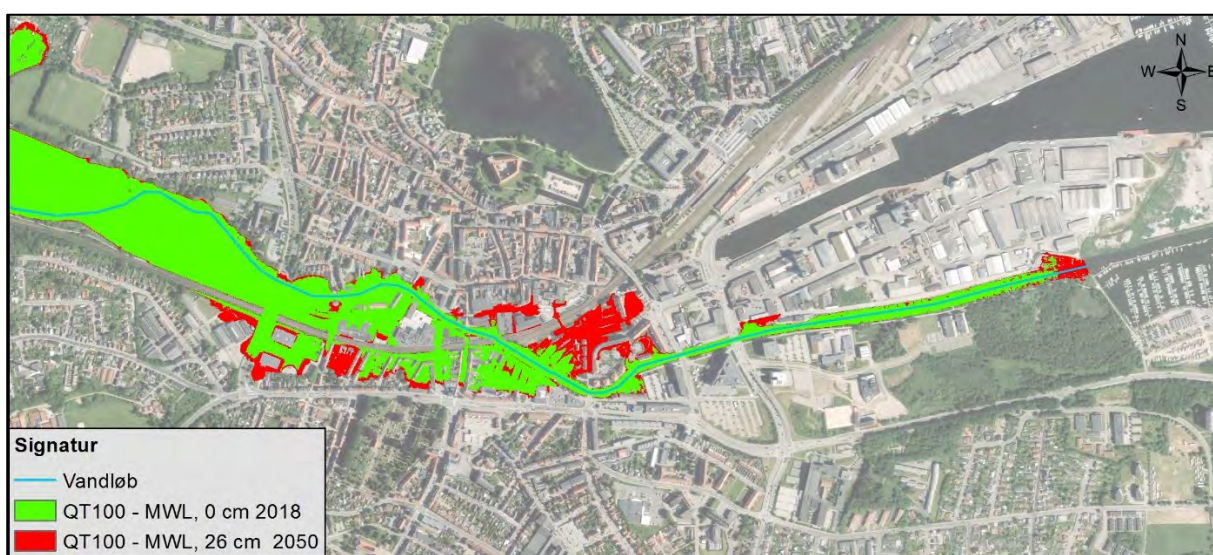
Figur 2-9 Oversvømmelse ved en kombineret tre års afstrømningshændelse fra baglandet med et ét årshøjvande i Kolding Fjord i henholdsvis år 2018 og 2050. Den kombinerede hændelse er beregnet til at kunne optræde ca. hvert 203 år.

Oversvømmelser ved hændelser med en vandføring større end ca. 20m³/s, kan ikke afværges alene ved en pumpe løsning, da kapaciteten gennem byen ikke er stor nok. Sandsynligheden for, at en sådan hændelse sker samtidigt med højvande, er mindre end 0,5%, svarende til at det sker sjældnere end én gang hvert 200 år. Sådanne hændelser kan afværges ved at tilbageholde vand i oplandet og dermed sænke maksimal vandføringen i Kolding Å til mindre end

20m³/s. På Figur 2-10 og Figur 2-11 er der vist oversvømmelser svarende til en 50 og 100 års hændelse i 2018 og 2050 ved normal vandstand i Kolding Fjord.



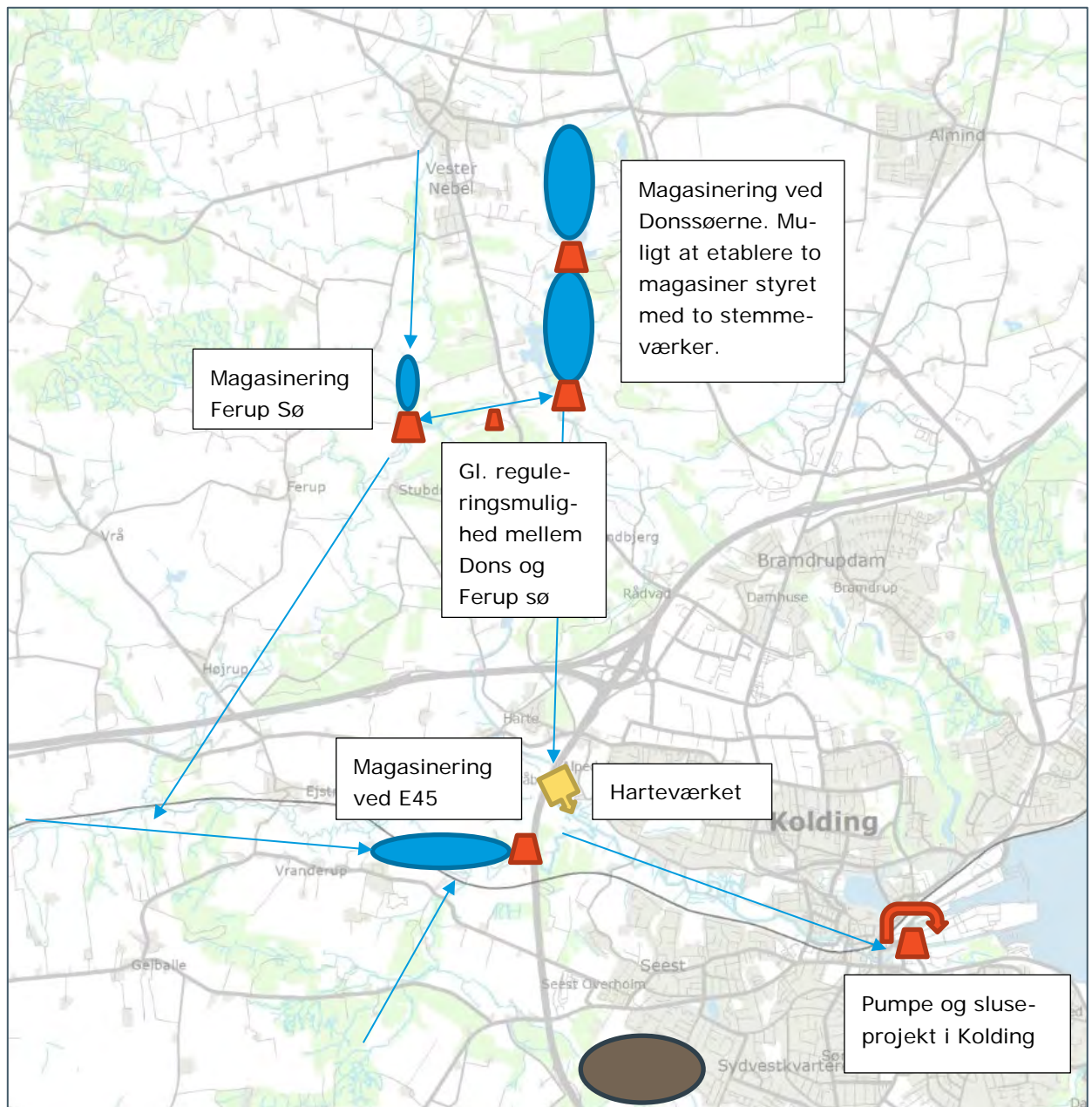
Figur 2-10 Oversvømmelse ved en 50 års hændelse fra baglandet og normal vandstand i Kolding Fjord i henholdsvis år 2018 og 2050.



Figur 2-11 Oversvømmelse ved en 100 års hændelse fra baglandet og normal vandstand i Kolding Fjord i henholdsvis år 2018 og 2050.

3 Magasinering i oplandet

Kolding Å systemet er komplekst med veldefinerede ådale, flade vandløb og naturlige vandløb med stort fald. Der er kunstige søer, kanaler og vandkraftværk. Alt dette skaber tilsammen mulighed for at forene natur og kultur med klimatilpasning og sikring af Kolding by mod oversvømmelser. I nedenstående figur er ideerne til indgreb vist samt muligheden bag projektet.



Figur 3-1 Skematisk oversigtskort over mulige magasiner og muligheder for regulering af afstrømning i oplandet. Den grå elipse markerer igangværende projekt (ikke omfattet af denne opgave) om tilbageholdelse af vand i Seest Mølleå.

Det er mange muligheder for at regulere den samlede vandføring gennem Kolding. Det er her problemerne opstår ved høj vandføring og/eller i kombination med højvande. Løsningerne kan ikke alene findes ved en sluse og pumpe ved

udløbet, men må kombineres med tiltag i oplandet for at reducere oversvømmelser.

I det nuværende system, er den eneste aktive reguleringsmulighed ved Harteværket. Her kan man slukke for turbinerne hvorved vandet vil stuve op i Dons søerne. Vandstanden er her normalt i kote 25,5. Ved opstuvning kan vandet ledes til Ferup Sø og via overløbskanten til Vester Nebel Å.

Tidligere blev vandet fra den øvre del af Vester Nebel Å ledt til Dons søerne og Harteværket. Da værkets elproduktion ikke længere er essentiel, blev der i 2008 etableret et nyt omløb og stryg ved Ferup Sø, så ørrederne fik mulighed for at gyde i den opstrøms del af åen. Ferup Sø er en kunstig sø, som er bevaret med et vandspejl i kote 25,47 m.

Kanalen mellem Ferup Sø og Dons-søerne er i dag næsten uden funktion. Tidligere ledte den vandet fra den øvre del af Vester Nebel Å til Harteværket og nu fungerer den som muligt afløb fra Dons søerne, hvis Harteværket ikke er i drift. Der er et ældre bygværk, hvor vandstanden i Dons søerne kan reguleres.

Ved E45 kan der etableres et stort magasin på Kolding Å, hvor der kan tilbageholdes vand fra en stor del af det samlede opland.

4 Scenarier for magasinering i baglandet

Som et led i realiseringen af Kolding Kommunes klimatilpasningsplan, har COWI også udført et skitseprojekt i forhold til at sikre Kolding By ved skybrud og stormflod (klimatilpasningsprojektet Kolding Å og sluse (Frederiksen, Jensen, Koch, & Hjort, 2018)). Skitseprojektet indeholder bl.a. en sluse og en pumpestation på udløbet af Kolding Å, hvorved det kan sikres, at den nødvendige kapacitet i åen kan opretholdes uanfægtet af vandstanden i fjorden. Pumpestationen kan ligeledes sænke vandstanden i Kolding Å forud for et evt. skybrud, således at åen kan fungere som effektivt transportsystem for regn hændelser, der ligger uden for det almindelige serviceniveau.

De følgende scenarier for magasinering af vand i baglandet, drejer sig således udelukkende om at være i stand til, at afværge oversvømmelser i Kolding By afledt af stor afstrømning i Kolding Å.

Forud for beskrivelsen af de konkrete projektområder, er der udført en screening af flere mulige områder til magasinering af vand, men primært på basis af de enkelte lokaliteters tilgængelige volumen og andel af det samlede opland til Kolding Å, blev der truffet beslutning om at fortsætte konkretisering af 2 lokaliteter:

1. Vest - Magasinering af vand vest for E45 motorvejen
2. Nord - Magasinering af vand i Dons Søerne samt Vester Nebel Å

Kolding Kommune har i forbindelse med projektet internt udarbejdet en screening af projektområderne der viser at andelen af §3-beskyttede arealer indenfor stuvningszonerne er højt (76 - 91 %), mens andelen af intensivt dyrkede arealer (arealer i omdrift) er lavt. (Vedlagt som Bilag C).

Lokaliteterne er beskrevet særskilt herunder.

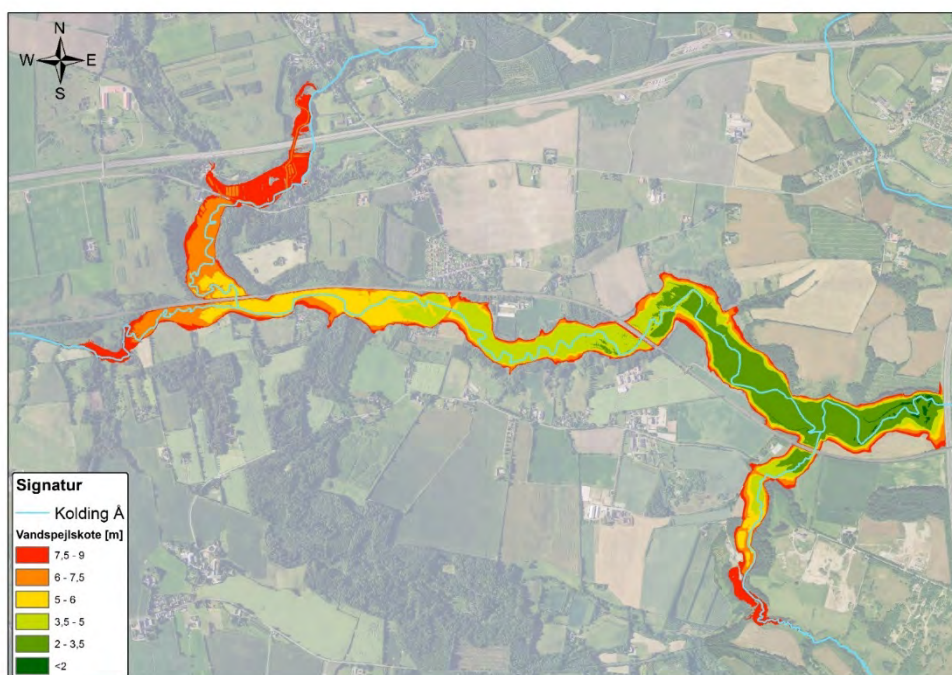
4.1 Magasinering af vand vest for E45

Vest for E45 langs Kolding Å, kan der skabes et stort volumen, hvis der etableres en dæmning/sluse vest for motorvejen. Oplandet til Kolding Å, hvor den krydser E45 er 206,9 km² og dermed, vil størstedelen af oplandet til Kolding By være afskåret af en dæmning. Oplandet inkluderer desuden det direkte opland til Vester Nebel Å.



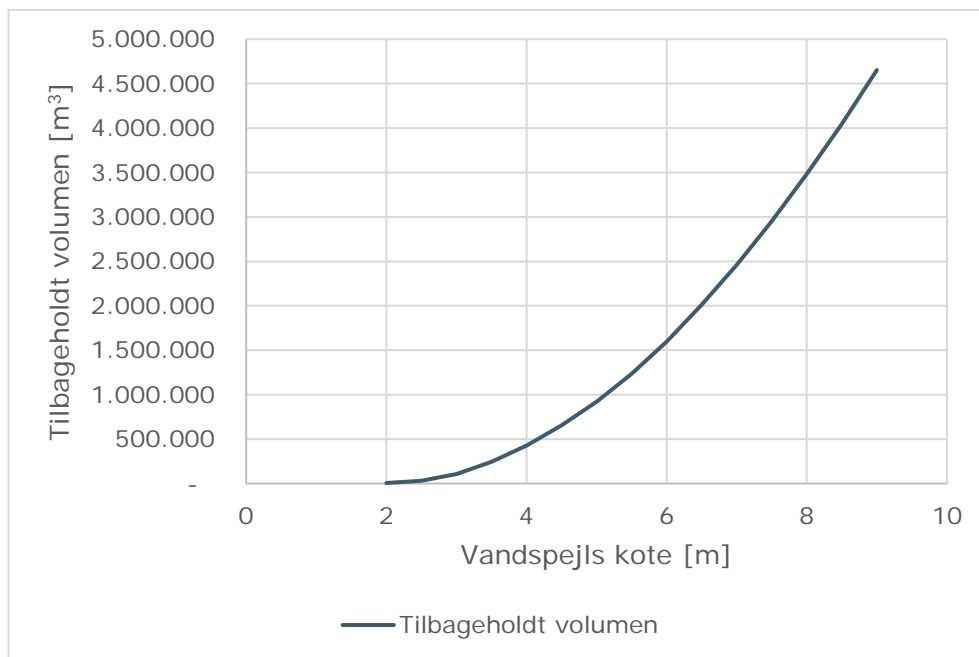
Figur 4-1 E45s krydsning af ådalen. Oplandet hertil er på ca. 207 km².

Ådalen er meget flad på denne strækning, og en opstuvning vil strække sig langt op i systemet. Højdeprofil af ådalen kan ses på nedenstående Figur 4-2:



Figur 4-2 Højdeprofil af Ådalen vest for E45.

Der er udarbejdet en simpel volumenkurve (Figur 4-3) (forhold mellem volumen og terrænkote) til illustration af mulig udnyttelse af ådalen ift. parkering af vand under ekstrem afstrømning i Kolding Å:



Figur 4-3 Volumenkurve for Ådalen vest for E45.

Der er undersøgt 2 variationer af muligheder for opstuvning i Ådalen vest for E45. Stuvning til kote +5,00m samt +6,00m, hvilket svarer til en vanddybde foran dæmningen på hhv. 3 og 4 meter.

I den følgende beskrivelse af projektmuligheder er der taget udgangspunkt i, at der ikke kan stuves vand op ad hverken BaneDanmarks eller Vejdirektoratets anlæg. Der er således indregnet udgift til diger langs de berørte strækninger således, at der ikke magasineres vand op ad den eksisterende infrastruktur. Såfremt der kan blive enighed om løsninger med inddragelse af de eksisterende anlæg, vil anlæggenes omfang og dermed priserne givetvis kunne reduceres. Problematikken/bekymringen omkring BaneDanmarks og Vejdirektoratets dæmninger er belyst i et teknisk bilag (Bilag A). Bekymringen er stabiliteten af de eksisterende skrånninger og risikoen for destabilisering både ved vandtryk samt ved materialetransport ved strømninger igennem dæmningerne. Det vurderes ikke at være forbundet med problemer at vandet stuver op igennem de eksisterende af åens passager af infrastruktur da vandet blot langsomt vil stige, men ikke løbe hurtigere eller på anden måde ændre det nuværende billede ift. erosion.

4.1.1 Tiltag ift. stuvning til kote +5,00m

Løsningen tager udgangspunkt i etableringen af en aktiv sluse samt dæmning umiddelbart vest for E45. Ved stuvning af vand til kote +5,00 m opnås et potentielt volumen på ca. 1 mio. m³.

Den fulde udstrækning af vandspejlet svarende til kote +5,00 m er vist på nedenstående Figur 4-4, suppleret med illustration af hvor der skal laves tiltag:



Figur 4-4 Udstrækning af vandspejl svarende til stuvning til kote +5,00 m i Ådalen vest for E45

I de følgende afsnit er de enkelte tiltag kort beskrevet.

Etablering af dæmning/sluse vest for E45

Slusebygværk og dæmning placeres i ådalen vest for E45 motorvejen. Bygværket udformes således, at påvirkningen af Kolding Å minimeres således at der ikke er påvirkning af Kolding Å under normale vandføringer. Mulig placering er vist på Figur 4-5 herunder (endelig placering vil afhænge af ønsker til indpasning ift. eksisterende natur m.m.):



Figur 4-5 Bud på placering af dæmning og aktivt slusebygværk vest for E45 motorvejen. Her skitseret ca. 200 m væk fra E45.

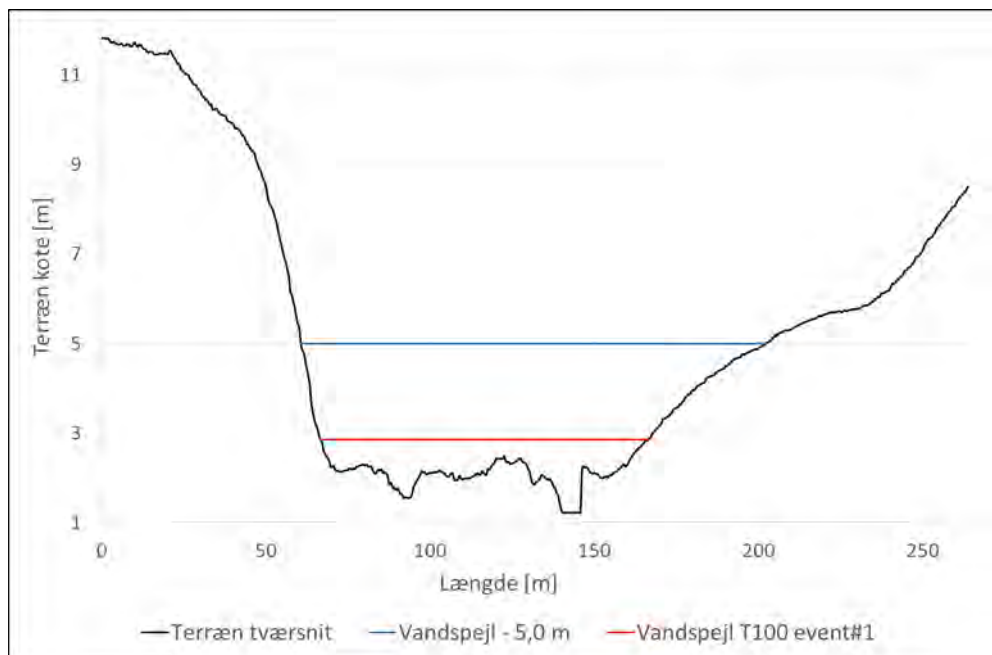
Placeringen betyder at anlægget ikke vil have nogen konsekvenser for E45 motorvejen, da hverken bro eller dæmning er i spil.



Figur 4-6 Visning af tværsnit-placering over ådalen svarende til hvor dige og sluse kan etableres. Den endelige placering kan indpasses efter landskabets konturer og evt. flyttes nærmere motorvejsbroen.

Der vil i givet fald være tale om et dige med en samlet længde på ca. 200 meter inkl. sluse bygværket.

Tværsnit af ådalen er skitseret på nedenstående Figur 4-7 hvor stuvningskoten +5,00 m er markeret med blå streg:



Figur 4-7 Tværsnit over ådalen svarende til den stiplede linje på foregående figur. Der er til sammenligning vist, hvor vandet vil stå ved en nuværende 100 års hændelse uden tiltag.

Sikring med diger hvor Kolding Å krydser jernbanen

Kolding Å krydser banestrækningen, som ligger på en dæmning. For at sikre dæmningen, vil der skulle etableres beskyttede digeanlæg på begge sider. Digerne er gengivet på Figur 4-8 nedenfor:

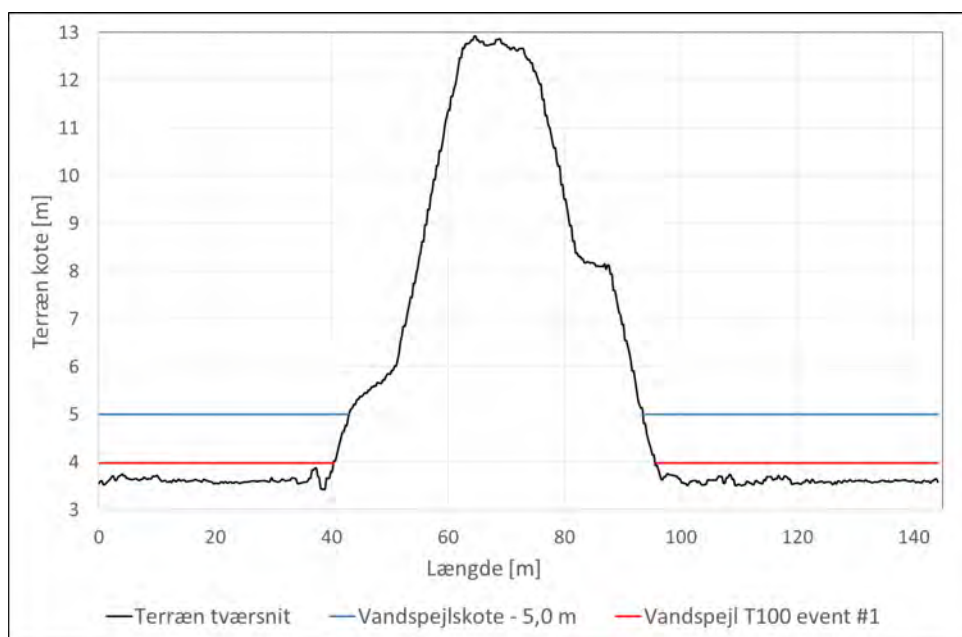


Figur 4-8 Etablering af diger til sikring af baneskråning.



