



Helhedsplan Storå

Teknisk baggrundsrapport

Storå-komitéen
Holstebro Kommune
Herning Kommune
Ikast-Brande Kommune

Dato: 21. december 2022

Indhold

1.	Baggrund	6
2.	Analyse af afstrømningsmønstre	7
2.1	Dataindsamling	8
2.1.1	Vandføringstidsserier og vandføringsmålinger.....	8
2.1.2	Oplandsdata	14
2.1.3	Punktkilde data	15
2.1.4	Geologiske data - responstypologi.....	15
2.1.5	Tørke.....	15
2.1.6	Højtstående grundvand.....	16
2.2	Analysér	16
2.2.1	Tidsserieanalyse af vandføringstidsserier og hydrologisk karakteristisk af afstrømningsmønstre...	16
2.2.2	Arealafstrømningskort.....	19
2.2.3	Opstilling af en hydrologisk responstypologi.....	19
2.2.3.1	Algoritme	19
2.2.3.2	Data input	21
2.2.3.3	Typologi.....	24
2.2.4	Tørkekortlægning.....	25
2.3	Resultater.....	25
2.3.1	Analysér af vandføringstidsserier.....	25
2.3.1.1	Ellebæk – Stnr 22000043	28
2.3.1.2	Idom Å – Stnr 22000048	31
2.3.1.3	Råsted Lilleå – Stnr 22000050	34
2.3.1.4	Sunds Mølleå – Stnr 22000053.....	37
2.3.1.5	Storå, Skærum Bro – Stnr 22000062	40
2.3.1.6	Storå Højris Bro – Stnr 22000068	43
2.3.2	Sammenligning af minimumsvandføringer og beregning af oplandsafstrømning.....	44
2.3.3	Oplandsanalyser	49
2.3.4	Hydrologisk responstypologi	53

2.3.5	Tørkekort	56
2.3.6	Klimakorrektion af afstrømning / vandføring	58
2.4	Konklusion og anbefalinger	59
3.	Analyse af næringsstoftransport	60
3.1	Dataindsamling	60
3.1.1	Næringsstofkoncentrationer.....	60
3.1.2	Oplandsdata	62
3.1.3	Punktkilde data	62
3.2	Analysen	62
3.2.1	Udvikling i næringsstofkoncentrationer.....	62
3.2.2	Opgørelse af oplandstab af kvælstof og fosfor	63
3.3	Analyse af udviklingen i næringsstofkoncentrationen	65
3.3.1	Station 22000043 – Ellebæk.....	65
3.3.2	Station 22000048 – Idom Å.....	66
3.3.3	Station 22000050 – Råsted Lilleå.....	67
3.3.4	Station 22000053 – Sunds Nørreå.....	68
3.3.5	Station 22000062 – Storå, Skærumbro.....	69
3.4	Oplandstab af kvælstof og fosfor	70
3.5	Konklusion og anbefalinger	73
4.	Genskabelse af naturlig hydrologi.....	74
4.1	Identifikation af udrettede vandløb	74
4.2	Opstilling af oversvømmelseskort	74
4.2.1	Arealer der er påvirket af sætninger.....	76
4.3	Resultater	77
4.3.1	Oversvømmede arealer.....	77
4.3.2	Genslyngning af vandløb	84
4.3.3	Sætninger i Storås opland	85
4.3.4	Potentielle sætninger i fremtiden.....	87
4.3.5	Områder der har potentiale til vandtilbageholdelse.....	89
4.4	Konklusion og anbefalinger	92
5.	Samfundsøkonomisk værdikortlægning.....	93
5.1	Formål	93
5.2	Metode	94
5.2.1	Risikokortlægning	94
5.2.2	Samfundsøkonomisk analyse	95
5.3	Opstilling af oversvømmelseskort	97

5.4	Opstilling af værdikort.....	101
5.5	Resultater.....	104
5.5.1	Risikokortlægningen.....	104
5.5.2	Groft bud på investeringsramme for klimatilpasning.....	106
5.6	GIS leverance.....	107
5.7	Konklusion og anbefalinger.....	107
6.	Analyse af potentialer for samtænkning.....	108
6.1	Datagrundlag og analyser.....	108
6.1.1	Kort og GIS data.....	108
6.1.2	Identifikation af oversvømmede arealer.....	109
6.2	Områder med højt organisk indhold.....	109
6.2.1	Synergieffekter mellem oversvømmelse og kulstofholdige jorde.....	111
6.3	Okkerpotentielle områder.....	112
6.3.1	Synergieffekter mellem oversvømmelse og okkerpotentielle jorde.....	113
6.4	§3 beskyttet natur i ådalene.....	115
6.5	Besigtigelse af §3 arealer.....	117
6.6	Natura 2000 beskyttet natur.....	119
6.6.1	Natura 2000 område N64 - Heder og klitter på Skovbjerg Bakkeø, Idom Å og Ormstrup Hede.....	120
6.6.2	Natura 2000 område N65 – Nissum Fjord.....	122
6.6.3	Natura 2000 område N225 - Ovstrup Hede med Røjen Bæk.....	123
6.6.4	Natura 2000 område N53 – Sepstrup Sande, Vrads Sande, Velling Skov og Palsgård Skov.....	124
6.7	Analyse af oversvømmede arealer.....	125
6.7.1	Oversvømmelse af §3 beskyttede områder.....	126
6.7.2	Oversvømmelse af natura 2000 områder.....	126
6.7.2.1	Habitatområde 57 – hede og klitter på Skovbjerg Bakkeø.....	126
6.7.2.2	Habitatområde 57 – Idom Å.....	127
6.7.2.3	Habitatområde 245 – Ovstrup Hede med Røjenkær Bæk.....	128
6.7.3	Oversvømmelse af landbrugsområder.....	128
6.8	Forekomst af Bilag IV arter i området.....	129
6.9	Eksisterende projekter og kommunernes egne identificerede potentielle projektområder.....	130
6.10	Muligheder for projekter.....	133
6.10.1	Samtænkning i byer og i åbent land.....	133
6.10.2	Væsentlige områder.....	134
6.11	Virkemidler og projektyper.....	138
6.11.1	Vandløbsrestaurering.....	138
6.11.2	Lavbundsprojekter.....	138
6.11.3	Klima-lavbundsprojekter.....	139

6.11.4	Vandløbsrestaurering	140
6.12	Anbefaling og konklusion	140
7.	Samlet konklusion.....	140
8.	Referencer.....	142

1. Baggrund

Storå er med sine 104 km Danmarks næst længste vandløb. Storå har sit udspring i Gludsted Plantage i Ikast-Brande Kommune og sit udløb i Nissum Fjord ved Felsted Kog. Storå fører i gennemsnit ca. 16 m³ vand per sekund og med et samlet opland på 1110 km² er det det tredje største målt på opland og det fjerde mest vandrige.

I takt med at der fra EU er kommet direktiver der stiller krav til håndtering af oversvømmelser og set i lyset af at klimaforandringerne manifesterer sig i ændrede nedbørsmønstre, så er det i stigende grad nødvendigt at kommunerne forholder sig til hvorledes vandet skal håndteres, så der sker mindst mulig skade og der samtidig tages hensyn til natur og miljøforhold.

Nærværende rapport beskriver en række datafremstillinger og analyser, der skal danne baggrund for det arbejde med at udarbejde en helhedsplan for oplandet til Storå som Storå-komiteén skal gennemføre over de næste år. Helhedsplanen skal munde ud i en overordnet plan, der skal kunne håndtere den forventede større fremtidige vandmængde i Storå-oplandet. Allerede nu ser kommunerne Ikast-Brande, Herning og Holstebro markante ændringer i vandløbenes afstrømningsmønstre hen over året, samtidig med at der også opleveres ændringer i både nedbørsmønster og -mængder.

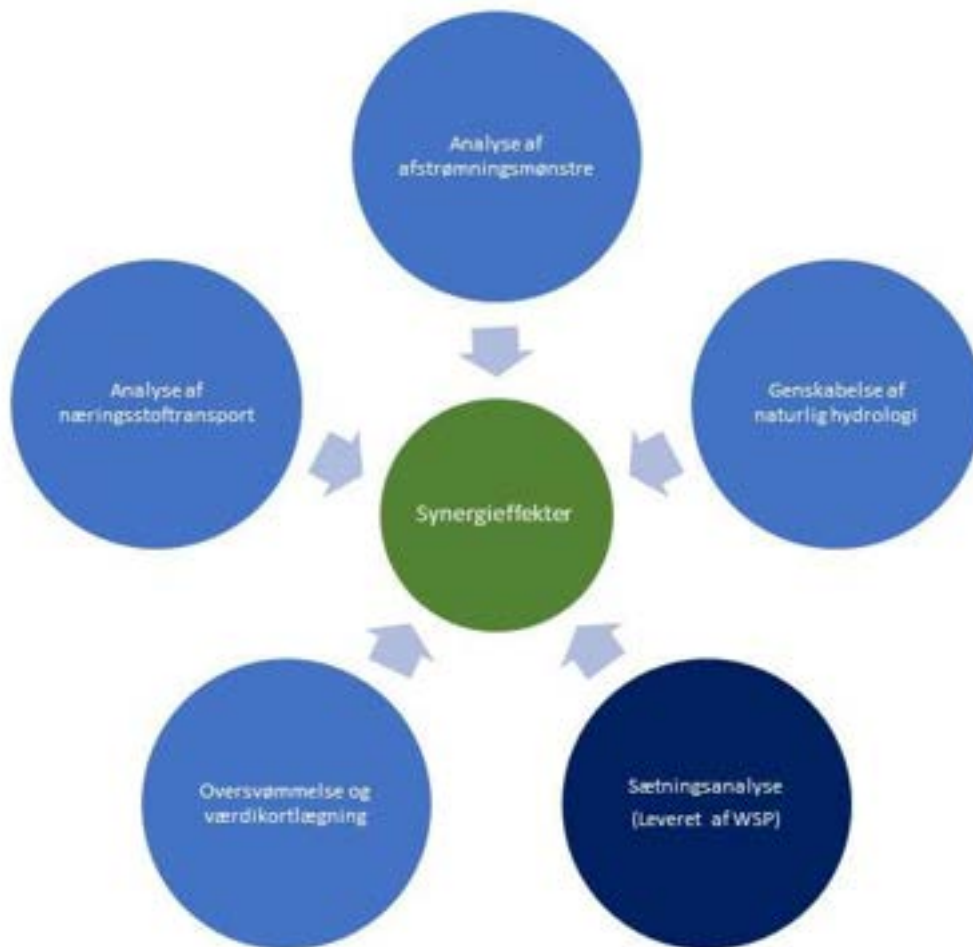
For at kunne udarbejde en vandhåndteringsplan på oplandsniveau er det nødvendigt at identificere mulige arealer/områder, der kan bidrage til at bremse eller tilbageholde vand periodisk. Dette kræver at der opstilles kriterier for identifikation af områder, der er velegnede til dette formål samtidigt med at der tages hensyn til vigtige erhvervsområder, arealer udpeget til landbrugsmæssige formål og beskyttede naturområder samt vandområdernes målsætninger

Vandhåndtering kan opnås, bl.a. ved genskabelse af naturlig hydrauliske forhold øverst i vandløbssystemerne eller identificere arealer som midlertidigt kan bremse vandet. Denne rapport og analyserne skal også bidrage til at kortlægge, hvor der kan opnås synergi til eksempelvis lavbundsjord, okkertilbageholdelse, CO₂-tilbageholdelse, hensyntagen til natur og vandløb og/eller sikring af vigtige infrastruktur og landbrugsmæssige arealer i hele oplandet.

Rapporten er opdelt i fem afsnit der hver danner en selvstændig enhed og kan læses separat, men samtidig er der indbyrdes afhængighed af data og analyser mellem de fem afsnit. Denne afhængighed er vist i nedenstående Figur 1.1

Rapportens fem hovedafsnit er:

1. Analyse af afstrømningsmønstre
2. Analyse af næringsstoftransport
3. Genskabelse af naturlig hydrologi
4. Oversvømmelser og værdikortlægning
5. Analyse af potentialer for samtækning



Figur 1.1: De fem forskellige opgaver og deres indbyrdes afhængighed

I slutningen af rapporten samles konklusionerne og der gives en række anbefalinger til det videre arbejde med helhedsplanen, herunder berøres handlemuligheder, samt væsentlige mangler i datagrundlaget og forslag til hvorledes datagrundlaget kan suppleres, således at helhedsplanen kan udarbejdes på det bedst mulige grundlag.

2. Analyse af afstrømningsmønstre

Kommunerne oplever at der sker væsentlige ændringer i de små og mellemstore vandløb mht. afstrømningsforholdene. Således ses der ændringer i afstrømningsmønstrene så der i efterårs- og vintermånederne er en tendens til at der er større afstrømninger/vandføringer i forhold til tidligere. Nedbørsmængden i Storå-oplandet er de senere år steget væsentligt mere end gennemsnittet for Danmark samtidig med at der er en forøget forekomst af tørkeperioder, hvor der falder ingen eller meget lidt nedbør. Dette betyder at vandløbene i perioder går over sine bredder og oversvømmer omkringliggende arealer, samt at udvaskningen af næringsstoffer i de våde periode potentielt forøges med negative effekter i nedstrøms recipienter til følge. I perioder med tørke medfører nedbørsunderskuddet meget lave vandføringer i vandløbene med risiko for udtørring, høje vandtemperaturer og forringede iltforhold. Den ændrede frekvens af høje og lave vandføringer kan have væsentlig

indflydelse på sikring eller fastholdelse af målopfyldelse i henhold til miljømålene og naturtilstanden i forhold til naturbeskyttelseslovens bestemmelser.

Formålet med analyserne er at vurdere hvilke ændringer der er sket i afstrømningsforholdene i oplandet, samt at foretage en karakteristik af afstrømningsforholdene ved de hydrometristationer, hvor der findes tidsserier der er lange nok til at foretage en analyse af den tidslige udvikling. Udover den tidslige analyse foretages også en analyse af de hydrologiske strømningsveje på deloplandsniveau. Dette baseres dels på data for arealanvendelsen, men også på data fra punktudledninger, f.eks. fra kloakerede områder mv.

For at få et retvisende billede af den tidslige og rumlige variation i afstrømningen inddrages både data fra hydrometristationer, hvor der måles/er målt kontinuert og data fra målekampagner, hvor der er gennemført synkronmålinger af vandføringen i oplandet. Ydermere inddrages data fra GEUS DK-model, hvor der findes beregnede vandføringer for en lang række punkter i oplandet.