Figur 4-9 Lokaltet for udtræk af tværsnit gennem dæmning.

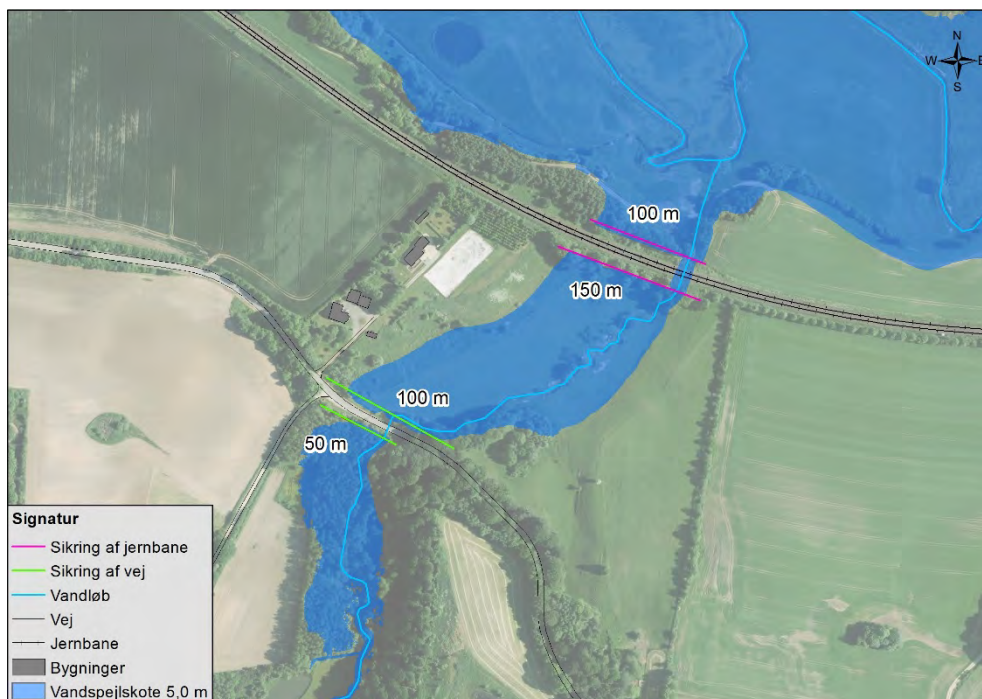
På nedenstående Figur 4-10 er der vist et snit gennem den eksisterende dæmning hvor der skal udføres diger til kote +5,00 m på begge sider:



Figur 4-10 Snit igennem eksisterende dæmning (på baggrund af terrænmodellen). Der er til sammenligning vist, hvor vandet vil stå ved en nuværende 100 års hændelse uden tiltag.

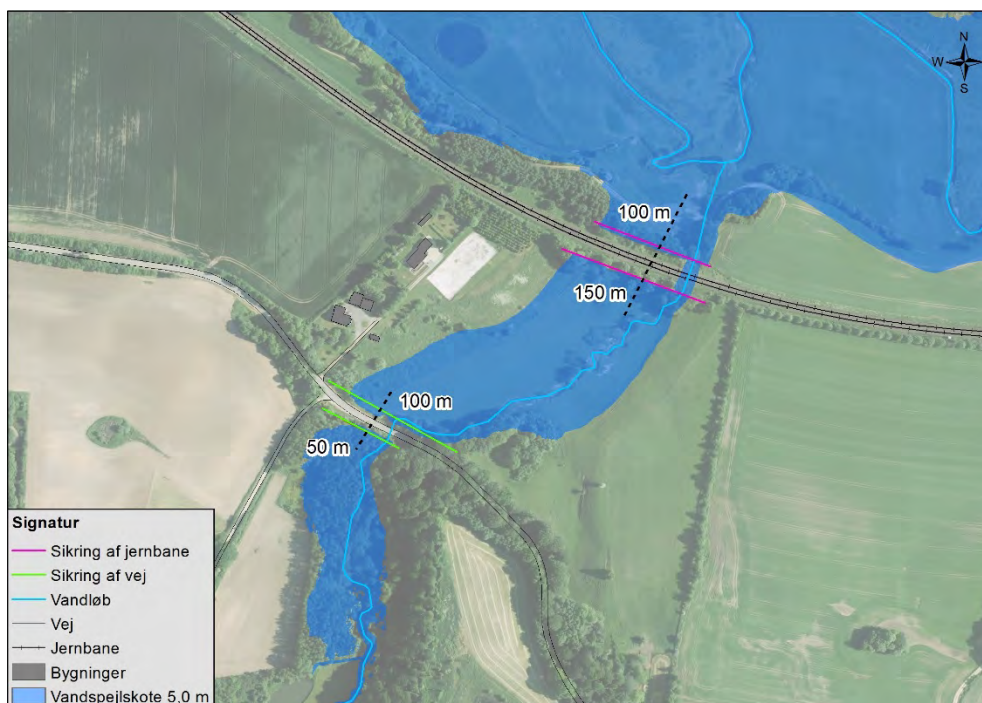
Sikring af Jernbane/Vej der krydses af Seest Mølleå

Den nedstrøms del af tilløbet fra Seest Mølleå bliver ligeledes udnyttet i forhold magasinering, hvilket skaber et behov for både at sikre jernbanedæmningen samt vejdæmning på lokaliteten:

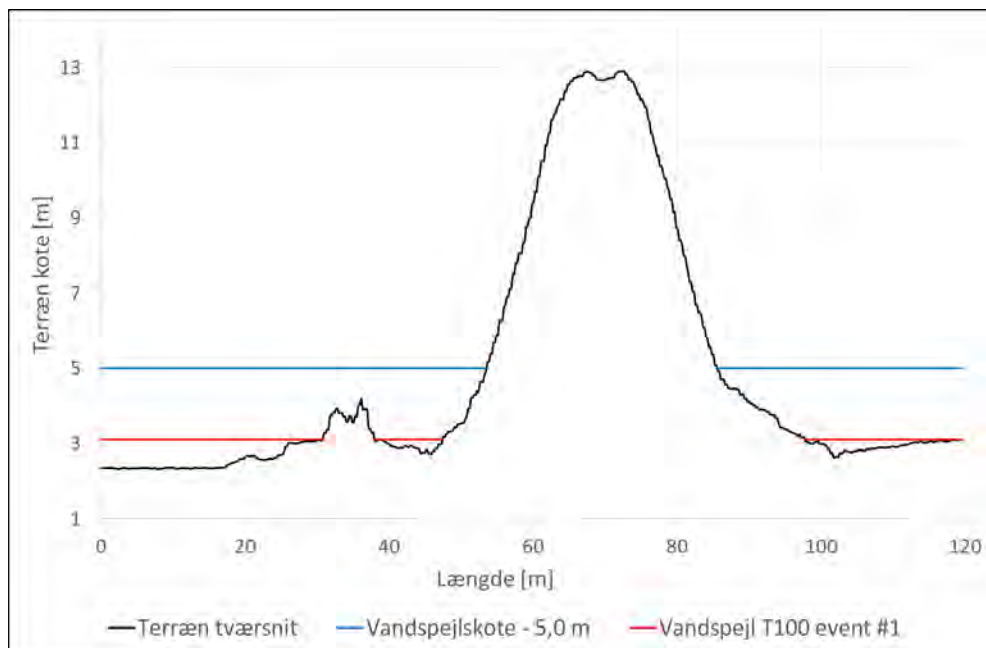


Figur 4-11 Visning af, hvor der skal udføres beskyttende foranstaltninger i form af di-ger ved krydsning af både vej samt banedæmning.

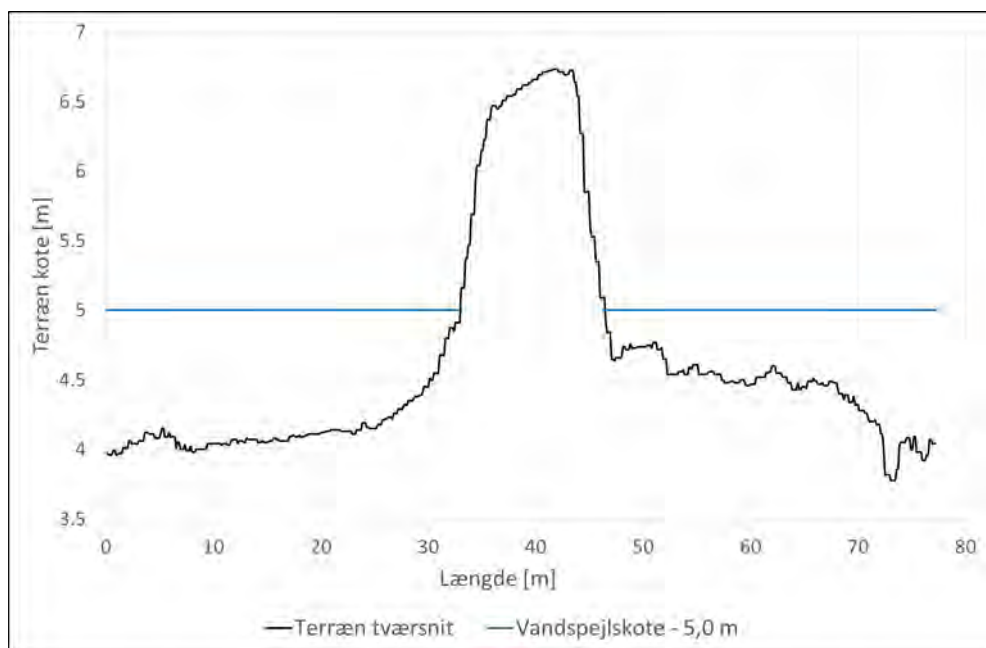
Der er ligeledes udført snit gennem de relevante dæmninger som er illustreret på figurerne nedenfor (Figur 4-12 til Figur 4-14):



Figur 4-12 Visning af placering af snit igennem både bane- og vejdæmning i den ned-strøms del af Seest Mølleå.



Figur 4-13 Snit af jernbandedæmning (baseret på terrænmodellen). Der er til sammenligning vist, hvor vandet vil stå ved en nuværende 100 års hændelse uden tiltag.



Figur 4-14 Snit af Vejdæmning (baseret på terrænmodellen). Vandspejlet for en 100 års hændelse ved vejbanen ligger lavere end det viste tværsnit (3.1 m).

Hvis der skal arbejdes videre med etablering af diger langs bandedæmningerne, skal det vurderes hvor langt fra disse, der kan etableres nye diger, uden at det påvirker stabiliteten af bandedæmningerne, som er etableret på blød bund.

Der er ikke i beregningerne taget hensyn til det volumen der evt. mistes ved dette.

4.1.2 Tiltag ift. stuvning til kote +6,00m

Løsningen tager ligeledes udgangspunkt i etableringen af en aktiv sluse samt dæmning umiddelbart vest for E45. Ved stuvning af vand op til kote +6,00m opnås et potentielt volumen på ca. 1,6 mio. m³.

Den samlede udstrækning af magasineringen ses på Figur 4-15 nedenfor:

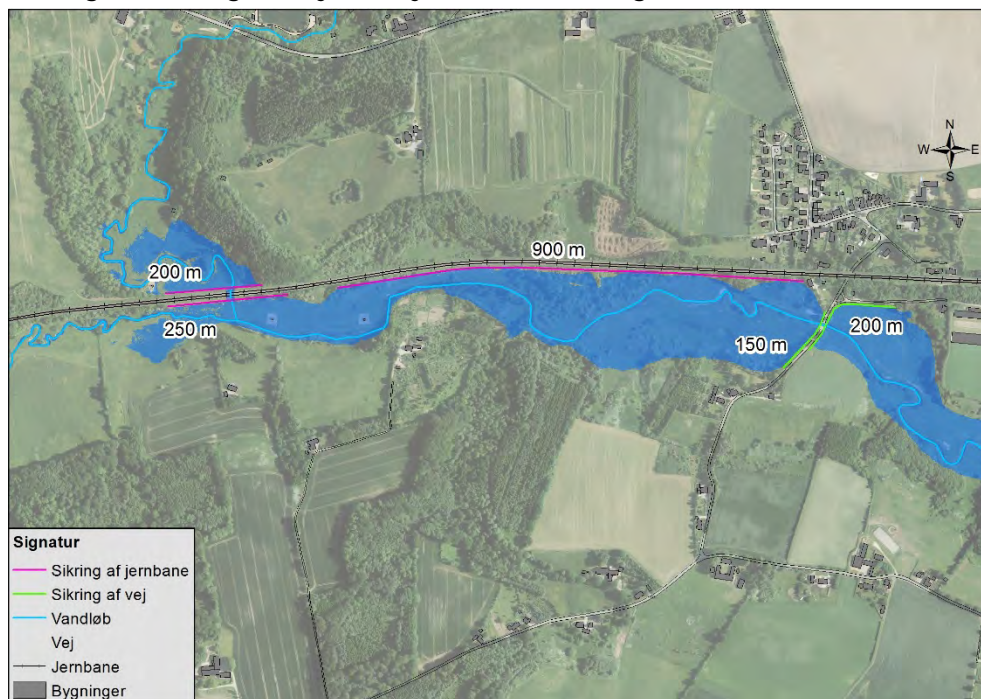


Figur 4-15 Udstrækning af magasinering ved kote +6,00 m samt visning af de tiltag der skal udføres.

De tiltag, der allerede er beskrevet for kote +5,00 m, skal selvfølgelig også udføres til kote +6,00 m. Disse er allerede beskrevet i tidligere afsnit, dog skal de være 1 meter højere og flere steder lidt længere i udstrækning. Dette kan findes i afsnit om anlægsoverslag.

Dog er der nye områder, som skal sikres i forbindelse med at stuve til en højere kote. De yderligere områder er beskrevet herunder:

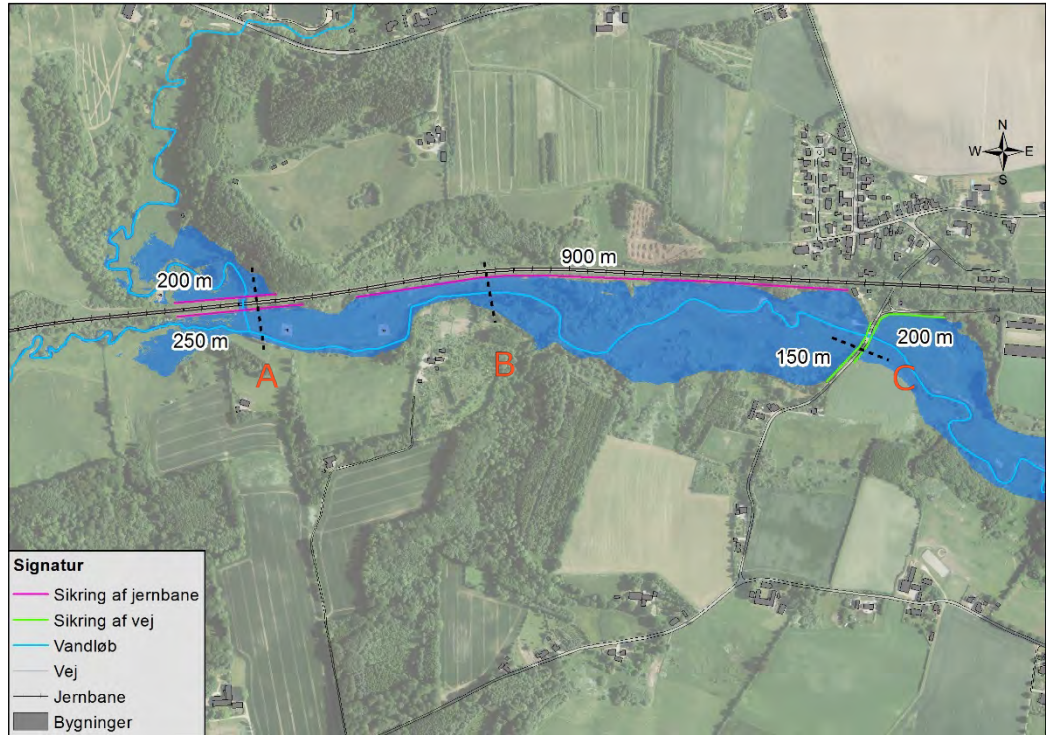
Yderligere sikring af Vej samt jernbaneskråning



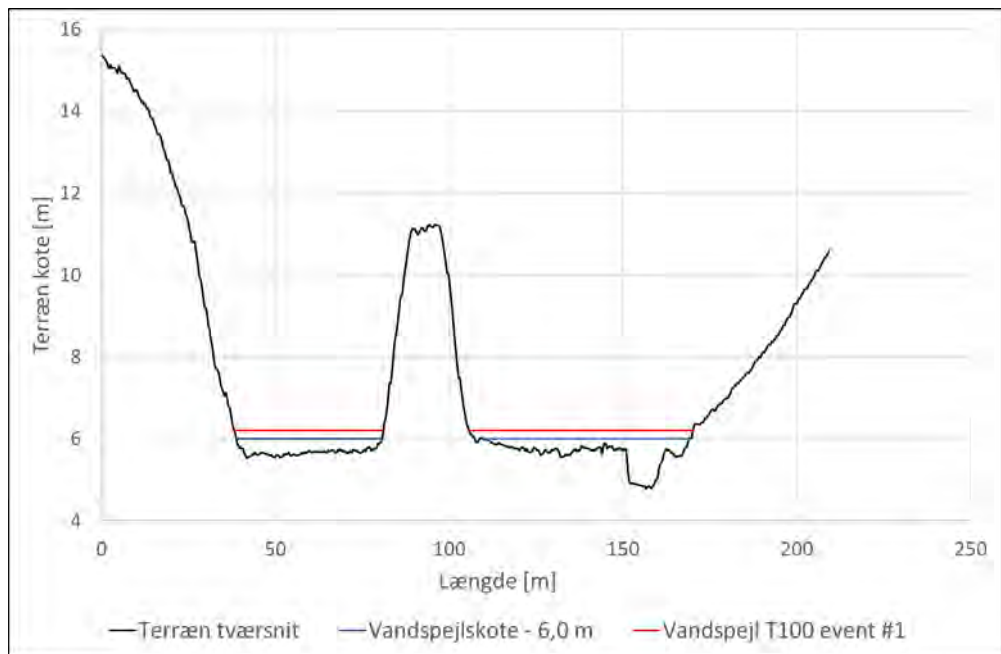
Figur 4-16 *Oversigt over de tiltag der skal etableres ud over de allerede for kote +5,00 m beskrevne.*

Af ovenstående Figur 4-16 fremgår det, at der skal etableres en yderligere sikring af vejen samt en længere strækning langs baneskråningen. I området er der identificeret én aktiv, samt et par nedlagte vandindvindingsboringer. Såfremt der udarbejdes et konkret projekt, bør det selvfølgelig sikres, at der ikke oversvømmes tekniske arealer herunder indvindingsboringer.

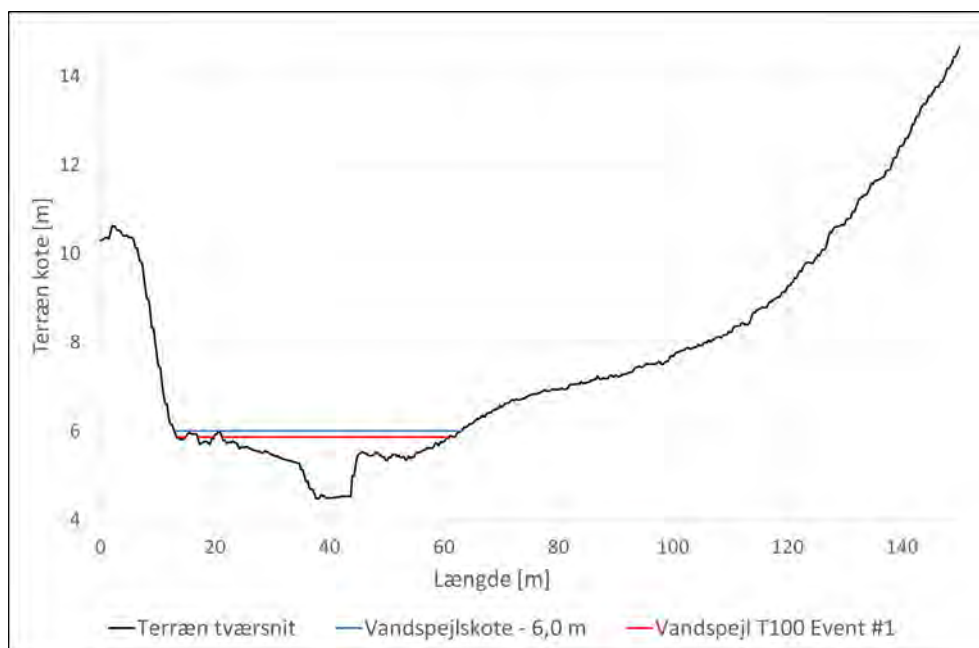
På nedenstående Figur 4-17 til Figur 4-20 er der vist 3 tværsnit af ådalen med nuværende 100års hændelse og til sammenligning vandspejlet i kote +6,00m:



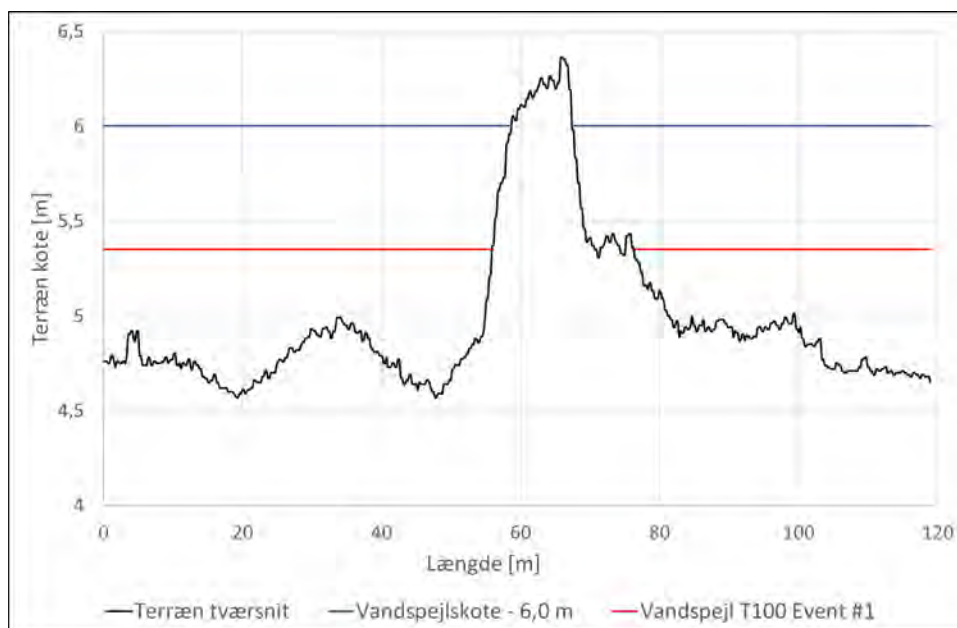
Figur 4-17 Placering af 3 relevante tværsnit, hvor der skal etableres sikring. A og B er en længere strækning langs den eksisterende banedæmning og C er vej der krydser Åen.



Figur 4-18 Snit A: Krydsning af jernbanen. Der er tale om lav vanddybde langs banedæmningen. Der er til sammenligning vist, hvor vandet vil stå ved en nuværende 100 års hændelse uden tiltag. (bemærkning: Da dette viste snit er højt opstrøms dæmningen ved E45, vil vandspejlskoten reelt ligge højere end stuvningskoten for dæmningen (+6,0m). vandspejlskoten vil formegentlig ligge nær vandspejlet for den nuværende 100 års hændelse).