Analyserne i dette afsnit udmøntes i følgende leverancer:

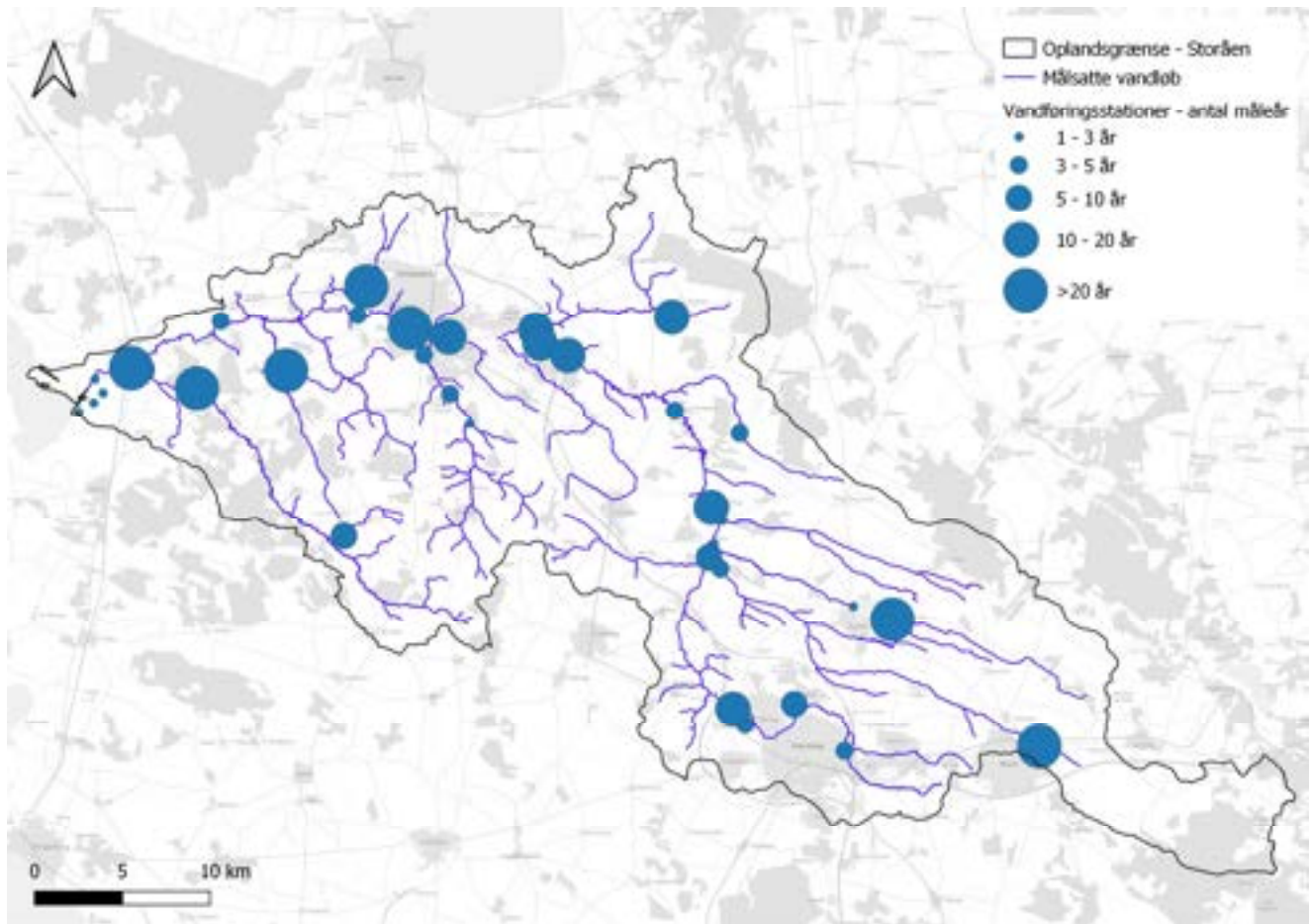
- Sammenstilling af vandføringstidsserier fra målestationerne i Storås opland
- Benchmarking af vandføringsstationerne i forhold til deres anvendelighed i analysen
- Oversigt over udviklingstendenser på udvalgte hydrometristationer med lange tidsserier
- Hydrologisk karakterisering af vandføringsstationerne
- Kort med detailopland, inklusive oplandsanalyser
- Hydrologisk responstypologi for oplande i Storås
- Kort med minimumsafstrømninger og maksimumsafstrømninger for deloplande i Storås opland
- Forslag til fremtidig overvågning af vandføringen i vandløbene

2.1 Dataindsamling

2.1.1 Vandføringstidsserier og vandføringsmålinger

Data for vandføring og vandstand er hentet fra en række forskellige kilder. Det danske hydrometriske målnetværk er karakteriseret ved at være fintmasket, men med få stationer med lange tidsserier. Der findes en lang række hydrometristationer i Storås opland. Stationerne har tidligere været drevet af amterne og staten. I dag drives stationerne primært af Miljøstyrelsen i forbindelse med det nationale overvågningsprogram og en række stationer drives af kommunerne. Der findes sammenhængende tidsserier for en række stationer, men i forbindelse med kommunalreformen blev en række af amternes stationer nedlagt. Miljøstyrelsen har fra 2017 genoprettet en række stationer og startet nye stationer, men der er en række målestationer hvor der er en afbrudt tidsserie.

Vandføringstidsserier er hentet fra overfladevanddatabasen (www.odaforalle.dk), som samler og udstiller overvågningsdata fra det nationale overvågningsprogram (NOVANA). Data herfra er suppleret med data fra vandportalen.dk som drives af WSP og udstiller vandstands- og vandføringstidsserier fra både statslige og kommunale målestationer, samt stationer drevet af forsyninger og private. I nedenstående Figur 2.1 og Tabel 2.1er vist de forskellige målestationer, måleår og der er foretaget en vurdering af om stationerne kan benyttes til tidsserieanalyser.



Figur 2.1: Oversigt over målestationer med angivelse af antal måleår for hver station.

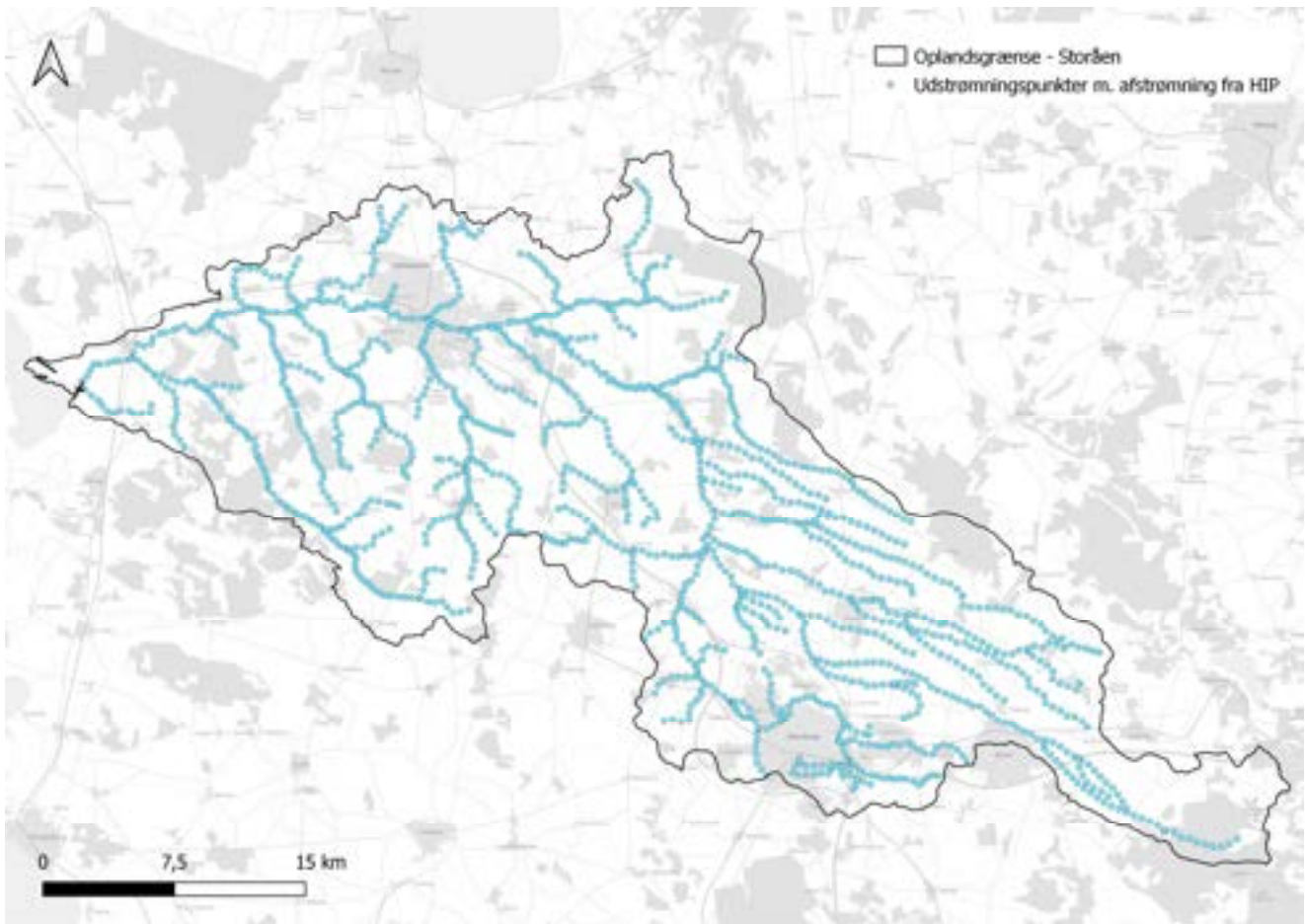
Tabel 2.1: Vandføringsmålestationer i Storås opland med angivelse af driftsperiode, antal og stationens anvendelighed til analyse af den tidlige udvikling i vandføringens størrelse.

Stationsnummer	Vandløb / station	Måleperiode	Analyse [J/N]
22000042	Bærkær Bæk, v. udløb Fuglkær Å	1989-1997	N
22000043	Ellebæk, Ellebæk Bro	1989-2006, 2009-2021	J
22000045	Hammerum Bæk, os udløb i Herningsholm Å	1983-1985	N
22000046	Herningsholm Å, os udløb i Storå	1983-1985, 1988, 2017-2021	N
22000048	Idom Å, Idum	1982-2021	J
22000050	Råsted Lilleå, Hvoldal	1975-2021	J

Stationsnummer	Vandløb / station	Måleperiode	Analyse [J/N]
22000051	Råsted Lilleå, Skærum Mølle	1983-1986, 1988	N
22000052	Røjen Bæk, Talund	1988	N
22000053	Sunds Møllebæk, Gammel Sunds	1988-2021	J
22000054	Savstrup Å, Bjerregaard	1976-1989, 2017-2021	N
22000055	Storå, Åbjerg	1986-1988	N
22000056	Storå, ø.f. Ørred Kirke	1983-1985, 1988	N
22000057	Storå, Bur Bro	2017-2021	N
22000059	Storå, os. Holstebro Rensningsanlæg	1975-2003, 2013-2021	(J)
22000060	Storå, ns. Vandkraftsøen	1976-1988	N
22000062	Storå, Skærum Bro	1971-2021	J
22000063	Sunds Nørreå, Nybro	1988	N
22000064	Sunds Nørreå, afløb fra Sunds Sø	1988	N
22000065	Vegen Å, Holstebro Ringvej	1983-1985, 1988, 2012-2021	N
22000068	Storå, Højris Bro	1971-2000	J
22000088	Herningsholm Å, syd for Gullestrup	1983-1992	N
22000091	Herningsholm Å, os Gødstrup Sø	1988-1989	N
22000093	Herningsholm Å, afløb fra Gødstrup Sø	1970-1977, 1983-1993	N
22000095	Hvidmose Kanal, os Hvidmose Rensningsanlæg	1976-1987	N
22000158	Storå, Skærbæk	1975-1982, 2017-2021	N
22000159	Storå, Grydholt	1976-1988	N
22000194	Storå, Rotvig Bro	2017-2021	N
22000225	Storå, gl. Grydholt	2005-2015, 2017, 2019, 2021	N
22000247	Stokvad Bæk, 100 os udløb i Vegen Å	2016	N

Stationsnummer	Vandløb / station	Måleperiode	Analyse [J/N]
22001540	Hodsager Lilleå, NS. Hallundbækvej	2017-2021	N
22001541	Storå, Laksestien	2017-2021	N
22001542	Vegen Å, NS. Munkbrovej	2017-2021	N
22001606	Delstrøm fra Storå, Indløbsbygværk	2019-2020	N
22001609	Feldsted Kog afløb, Kytterupvej	2019-2020	N
22001610	Gammel Å, Grusvejen	2019-2020	N
22001611	Nørregård Bæk, Poppelplantage	2019-2020	N

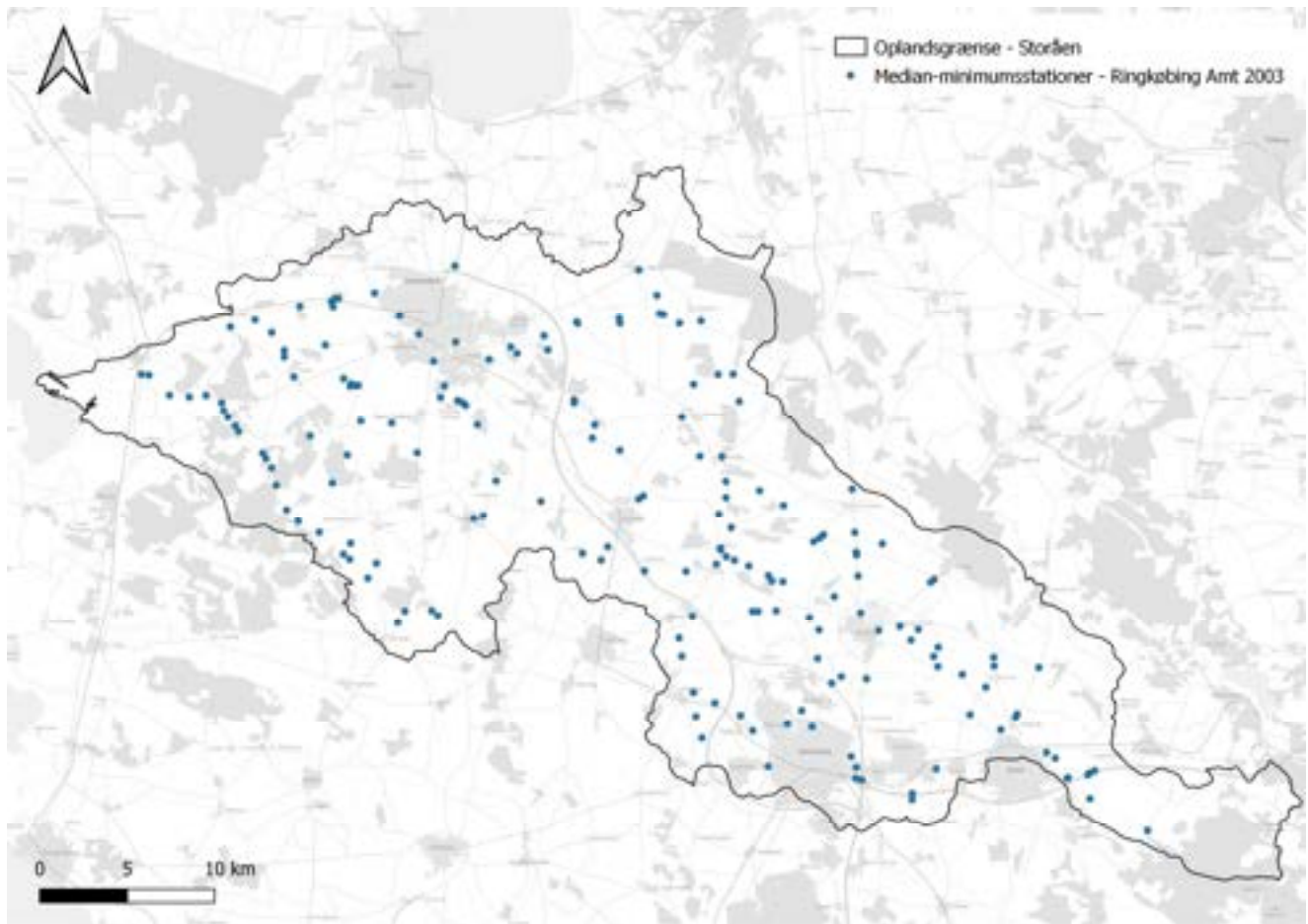
Som supplement er desuden trukket beregnede tidsserier fra HIP portalen, hvor der er udstillet vandføringstids-serier fra DK-modellen fra cirka 30.000 udløbspunkter i et landsdækkende tema. For hvert punkt foreligger en 30 års modelleret tidsserie, samt en statistisk behandling af disse data. I Figur 2.2 er vist de 1.595 udtrækspunkter fra DK-modellen som findes Storås opland.