Figur 4-19 Snit B - Eksempel på strækning med oversvømmelse parallelt med den eksisterende banedæmning. Der er til sammenligning vist, hvor vandet vil stå ved en nuværende 100 års hændelse uden tiltag.



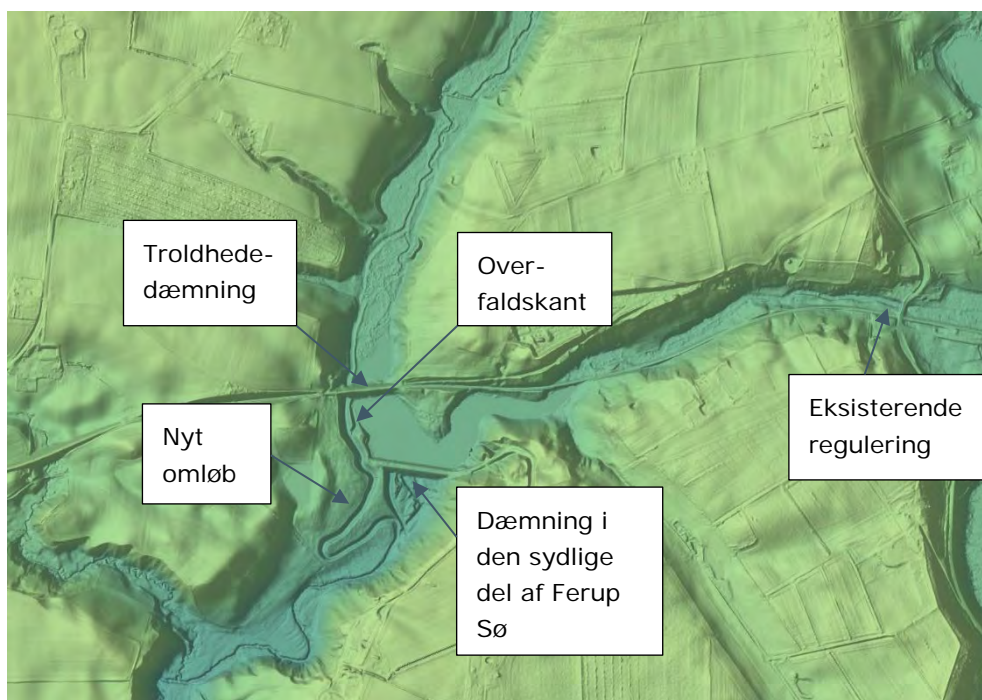
Figur 4-20 Snit C – hvor åen krydser den eksisterende vej. Dæmningen skal ligeledes sikres. Der er til sammenligning vist, hvor vandet vil stå ved en nuværende 100 års hændelse uden tiltag.

4.2 Dons Søerne og Vester Nebel Å

Dons søerne består af tre søer: Stallerup Sø, Søndersø og Nørresø samt et lavtliggende område mellem Stallerup Sø og Søndersø, Skallebæk. Dons søerne har et samlet opland på 49,5 km². Vester Nebel Å (ved Ferup Sø) ligger vest for Dons søerne og har et opland på 89 km².



Figur 4-21 Oversigt over Særne i området.



Figur 4-22 Terrænforhold omkring Vester Nebel Å og Ferup Sø.

I dag løber Vester Nebel Å uhindret forbi Ferup Sø.

Opstrøms Troldhededæmningen kan der etableres et volumen på 0,12 mio. m³ ved stuvning til kote 27 og 0,67 mio. m³ ved stuvning til kote 30. Dette volumen vil dog ikke kunne fungere på afstrømning fra Dons søerne, men kun på afstrømning fra Vester Nebel Å. Da Vester Nebel Å løber til det før omtalte projektområde vest for E45, vil effekten af stuvningsvolumen her, således svare til den effekt, der kan opnås ved E45, hvor man desuden har en større del af oplandet at arbejde med. Ved indgreb i Vester Nebel Å og magasinering, vil vandføringen i åen nedstrøms i perioder blive reduceret.



Figur 4-23 Udbredelsen af stuvning i Vester Nebel Å for hhv. kote 27(tv) og kote 30(th).

Etablering af et volumen ved stuvning til kote 27, kan ske ved etablering, af en simpel opstemning med f.eks. et Wintec bygværk, der præfabrikeres til 2 m opstemning. Dette vurderes ikke at give problemer at anvende dæmningen til en sådan stuvning, men det skal undersøges nærmere.

Etablering af et højere stuvningsniveau op til f.eks. kote 30, vil kræve etablering af 5 m høje sluseporte umiddelbart før underføringen, eller at man kan lukke underføringen helt med porte. Dette er et større indgreb. Det skal herudover vurderes om dæmningen kan holde til det store vandtryk. Den er oprindeligt etableret som en jernbanedæmning. Herudover skal det sikres, at den underføring, der er tildækket under dæmningen kan holde til det store tryk, eller der skal etableres spuns for at lukke den 100%.

Overfaldskanten fra Dons søerne, der tillader at vandet herfra kan ledes til Vester Nebel Å når Harteværket ikke er i drift, har overfaldskant i kote 25,75. Dæmningen syd for Ferup sø har overkant i ca. kote 28 eller lidt over.

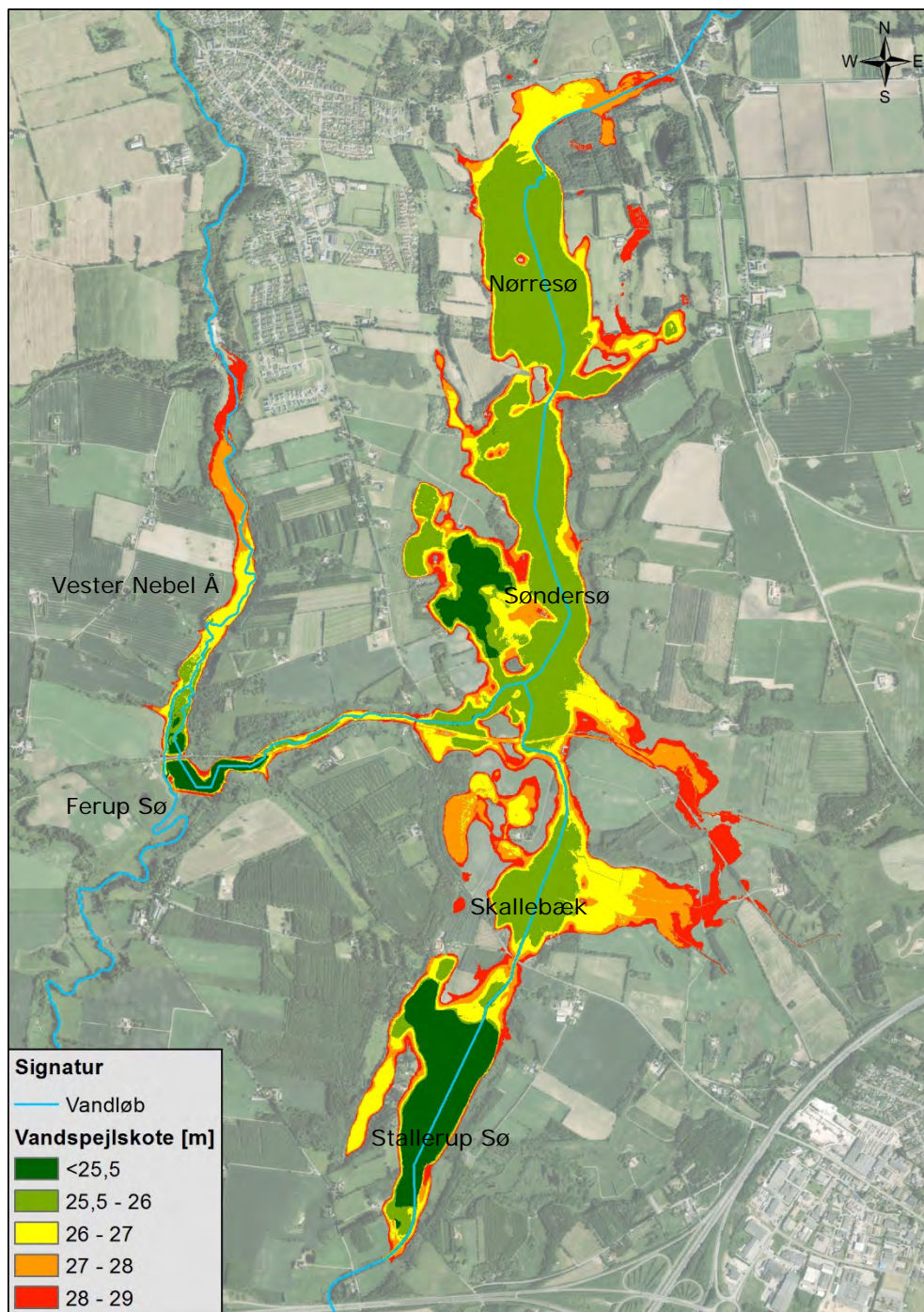
For at kunne lede vandet fra Vester Nebel Å til Harte Dons søerne, som det gjorde tidligere, skal der etableres en række tiltag. Det er vigtigt at omledningen af vandet kun sker i de perioder, hvor vandet skal magasineres i Dons Søerne så fiskepassagen ved Ferup Sø ikke påvirkes mere end højest nødvendigt. Det vurderes, at det kun er relevant at inddrage denne del af oplandet såfremt man etablerer stuvning i Harte Dons Søerne til kote 27 i den nedstrøms del. Dette skyldes, at det kun er ved etablering af et stort volumen i søerne, at man har behov for den ekstra vandmængde.

En mulig kombination af tiltag der sikrer dette er:

- > Etablering af variabelt stemmeværk på Vester Nebel Å opstrøms Troldhede-dæmning.
- > Forhøjelse af nuværende overfaldskant til med 1,5 m til kote 27,25. (herunder også en forhøjelse af digerne langs Ferup sø mod syd)
- > Genetablering af gennemløb under Troldhededæmningen.

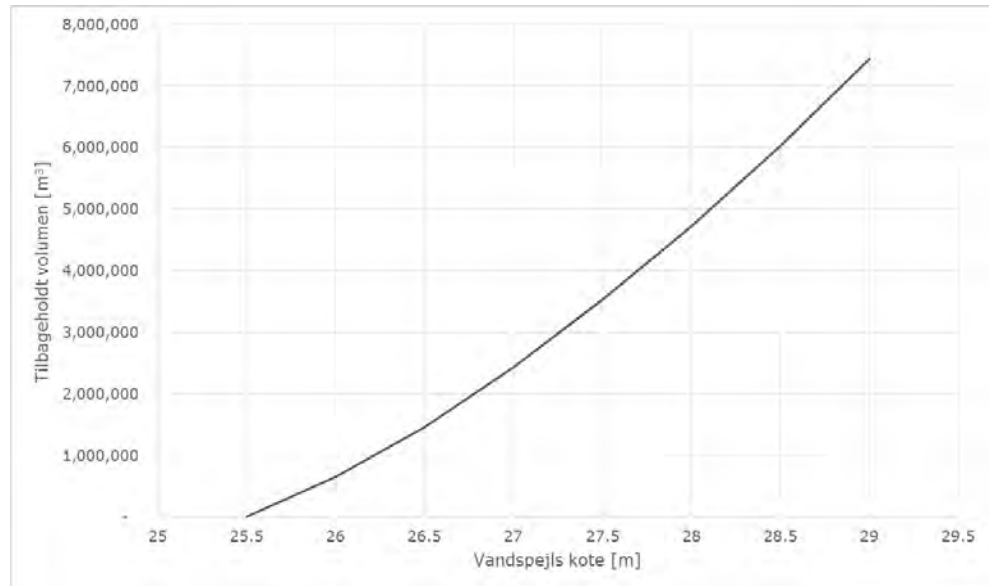
Herved kan man omdirigere vandet fra Vester Nebel Å til Dons Søerne, hvorved oplandsarealet kan øges til 139,7 km². Dermed har Dons søerne et relativt stort opland og potentialet for at tilbageholde store dele af flowet til Kolding by er stort.

Højdeprofil af det samlede område kan ses på nedenstående Figur 4-24:



Figur 4-24 Udbredelse af søerne ved forskellige vandspejlskoter i Dons Søerne.

Nedenstående volumenkurve (Figur 4-25) illustrerer den mulige udnyttelse af søerne og de omkringliggende områder ift. magasinering af vand under ekstrem afstrømning i Kolding Å:



Figur 4-25 Samlet volumenkurve for området ved Dons Søerne.

Der er opstillet 2 forskellige løsninger. Udnyttelsen i området kræver etablering af 2 bygværker/sluser da der arbejdes med forskellige vandspejlskoter i området. Ved Stallerup Sø samt ved Nørresø.

- > I scenarie 1 opstemmes der til kote 26 ved Stallerup Sø (inkl. Søndersø) og kote 27 ved Nørresø (samlet magasineringsvolumen på 1,2 mio. m³). ved scenarie 1 er det ikke nødvendigt at tilføre vand fra Vester Nebel Å (effekt påvist ved modellering og beskrevet i afsnittet "konsekvensvurdering")
- > I scenarie 2 opstemmes der til kote 27 ved Stallerup Sø (inkl. Søndersø) og kote 28 ved Nørresø (samlet magasineringsvolumen på 3 mio. m³). Det vurderes at en udnyttelse af dette volumen vil kræve, at der tilføres vand fra Vester Nebel Å opland.

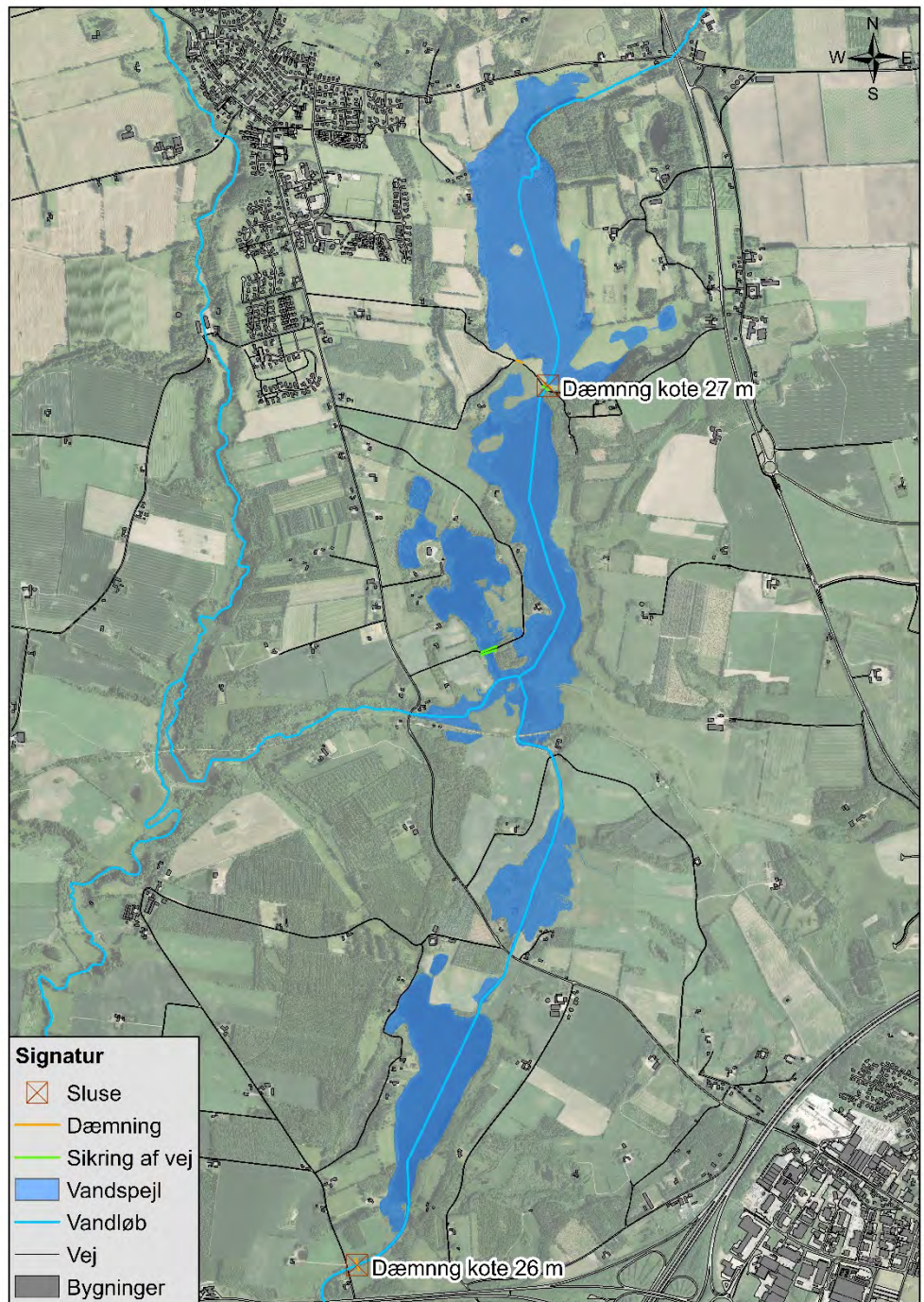
Der kan også arbejdes med et kombinationsscenario hvor vandspejlet hæves til f.eks. +27,00m i begge søer.

4.2.1 Tiltag ift. stuvning til kote 26/27

For at kunne magasinere vandet i de to søer til hhv. kote 27 i Nørresø og kote 26 i den sydlige del (Søndersø, Stallerup sø og Skallebæk), skal der etableres følgende anlæg:

- > 2 bygværker med sluseklapper
- > Sikring af veje.

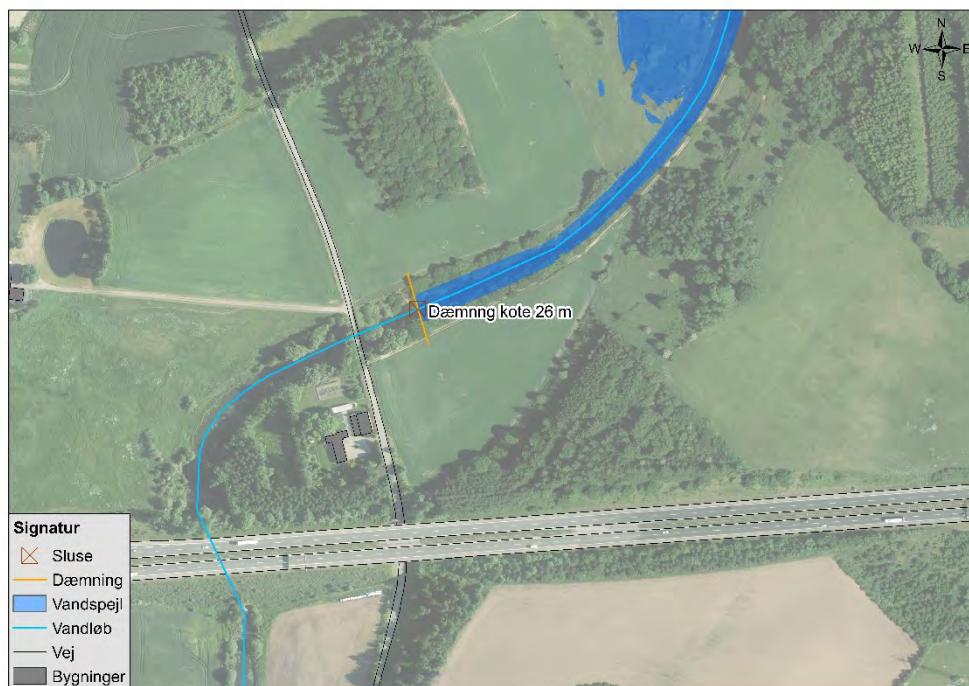
Placeringen af sluserne samt beskrivelse af lokaliteter for yderligere sikring er præciseret i de følgende afsnit:



Figur 4-26 Oversigt over tiltag ved scenarie 1 i Dons Søerne hvor der opstaves til kote 26/27.

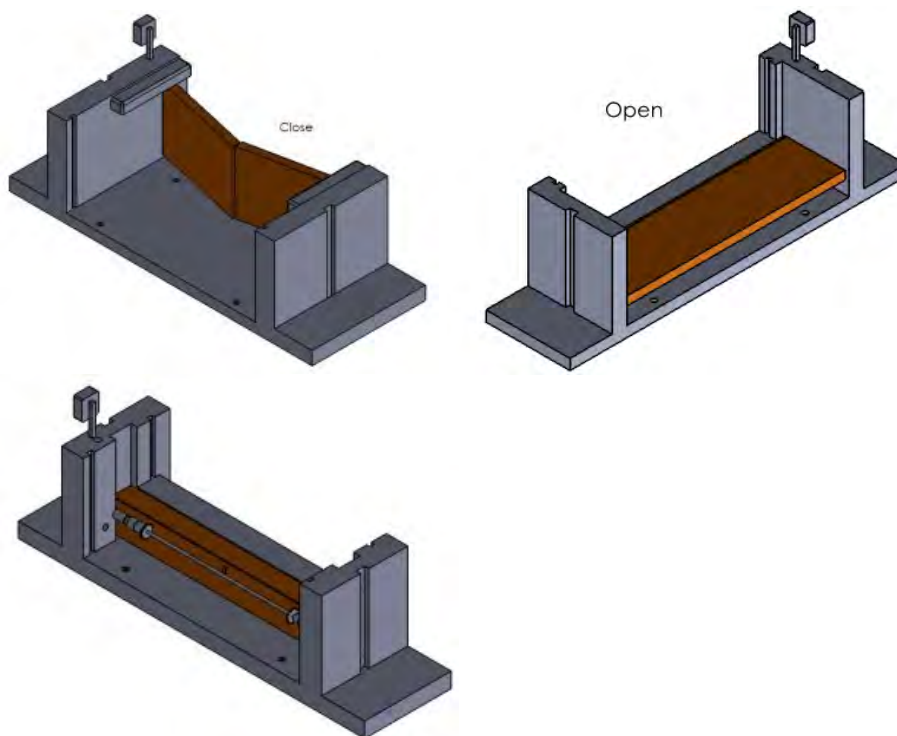
Etablering af dæmning og aktiv sluse øst for Stubdrupvej

Ved Stubdrupvej skal der etableres et slusebygværk, som kan sikre stuvning til kote +26,00 m.



Figur 4-27 Mulig placering af dæmning/slusebygværk i den sydligste del af projektområdet ved Stubdrupvej.

Bygværket foreslås etableret som et præfabrikeret bygværk med sidehængte klapper eller med en opskydelig væg (kip-port).



Figur 4-28 Eksempler på sluse med sidehængte klapper, kip-port og horisontal gate (www.wintec.dk).

Et præfabrikeret bygværk, kan anvendes når stuvningshøjden er op til ca. 2 m ift. nuværende bundkote og vandløbsbredden er op til ca. 6 m.

Sikring af Koldingvej

Magasineren af vand betyder at der er flere veje hvor der vil kunne stå vand. Såfremt disse skal være farbare ved magasineren af vand i ådalen skal der etableres sikring af disse.

Det vil dog være muligt at komme til boligerne på halvøen af vejen fra nord.

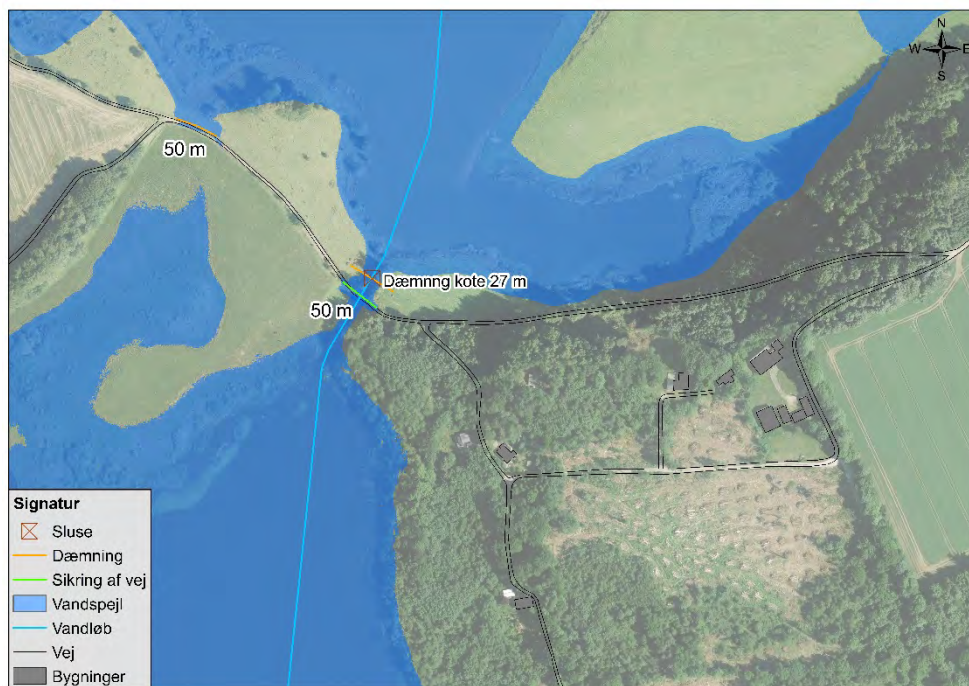


Figur 4-29 Skitsering af hvor Koldingvej kan have behov for sikring.

Det beror på en konkret vurdering af vejens opbygning, hvad der skal til for at sikre denne. En opstuvning, der sker sjældent f.eks. hvert 5 år, vurderes ikke at have væsentlig betydning for vejens drift og vedligehold, men sker det oftere vil bærelaget blive nedbrudt og der vil være behov for øget vedligehold. Alternativt skal der etableres afværgeforanstaltninger f.eks. i form af diger med grøfter på indersiden og pumper der kan holde vejens bærelag tørt.

Etablering af dæmning og aktiv sluse ved udløbet af Nørresø

Ved udløbet af Nørresø Skal der etableres et slusebygværk der sikrer magasineren til kote +27,00 m.



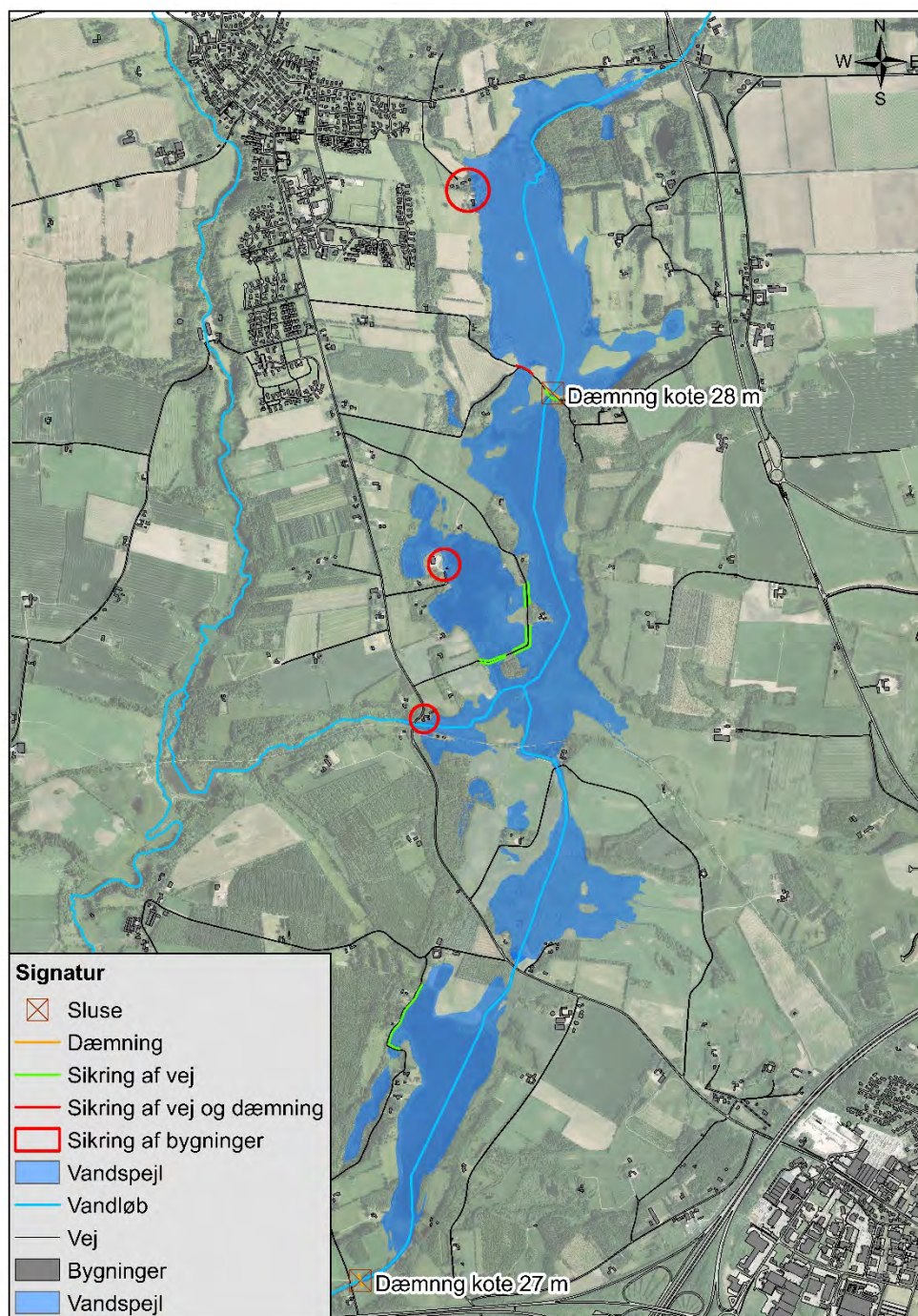
Figur 4-30 Illustration af hvor slusebygværk ved udløbet af Nørresø kan placeres.

4.2.2 Tiltag ift. stuvning til kote 27+28

For at kunne magasinere vandet i de to søer til hhv. kote 28 i Nørresø og kote 27 i den sydlige del (Søndersø, Stallerup sø og Skallebæk), skal der etableres følgende anlæg:

- > 2 bygværker med sluseklapper
- > Bygværk til tilførsel af vand fra Vester Nebel Å
- > Sikring af veje.
- > Mulige afværgeforanstaltninger ved ejendomme

Placeringen af sluserne samt beskrivelse af lokaliteter for yderligere sikring er præciseret i de følgende afsnit:



Figur 4-31 Oversigtskort over tiltag og enkelte opmærksomhedspunkter ved stuvning til kote 27/28.

Placeringen af de to slusebygværker er den samme som for tidligere forslag (26/27)



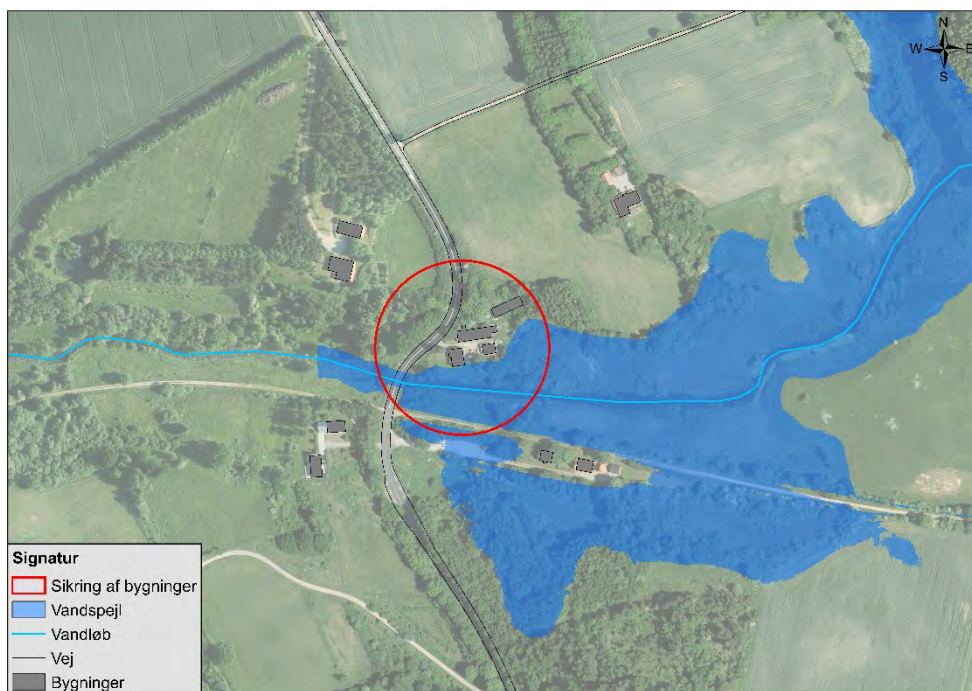
Figur 4-32 *Vejen langs Stallerup Sø skal sikres, såfremt den skal kunne anvendes under en magasinering situation.*

Det beror på en konkret vurdering af vejens opbygning, hvad der skal til for at sikre denne. En opstuvning der sker sjældent f.eks. hvert 5 år. Vurderes ikke at have væsentlig betydning for vejens drift og vedligehold, men sker det oftere vil bærelaget blive nedbrudt og der vil være behov for øget vedligehold. Alternativt skal der etableres afværgeforanstaltninger f.eks. i form af diger med grøfter på indersiden og pumper der kan holde vejens bærelag tørt.

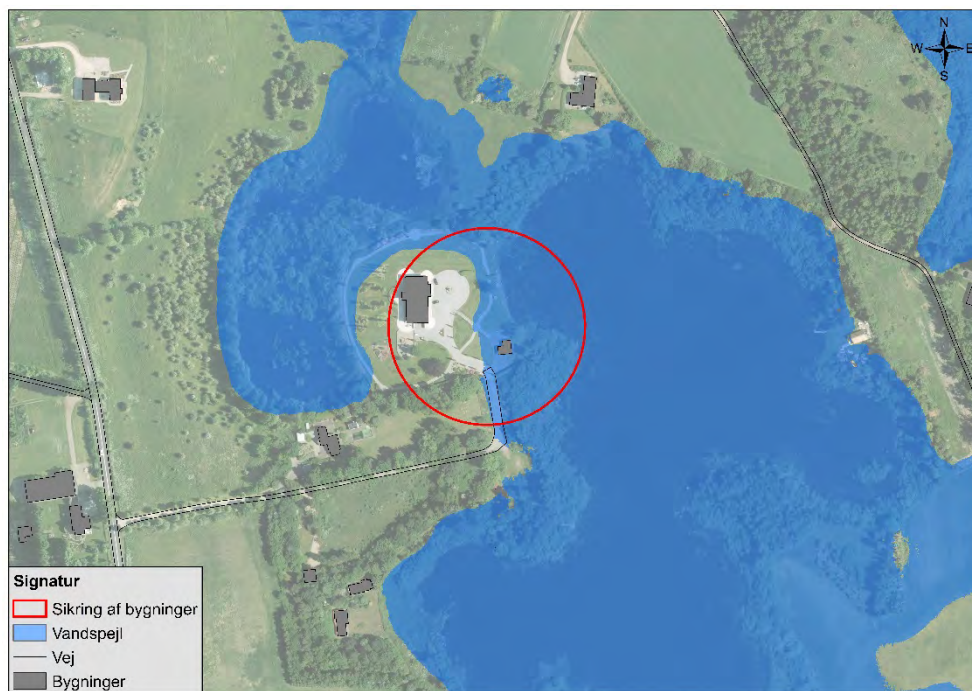


Figur 4-33 Der kan være behov for sikring af Koldingvej gennem den opstemmede Sønder sø.

Der er enkelte ejendomme og matrikler inden for de oversvømmede arealer som bør sikres. Eksempler er vist på billederne herunder. Det konkrete sikringsbehov for hvert enkelt ejendom/matrikel kvantificeres ved senere detaljeret studie men er i nærværende rapport indregnet som en estimeret udgift i anlægsoverslagene.



Figur 4-34 Ved magasinering til kote 27. Eksempel på ejendom der skal sikres.



Figur 4-35 Ved magasinering til kote 27 i Søndersø. Eksempel på ejendom der skal sikres.



Figur 4-36 Ved magasinering til kote 28 i Nørresø. Eksempel på ejendom der skal sikres

4.2.3 Effekt ved at sænke vandstanden i Harte Dons søerne

En mulighed for at optimere det volumen, der er til rådighed i Harte Dons Søerne, kunne være ved at sænke den permanente vandstand i søerne. Permanent sænkning - da det vil være tidskrævende at tømme søerne forud for en hændelse, hvor volumenet ønskes benyttet.

På nedenstående tabel (Tabel 4-1) er der lavet et simpelt overslag over muligt volumen, baseret på en visuel betragtning af fremsendte dybdekort (Vejle Amt 1988). Ud fra dybdekortene er der lavet en vurdering af, hvor stor en andel af søernes arealer, der ligger under dybden 0,5 m. I beregningen er det estimeret, at 10 % af søernes samlede overfladeareal ligger med dybder fra 0-0,5 m. Ved at betragte søerne som keglestubbe er der beregnet, hvor stort volumen der potentielt er til rådighed for de enkelte søer ved vandstandssænkning svarende til 10, 20 og 50 cm under nuværende niveau:

Vandstandssænkning	Stallerup Sø	Søndersø	Nørresø	Sum
m	Volumen til rådighed [m ³]			
0.1	23401	24161	32528	80090
0.2	46322	47827	64388	158537
0.5	112253	115901	156033	384187

Tabel 4-1 Estimeret effekt af vandstandssænkning i hhv. Stallerup Sø, Søndersø og Nørresø.

Af tabellen fremgår det, at effekten ved f.eks. en vandstandssænkning på 10 cm, kun bidrager med meget lidt volumen, og at der skal mere drastiske vandstandssænkninger til, før det giver udslag i forhold til magasineringsvolumen.

Hvilke konsekvenser der måtte være for omkringliggende natur, herunder om der vil opstå okker problematik ved sænkning af vandstand, er ikke belyst.

5 Anlægsoverslag

Der er opstillet et anlægsoverslag for de 2 løsningsvariationer i hver af de 2 projektområder. Anlægsoverslaget tager udgangspunkt i de løsningselementer, der er nødvendige for at den enkelte løsning fungerer. Der er ikke taget højde for evt. erstatning til lodsejere.

Der er indregnet en fast post til sikring af Ejendomme/diverse på alle løsninger. Projektet kan på nuværende tidspunkt/vidensniveau ikke indeholde detaljeret overslag for implicerede ejendomme og matrikler samt andre forhold, så dette er dels imødekommet ved en særskilt post i overslag samt selvfølgelig korrektionsfaktoren.

Der er benyttet skalerede erfaringstal for slusebygværkerne ift. prissætning. I overslaget er det forudsat, at der ikke kan opnås aftale om opstuvning af vand på bane- eller motorvejsdæmninger. Dette betyder, at der er indregnet den fulde udgift til at lave diger foran disse eksisterende konstruktioner. Priserne vil formegentlig kunne reduceres, såfremt der kan findes en fælles løsning omkring sikring af bane/vej dæmninger (evt. sikring med impermeabel belægning langs de berørte strækninger, beklædt med græs). Forholdene og udfordringer omkring opstuvning op ad den eksisterende infrastruktur/dæmninger er beskrevet særskilt i bilag A.

I alle overslag er der medregnet 15 % til projektering & administration og endvidere tillagt 50 % i form af korrektionsbidrag.

Vest For E45 - Stuvning til Kote +5,00m				
Lokalitet	Post	Pris pr. enhed(kr)	Antal	Sum(mio. kr.)
Dæmning/Sluse vest for E45	Sluse	11000000	1	11.0
	Dige (3,0m)	3500	180	0.6
Kolding Å krydser jernbanen	Dige (1,5m)	1200	200	0.2
	Dige (1,5m)	1200	250	0.3
Jernbane/vej krydser Seest mølleå	Dige (2,0m)	1850	100	0.2
	Dige (2,0m)	1850	150	0.3
	Dige (1,5m)	1200	100	0.1
	Dige (1,5m)	1200	50	0.1
Sikring div. Ejendomme	Sikring	1000000	1	1.0
Sum anlæg				13.8
Projektering (15%)				2.1
Korrektionsbidrag (50%)				7.9
Total				23.8
Drift (1,5% anlæg pr. år)				0.4

Tabel 5-1 Anlægsoverslag for magasinering af vand vest for E45 ved stuvning til kote +5,00 m.

Vest For E45 - Stuvning til Kote +6,00m				
Lokalitet	Post	Pris pr. enhed(kr)	Antal	Sum(mio. kr.)
Dæmning/Sluse vest for E45	Sluse	13000000	1	13.0
	Dige (4,0m)	5600	180	1.0
Kolding Å krydser jernbanen	Dige (2,5m)	2600	200	0.5
	Dige (2,5m)	2600	250	0.7
Jernbane/vej krydser Seest mølleå	Dige (3,0m)	3500	100	0.4
	Dige (3,0m)	3500	150	0.5
	Dige (2,5m)	2600	150	0.4
Ejstrupvej	Dige (2,5m)	2600	100	0.3
	Dige (1,0m)	700	200	0.1
	Dige (1,0m)	700	150	0.1
Jernbane fra Ejstrupvej mod vest	Dige (0,5m)	350	900	0.3
	Dige (0,5m)	350	250	0.1
Sikring div. Ejendomme	Sikring	1000000	1	1.0
Sum anlæg				18.4
Projektering (15%)				2.8
Korrektionsbidrag (50%)				10.6
Total				31.7
Drift (1,5% anlæg pr. år)				0.5

Tabel 5-2 Anlægsoverslag for magasinering af vand vest for E45 ved stuvning til kote +6,00 m.

Dons Søerne - Stuvning til kote 26/27				
Lokalitet	Post	Pris pr. enhed(kr)	Antal	Sum(mio. kr.)
Dæmning/sluse ved Stubdrupvej	Sluse	4000000	1	4.0
Sikring af Koldingvej	Dige (0,5m)	350	80	0.0
Dæmning/Sluse ved Nørresø	Sluse	4000000	1	4.0
Sikring div. Ejendomme	Sikring	1000000	1	1.0
Sum anlæg				9.0
Projektering (15%)				1.4
Korrektionsbidrag (50%)				5.2
Total				15.6
Drift (1,5% anlæg pr. år)				0.2

Tabel 5-3 Anlægsoverslag for magasinering af vand ved Dons Søerne ved stuvning til kote 26/27 m.

Dons Søerne - Stuvning til kote 27/28				
Lokalitet	Post	Pris pr. enhed(kr)	Antal	Sum(mio. kr.)
Dæmning/sluse ved Stubdrupvej	Sluse	6000000	1	6,0
Sikring af vej ved Stallerup sø	Dige (1,0m)	700	400	0,3
Sikring af Koldingvej	Dige (1,0m)	700	800	0,6
Dæmning/Sluse ved Nørresø	Sluse	6000000	1	6,0
	Dige (0,5m)	350	100	0,0
Sikring div. Ejendomme	Sikring	1000000	1	1,0
Bygværk Vester Nebel Å/Ferup Sø	Stemmeværk	6000000	1	6,0
Sum anlæg				19,9
Projektering (15%)				3,0
Korrektionsbidrag (50%)				11,4
Total				34,3
Drift (1,5% anlæg pr. år)				0,5

Tabel 5-4 Anlægsoverslag for magasinering af vand ved Dons Søerne ved stuvning til kote 27/28 m.

Projekt	Volumen (mio. m ³)	Overslag (mio. Kr)
E45 – Kote 5,00 m	1	23,8
E45 – Kote 6,00 m	1,6	31,7
Dons – Kote 26/27 m	1,2	15,6
Dons – Kote 27/28 m	3	34,3

Tabel 5-5 Sammenligning af magasineringsvolumen og totale anlægsoverslag for de 4 projekter.

Området nord for Troldhededæmningen er ikke opstillet på samme facon. Dette skyldes, at det ikke vurderes relevant at etablere et bygværk med en gevinst på 0.12 mio m³. Disse er bedre fundet ved E45 hvor de også kan virke på et større opland. Skal området udnyttes bedre skal der stuves op imod kote +30 m. Prisen for dette vil afhænge meget af opbygningen af den eksisterende dæmning, hvilket i nærværende projekt ikke kendes. Dog vil et groft overslag på slusen i sig selv være i omegnen af 22 mio.

5.1 Takstfinansiering og omkostningseffektivitet

Kolding Kommune og Blue Kolding har tidligere fået tilsagn om det samlede klimatilpasningsprojekt, som foruden tilbageholdelse af vand i oplandet også omfatter etableringen af en sluse og pumpestation på udløbet af Kolding Å samt et projekt til tilbageholdelse af vand i Seest Mølleå. Alt dette med henblik på at klimatilpasse Kolding By og nedbringe risikoen for oversvømmelse i byen. Tilsagnet fra Forsyningssekretariatet betyder, at projekterne er vurderet i forhold til det ville koste forsyningen, at lave anlæg i Kolding By, som på traditionel vis vil

sikre afløbssystemets funktion i byen under kraftige afstrømningshændelser. Dette kunne være etablering af højvandsklapper, diger samt lokale pumpestationer eller større bassiner til tilbageholdelse af regnvand/spildevand så længe Kolding Å umuliggør den sædvanlige afledning.

Der er i NIRAS rapport "Tilbageholdelse af vand i opland"(2016) udarbejdet et overslag over traditionelle virkemidler herunder separering af store dele af Kolding By. NIRAS overslag for dette ligger i underkanten af 200 mio. kr. Holdes dette op mod de i denne rapport udarbejdede anlægsoverslag kan det konkluderes at projektet er omkostningseffektivt og således et bedre alternativ end den traditionelle løsning.

6 Konsekvensvurdering

6.1 Effekt i Kolding By

Formålet med magasineringen er at udjævne det maksimale flow gennem Kolding by. Dette sker ved at lede så tilpas meget vand igennem Kolding By som Kolding Å kan håndtere og tilbageholde den del, der giver anledning til høj vandstand. Den aktuelle strategi for tilbageholdelse baseres på det forventede afstrømningsmønster, erfaringer og vejrudsigten.

Man må forvente at man i fremtiden bliver endnu bedre til at forudsige afstrømningen baseret på vejrprognoser og opsamlet erfaring fra tidligere hændelser.