[Insert image here]

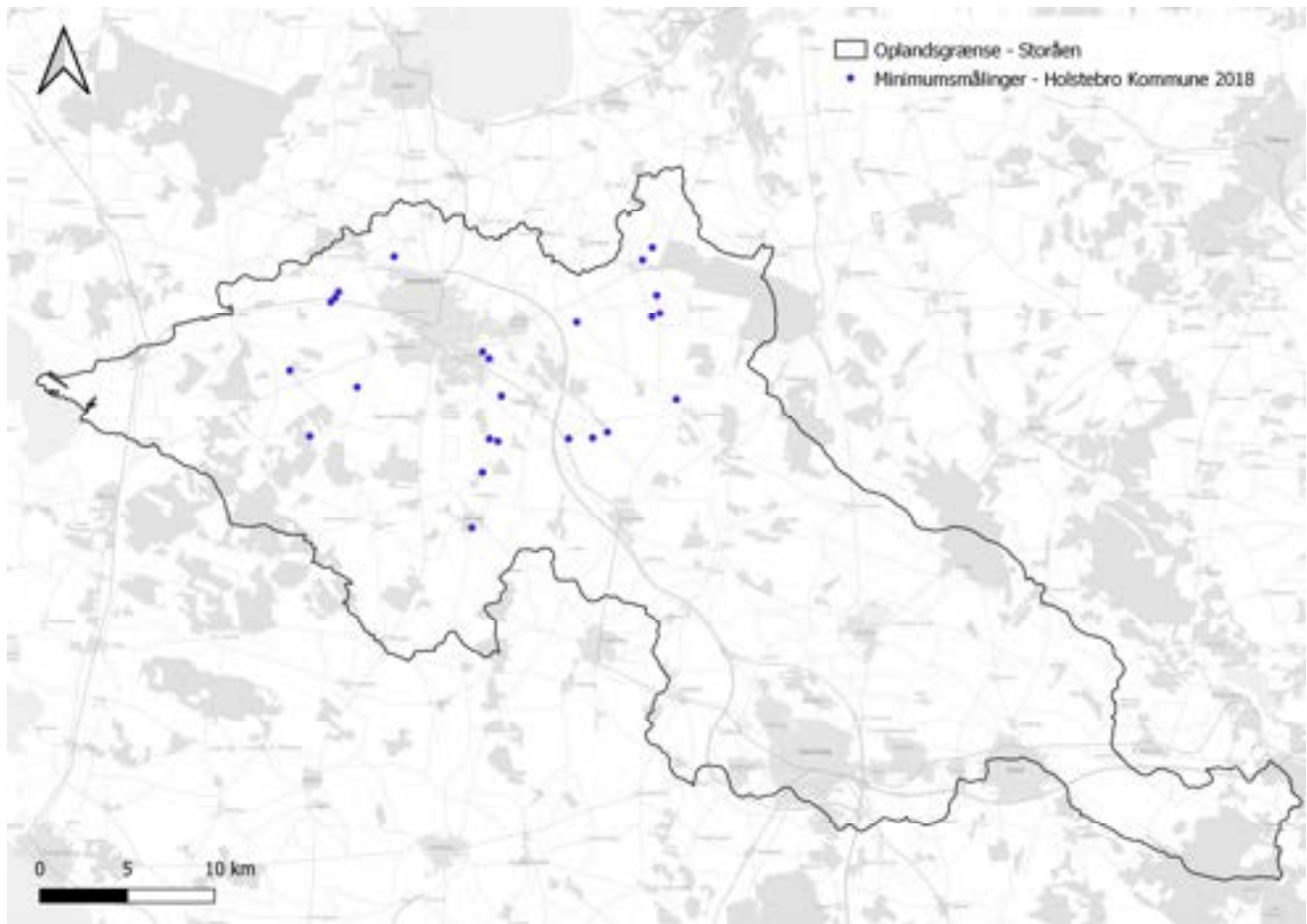
Figur 2.2: Punkter i vandløbene i Storåsystemet, hvor der er beregnet en udstrømningshydrograf vha. GEUS DK-model (kilde: HIPdata.dk).

Ringkøbing Amt gennemførte i 2003 en synkronmålekampagne til fastlæggelse af medianminimumsvandføringen i en stor del af vandløbene i amtet og herunder vandløbene i Storåsystemet. Indenfor oplandet er der i alt 158 målinger. For hver måling er der en målt vandføring og et tilknyttet opland (Figur 2.3).



Figur 2.3: Oversigt målestationer og oplande hvor Ringkøbing Amt i 2003 bestemte vandføringen vha. synkronmålinger.

I forbindelse med den meget varme sommer i 2018 fik Holstebro Kommune gennemført en målekampagne med henblik på at fastlægge absolutte minimumsvandføringer i udvalgte mindre vandløb (Figur 2.4).



Figur 2.4: Målepunkter fra sommer 2018 hvor Holstebro Kommune fik målt sommervandføringen i den ekstremt tørre sommer 2018..

2.1.2 Oplandsdata

Med henblik på at karakterisere arealanvendelsen, jordtyper mv. i Storås opland er der udarbejdet tre forskellige oplandskort. Et overordnet topografisk oplandskort for hele Storås opland, samt GEUS' ID15 oplandskort for de deloplande der ligger i hovedoplandet. ID15 oplande er et landsdækkende oplandstema med topografiske oplande, med et gennemsnitsareal på 1.500 ha. Disse to oplandstemaer er suppleret med et detaljeret oplands-tema, genereret af NIRAS, hvor der er bestemt topografiske oplande for vandstrækninger på mellem 500 m og 2.000 m for hele landet.

Arealanvendelsesdata er hentet fra dataforsyningen.dk som stiller data fra det fælles europæiske datasamarbejde INSPIRE til rådighed i Danmark. Data er baseret på Corine land cover data og er efterfølgende re-klassificeret af NIRAS, så der optræder en hensigtsmæssig opdeling af arealanvendelsen.

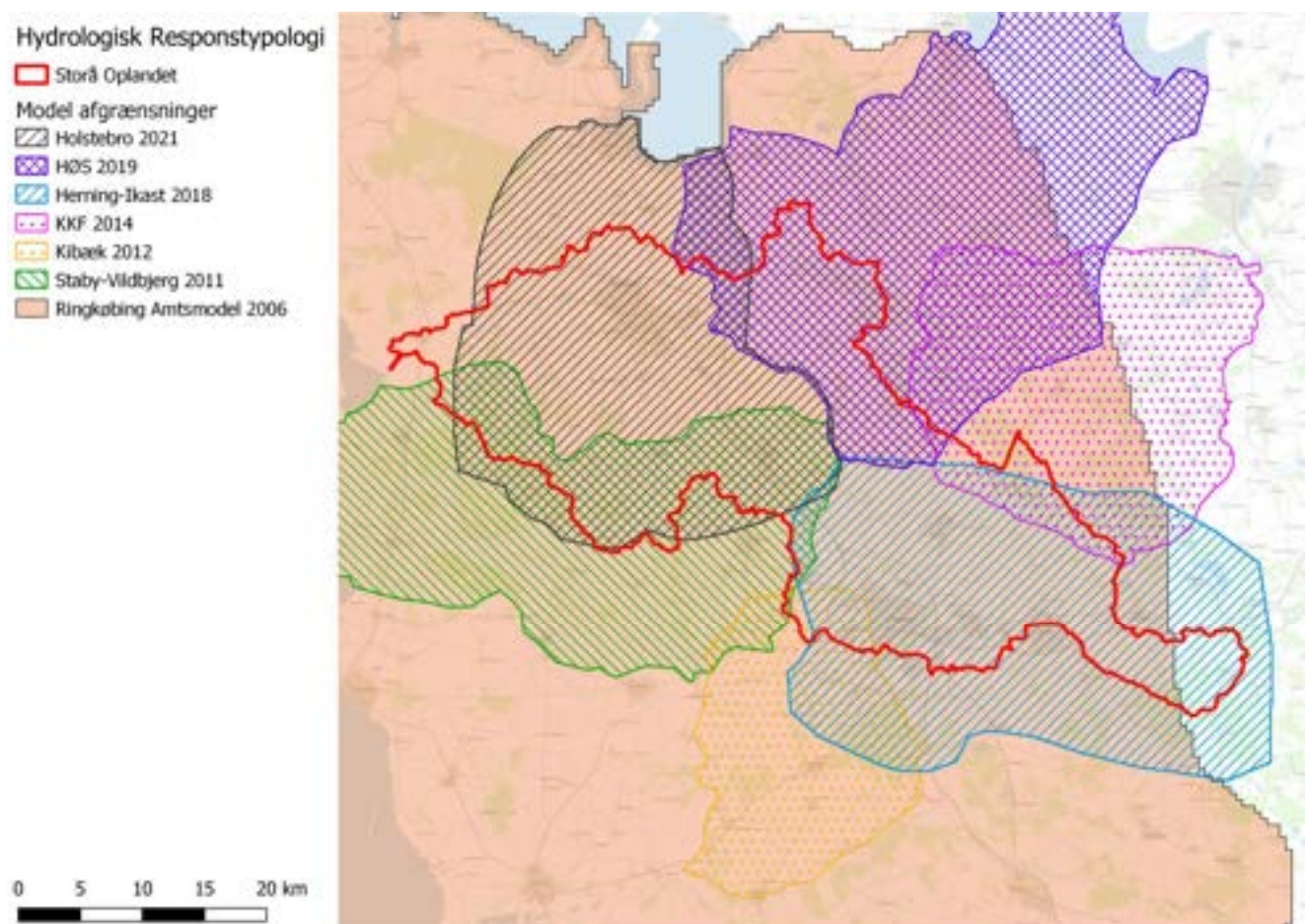
Fra GEUS er hentet den danske jordklassificering som opdeler jordtyperne i 18 klasser efter deres geologiske oprindelse. Dette tema er suppleret med det danske jordtypekort som er baseret på en klassificering af jorden i 36.000 målepunkter. Der arbejdes i dette kort med otte forskellige jordtyper, baseret på jordens tekstur og sammensætning.

2.1.3 Punktkilde data

I Miljøportalens PULS database (Danmarks Miljøportal, 2022) er der trukket data for udløb fra rensningsanlæg og regnbetingede udløb, samt dambrug. Sammen med beliggenheden er der udtrukket data for udledte vand- og stofmængder for årene 2018 til 2020. Data er benyttet til at estimere et vandførings og stofbidrag til vandløbene i forbindelse med oplandsanalyserne og beregning af næringsstofbelastningen.

2.1.4 Geologiske data - responstypologi

Opstillingen af responstypologier baserer sig på en hydrologisk tolkning af de grundvandsmodeller som dækker Storås opland. Da der ikke er én dækkende model for oplandet, er det nødvendigt at sammensætte resultater fra flere modeller. Dette betyder at der brugt syv grundvandsmodeller til typologiseringen, nemlig: Holstebro modellen fra 2021, Haderup-Ørslevkloster-Sparkærmodellen fra 2019, Herning-Ikast modellen fra 2018, Kongenshus-Karup-Frederiks (KKF) modellen fra 2014, Kibæk modellen fra 2012, Staby-Vildbjerg modellen fra 2011 og endelig Ringkøbing Amtsmodellen fra 2006 (Figur 2.5). De sammenstillede modeller er brugt til opstillingen af responstypologien for oplandet og er prioriteret således at der altid benyttes nyeste og mest præcise model for et område, hvor flere modeller dækker. Selve metoden er nærmere beskrevet i afsnit 0.



Figur 2.5: Oversigt over modeller der dækker Storås opland.

2.1.5 Tørke

For at kunne beregning områder der er i risiko for at blive tørkepåvirket er der indsamlet en række offentlig tilgængelige datasæt som er analyseret samlet. Det drejer sig om følgende datasæt:

- Frie offentlige hydrologiske data fra HIP (Hydrologisk Informations- og Prognosesystem), hvor dybden til grundvandsspejlet i sommerens middelsituation samt 95%-fraktilen indhentes. (Styrelsen for dataforsyning og effektivisering, 2022)
- Arealanvendelseskort fra NIRAS, hvor arealtypen relateres til en given roddybde.
- Landbrugsstyrelsens jordbundskort til vurdering af rodudviklingen, vurderet ud fra standard opsætninger i DAISY-modellen. (Styczen, et al., 2006)
- Udtræk fra FOHM-modellen, Danmarks fælles offentlige hydrologiske model, til beregning af de effektive ler-tykkelser. (GEUS, 2022)

Tørkekortet er beregnet for hele Region Midt og fra denne rapportering er der udtrukket en del af dette kort svarende til Storås opland (Region Midtjylland 2022).

2.1.6 Højtstående grundvand

Der er hentet data for højtstående grundvand på HIPdata.dk. Her findes en modelberegnet vandstand. Temaet med højtstående grundvand er baseret på en modelleret grundvandsstand og er et udtræk fra GEUS landsdækkende DK model. Da det har vist sig at der er meget store forskelle på de målte grundvandsstandsdata og den grundvandsstand der simuleres i HIP, er det valgt ikke at tage kortet med i denne rapport. Resultatet er for nuværende for misvisende til at det vil give mening at bruge data.

2.2 Analyser

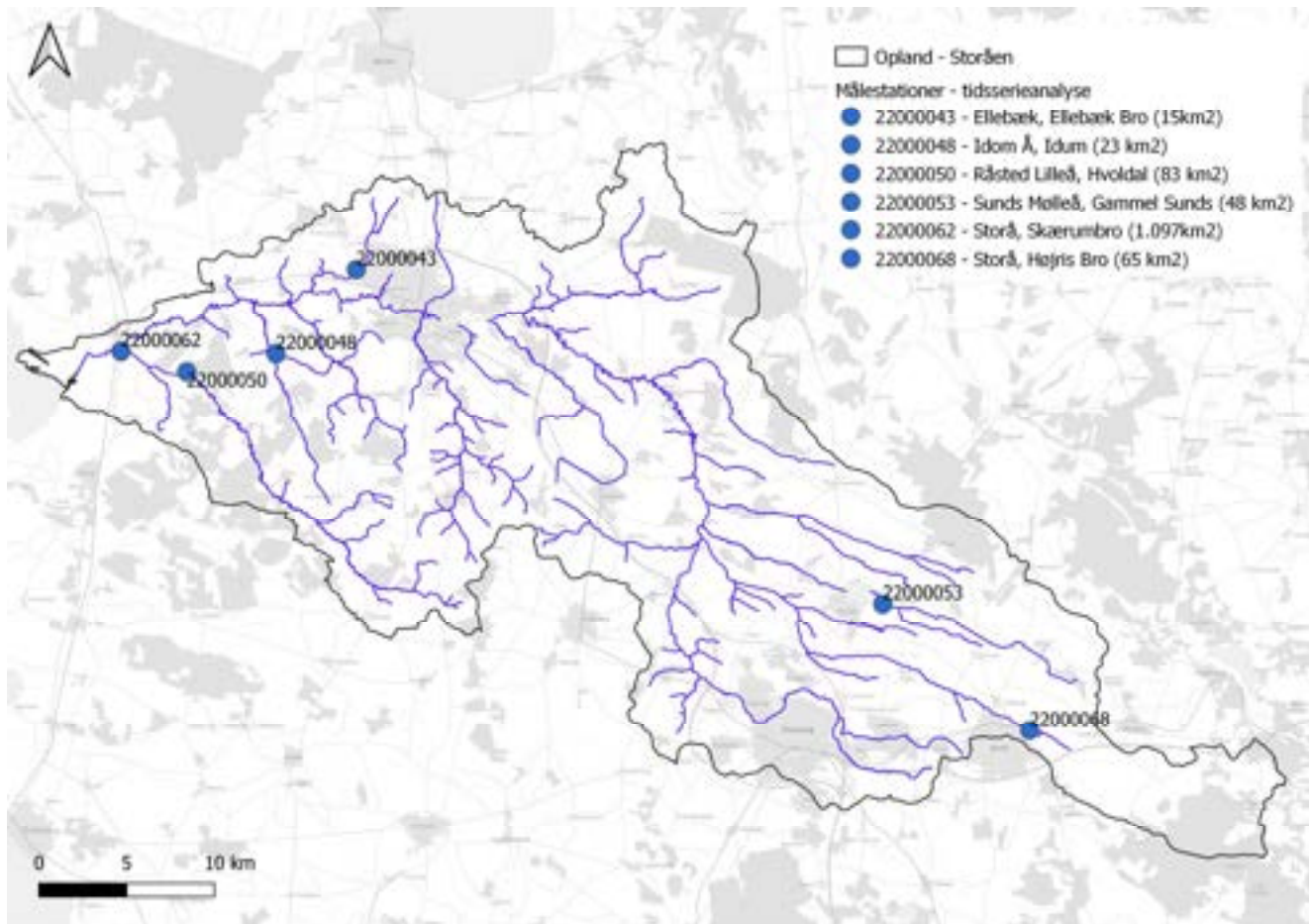
2.2.1 Tidsserieanalyse af vandføringstidsserier og hydrologisk karakteristisk af afstrømningsmønstre

Der findes vandføringstidsserier for en lang række forskellige stationer i Storås opland. Variationen i vandføringen på samtlige stationer beskrives ved at udtegne en graf med tidsserien af vandføring. På enkelte stationer. På baggrund af disse plot og tidsseriens længde er identificeres de stationer der kan benyttes til analyser af udviklingstendenser og hydrologisk karakteristisk. Der findes i alt 36 stationer, hvoraf seks stationer har en tidsserie der dækker mere end 30 år og dermed gør det muligt at gennemføre en meningsfyldt analyse af udviklingen i vandføringen. Disse stationer er vist i Figur 2.6.

Tabel 2.2: Stationskarakteristik for de seks stationer hvor der er lange tidsserier med angivelse af vandløbsstørrelse og vandløbstype i henhold til vandplanernes typologi

Stationsnummer	Navn	Oplandsstørrelse [km ²]	Vandløbstype
22000043	Ellebæk, Ellebæk Bro	15	Mellem (RW2)
22000048	Idom Å, Idum	23	Mellem (RW2)
22000050	Råsted Lilleå, Hvoidal	83	Mellem (RW2)
22000053	Sunds Møllebæk, Gammel Sunds	48	Mellem (RW2)
22000062	Storå, Skærum Bro	1.097	Stor (RW3)
22000068	Storå, Højris Bro	65	Mellem (RW2)

Langtidsudviklingen på de seks stationer beskrives i første omgang ved at beregne middel-, maksimums-, og minimumsvandføringen for hvert år i måleperioden og så analysere disse for en systematisk udvikling vha. regressionsanalyse. Den tidlige udvikling beskrives vha. Spearman-rank analyse med årstal som uafhængig og minimum, middel og maksimumskoncentrationen som afhængig variable (Conover, 1980).



Figur 2.6: Oversigt over de anvendte målestationer med lang tidsserie.

På baggrund af den samlede vandføringstidsserie for hver station beregnes 33 forskellige hydrologiske indeks, der bruges til at karakterisere det hydrologiske regime. Disse parametre kan samtidig benyttes til at undersøge om der er sket ændringer i den hydrologiske respons ved opdele tidsserien i to delperioder. De 33 parametre beregner ændringer i karakteristiske parametre der kendetegner hhv. de høje og lave vandføringer, samt regimet i sin helhed og fordelt på månederne. Ved at kigge på den tidlige udvikling i de 33 parametre kan det undersøges om der er sket en systematisk ændring i vandføringen mellem de to delperioder. De 33 parametre *fordeler sig på fem grupper*:

1. Timing af ekstreme hændelser – er der sket et skift i hvornår de ekstreme hændelser forekommer?
2. Frekvens og varighed af høje og lave vandføringer
3. Hydrografens forløb – er der sket ændringer i hvor hurtigt vandføringen ændrer sig?
4. Størrelsen af de ekstreme hændelser – både ekstremt høje og lave vandføringer
5. Sæsonvariationen i vandføringen

I nedenstående Tabel 2.3 er vist hvilke parametre der indgår i analyserne. Hydrografanalyser har i mange været brugt flittigt i blandt andet USA, dels til at karakterisere hydrologiske regimer og dels til at fastlægge den økologiske / biologiske betydning af de forskellige vandføringsparametre. Hydrografanalyser bliver brugt som early-warning indikatorer for økosystemforandringer som følge af ændringer i oplandene, men er i stigende grad også benyttet til at vurdere effekterne af ændringer i nedbør og klimaet generelt. Således har Poff *et al.* (1997) beskæftiget sig med en beskrivelse af det hydrologiske regime vha. hydrografanalyser og brugt disse til

at beskrive hvorledes regimet varierer på tværs af det Nordamerikanske kontinent. Huh et al. (2005) og Olden og Poff (2003) har beskæftiget sig med hvilke parametre der er nyttige til at beskrive det naturlige hydrologiske regime, mens Richter et al (1996, 1997, 1998) har beskrevet et metode til at eftervise hydrologiske ændringer og de økosystembetydninger disse har. De 33 parametre der benyttes i denne analyse er hentet fra Richter et al. 1997.

Tabel 2.3: Oversigt over de fem grupper og de 33 parametre der benyttes til at karakterisere vandføringstidsserierne. I tabellen er også angivet hvilken økologisk betydning / påvirkning på økosystemprocesserne gruppen af parametre primært har.

Gruppe	Hydrologiske parametre	Økologisk betydning
Timing af ekstreme hændelser (2 stk.)	Dato for maksimumsvandføringen Dato for minimumsvandføringen	Timing og sammenfald i livscyklus for indbyrdes afhængige organismer Igangsættelse af gyde-migration Adgang til habitater
Frekvens og varighed af høje og lave vandføringer (4 stk.)	Antal hændelser med lav vandføring Varigheden af hændelser med lav vandføring Antal hændelser med høj vandføring Varigheden af hændelser med høj vandføring	Sedimenttransport og bundstabilitet Jordvandsindhold Interaktioner mellem vandløb og ådal
Hydrografens forløb – vandføringsændringer (3 stk.)	Stigning: middelforskel på vandføringen på hinanden følgende dage Fald: middelforskel på vandføringen på hinanden følgende dage Antal skift i hydrografen (stigende/faldende)	Ændringer i tilgængelighed af specifikke habitater Reduktion i vandindhold i jord
Størrelsen af de ekstreme hændelser (12 stk.)	Årligt minimum, 1-dags middel Årligt minimum, 3-dags middel Årligt minimum, 7-dags middel Årligt minimum, 30-dags middel Årligt minimum, 90-dags middel Årligt maksimum, 1-dags middel Årligt maksimum, 3-dags middel Årligt maksimum, 7-dags middel Årligt maksimum, 30-dags middel Årligt maksimum, 90-dags middel Antal dage uden vandføring Baseflow Indeks – 7 dages minimum	Habitatvariationen i vandløb og ådale Påvirkning af konkurrenceforhold mellem forskellige arter i vandløb Vandløbsmorfologiske processer og åbning af nye habitater Styrer forholdet mellem biotiske og abiotiske interaktioner i vandløbet
Sæsonvariationen i vandføringen (12 stk.)	Medianvandføringen per måned	Tilgængelighed af forskellige habitater Plantetilgængelige vandmængder Påvirkning på iltindhold, temperatur og fotosyntesen / primærproduktion

Gruppe	Hydrologiske parametre	Økologisk betydning
		Timing af vandføring med livscyklus for akvatiske organismer

For at sikre en nogenlunde konsistent analyse af tidsserierne er der valgt at benytte perioden 1980 til 2000 som første delperiode og 2001 til 2021 som anden delperiode. Analyserne vil således indikere om der er sket en væsentlig ændring i den hydrologiske respons i mellem de to perioder. Valget af disse to perioder falder uden for den gængse perioder, der blandt andet bruges til vurdering af klimatisk udvikling, men tidsseriernes længde og indbyrdes forhold gør at disse perioder i denne analyse er mest velvalgte. Beregningen og analyserne af de hydrologiske regimer og ændringerne mellem de to delperioder er gennemført i softwaren IAH (The Nature Conservancy, 2022).

På baggrund af hydrografanalyserne foretages en sammenligning af de forskellige parametre mellem de to tidsperioder med henblik på at vurdere om der er sket en ændring i det hydrologiske regime, ligesom varighedskurverne for vandføringen sammenlignes.

2.2.2 Arealafstrømningskort

Ved sammenligning af målingerne foretaget af Ringkøbing Amt i 2003, med målinger fra Holstebro Kommune i 2018 og ved inddragelse af modelberegningerne af afstrømningen fra DK modellen kan der opstilles et kort der viser hvorledes afstrømningen fra de enkelte deloplande i Storås opland varierer. Der opstilles i alt fire kort:

- Medianminimum
- Middelfafstrømningen
- Medianmaksimum
- 10 års hændelse, svarende til den vandføring der overskrides hvert 10. år

Der foreligger tre datasæt til analyse af medianminimumsvandføringen, derfor er denne mest præcist bestemt, da de enkelte tidsserier kan verificeres mod hinanden. Forud for opstillingen er datasættene sammenlignet i det omfang der kunne lade sig gøre og hvor der var sammenfald i mellem målepunkterne.

Data for middelfafstrømningen, medianmaksimum, og 10 års hændelsen kan kun udtrækkes fra tidsserierne fra DK-modellen. Hertil kommer at der kun findes data for oplandene med vandløb i. Derfor genereres et responskort hvor der kun er tildelt værdier til oplandene med vandløb. Det vil være for usikkert

2.2.3 Opstilling af en hydrologisk responstypologi

Først udtrækkes data fra modellerne (laggrænser, samt det beregnede grundvandsspejl), af de to øverste grundvandsmagasiner, KS01 og KS02. Efterfølgende benyttes et python-script til at kombinere filerne fra de forskellige modeller, til ét samlet gis lag. Når alle data er klar benyttes den nedenfor beskrevne algoritme til at beregne den hydrologiske naturtypologi.

2.2.3.1 Algoritme

Nogle modelceller kan have flere typer samtidig, og vil blive klassificeret som den sidst forekommende typologi, som beskrevet i tabellerne nedenfor. I algoritmen refereres til KS01 og KS02 og i algoritmen betyder "GVS" grundvandsspejl, "t" betyder top og "b" betyder bund.

2.2.3.1.1 Typer med nedadrettet gradient

Tør natur

Kriterier	Typologi
KS01GVS > KS02GVS KS02GVS <= KS02t	2 – Grundvandsdannende – til frit magasin
KS01GVS < KS02GVS KS02GVS > KS02t	3 – Grundvandsdannende – til spændt magasin
KS01GVS > KS02GVS KS01t – KS01b > 5 KS01GVS – KS01b > 2	1 – Grundvandsdannelse til øvre sekundært magasin (>5 m og med mindst 2 m mætning)

2.2.3.1.2 Drænet

Våd natur – vandnær terræn

Kriterier	Typologi
Topo – KS01GVS <= 0.8 v1 < 500	9 – Våd natur – drænet (og nær vandløb)

2.2.3.1.3 Typer med opadrettet gradient

Våd natur

Kriterier	Typologi
KS01GVS < KS02GVS Topo - KS01b > 2 KS01GVS - KS01b > 2	7 - Våd natur med god hydraulisk kontakt
KS01GVS < KS02GVS KS01t - KS01b <= 2 KS01b - KS02t <= 5	7 - Våd natur med god hydraulisk kontakt
KS01GVS < KS02GVS VL < 100	7 - Våd natur med god hydraulisk kontakt
KS01GVS < KS02GVS KS01GVS - KS01b < 2	8 - Våd natur med dårlig hydraulisk kontakt
KS01GVS < KS02GVS VL < 100 KS01GVS >= KS01t	8 - Våd natur med dårlig hydraulisk kontakt

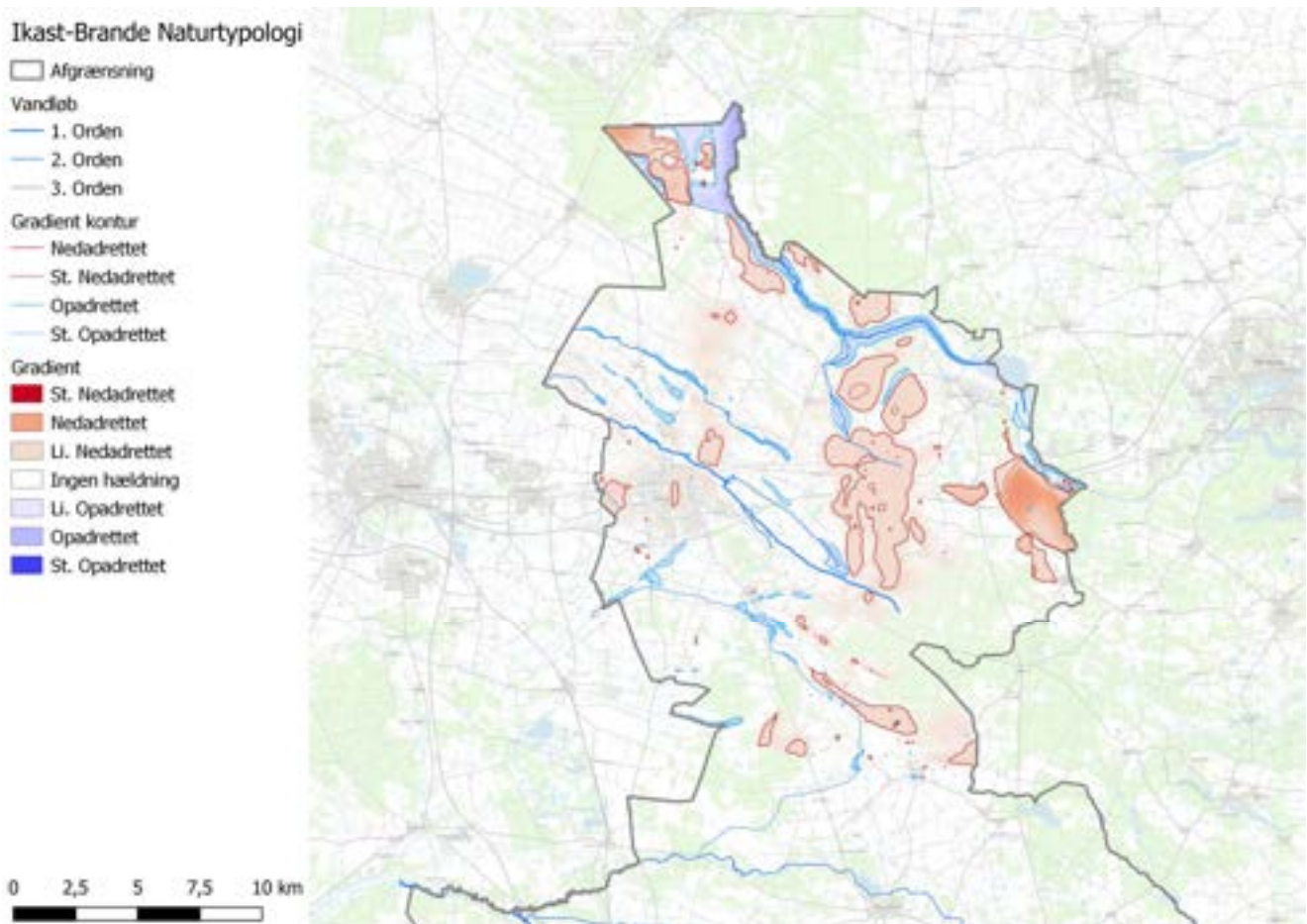
Vældpåvirket

Kriterier	Typologi
Topo - KS01b > 5 KS01GVS - KS01b > 2	4 – Vældpåvirket natur, frit magasin
KS02GVS > Topo	5 – Vældpåvirket natur, artesisk magasin