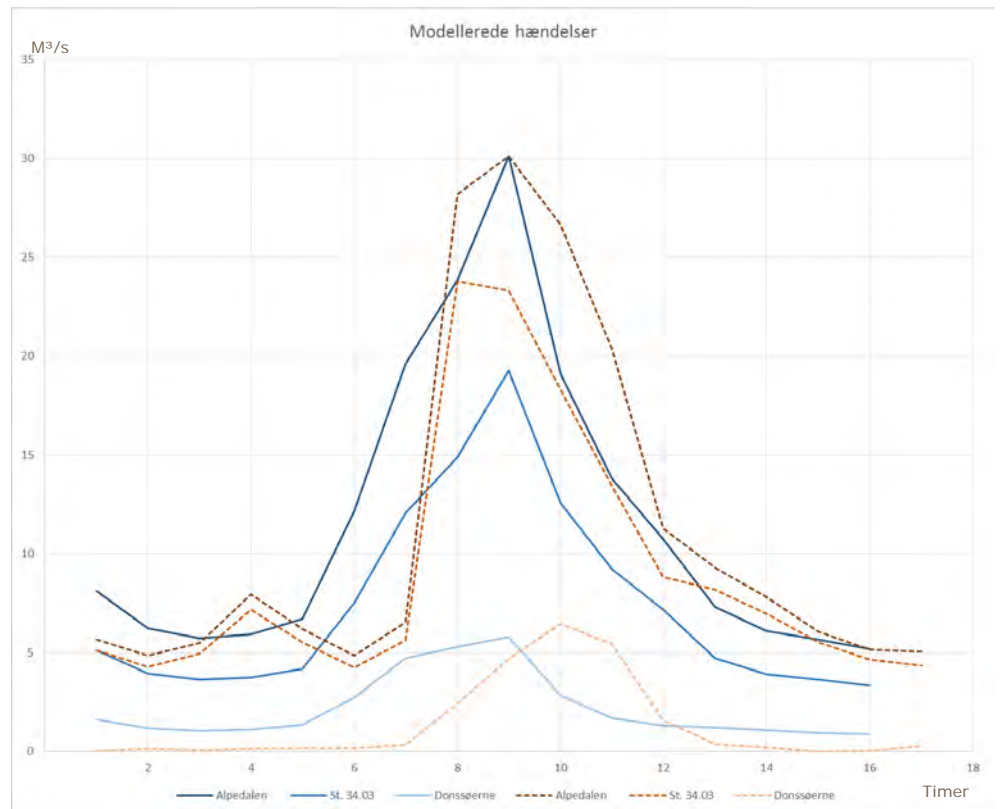
Konkret handler den perfekte styrestrategi om at tilbageholde den vandmængde der optræder i peak situationen og undgå at magasinerne bliver fyldt for tidligt.

Kolding Å systemet er specielt derved, at afstrømningen ikke behøver at være ligeligt fordelt mellem f.eks. Seest Mølle å og Vester Nebel Å. Der vil derfor være situationer, hvor man kan få en stor effekt af magasinering i Vester Nebel Å samt Dons søerne og andre, hvor effekten af magasinering ved E45 er den bedste.

Der er udført beregninger med to konkrete hændelser baseret på måledata. Disse er skaleret så den samlede afstrømning svarer til en nuværende 100-års-hændelse.

Ud fra indhentet måledata, er 2 forskellige ekstremhændelser valgt ud og skaleret således at peak flow svarer til vandføringen ved en statistisk 100-årshændelse i 2018. Således topper begge hændelser med kritisk peak flow svarende til en 100-årshændelse i Alpedalen (før Kolding By) mens hændelsens varighed og tid for peak er forskelligt for de 2 hændelser.

De 2 hændelser (skaleret til 100 års vandføring i 2018) er vist på nedenstående Figur 6-1:



Figur 6-1 De 2 modellerede hændelser (m^3/s som funktion af tid) begge skaleret svarende til 100års hændelse. Fuld optrukne linje er Hændelse 1 og den stiplede linje er Hændelse 2. Det ses at Hændelse 1 peaker nogenlunde samtidigt, men er mere kortvarigt peak end Hændelse 2. (Vist for forskellige målestationer).

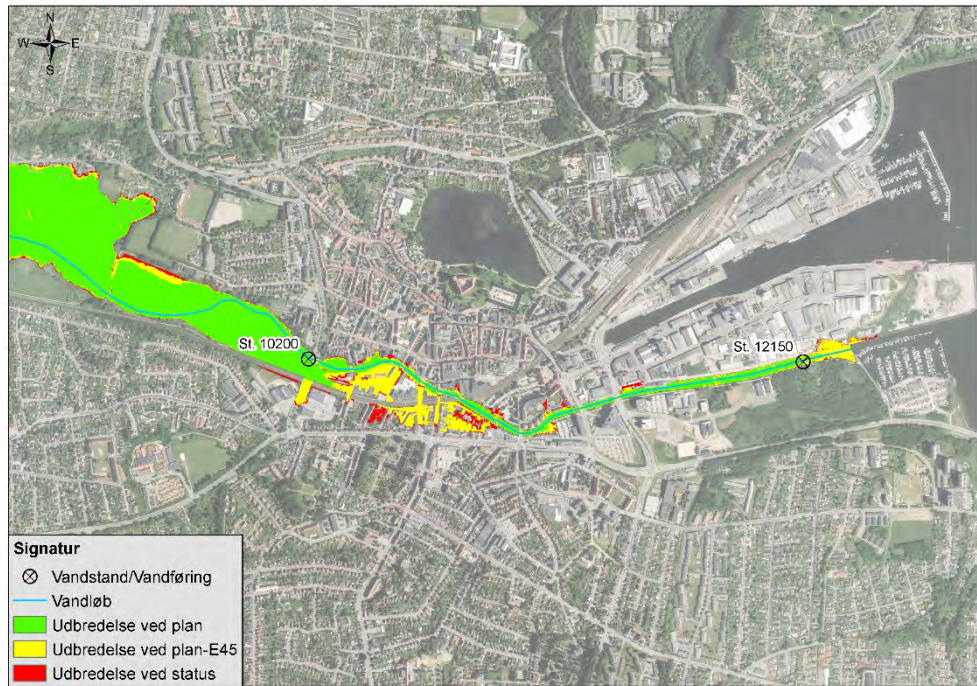
Hændelse 1 har en kraftig peak ved målestation 34.03 i Kolding Å og en mindre markant peak ved afløbet gennem Dons søerne (Harteværket).

Der er i modellen taget udgangspunkt i, at et samlet fremtidigt planscenarie indeholder projekt ved E45 med stuvning til kote +5,00 m (1 mio. m^3) og projekt ved donssøerne med stuvning til kote 26/27 (1,2 mio. m^3). Hermed fås et samlet volumen på ca. 2,2 mio. m^3 .

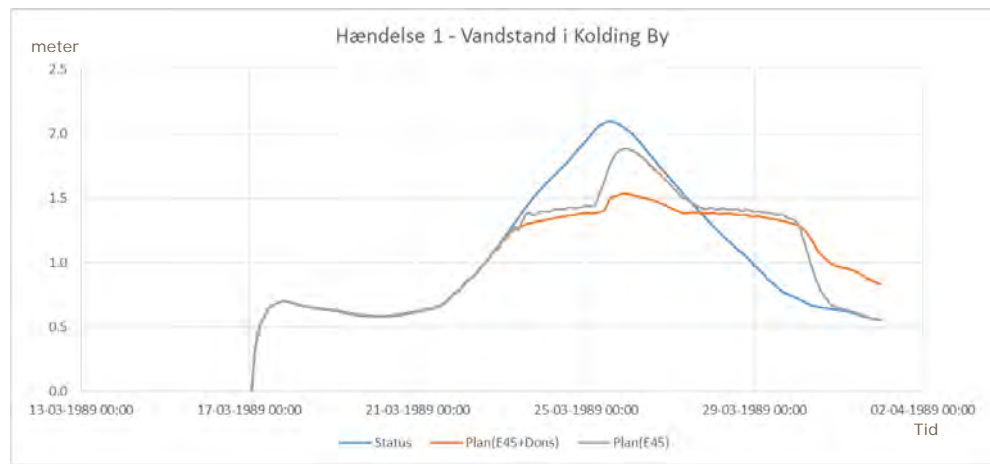
Desuden er der til sammenligning også kørt beregning af et scenarie hvor kun projektet ved E45 er udført.

Disse skal sammenholdes med status beregningen som også er udført for begge hændelser.

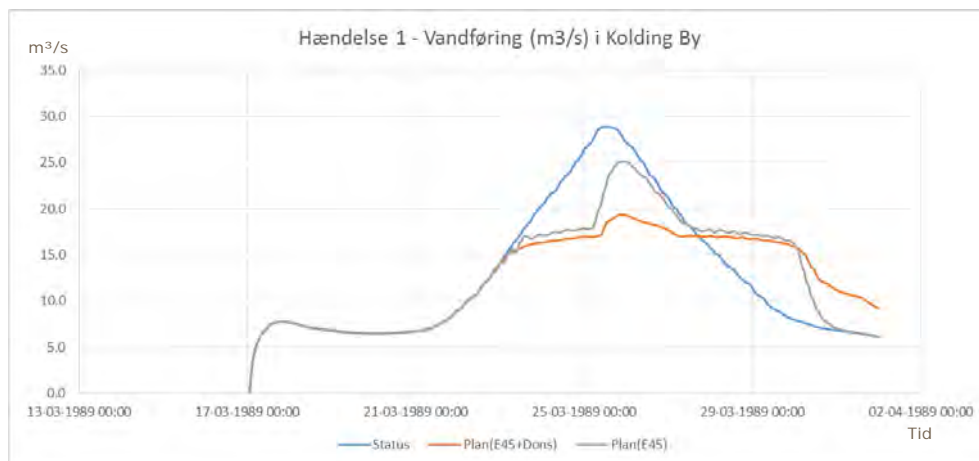
Resultaterne fra Hændelse 1 er vist herunder. På Figur 6-2 ses forskellene i oversvømmelsesudbredelserne i Kolding By. På Figur 6-3 og Figur 6-4 ses henholdsvis den beregnede vandstand og vandføring i løbet af simuleringen:



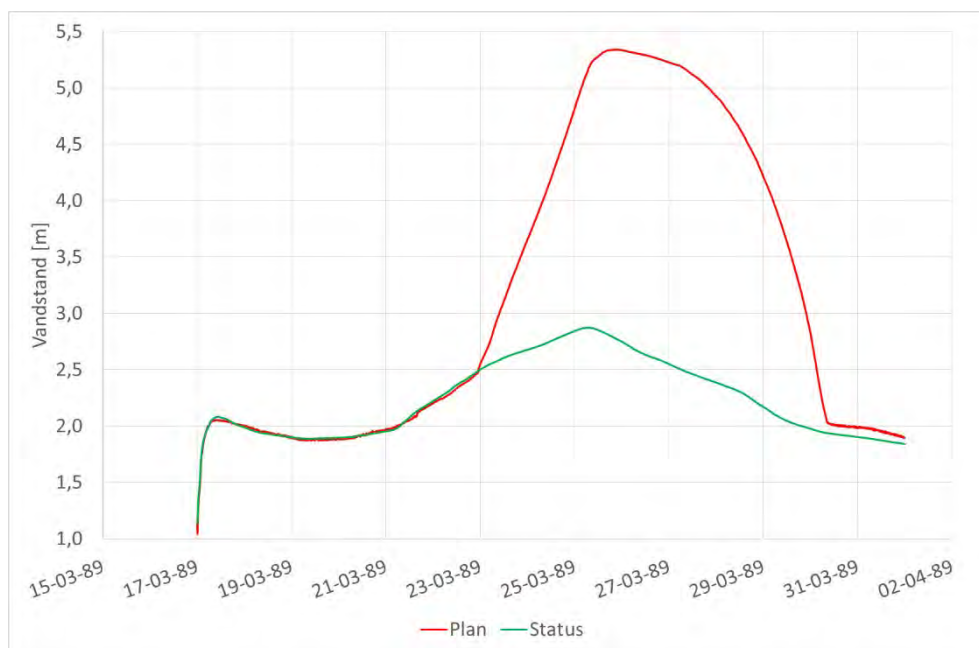
Figur 6-2 Modelleret udbredelse af oversvømmelser ved Hændelse 1.



Figur 6-3 Modelleret vandstand ved st. 10200 i løbet af Hændelse 1. Blå linje er status uden tiltag, Grå linje er plan udelukkende med etablering af tiltag ved E45 og Orange linje er plan med etablering af magasinerung både ved E45 og Dons Søerne.



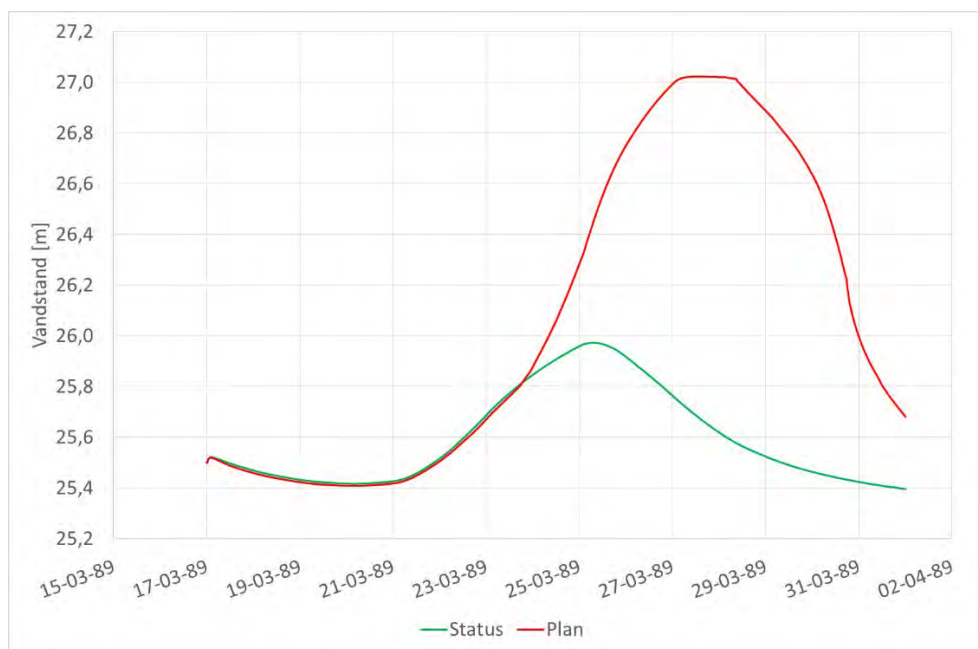
Figur 6-4 Modelleret vandføring ved st. 10200 i løbet af Hændelse 1. Blå linje er status uden tiltag, Grå linje er plan udelukkende med etablering af tiltag ved E45 og Orange linje er plan med etablering af magasinering både ved E45 og Dons Søerne.



Figur 6-5 Vandstand i magasinet vest for E45 for status og plan(E45+Dons).



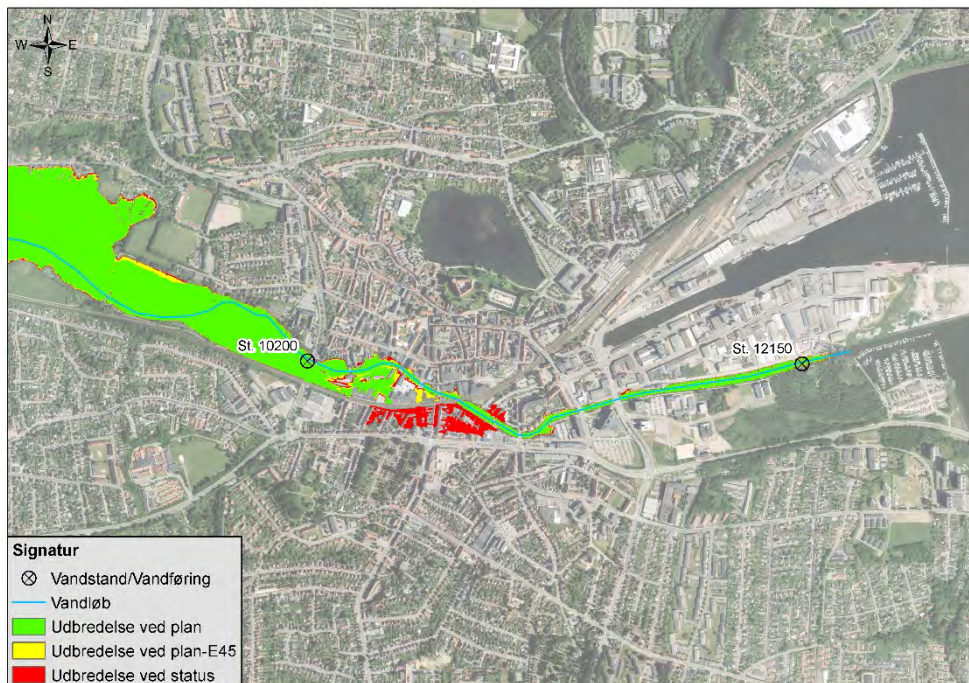
Figur 6-6 Vandstand i magasin ved Stallerup Sø For status samt for plan situationen (E45 + Dons).



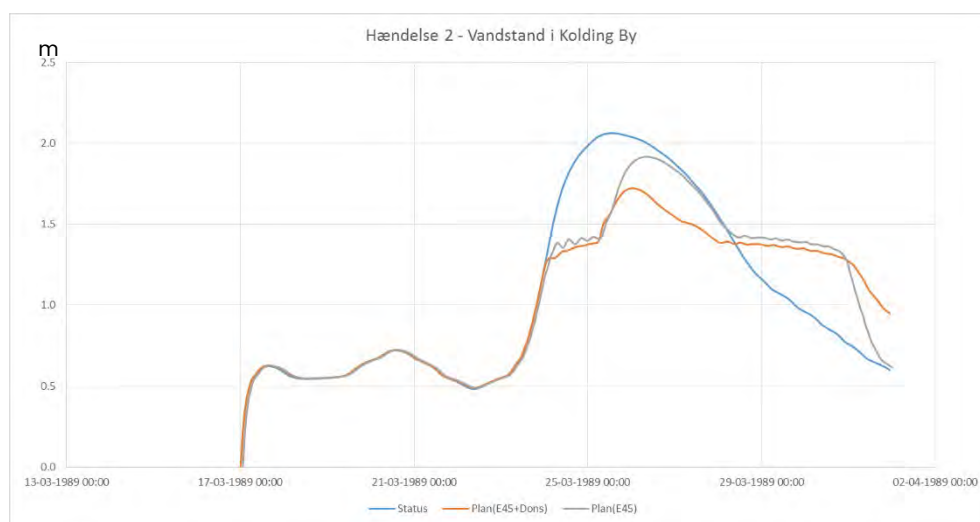
Figur 6-7 Vandstand i magasin ved Nørresø For status samt for plan situationen (E45 + Dons).

Resultaterne viser, at effekten er størst, ved magasinering både ved E45 og Dons søerne. Dette skyldes, at der er det fulde volumen til rådighed. I situationen kun med magasin ved E45, er volumenet ikke tilstrækkeligt til at undgå, at der kommer høj afstrømning gennem Kolding By. Ved udnyttelse af begge magasiner kan dette næsten undgås. Ved en yderligere optimering af udnyttelsen, kan der formegentlig helt undgås overløb ved denne hændelse, så vandstanden kan holdes under kote 1,5 m og vandføringen under 20 m³/s i Kolding.

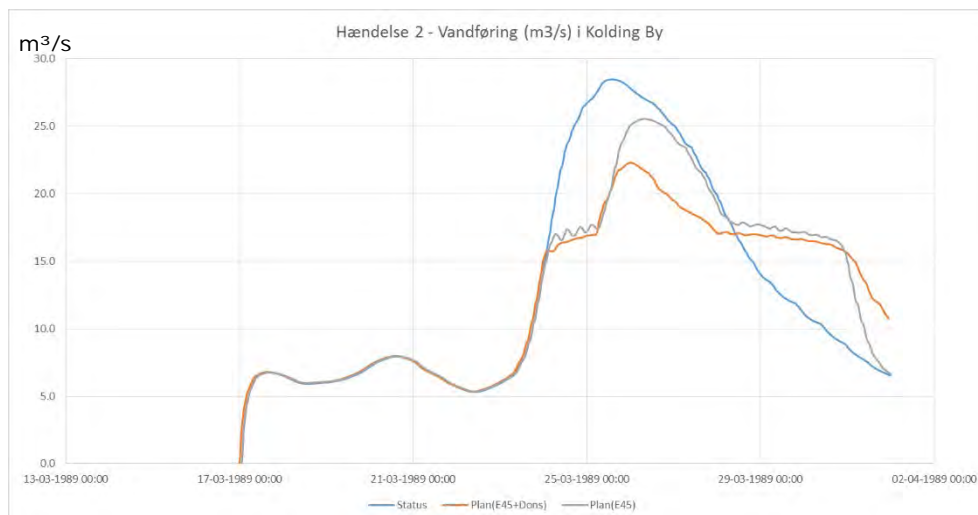
Resultaterne fra modelleringen af Hændelse 2 er vist herunder. På Figur 6-8 ses forskellene i oversvømmelsesudbredelserne i Kolding By. På Figur 6-9 og Figur 6-10 ses henholdsvis den beregnede vandstand og vandføring i løbet af simuleringen:



Figur 6-8 Modelleret udbredelse af oversvømmelser ved Hændelse 2.



Figur 6-9 Modelleret vandstand ved st. 10200 i løbet af Hændelse 2. Blå linje er status uden tiltag, Grå linje er plan udelukkende med etablering af tiltag ved E45 og Orange linje er plan med etablering af magasinerings både ved E45 og Dons Søerne.



Figur 6-10 Modelleret vandføring ved st. 10200 i løbet af Hændelse 2. Blå linje er status uden tiltag, Grå linje er plan udelukkende med etablering af tiltag ved E45 og Orange linje er plan med etablering af magasinerings både ved E45 og Dons Søerne.

Modelleringen af hændelse 2 viser at begge magasiner bliver fyldt. Dette skyldes at den anvendte styringsstrategi, som er optimeret til hændelse 1, lukker for lidt vand igennem før peaken på hændelsen. Modelleringen viser således behovet for at finde en styringsstrategi, der optimerer på den enkelte hændelse, således at magasinet ikke fyldes for tidligt.

6.2 Konklusion og anbefaling

Beregningerne viser at volumenet i Harte Dons søerne kan udnyttes til kote 26 uden at der tilføres vand fra Vester Nebel Å/Ferup sø. Det er kun hvis der etableres et højere stuvningsniveau, at der kan være behov for at tilføre mere vand.

I forhold til afværgeforanstaltningerne og de nødvendige tiltag, vurderes det således ikke relevant at arbejde med, at lede vandet fra Vester Nebel Å tilbage til Harte Dons søerne.

Der KAN etableres et volumen opstrøms i Vester Nebel Å opstrøms Troldhede Dæmningen. Den samlede effekt af dette kan indregnes i effekten eller sidestilles med etablering af et magasineringsområde ved E45. Magasinering i vester Nebel Å kan dog ikke stå alene.

Samlet kan det konkluderes:

En 100-årshændelse i 2018 kan håndteres ved etablering af samlet 2,2 mio. m³ magasineringsvolumen i oplandet. Dette kan opnås ved:

- > Etablering af op til 1,2 mio. m³ på Harte Dons Systemet, i kombination med

- > Etablering af op til 1 mio. m³ på Kolding Å og Vester Nebel Å systemet. Enten som et enkelt magasin på Kolding Å ved E45 eller som to magasiner, hvor der yderligere etableres et magasin opstrøms Troldhede Dæmningen.

I forhold til at sikre robusthed i sikringen samt at kompensere for usikkerheder, herunder usikkerhed om udviklingen i afstrømning pga. klima, vil det være tilrådeligt at arbejde med en endelig løsning, med et magasineringsvolumen på et niveau svarende til et sted mellem niveauerne for de 2 skitserede løsninger (E45 samt Dons Søerne). 2,5 – 2,8 mio. m³ vil samlet set give en større buffer og dermed sikkerhed. Hvis muligt vil det således være optimalt at finde det ekstra volumen ved E45, da en yderligere udnyttelse af Dons Søerne vil kunne kræve en tilførsel af vand fra Vester Nebel Å, hvorved anlægsomkostningerne stiger pga. etableringen af endnu et bygværk.