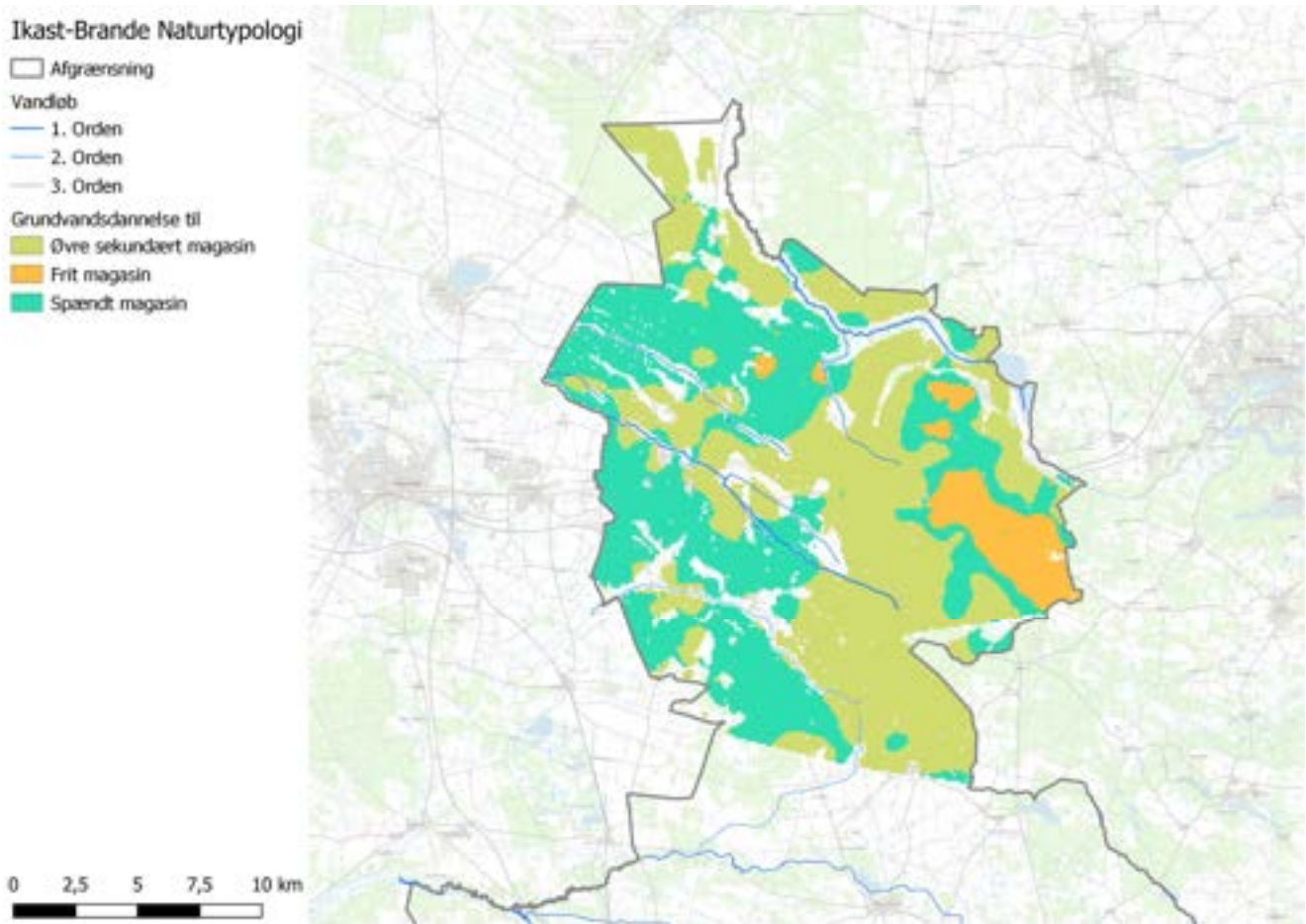
KS02GVS <= Topo KS01GVS >= Topo - 0.8	6 – Overrisling af sekundært magasin
--	--------------------------------------

2.2.3.2 Data input

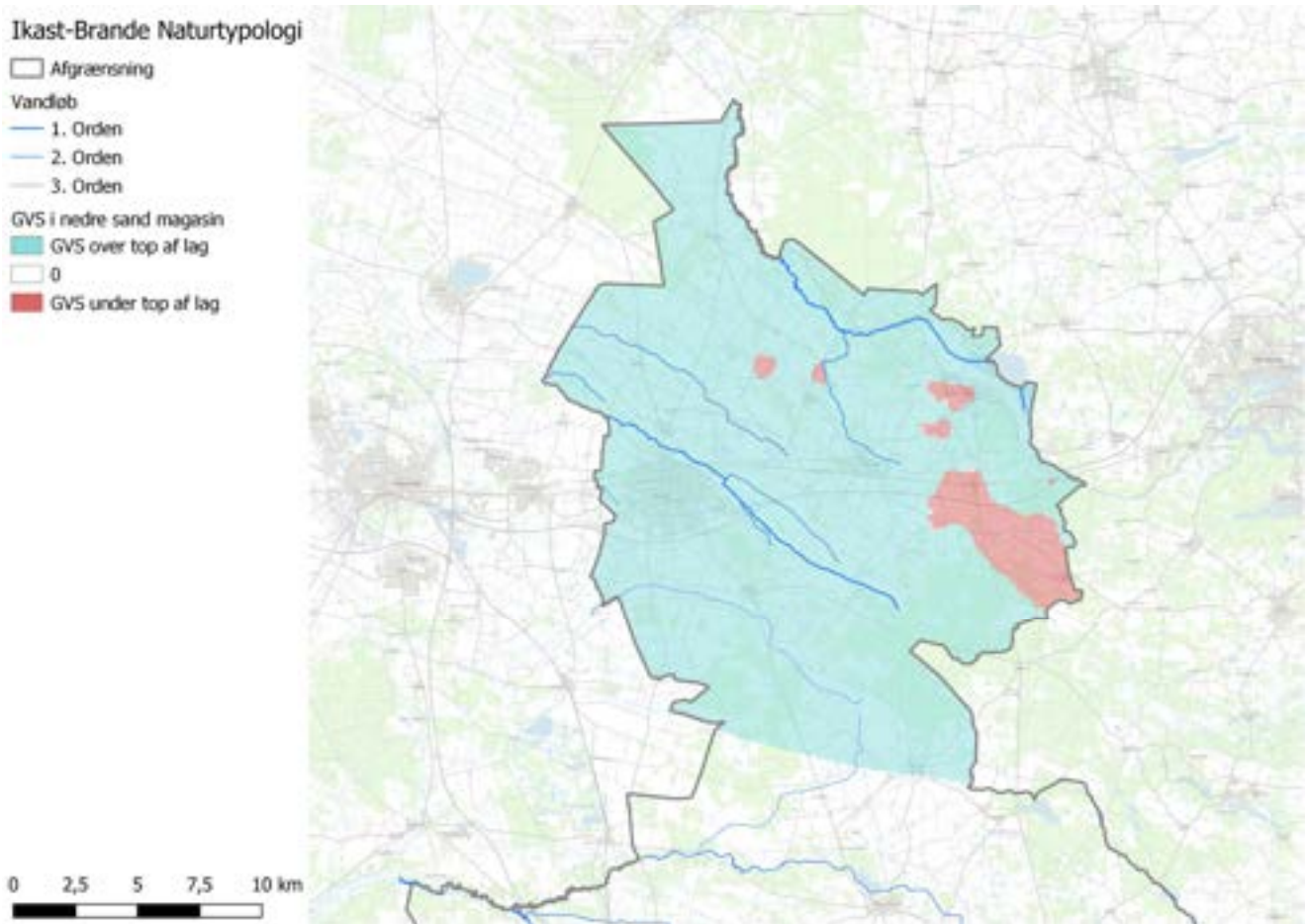
Algoritmen kigger bl.a. på hvorvidt der er spændt- eller frit magasin, og om der er en opadrettet eller nedadrettet gradient i grundvandsspejlet. Figur 2.7, Figur 2.8, Figur 2.9 og Figur 2.10 viser hvordan nogle af de enkelte parametre ser ud, før naturtypologien er regnet ud.



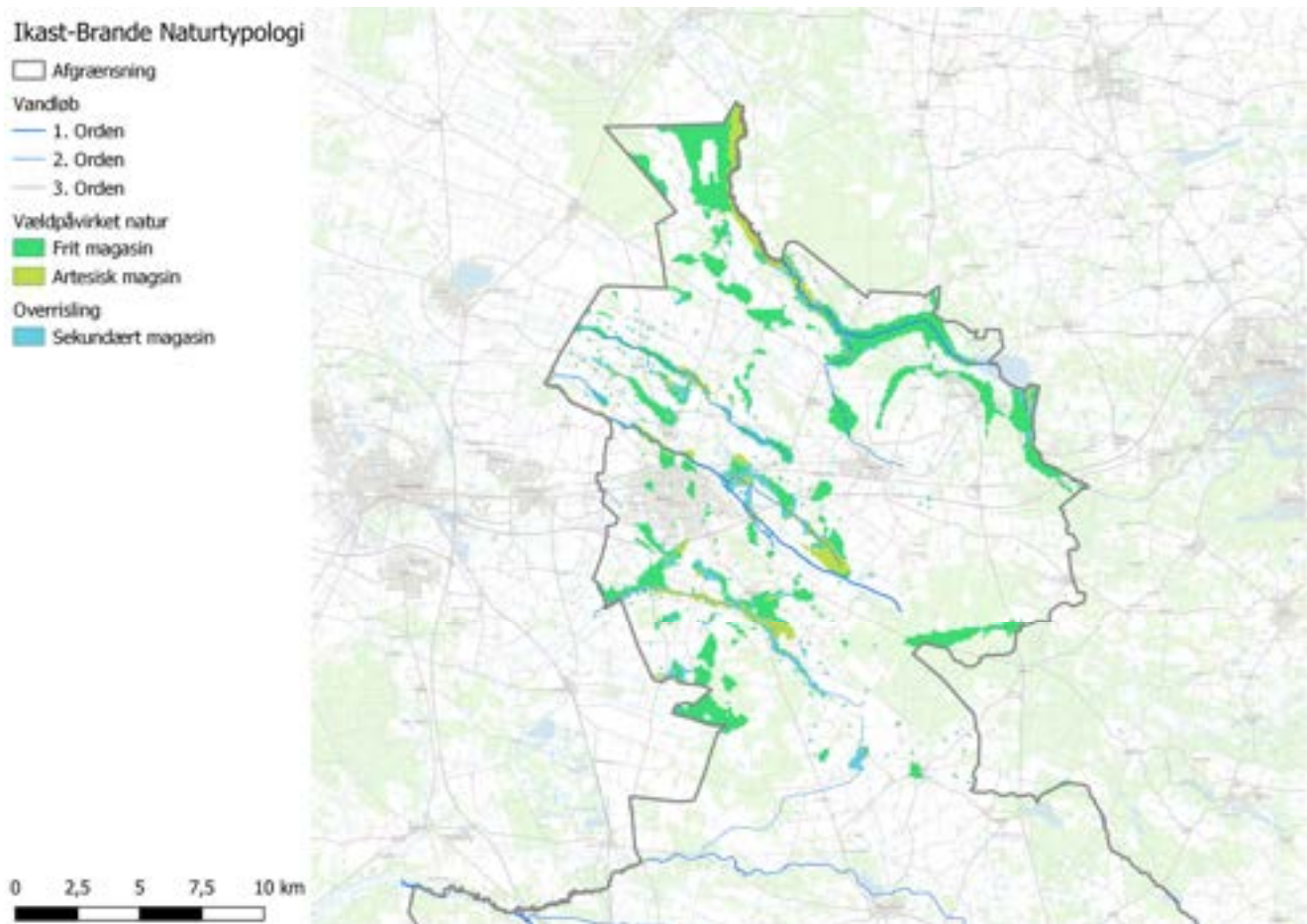
Figur 2.7: Gradient i grundvandspotentialer



Figur 2.8: Områder med grundvandsdannelse til hhv. frit-, spændt- og sekundært magasin



Figur 2.9: Områder hvor grundvandsspejlet for det nedre sandmagasin, KS02, er hhv. over eller under toppen af magasinet.



Figur 2.10: Områder med hhv. frie-, spændte- og sekundære magasinforhold. Grundvandsdannelse til det sekundære magasin vurderes også som værende frit.

2.2.3.3 Typologi

Resultatet er udarbejdet i en georefereret grid-fil, hvori hver hydrologiske responstypologi har en talkode som vist i Tabel 2.4. Responstypologien er præsenteret som et raster GIS lag der dækker hele oplandet.

Tabel 2.4: Talkoder for den opstillede hydrologiske responstypologi.

Kode	Beskrivelse
1	Grundvandsdannelse til sekundært magasin
2	Grundvandsdannelse til frit magasin
3	Grundvandsdannelse til spændt magasin
4	Vældpåvirket natur, frit magasin
5	Vældpåvirket natur, spændt magasin
6	Overrisling fra sekundært magasin
7	Våd natur, god hydraulisk kontakt
8	Våd natur, dårlig hydraulisk kontakt
9	Våd natur, drænet

2.2.4 Tørkekortlægning

Der er udarbejdet et tørkekortet for hele Region Midtjylland. Tørkekortet for Storås opland er udtrukket fra det regionale kort. Tørkekortet viser om områder er i en høj, middel eller lav sandsynlighed for at opleve tørkepåvirkning. Kortet er dermed en relativ skala der fortæller om, hvor effekterne af tørke vil optræde først, og hvor de vil blive mest udtjent. Kortet har en opløsning på 25 x 25 m.

Metoden bag tørkekortet baserer sig på fire funktionsudtryk der er beskrevet nedenfor. Det resulterende tørkekort er en vægtet sum af resultaterne fra hvert funktionsudtryk.

Første funktion er en sammenligning af den estimerede gennemsnitlige effektive roddybde i et givent område, og dybden til grundvandsspejlet i det samme område om sommeren. Udtrykket siger altså noget om, hvor nemt det er for planterne at nå vandet i jorden. Kortet er baseret på arealanvendelsen inden for et givent område samt den tilhørende forventede vegetationstype.

Anden funktion fungerer som det første funktionsudtryk, men i stedet for den gennemsnitlige dybde til grundvandsspejlet, bruges den højeste værdi for sommeren, svarende til 95%-fraktilen.

Tredje funktion er et udtryk for hvordan rodudviklingen for planterne er afhængig af jordarten. Her er områder med jordarter, hvor planter har mulighed for at udvikle længst rødder, mindst risiko for tørkepåvirkning. Kortet er baseret på jordbundstypekortet.

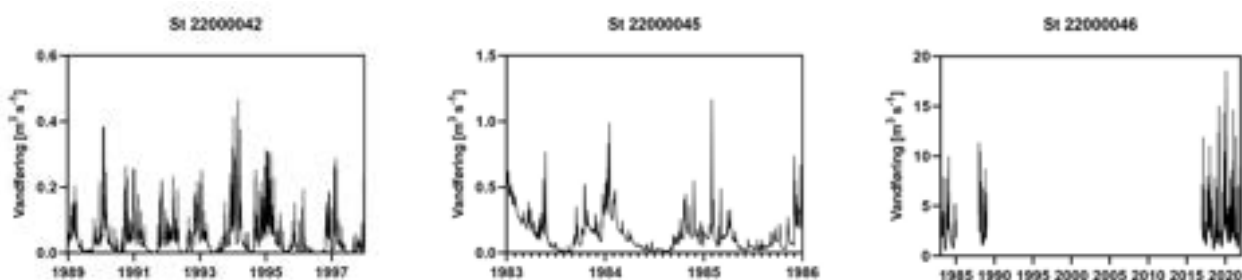
Fjerde funktion relaterer sig til den akkumulerede lertykkelse over førstkommande sandlag i et givent område. I områder med tykke lerlag vil dræningen af de øverste jordlag ske langsommere, end hvis der forekommer sandede aflejringer umiddelbart under de øverste jordlag.

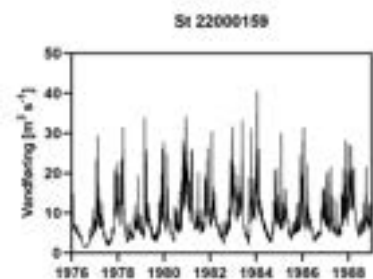
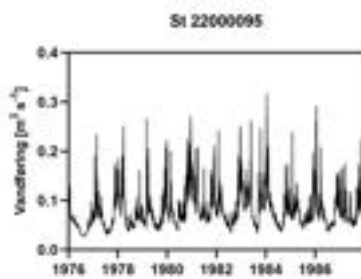
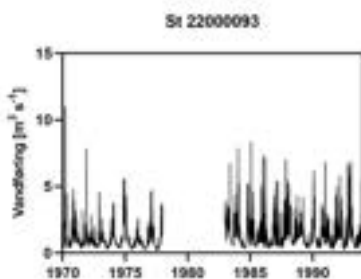
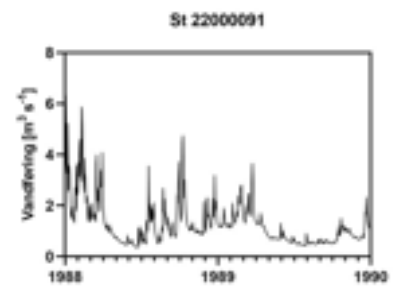
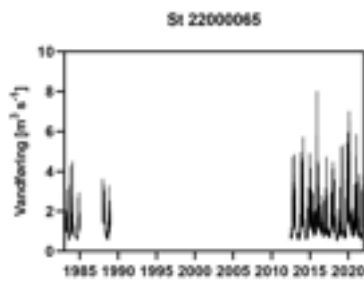
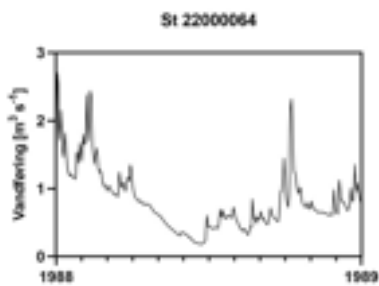
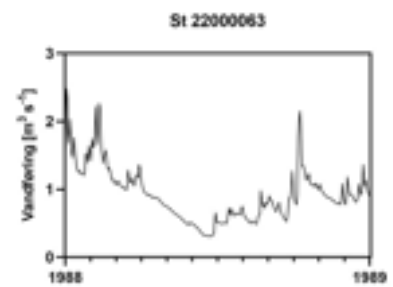
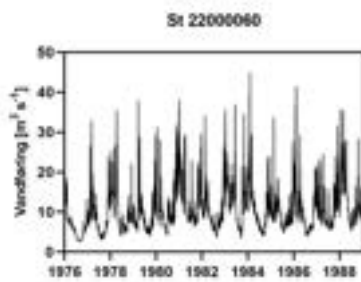
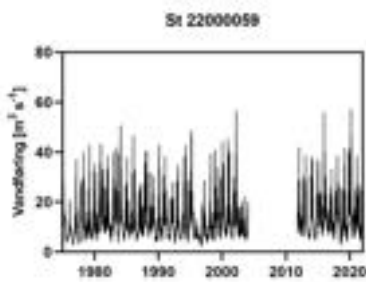
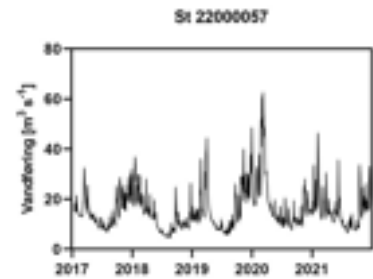
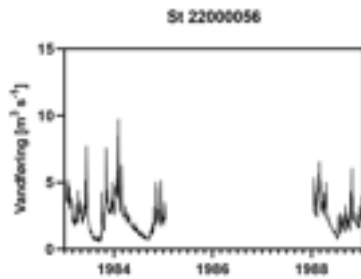
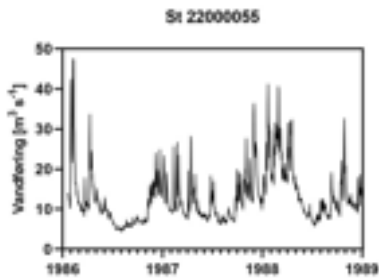
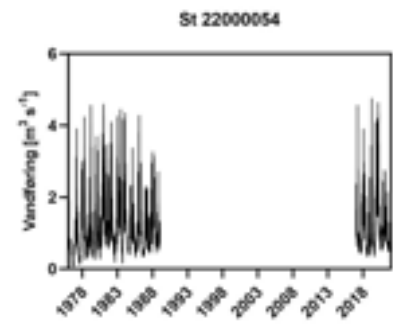
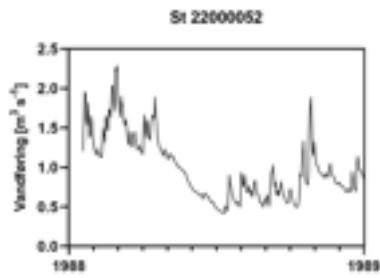
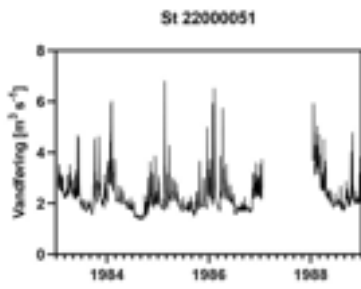
Tørkekortet baseres dermed i høj grad på statiske og generelle parametre som forventede jordbundsforhold, rodudvikling og grundvandsforhold, og ikke hvordan fordampningen og nedbøren udvikler sig et givent år, ligesom i DMI's tørkeindeks. Tørkekortet er dermed også en visualisering af, hvor hårdt et givent område forventes at blive ramt i forbindelse med tørke, og hvilke områder, der vil blive påvirket først.

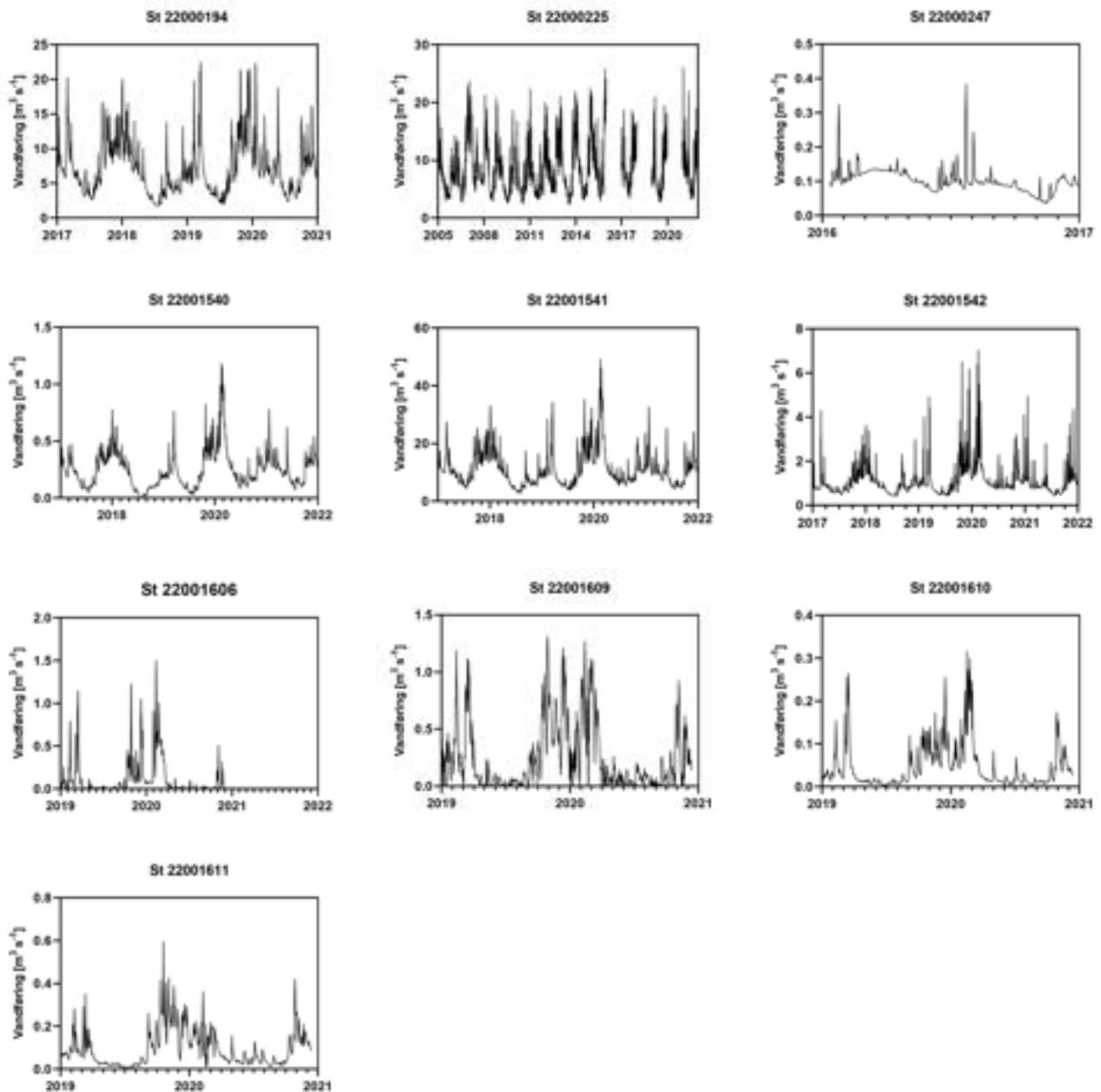
2.3 Resultater

2.3.1 Analyser af vandføringstidsserier

Afstrømningstidsserierne for de måle stationer der ligger i Storås opland er vist i nedenstående figurer. Som det fremgår er der en række af tidsserierne der er for kort til at der kan drages nogle konklusioner med hensyn til om der sket en udvikling på stationerne. Det fremgår dog tydeligt at der endog store forskelle i responsen på de enkelte stationer. Dette afspejler primært forskelle i oplandsstørrelse, arealanvendelse og jordtyper.



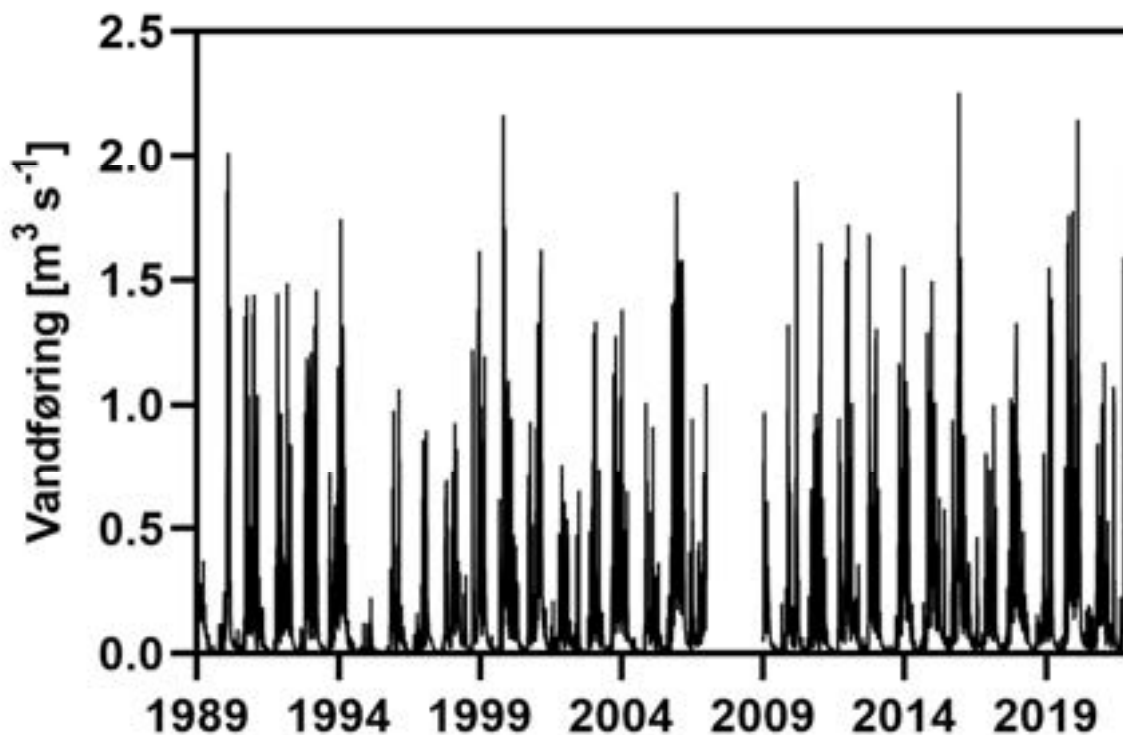




Figur 2.11: Hydrografer for vandføringsstationer i oplandet til Storå.