I forhold til vurdering af fordele og ulemper har projektet peget på 2 lokaliteter, som har effekt på hvert deres opland, hvilket er ensbetydende med, at der er reguleringsmuligheder på den samlede tilstrømning til Kolding Å opstrøms Kolding By. Fordelen ved dette er de gode forudsætninger for at kunne styre magasineringen, når behovet opstår. De 2 områder supplerer hinanden og kan give den ønskede effekt i Kolding By. Ulempen skal findes inden for de enkelte områder herunder afvejning af kote. Ofte vil hensyn være proportionalt stigende med den kote der opereres med, hvilket også er årsag til at områderne skal detailundersøges. Af ulemper kan der nævnes, gene på infrastruktur og ejendomme som eksempler. Da magasineringen kun vil finde sted ved kraftige afstrømningshændelser vil Åen og de Å nære arealer herunder natur ikke umiddelbart forringes (undtaget de områder hvor de nye anlæg etableres).

Når der på baggrund af nærværende rapport er truffet beslutning om lokalitet til magasinering – bør de endelige volumener og koter detail-vurderes på baggrund af flere modelsimuleringer med det formål, at optimere og konkretisere de enkelte projektområder.

I forhold til mulig fremtidig udbygning vil det grundet anlæggets størrelse være tilrådeligt at der stiles mod at realisere det endelige volumen ud fra princippet om robusthed som beskrevet ovenfor. Koterne vil skulle optimeres således at man fra starten af har det størst mulige volumen til rådighed, da senere udbygning af aktive bygværker, volde og diger, måske allerede er begrænset af de "spilleregler" som er defineret af de nuværende ulemper. Koterne er således allerede optimeret pga. hensyn.

7 Bilag A: Generelt om påvirkning af jernbane- og motorvejsdæmning (E45)

7.1 Generelt

Langs Kolding Å kan der etableres et stort vandvolumen, hvis vandet stemmes op vest for motorvej E45. Langs siden af skråningerne ned mod Kolding Ådal forløber jernbanen (Fredericia – Padborg) på dæmninger, - på de første ca. 800 m vest for E45 løber jernbanen syd for Kolding Å, og på de resterende ca. 2,5 km mod vest forløber jernbanen nord for Kolding Å. Se situationsplanen, Figur 7-1.



Figur 7-1 Plan visende vandopstuvning langs Kolding Å (vandspejlsniveau i kote +6,48 m).

Opstuvningen vil betyde, at vandområdet vil grænse op til såvel motorvejsdæmningerne mod øst som til jernbanedæmningen henholdsvis mod nord og syd. Lokalt ved banens krydsning med Seest Mølleå og Kolding Å samt flere steder langs banen ved Ejstrup, vil der være vand på begge sider af jernbanedæmningen.

I hvilken grad opstemningen af vand forventes at påvirke motorvejsdæmningen og jernbanedæmningerne søges indledningsvist vurderet i det følgende.

På grund af manglende oplysninger, er der ikke udført vurderinger af påvirkningen fra vandopstuvning på eksisterende anlægskonstruktioner, herunder tunneler og broer.

7.1.1 Grundlag

Der er for jernbanedæmningen og motorvejsdæmningen modtaget følgende materiale fra Banedanmark og Vejdirektoratet:

- /1/ Jysk motorvej, parcel 456
Hovedrapport nr. 0.
Geotekniske detailundersøgelser
Ødis landevej – Harte, km 24 – 33,78

Sag nr. 146/68
November 1970, rev. januar 1972

- /2/ Jysk motorvej, etape 456
Specialrapport 2.3
Geotekniske detailundersøgelser
Kolding Ådal, km 31,20 – 31,58
Sag nr. 146/68
Oktober 1970

- /3/ Rapport vedrørende jordbundsundersøgelser
Underføring for motorvej ved Kolding
Fredericia – Padborg, km 24,02
Rapport nr. 002/70
14. august 1970

- /4/ Rapport vedrørende jordbundsundersøgelser
Dæmning ved Kolding Å
Fredericia – Padborg, km 25,8 – 26,1
Rapport nr. 078/74
17. april 1978

- /5/ Rapport vedrørende jordbundsundersøgelser
Dæmningskred ved Ejstrup
Fredericia – Padborg, km 27,1 – 27,3
Rapport nr. 40/80
13. juli 1982

- /6/ Rapport vedrørende jordbundsundersøgelser
Dæmningskred ved Ejstrup
Fredericia – Padborg, km 28,4 – 28,5
Rapport nr. 30/70
11. nov. 1971

- /7/ Den jyske motorvej
Kolding – Christiansfeld
Brochure

7.2 Generelle risici ved vandopstuvning

7.2.1 Generelt

Det søges overordnet vurderet, hvilke generelle risici der kan være ved at stuve vand op omkring eksisterende dæmningsanlæg, herunder vej- og banedæmnin-ger.

7.2.2 Dæmningsmateriale og –geometri

Såfremt en eksisterende dæmning skal kunne anvendes som dige, der vil kunne tilbageholde vand på den ene side, vil dæmningen skulle være opbygget af fin-kornede, lavpermeable materialer (ler/silt), der hindrer vandgennemtrængning og –strømning.

En dæmnings geometri er meget afgørende for dæmningsens stabilitetsforhold. Jo højere en dæmning er, og jo stejlere anlæg den er etableret med, des større er risikoen for, at vandopstuvning kan give anledning til stabilitetsbrud.

Tilsvarende vil dæmningsmaterialets kvalitet og styrke have indflydelse på dæmningsens stabilitetsforhold. Jo lavere styrke dæmningsmaterialet har, jo større vil risikoen være for stabilitetsbrud ved vandopstuvning.

7.2.3 Jordbundsforhold under og omkring dæmninger

Dæmningerne i Kolding Ådal er anlagt i et område med postglaciale blødbunds-aflejringer. Normalt vil der før etablering af dæmninger være foretaget udskiftning af blødbund, men afhængigt af udskiftningsmetode (tør/våd udskiftning) vil der være en risiko for, at der stedvist under eksisterende dæmninger kan være efterladt blødbund.

Blødbund under og omkring dæmninger giver som følge af de lave styrkeparametre anledning til lavere stabilitetsforhold end tilsvarende dæmninger anlagt i områder med gunstige jordbundsforhold, eksempelvis glaciale aflejringer. Jo større mægtighed af blødbund, jo større vil risikoen være for stabilitetsbrud ved vandopstuvning.

7.2.4 Vandtryk, strømning og erosion

Vandspejlsforholdene har stor indflydelse på en dæmnings stabilitetsforhold, idet det reduceres ved følgende forhold:

- > Stigning af vandtryk i dæmningsfyld
- > Øget differensvandtryk over dæmning (digefunktion)
- > Strømning igennem dæmning ved differensvandtryk
- > Bortskylning/erosion af dæmningsmateriale.

Risikoen for stabilitetsbrud ved vandopstuvning omkring eller op mod eksisterende dæmninger er, baseret på ovenstående faktorer, relativ stor.

7.2.5 Vand i bærelag

I tillæg til de i afsnit 5.2.4 listede risici, vil der ved vandopstuvning omkring vej- og banedæmninger være risiko for, at vandet står op i vejbelægningens bærelag

eller banedæmningens ballastlag. I så tilfælde vil bæreevnen for trafik- og togbelastning ikke være tilstrækkelig, og der vil kunne ske lokale stabilitetsbrud.

Baseret herpå må den maksimalt tilladelige kote for vandopstuvning være i overside dæmningsfyld (= underside vejkasse/ballast), svarende til ca. 1 m under vejoverside eller ca. 1 m under skinneoverkant.

7.2.6 Sikring af dæmningsstabilitet

Såfremt der arbejdes videre med løsningen omkring opstuvning af vand i Kolding Ådal, vest for E45, skal de eksisterende dæmningsers stabilitet eftervises for den forøgede vandpåvirkning, under hensyntagen til ovenstående risici.

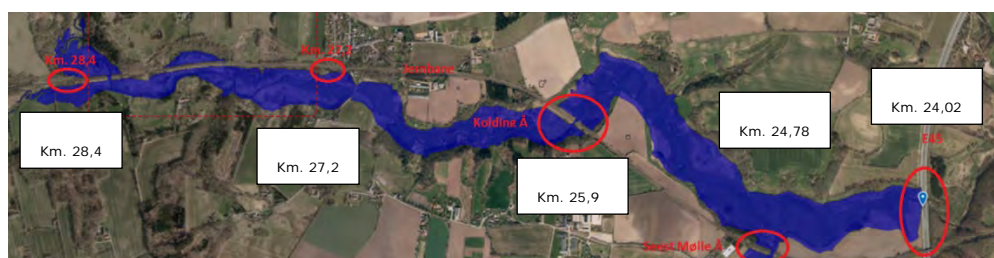
Alle dæmningsers stabilitet skal eftervises efter gældende Eurocodes og med belastning på banedæmninger og vejdæmninger i henhold til gældende banenor-mer og Vejreglerne.

Specielt skal opmærksomheden henledes på, at projekt for eftervisning af de eksisterende banedæmningernes stabilitet skal 3. parts valideres, og at denne proces kan være tidskrævende.

7.3 Jernbanedæmning

7.3.1 Generelt

Baseret på geotekniske undersøgelser, udført for jernbanedæmningerne langs Kolding å og modtaget fra Banedanmark, er der i det følgende beskrevet eksisterende geometri og jordbundsforhold for udvalgte lokaliteter, med reference til Figur 5-2.



Figur 7-2 Situationsplan visende diverse lokaliteter på jernbanen langs Kolding Å.

7.3.2 E45 krydsning

I jernbanens km 24,02 føres motorvej E45 under jernbanen. Med overside jernbane i ca. kote +15,5 m, og naboterræn i ca. kote +8,5 m, er banedæmningen ca. 7 m høj.

Med registreret underside blødbund i ca. kote +3 m, er der antageligt udført blødbundsudskiftning under banedæmningen.

For nærmere oplysninger, se ref. /1/ - /3/.

7.3.3 Seest Mølleå krydsning

Jernbanen krydser Seest Mølleå i ca. km 24,78. Med overside jernbane i ca. kote +13 m, og naboterræn i ca. kote +3,0 m, er banedæmningen ca. 10 m høj ved Å-krydsningen.

Der er ikke modtaget geotekniske undersøgelser for denne lokalitet.

7.3.4 Kolding Å krydsning

Jernbanen krydser Kolding Å i ca. km 25,9. Med overside jernbane i ca. kote +13 m, og naboterræn i kote +3 á +4 m er banedæmningen op til ca. 10 m høj.

Å-krydsningen ligger i et stærkt kuperet morænelandskab, men med postglaciale blødbundsaflejringer ned til ca. kote -0,5 m omkring åen.

I 1978 blev der udført supplerende undersøgelser, da dæmningen over Kolding Å havde været "uroilig" siden opførelsen. Det blev konstateret, at dæmningen var opbygget af løst lejret sandfyld, at der under dæmningen kun var begrænset mægtighed af blødbund, men at der ved dæmningsfoden var 3,5 – 4,5 m blødbund. Banedæmningen stod med stejlt anlæg ned til 1:1,3, hvorfor stabilitetsforholdet var lavt, - specielt om vinteren, hvor der var oversvømmelser i Ådalen.

Banedæmningen blev formentlig efterfølgende stabiliseret ved at regulere til anlæg 1:1,5 skråninger, og ved at etablere kontrabanketter.

For nærmere oplysninger, se ref. /4/.

7.3.5 Ejstrup

Ved Ejstrup forløber jernbanen nord for Kolding Å, idet banen delvist er bygget ind i den ret stejle skråning ned mod Kolding Ådal.

I banens km 27,2 blev der i 1982 udført supplerende undersøgelser, da venstre spor i flere år havde ligget "uroligt". Med overside jernbane i ca. kote +12 m, og naboterræn i ca. kote +5 m, er banedæmningen op til ca. 7 m høj. Den eksisterende banedæmning omkring km 27,2 er opbygget af sandfyld. For nærmere oplysninger, se ref. /5/.

Der blev i december 1980 påbegyndt udskiftning af blødbundsaflejringer, men under arbejdets udførelse opstod der et stort skred pga. efterladt blødbund. Jernbanedæmningen blev ud mod Kolding Å etableret med ca. anlæg 1:1,5, og der blev etableret dræn på begge sider af dæmningen for at hindre vandstrømning gennem banedæmningen.

I banens km 28,46 blev der i 1970 udført supplerende undersøgelser, da der i marts 1970 skete et skred i venstre baneskråning. Med overside jernbane i ca. kote +13 á +14 m, og naboterræen i ca. kote +6 á +6,5 m, er banedæmningen op til ca. 7,5 m høj. Den eksisterende banedæmning omkring km 28,46 er opbygget af sandfyld. For nærmere oplysninger, se ref. /6/.

Skreddet kunne ikke forklares med ugunstige jordbundsforhold, da der blev truffet moræneaflejringer, men med ekstreme grundvandsforhold som følge af meget store mængder af overfladevand strømmende gennem jorden under banen. Ud mod Kolding Å stod banedæmningen med anlæg ned til 1:1,3. For sikring af stabilitetsforholdene blev der etableret grøft ovenfor dæmningen.

7.3.6 Sammenfatning vedr. eksisterende forhold

I henhold til ovenstående beskrivelse kan det sammenfattes, at de eksisterende banedæmninger langs Kolding Ådal er meget høje (op til ca. 10 m), og at de generelt står med meget stejle anlæg (ned til ca. 1:1,3).

Disse fakta sammenholdt med, at historikken omkring dæmningerne beskriver, at der har været flere lokaliteter med stabilitetsbrud, indikerer, at den eksisterende banedæmninger står med relativt lave sikkerhedsforhold. Det betyder, at det kan blive svært at eftervise dæmningernes stabilitet for påvirkningerne fra vandopstuvningen.

I tillæg hertil ligger jernbanen i område langs Kolding Å, hvor der er stor sandsynlighed for postglaciale blødbundsaflejringer under og omkring eksisterende banedæmninger.

7.4 Motorvejsdæmning (E45)

7.4.1 Generelt

Baseret på geotekniske undersøgelser, udført for motorvej E45 og modtaget fra Vejdirektoratet, se ref. /1/ og /2/ i afsnit 5.2, er der i det følgende beskrevet eksisterende geometri og trufne jordbundsforhold for motorvejsdæmningen.

7.4.2 Eksisterende forhold

E45-vejdæmningen krydser jernbanen og Kolding Å i henholdsvis motorvejens km 31,31 og 31,56. Motorvejsdæmningen over Kolding Å-dal er ca. 5 m høj.

Kolding Å følger en glacial øst-vestgående tunneldal. I sen-glacialtiden og i begyndelsen af postglacialtiden, hvor vandstanden i havet var lavere end i dag, er der foregået erosion i tunneldalens bund således, at morænelersoversiden i midten af dalen er relativt dybt beliggende (ca. kote -6 m).

I takt med havets stigning, er der sket delvis opfyldning af dalbunden med et tyndt senglaciale nedskyldslag af sand og grus, som overlejres af op til 8 m post-glaciale udskyldslag af sand og ler samt organiskholdige tørve- og gytjelag. Gytje- og tørvelagene er af stærkt varierende mægtighed.

Der er for motorvejsdæmningen antageligt udført blødbundsudskiftning til ca. 5 á 7 m dybde under terræn, overvejende som våd udskiftning i de midterste ca. 60 m af ådalen. Som følge af udskiftningsmetoden kan der være efterladt tyndere blødbundslag under vejdæmningen.

Vejdæmningen er etableret med standardanlæg for motorvejsdæmninger på anlæg 1:2, se ref. /7/. Der foreligger ikke umiddelbart oplysninger om dæmningsfyldens sammensætning og styrke, men blødbundsudskiftningen forventes udført med sandfyld.

7.4.3 Sammenfatning

Baseret på ovenstående beskrivelse vurderes vejdæmningens eksisterende stabilitetsforhold ikke at være specielt kritiske, men den tænkte opbygning af differensvandtryk over dæmningen som følge af vandopstuvning vurderes at kunne reducere stabilitetsforholdet i væsentlig grad.

Da der p.t. ikke foreligger oplysninger om dæmningsfyldens sammensætning er der ikke umiddelbart grundlag for at vurdere den eksisterende vejdæmnings mulighed for at kunne virke som dige ved vandopstuvningen vest for E45.

7.5 Tiltag

7.5.1 Sikring af dige effekt

Såfremt vandet skal stuves op i Kolding Å-dal vest for motorvejsdæmningen (E45), skal denne være opbygget af lavpermeable leraflejringer, og aflejringerne under dæmningen skal tilsvarende være vandstandsende, for at undgå vandstrømning under dæmningen. Sidstnævnte forhold vurderes ikke at være tilstede, da blødbundsudskiftningen antageligt er udført med sandfyld.

Mulige tiltag for sikring af dige-effekt ved motorvejsdæmningen kunne være en beklædning af dæmningen med vandstandsende lerlag, med forbindelse til blødbundslagene udenfor dæmningen. Et alternativ kunne være at opbygge et nyt dige vest for den eksisterende motorvejsdæmning.

7.5.2 Sikring af dæmningsstabilitet

De eksisterende bandedæmninger langs Kolding Å vurderes til at stå med relativ lave sikkerheder, og det vurderes usandsynligt, at der kan opstaves vand mod dæmningerne uden tiltag.

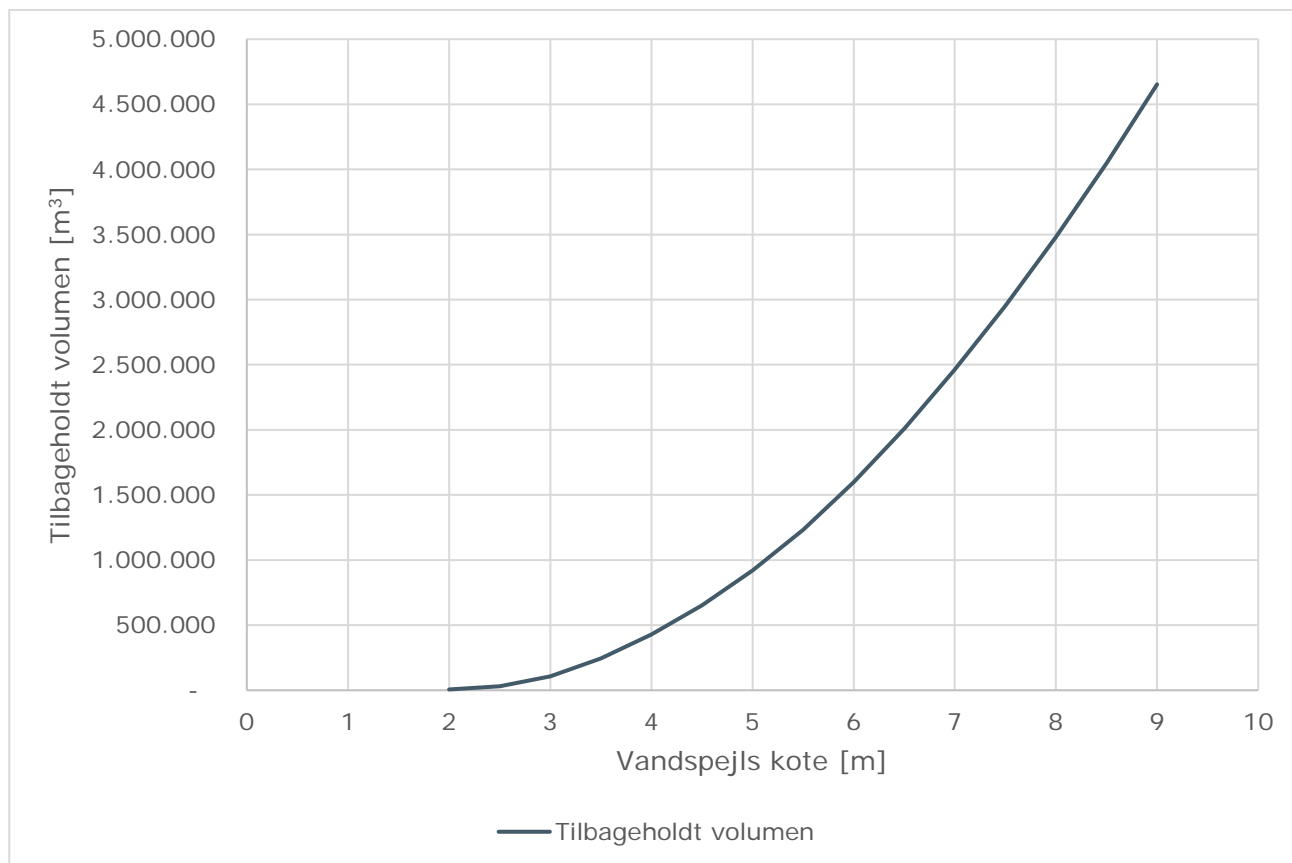
Mulige tiltag for sikring af banedæmningernes stabilitet kunne være etablering af fladere anlæg og/eller etablering af kontrabanketter. Opmærksomheden skal dog henledes på, at tillægslasten fra evt. kontrabanketter kan give anledning til sætninger i banedæmningerne, hvis de er etableret over blødbund.

8 Bilag B: Indledende screening: Muligheder for tilbageholdelse af vand i oplandet

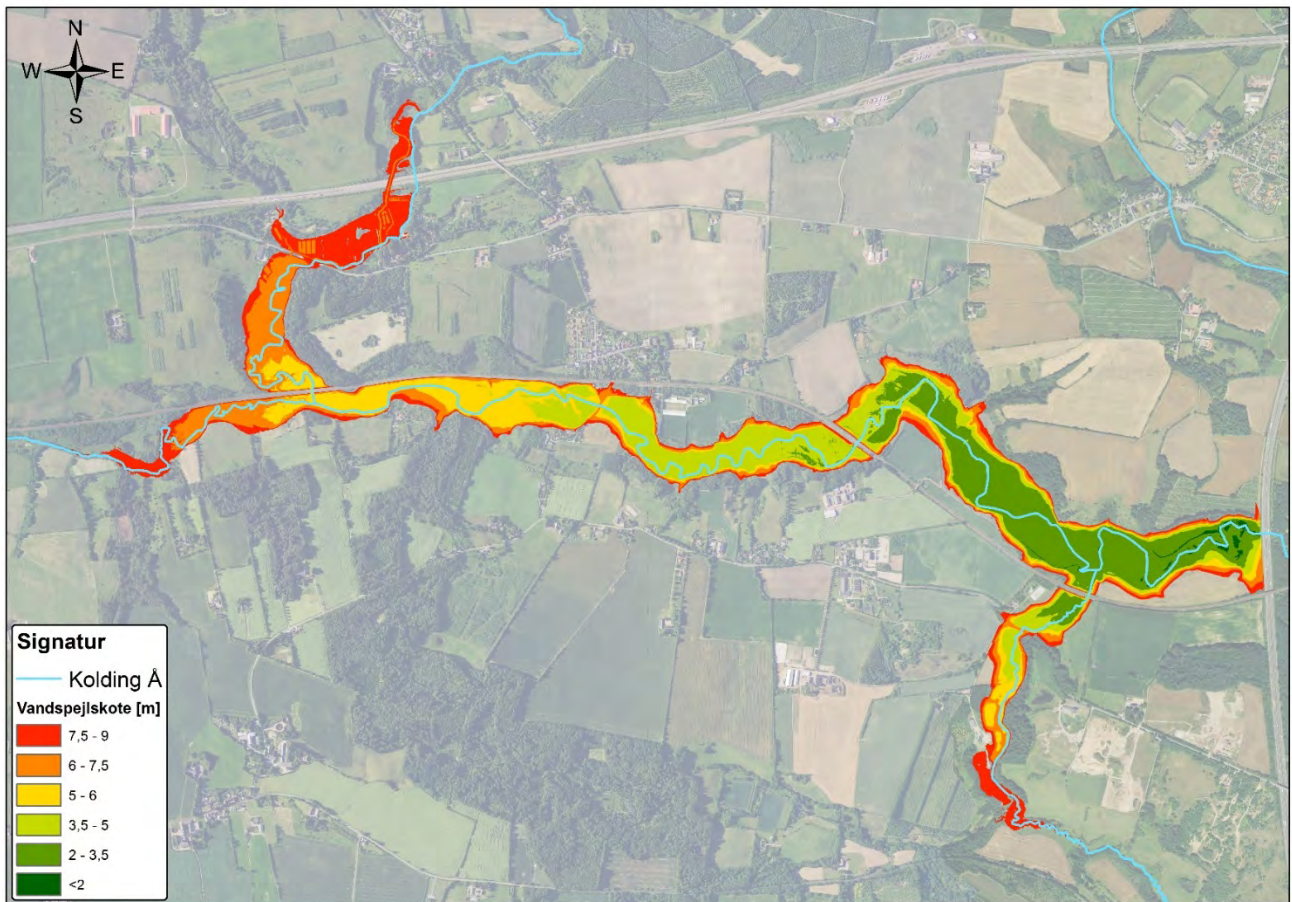
For at mindske risikoen for oversvømmelse af Kolding By i forbindelse med stor afstrømning i Kolding Å er der udført en screening af mulige projektområder. Projektområderne er drøftet i fællesskab med Kolding Kommune og Blue Kolding og i forbindelse med screeningen blev der afholdt en felttur hvor de fleste områder blev besigtiget.