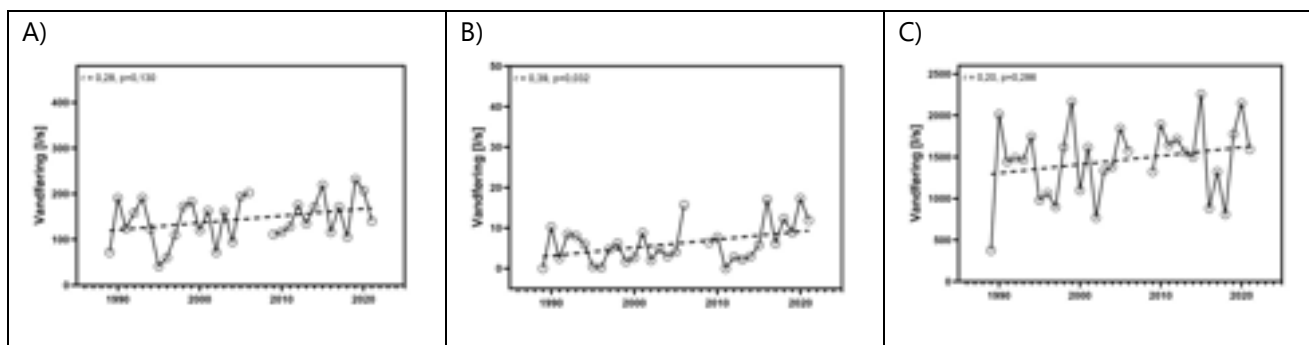
De seks stationer, hvor der indgår en tilpas lang tidsserie, er behandlet nedenfor med henblik på at analysere den hydrologiske respons, samt at foretage en vurdering af udviklingen.

St 22000043



Figur 2.12: Vandføringskurve for Ellebæk for perioden 1989 til 2021.

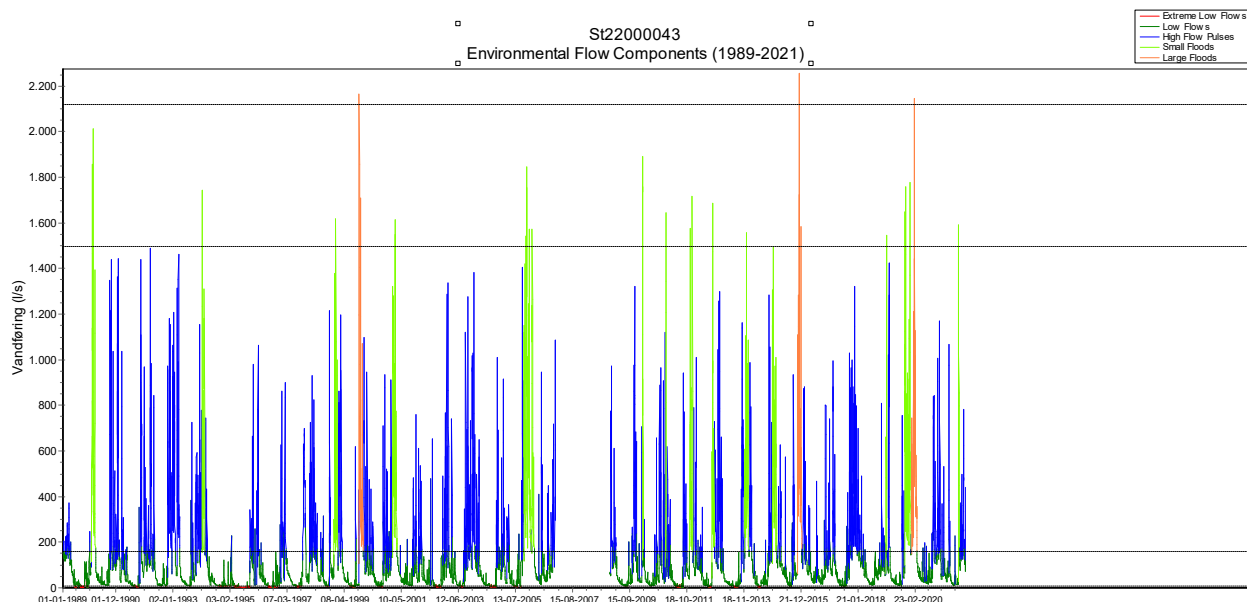
Som det kan ses er Ellebæk præget af dræn- og overfladeafstrømning. I sommerperioderne er vandføringen meget lav, svarende til at grundvandsbidraget til vandløbet er ganske beskedent og primært kommer fra et terrænnært magasin (Figur 2.12 og Figur 2.14).



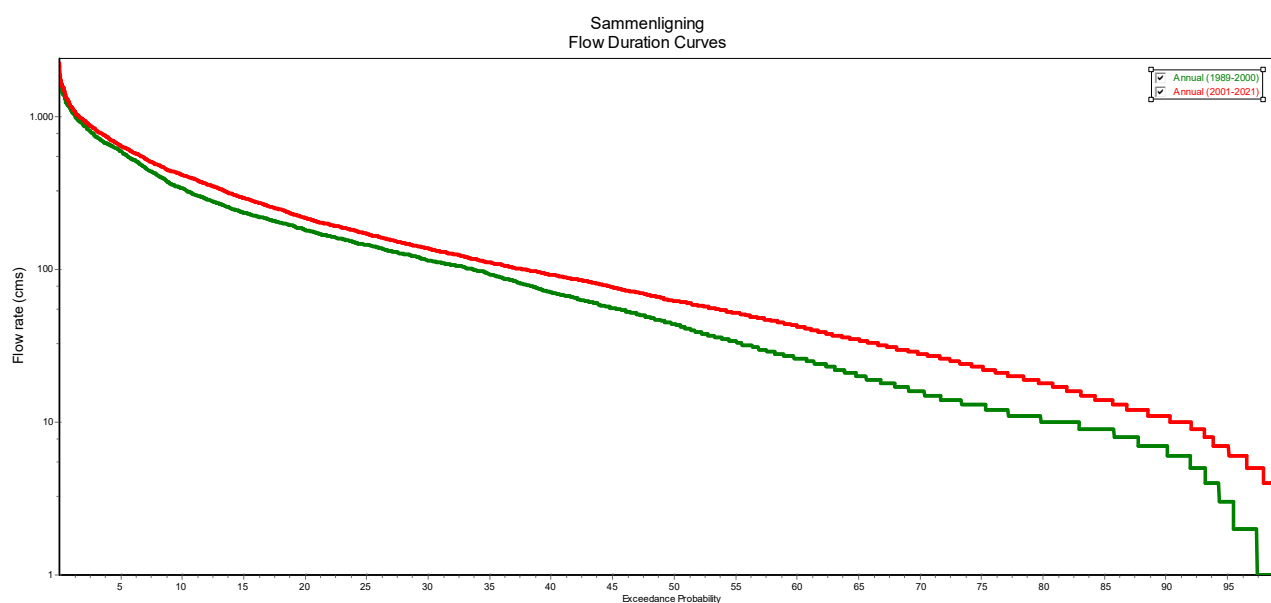
Figur 2.13: Test for udvikling i hhv. middel-, minimums- og maksimumsvandføring.

Det fremgår tydeligt at der er sket en tidlig udvikling i vandføringen i måleperioden og denne er primært drevet af en lidt højere grundvandstilstrømning, men der er også en tendens til at der kommer mere vand som

gennemsnit i løbet af året. Dette svarer til at de øgede nedbørsmængder manifesterer sig i afstrømningen. Dog ser det ikke ud til at der er en tendens til højere maksimumsvandføringer (Figur 2.13).

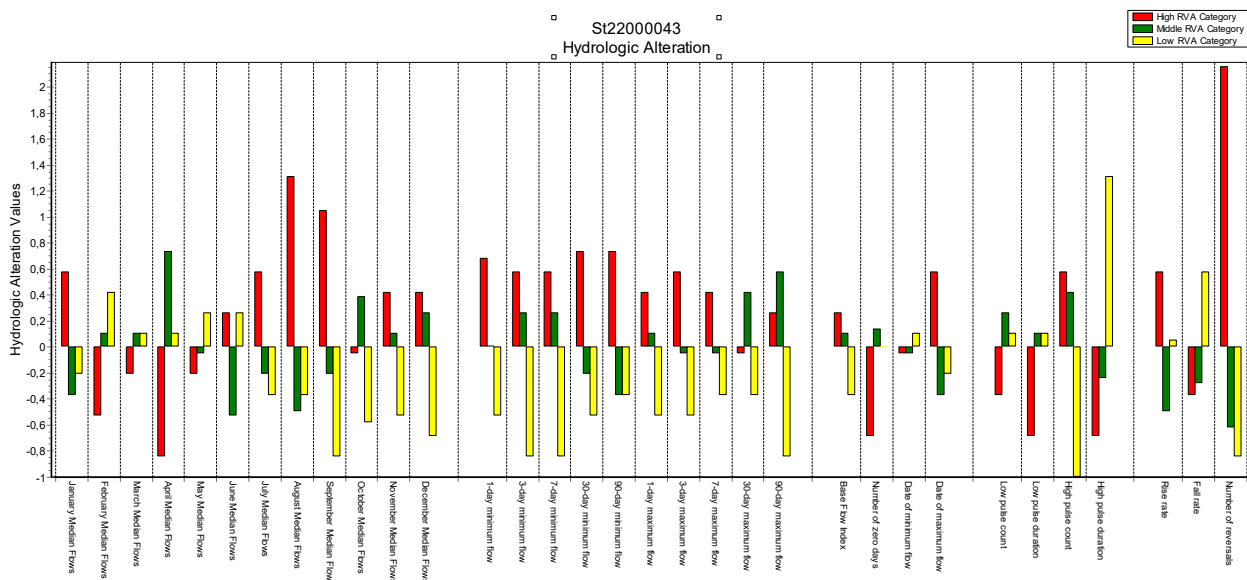


Figur 2.14: Vandføringskurven for Ellebæk med angivelse af forskellige afstrømningskomponenter. Mørkegrøn og rød angiver perioder med lav afstrømning og lysegrøn og orange perioder med høj afstrømning. De blå kurver viser perioder med relativt højt flow.



Figur 2.15: Varighedskurver for perioden 1980 – 2000 (grøn) og 2001-2021 (rød)

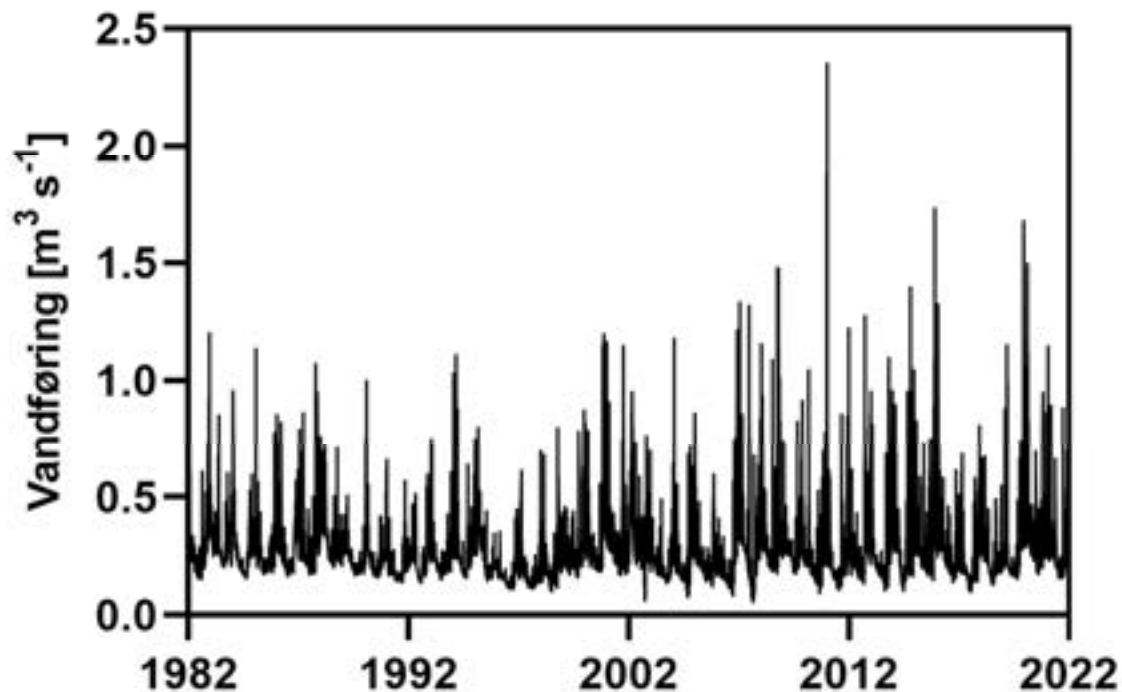
Som det fremgår af Figur 2.15 er der en tendens til lidt højere vandføringsværdier i perioden 2001 til 2021, set i forhold til perioden 1980 til 2000. Dette ses da den røde kurve ligger højere end den grønne. Kun ved de allerhøjeste vandføringer ligger de kurver oveni hinanden.



Figur 2.16: Hydrologiske ændringer i Ellebæk. Højden på stolperne angiver ændringens størrelse. Røde farver angiver den øverste 1/3 del af afstrømningen, den grønne farve, den midterste 1/3 og den gule, den laveste 1/3 af afstrømningen.

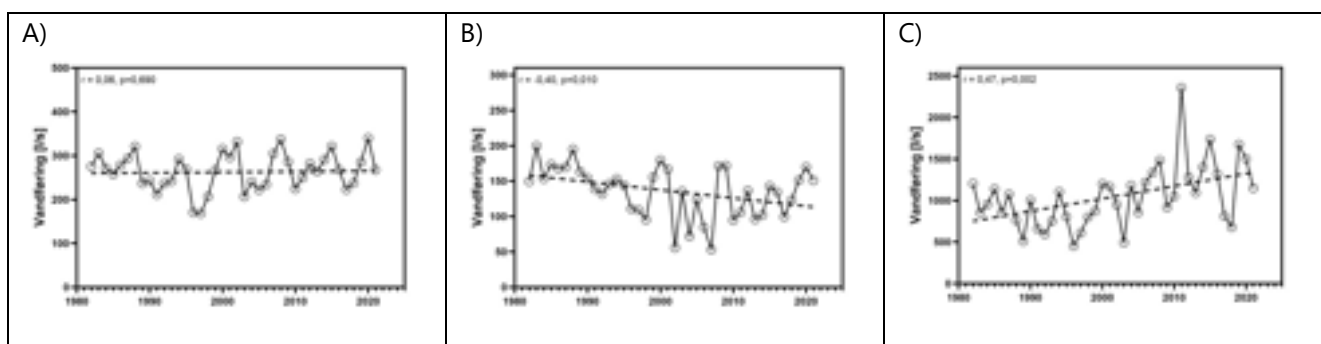
Der er generelt tale om ganske beskedne ændringer i de hydrologiske parametre i Ellebæk. Der er en tendens til en reduktion i de højere afstrømninger i foråret og en forøgelse i sommer og vinterperioden. Set ud over hele året stiger de højeste vandføringer, mens de laveste falder, samtidig med at der kommer flere pulser. Samlet set giver dette sig udtryk i en mere variabel hydrograf med større udsving mellem høj og lav vandføring, samtidig med at der sker en ændring i det sæsonbetingede afstrømningsmønster.