8.1 Vest for E45

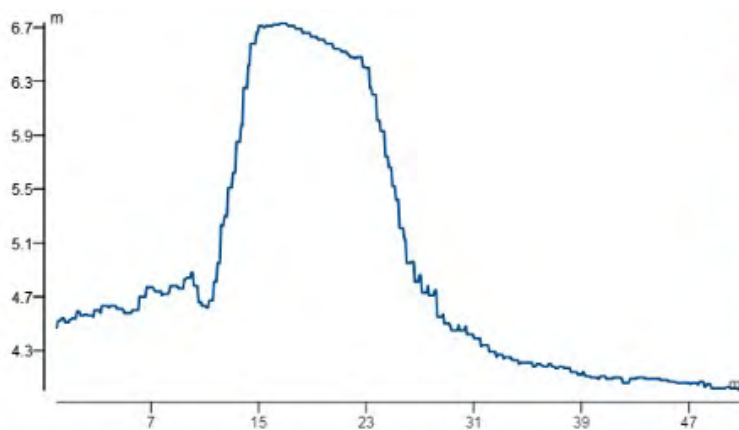
Vest for E45 langs Kolding Å kan der etableres et stort volumen hvis der etableres en dæmning vest for motorvejen. Oplandet til Kolding Å hvor den krydser E45 er 206,9 km² og dermed er størstedelen af oplandet til Kolding By være afskåret af en dæmningen, dermed er en sådan løsning robust i forhold til at beskytte byen mod oversvømmelser ved høj vandføring. Ådalen er meget flad på denne strækning og opstuvningen vil for plante sig langt op i systemet. I forhold til banen er det ikke muligt, at stuve vandet højere op end kote 9 m førend det giver problemer for bane legemet. Ved en kote højere end 6 m vil det være nødvendigt at forstærke dele af banelegemet. Tværsnits profil af ådalen er vist hvor banelegemet har risiko for at blive påvirket af forhøjet vandspejl. Vranderup vej som krydser Seest Mølleå syd for jernbanen ligger også meget lavt og det vil være nødvendigt at forstærke den og eventuelt hæve den hvis der ønskes at stuve vand op til højere end kote 5 – 5,5 m. Et profil for Vranderupvej er skitseret, hvor man kan se hvor højt vandet står ved forskellige vandstandskoter. Volumenkurven for det tilbageholdte vand som funktion af vandspejlet er vist på Figur 8-1.



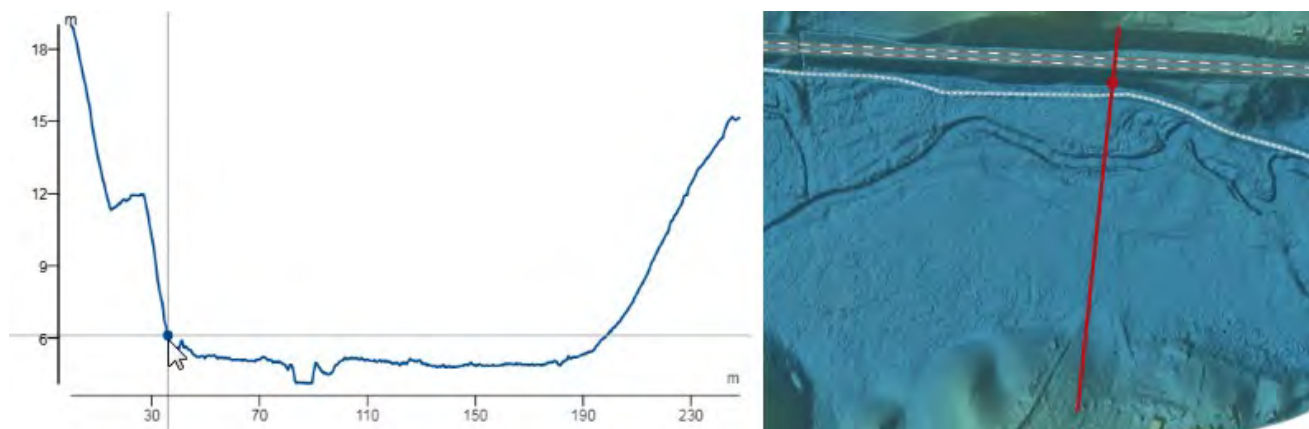
Figur 8-1 Volumen kurve for mulig tilbageholdelse af vand ved at etablerer en dæmning vest for E45 ved Kolding Å.



Figur 8-2 Kort og opdæmmet område ved forskellige vandstandskoter ved opdæmning af Kolding Å vest for E45.



Figur 8-3 Profil af Vrandrupvej, hvor man kan se koten for vejdæmningen.



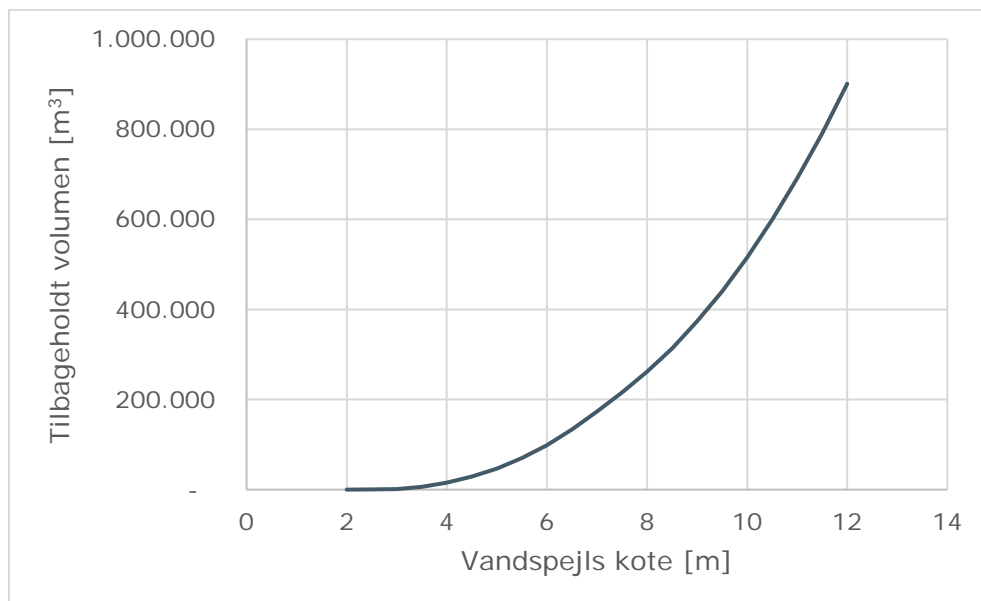
Figur 8-4 Profil af ådalen vest for Ejstrupvej hvor banelegemet har risiko for at blive påvirket af forhøjet vandspejl. Linjerne viser hvor vandet står ved kote 6 m hvor det forventes at banelegemet skal forstærkes.

8.2 Seest Mølleå

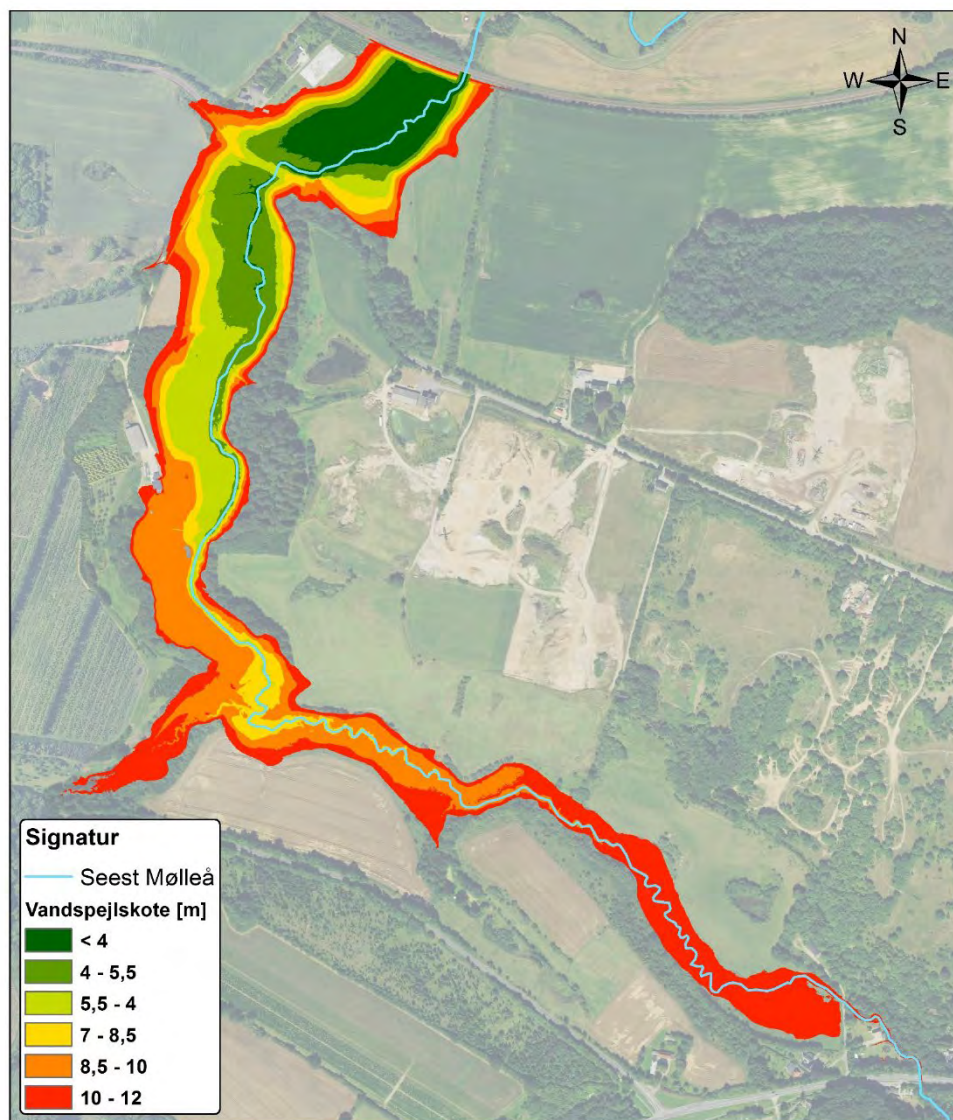
Der er undersøgt to mulige opdæmninger langs Seest Mølleå for at tilbageholde vand i oplandet. Der kan tilbageholdes vand ved at bygge en dæmning syd for jernbanen eller ved Hylkedalvej/E45. En dæmning ved Hylkedalvej/E45 har potentiale for at tilbageholde et større volumen, men oplandet til dæmningen er mindre og dermed er risikoen for at andre åer i systemet stadig bidrager med u hensigtsmæssigt meget vand.

8.2.1 Seest Mølleå – Dæmning syd for jernbanen.

Det tilbageholdte volumen som funktion af den opstuede vandspejlskote er vist på nedenstående figur. Det er muligt at tilbageholde vandet op til kote 12 m, dog vil man påvirke nogle bygninger fra kote 9,5 m, svarende til et volumen på 440.000 m³. Oplandet til dæmningen vil være 21 km² og derfor vil man kun kunne afskærme en del af oplandet til Kolding By. Med en karakteristisk vintermedian kan man tilbageholde 1.270 m³/t fra oplandet. Som tidligere beskrevet, vil det give problemer med oversvømmelse af Vranderupvej ved en vandstands kote >5 m og vejen vil skulle sikres eller forstærkes. Alternativt kan dæmningen flyttes til syd for Vranderupvej. Der er udarbejdet et kort der viser det geografiske område som bliver oversvømmet ved opdæmning til forskellige vandspejlskoter.



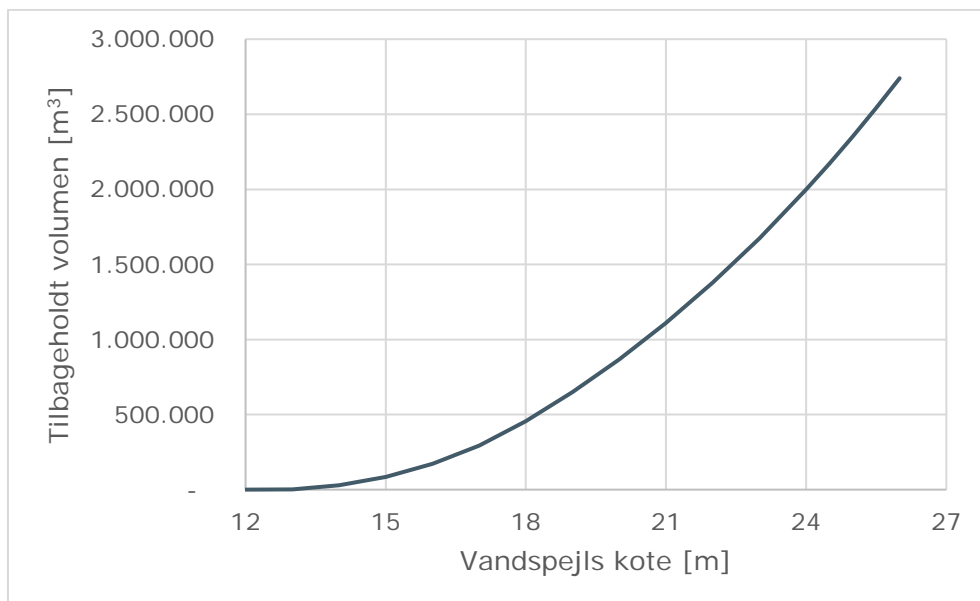
Figur 8-5 *Volumen kurve for mulig tilbageholdelse af vand ved at etablerer en dæmning syd for jernbanen ved Seest Mølleå.*



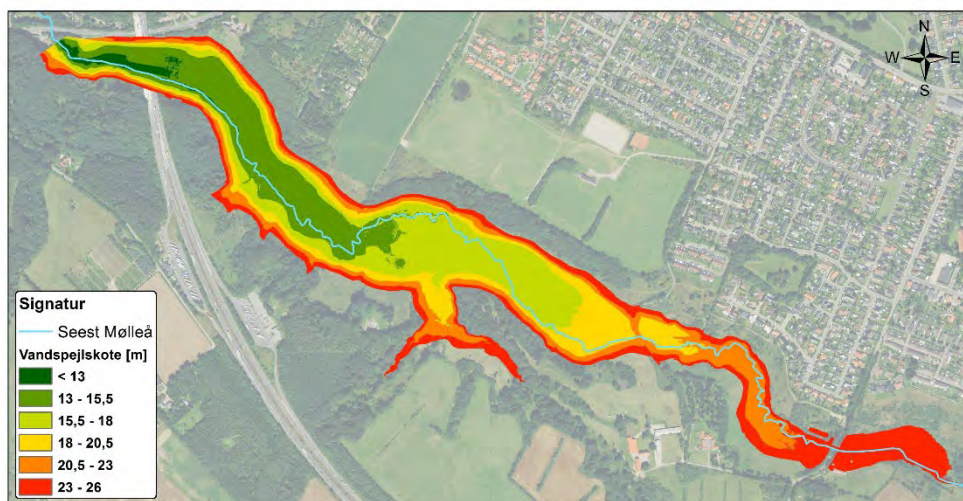
Figur 8-6 Kort og opdæmmet område ved forskellige vandstandskoter ved opdæmning af Seest Mølleå ved jernbanen.

8.2.2 Seest Mølleå – Dæmning Hylkedamvej/E45

Opdæmning ved Hylkedamvej/E45 giver mulighed for at opdæmme et stort volumen, til gengæld er det opstrøms areal relativt lille (12,4 km²). Dermed er risikoen for at strømmingen fra andre dele af å systemet vil bidrage til oversvømmelser i Kolding by. Med en karakteristisk vinter median for oplandet kan der tilbageholdes 750 m³/t fra oplandet. Det er muligt at opdæmme op til kote 24,5 m uden at påvirke omkring liggende huse.



Figur 8-7 Volumen kurve for mulig tilbageholdelse af vand ved at etablerer en dæmning ved Hylkedamvej/E45.



Figur 8-8 Kort og opdæmmed område ved forskellige vandstandskoter ved opdæmning af Seest Mølleå ved jernbanen.

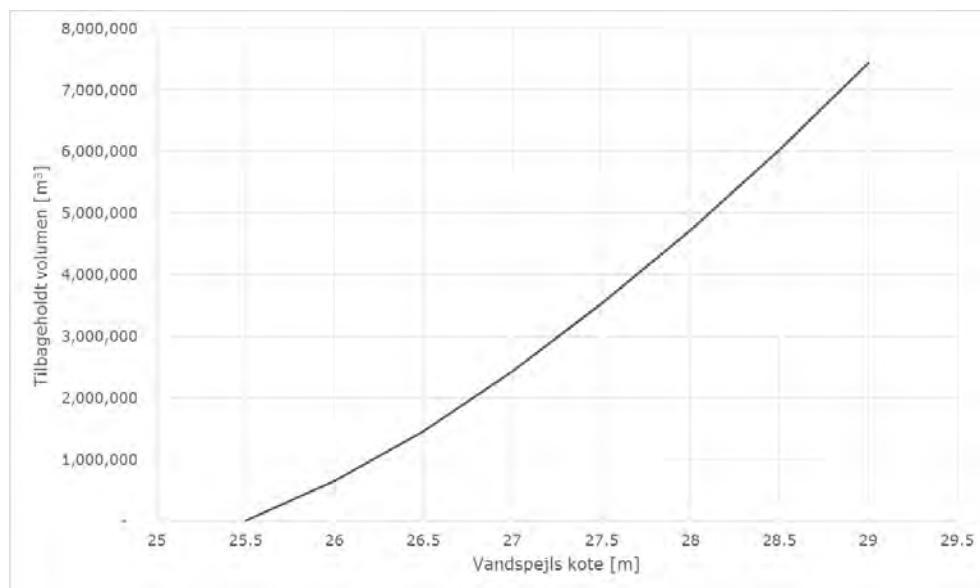
Der arbejdes allerede på et tilbageholdelsesprojekt i dette opland.

8.3 Dons Sørerne

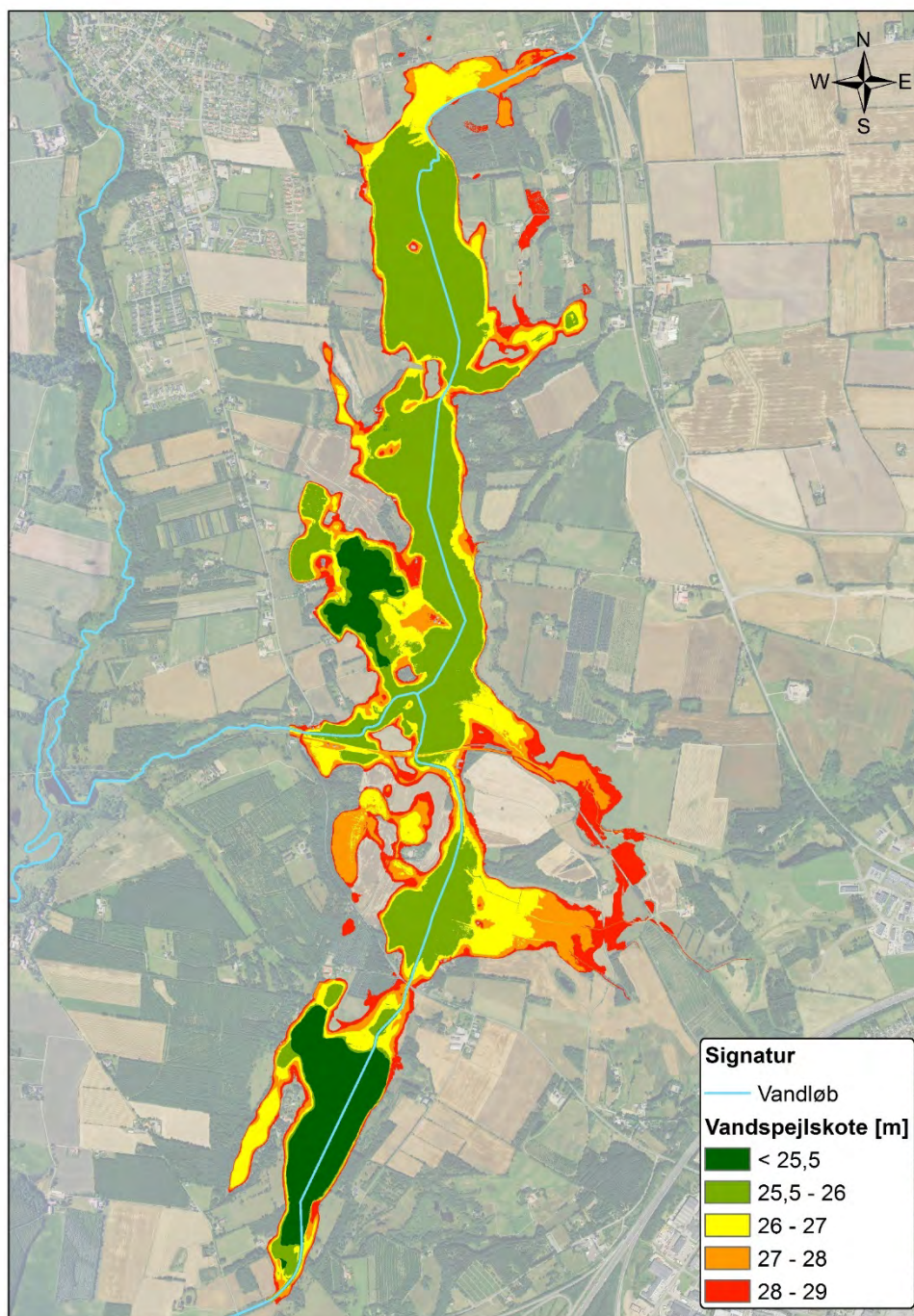
Dons sørerne består af tre søer: Stallerup Sø, Søndersø og Nørresø samt et lavtliggende område mellem Stallerup Sø og Søndersø, Skallebæk. Dons sørerne har et samlet opland på 49,5 km². Slusen ved Ferup Sø kan omdirigere vandet via fra Vester Nebel Å til Dons Sørerne således at oplandsarealet kan øges til 139,7 km². Dermed har Dons sørerne et relativt stort opland og potentialet for at tilbageholde store dele af flowet til Kolding by er stort. Desuden skal der etableres et bygværk i Almind Å som forhindre at opstuede vandspejl ikke løber tilbage til Ferup Sø og videre ned i Kolding Å.

Der ligger en del huse langs søerne og dermed kan vandet ikke opstaves særlig højt førend det skaber problemer med oversvømmelse af ejendomme. Ved Sønder sø kan der således kun stues 1 m op over daglig vande førend man begynder at påvirke bygninger langs søbredden, og 2 m ved de andre søer samt skallebæk. Volumen kurven for det tilbage holdte vand i Dons Søerne samt den geografiske udbredelse af det opstuede vandspejl er vist nedenfor. Middelvanstanden i Stallerup sø er 25,4 m og 25,5 i Søndersø og Nørresø.

Det maksimale tilbageholdte volumen uden at oversvømme enkelte huse vil være 1,12 mio. m³ hvis der opstaves til kote 26 m ved Stallerup Sø og yderligere til kote 27 m ved Nørresø. Desuden vil der muligvis kunne tilbageholdes et større volumen hvis man sænker vandstande i søerne inden et givent event. Det skal dog undersøges om Harteværket kan håndtere yderligere vandmængder i en længere periode.



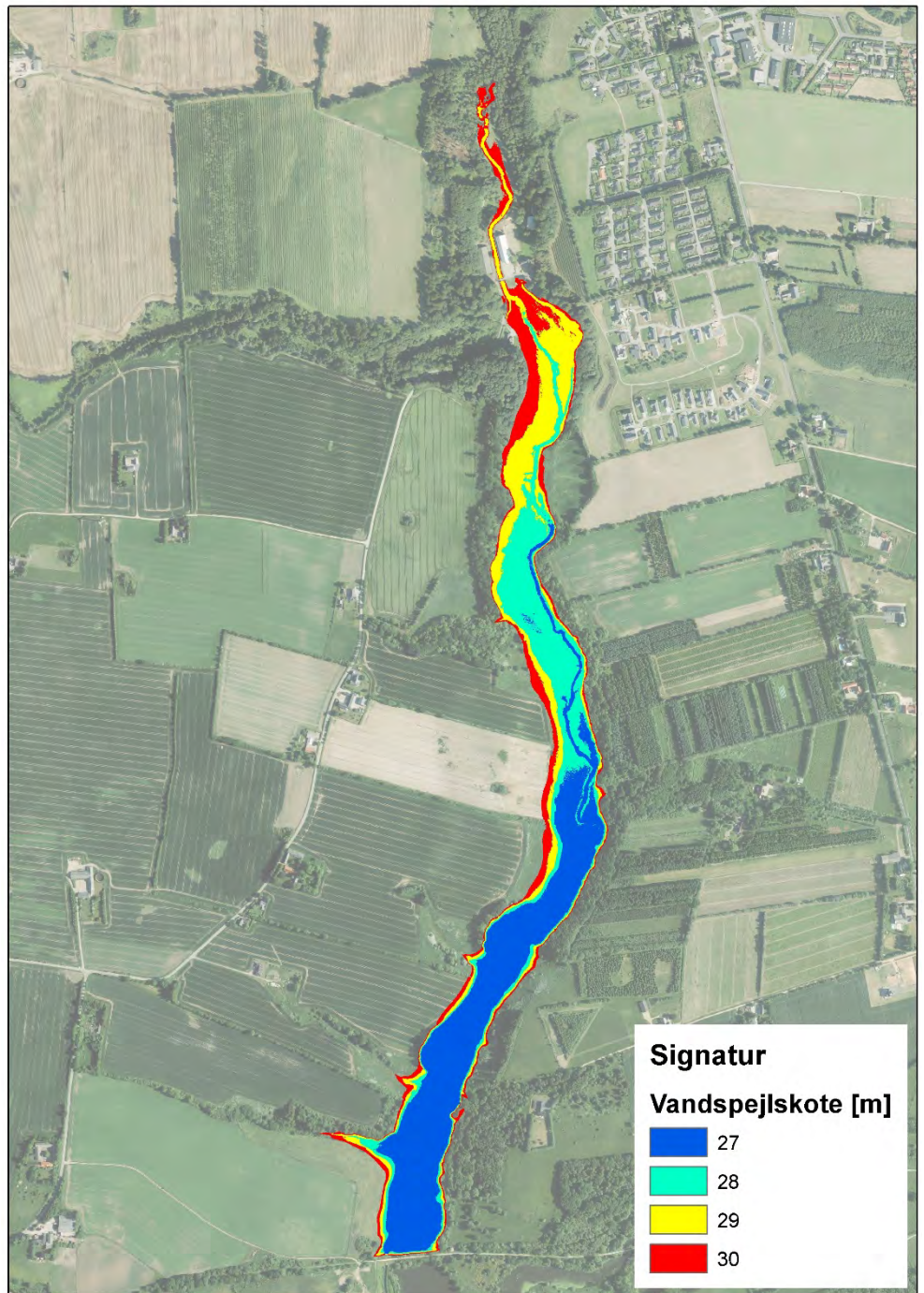
Figur 8-9 *Volumen kurve for mulig tilbageholdelse af vand ved at etablerer en dæmning syd Stallerup Sø.*



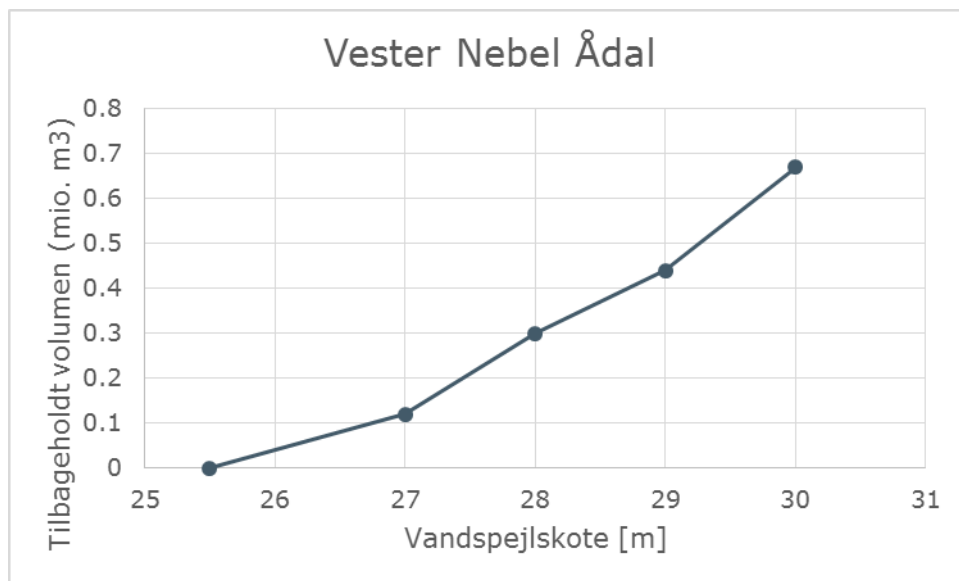
Figur 8-10 Kort og opdæmnet område ved forskellige vandstandskoter ved opdæmning af Dons Søerne syd for Stallerup Sø.

8.4 Vester Nebel Ådal

Opstrøms Trolldhede dæmning i Vester Nebel Å kan der magasineres vand ved etablering af slusebygværk.



Figur 8-11 Kort over mulighed for opstemning i Vester Nebel Ådal opstrøms Troldhede Dæmning.



Figur 8-12 Volumenkurve for mulig tilbageholdelse af vand i Vester Nebel Ådalen ved placering af bygværk opstrøms Troldhede Dæmning.

8.5 Alpedalen

COWI har undersøgt potentialet for at tilbageholde vand i alpedalen bag et fremtidige dæmning. I Alpedalen er der huse som er placeret mellem kote 0,8 – 1,0 m tæt på Kolding Å, derfor skal disse bygninger sikres hvis der skal tilbageholdes vand i højere kote end 1,0 m.

Det maksimale mulige tilbage holdte volumen op til kote 1,0 m i Alpedalen hvis man bygger en dæmning ved Vester Ringgade er 82.000 m³. Til sammenligning med de andre undersøgte områder er potentialet i Alpedalen meget lille. Det vurderes at tilbageholdelse af vand i Alpedalen er en dårlig løsning.

9 Bilag C: Naturområder og landbrugsmæssig arealanvendelse (Kolding Kommune 2018)

Nedenstående er en screening for andelen af registreret §3 beskyttet natur samt den landbrugsmæssige arealanvendelse i 2017 indenfor de rapporten foreslåede projektområder (stuvningszoner). Screeningen er alene foretaget indenfor den direkte stuvningszone og tager altså ikke højde for eventuelle afvandingsmæssige konsekvenser udenfor stuvningszonerne og/eller nuancer i afvandingsforholdene indenfor stuvningszonerne.

Kolding ådal opstrøms E45

Der er her taget udgangspunkt i stuvning til kote 5,50 m, hvilket ligger midt imellem de to scenarier, som er beskrevet i rapporten. Det berørte areal er i alt ca. 68,5 ha.

Naturområder:

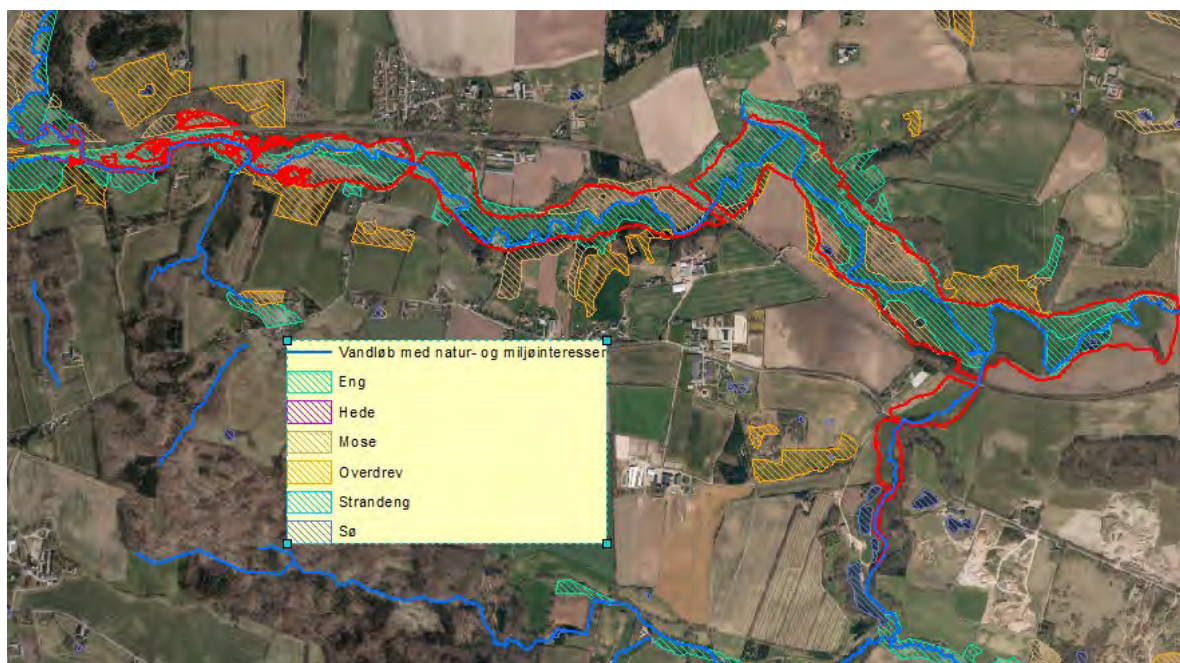
Projektområdet udgøres hovedsageligt af §3-beskyttede naturområder (ca. 53,2 ha svarende til ca. 78 % af projektområdet).

Heri er medregnet §3-beskyttede vandløb (f. eks Kolding Å og Seest Mølleå) på de strækninger, der ligger udenfor §3-beskyttede arealer (ca. 4,3 km x 3-6 meter bundbredde)

I nedenstående tabel og figur fremgår de §3-beskyttede naturområder indenfor stuvningsområdet.

Beskyttet natur efter Naturbeskyttelseslovens §3 indenfor projektområdet.

§ 3-beskyttet natur	Antal	Ha	Procent
Sø	7	0,4	0,8
Mose		13,6	25,6
Eng		36,5	68,6
Overdrev		0,5	0,9
Vandløb	ca. 4,3 km	2,2	4,1
I alt		53,2	100



Beskyttede Naturområder indenfor stuvningszonen (rød polygon) langs Kolding Å m.v.

Landbrugsmæssig arealanvendelse:

I støtteåret 2017 var der indenfor området ca. 15 % omdriftsarealer, som blev dyrket intensivt og knap 46 % permanente græsarealer (jf. nedenstående tabel).

Der blev ikke søgt grundbetaling til de øvrige arealer indenfor området.

Anmeldte arealer indenfor projektarealet til grundbetaling i Fællesskemaet for 2017.

Driftsform	2017	
	Ha	Procent
Omdrift	10,2	14,9
Permanent græs	31,4	45,8
Ikke anmeldt	26,9	39,3
I alt	68,5	100



Placeringen af de anmeldte driftsformer i 2017 langs Kolding Å indenfor projektområdet er vist på ovenstående figur. Blå: Omdrift, Grøn: Permanent græs. Ikke farvebelagte arealer: Ikke anmeldt i Fællesskemaet og har derfor ikke modtaget grundbetaling.

Vester Nebel Ådal opstrøms Troldhede-dæmningen

Der er her taget udgangspunkt i stuvning til kote 28,5 m, hvilket ligger midt imellem de to scenarier, som er beskrevet i rapporten. Det berørte areal er i alt 16,5 ha.

Naturområder:

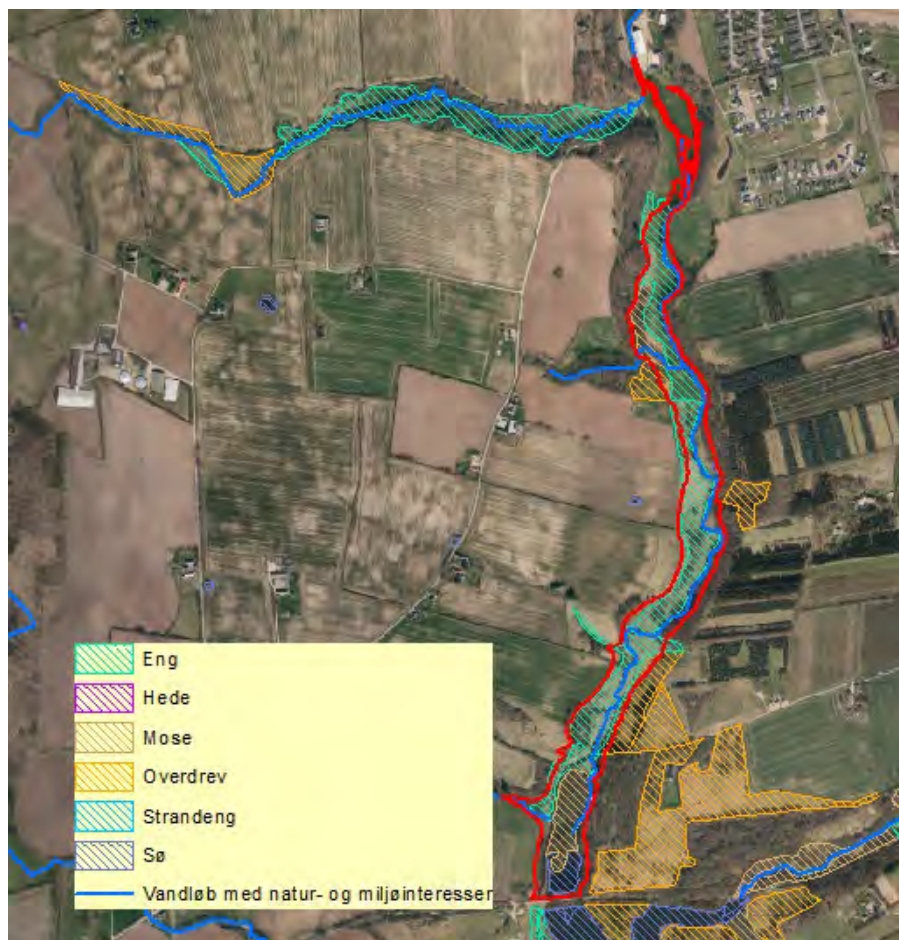
Projektområdet udgøres hovedsageligt af §3-beskyttede naturområder (ca. 12,5 ha - svarende til ca. 76 % af projektområdet).

Heri er medregnet §3-beskyttede vandløb (Vester Nebel Å) på de strækninger, der ligger udenfor §3-beskyttede arealer (ca. 2 km x 5 meter bundbredde)

I nedenstående tabel og figur fremgår de §3-beskyttede naturområder indenfor stuvningsområdet.

Beskyttet natur efter Naturbeskyttelseslovens § 3 indenfor området.

§ 3-beskyttet natur	Antal	Ha	Procent
Sø	3	0,6	4,8
Mose		2,2	17,6
Eng		8,1	64,8
Overdrev		0,6	4,8
Vandløb	Ca. 2 km	1,0	8
I alt		12,5	100



Beskyttede Naturområder indenfor stuvningszonen (rød polygon) langs Vester Nebel Å.

Landbrugsmæssig arealanvendelse:

I støtteåret 2017 var der indenfor området langt under 1 % omdriftsarealer, som blev dyrket intensivt og knap 22 % permanente græsarealer (jf. nedenstående tabel).

Der blev ikke søgt grundbetaling til de øvrige arealer indenfor området.

Anmeldte arealer indenfor projektarealet til grundbetaling i Fællesskemaet for 2017.

Driftsform	2017	
	Ha	Procent
Omdrift	0,01	0,1
Permanent græs	3,56	21,6
Ikke anmeldt	12,93	78,3
I alt	16,5	100



Placeringen af de anmeldte driftsformer i 2017 langs Vester Nebel Å indenfor projektområdet er vist på ovenstående figur. Blå: Omdrift, Grøn: Permanent græs. Ikke farvebelagte arealer: Ikke anmeldt i Fællesskemaet og har derfor ikke modtaget grundbetaling.

Harte-Dons søsystemet

Der er her taget udgangspunkt i stuvning til kote 26/27 m. Det berørte areal er i alt ca. 165 ha.

Naturområder:

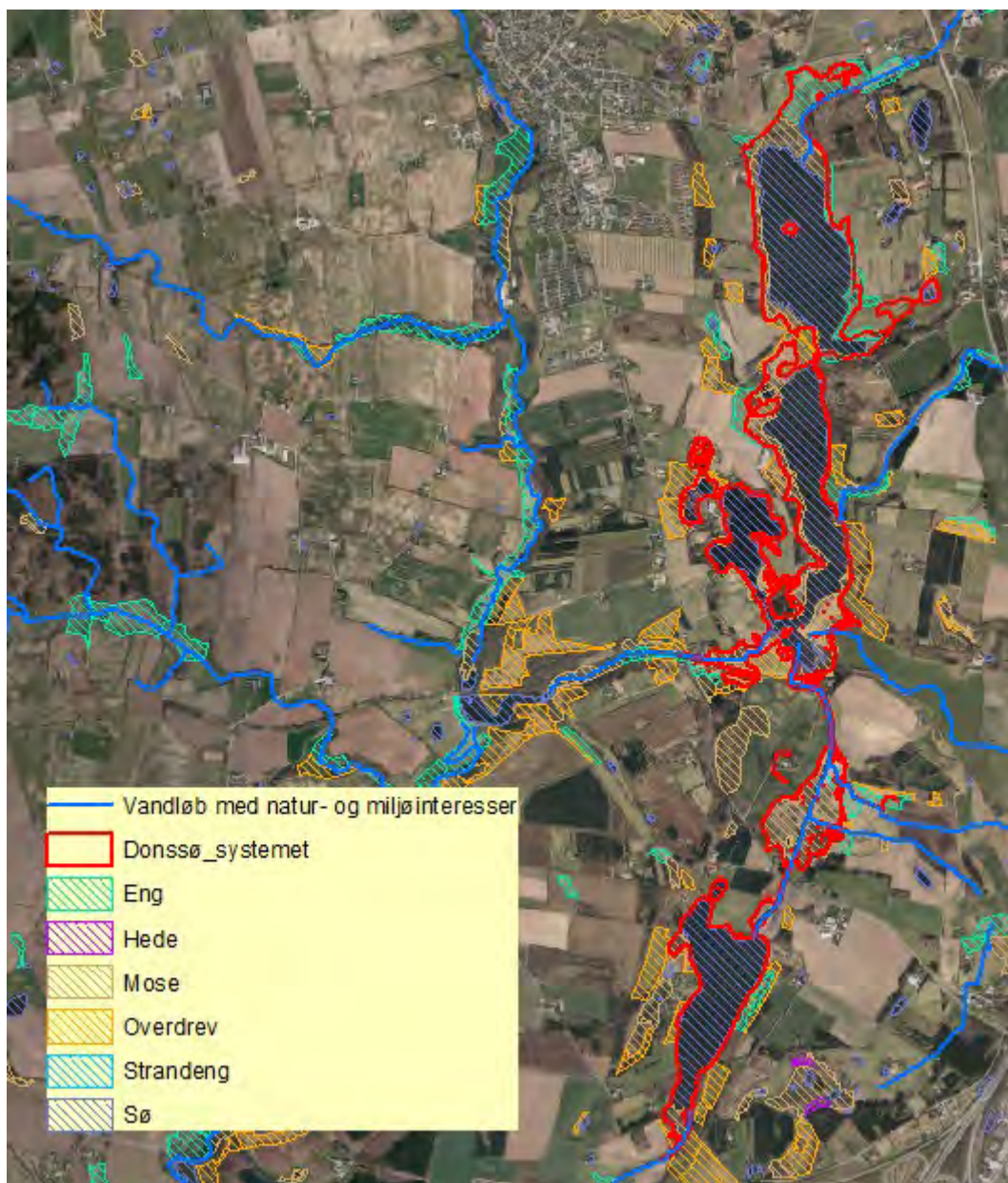
Området udgøres hovedsageligt af §3- beskyttede naturområder (ca. 150 ha - svarende til ca. 91 % af projektområdet).

Heri er medregnet §3-beskyttede vandløb (Vester Nebel Å) på de strækninger, der ligger udenfor §3-beskyttede arealer (ca. 1 km x 6 meter bundbredde)

I nedenstående tabel og figur fremgår de beskyttede naturområder indenfor området.

Beskyttet natur efter Naturbeskyttelseslovens § 3 indenfor området.

§ 3-beskyttet natur	Antal	Ha	Procent
Sø	10	98,3	65,4
Mose		38,4	25,6
Eng		10,2	6,8
Overdrev		2,7	1,8
Vandløb	Ca. 1 km	0,6	0,4
I alt		150,2	100



Beskyttede Naturområder indenfor stuvningszonen (rød polygon) i Harte-Donssø-systemet.

Landbrugsmæssig arealanvendelse:

I støtteåret 2017 var der indenfor området under 1 % omdriftsarealer, som blev dyrket intensivt og knap 9 % permanente græsarealer (jf. nedenstående tabel).

Der blev ikke søgt grundbetaling til de øvrige arealer indenfor området.

Anmeldte arealer indenfor projektarealet til grundbetaling i Fællesskemaet for 2017.

Driftsform	2017	
	Ha	Procent
Omdrift	0,7	0,4
Permanent græs	14,5	8,8
Ikke anmeldt	149,8	90,8
I alt	165	100



Placeringen af de anmeldte driftsformer i 2017 omkring Harte-donssøerne inden for projektområdet er vist på ovenstående figur. Blå: Omdrift, Grøn: Permanent græs. Ikke farvebelagte arealer: Ikke anmeldt i Fællesskemaet og har derfor ikke modtaget grundbetaling.