St 22000048



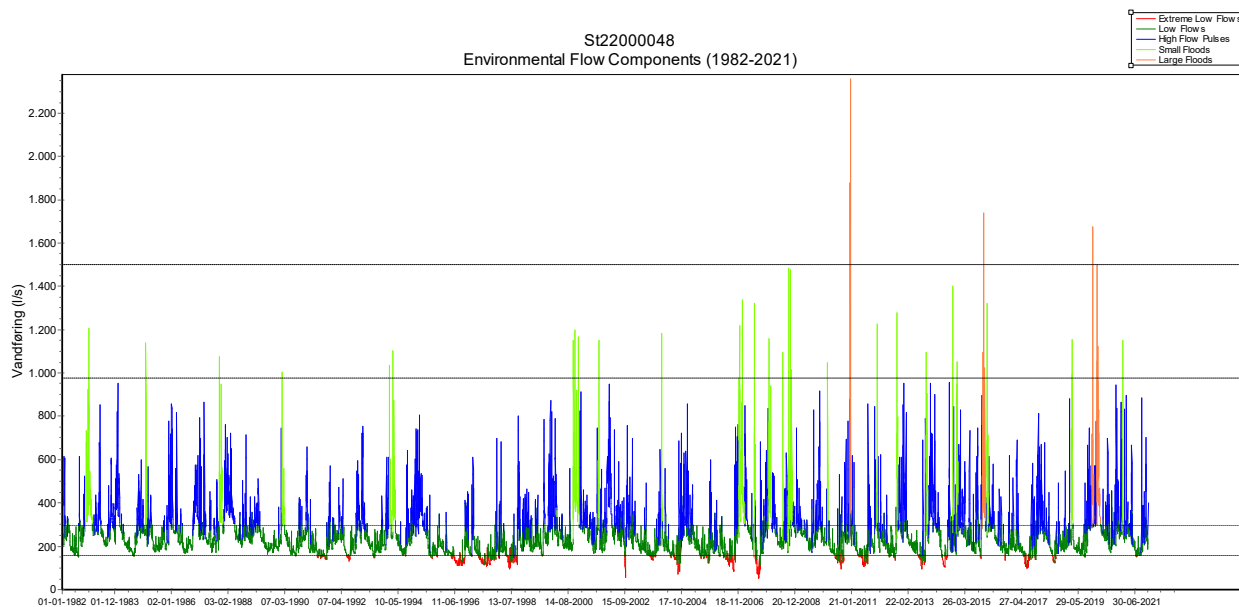
Figur 2.17: Vandføringskurve for Idom Å for perioden 1982 til 2021.

Som det kan ses er Idom Å præget af både grundvandstilstrømning og overfladeafstrømning. I sommerperioderne er vandføringen stabil på ca. 200 l/s, men der forekommer også en del hændelser med forøget vandstand. (Figur 2.17 og Figur 2.19). Der er en tendens til noget højere peakvandføringer fra midten af 00'erne.

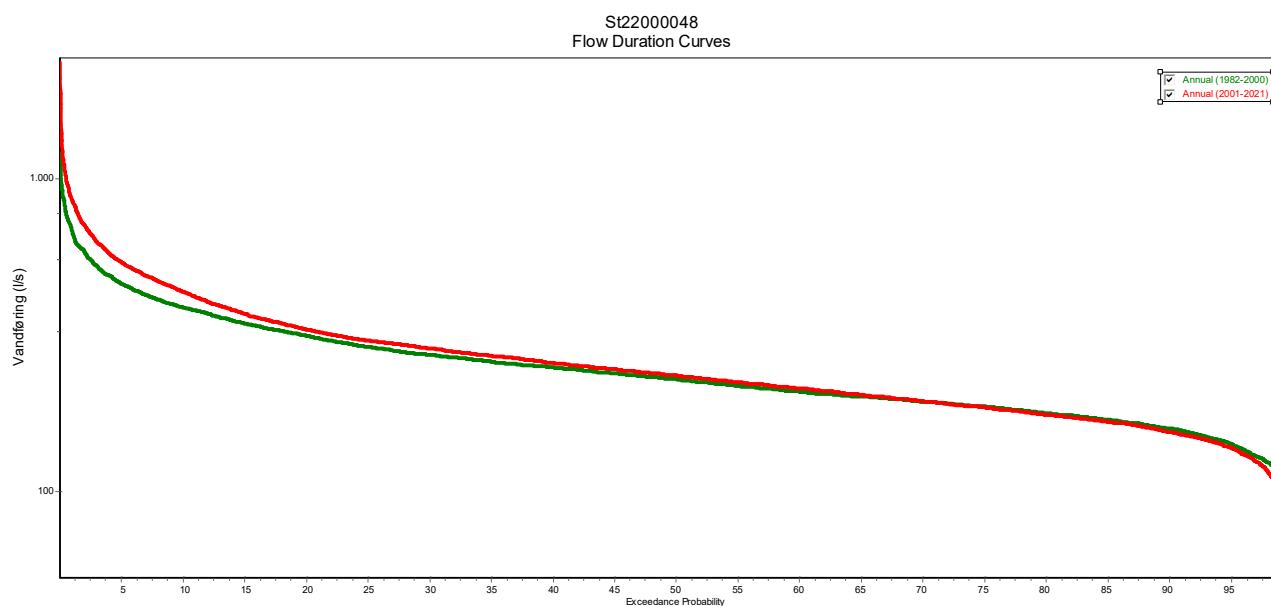


Figur 2.18: Test for udvikling i hhv. middel-, minimums- og maksimumsvandføring.

Det fremgår at der ikke er sket en væsentlig tidlig udvikling i vandføringen i måleperioden. Dette dækker dog over en tendens til en lidt lavere grundvandstilstrømning og en signifikant stigning i årsmaksimumsvandføringen. Dette svarer til at de øgede nedbørsmængder manifesterer sig i afstrømningen, mens tilstrømningen via grundvandet er nogenlunde konstant (Figur 2.18).

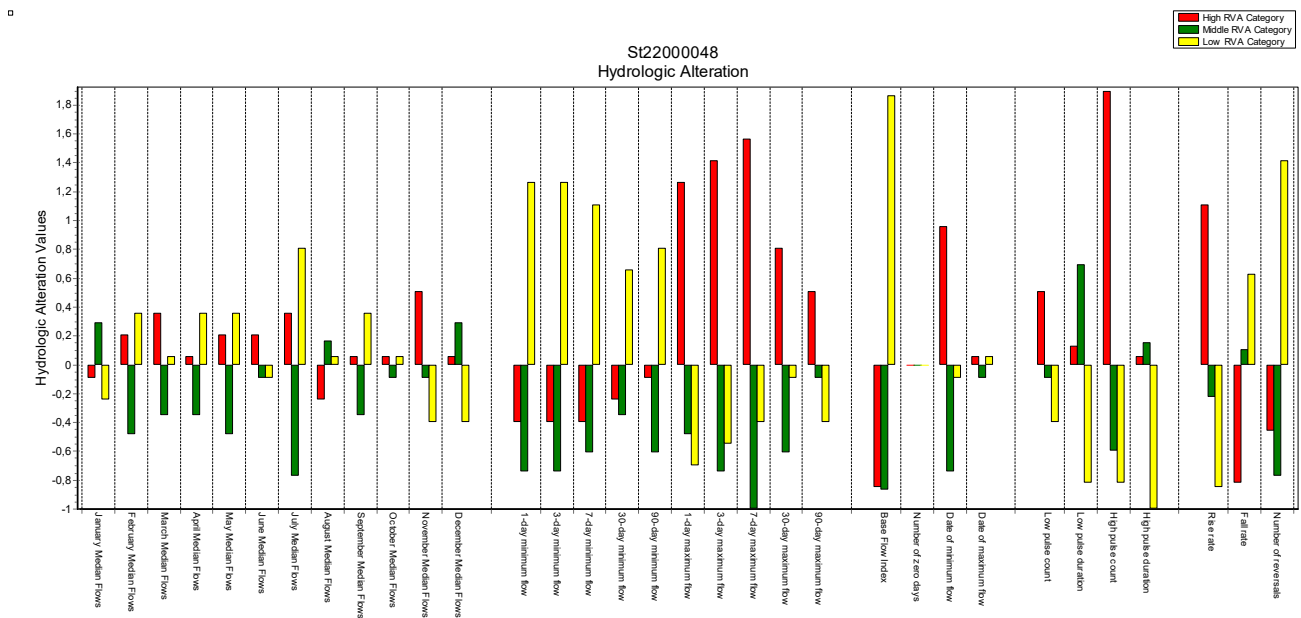


Figur 2.19: Vandføringskurven for Idom Å med angivelse af forskellige afstrømningskomponenter. Mørkegrøn og rød angiver perioder med lav afstrømning og lysegrøn og orange perioder med høj afstrømning. De blå kurver viser perioder med relativt højt flow.



Figur 2.20: Varighedskurver for perioden 1980 – 2000 (grøn) og 2001-2021 (rød)

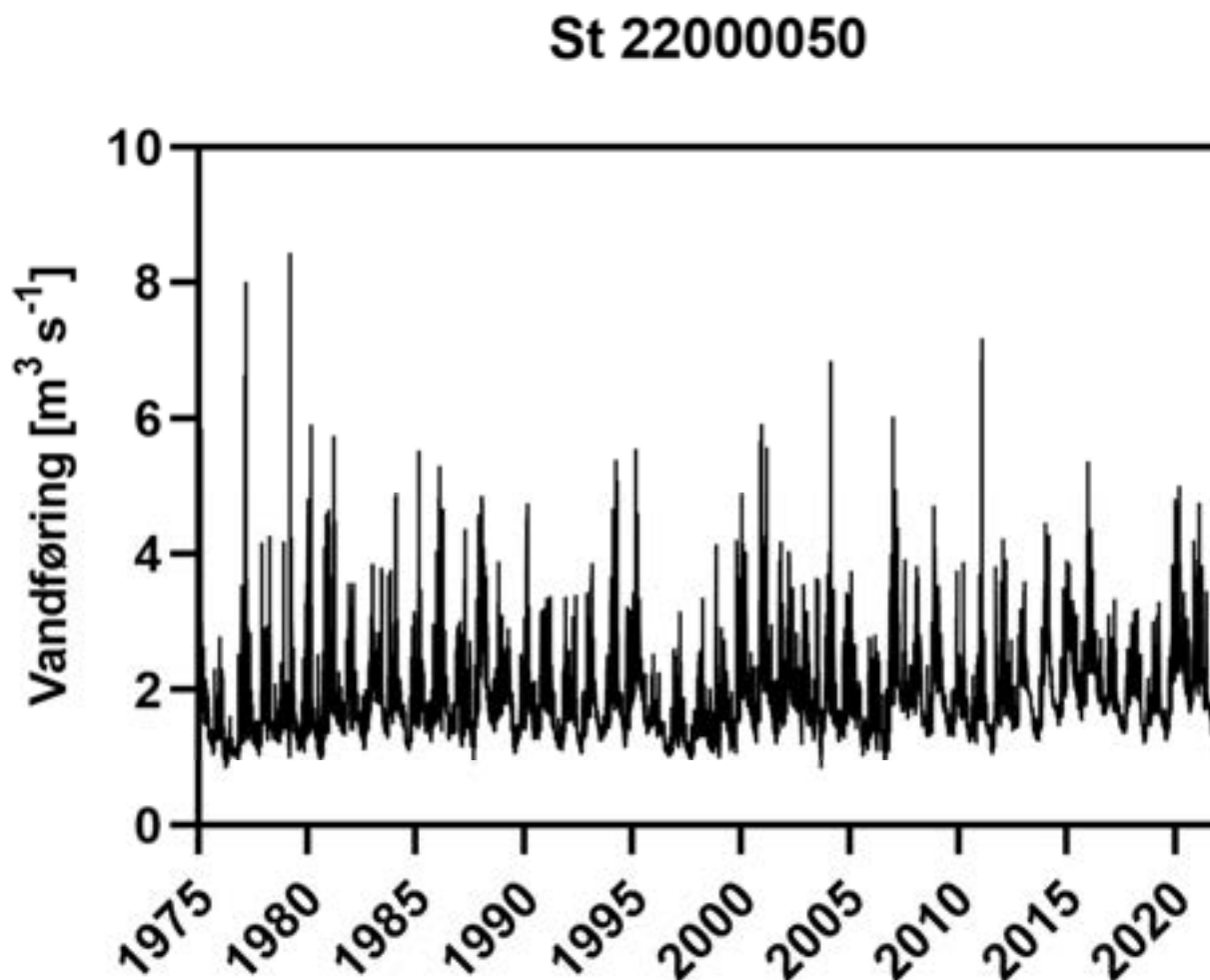
Som det fremgår af Figur 2.20 er der en tendens til lidt højere peak vandføringsværdier i perioden 2001 til 2021, set i forhold til perioden 1980 til 2000, ellers er der ikke væsentlige forskelle på de to varighedskurver.



Figur 2.21: Hydrologiske ændringer i Idom Å. Højden på stolperne angiver ændringens størrelse. Røde farver angiver den øverste 1/3 del af afstrømningen, den grønne farve, den midterste 1/3 og den gule, den laveste 1/3 af afstrømningen.

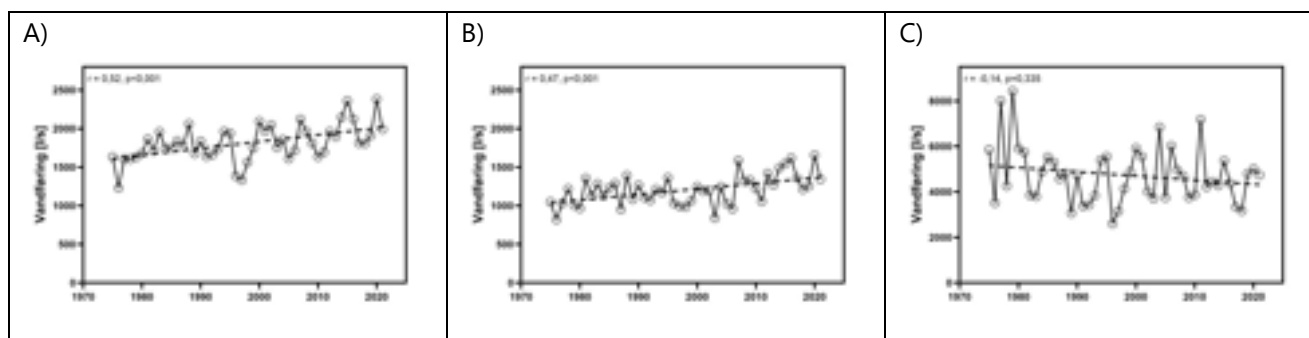
Der er generelt tale om ganske markante ændringer i afstrømningen i Idom Å, hvor både de højeste og laveste vandføringer stiger, dog er der ingen sæsonbetingede ændringer. Hertil kommer at baseflow er svagt stigende i sommerperioden. Samlet set giver dette sig udtryk i en mere variabel hydrograf med større udsving mellem høj og lav vandføring, samtidig med at der sker en markant ændring med mere ekstreme vandføringer.

2.3.1.3 Råsted Lilleå – Stnr 22000050



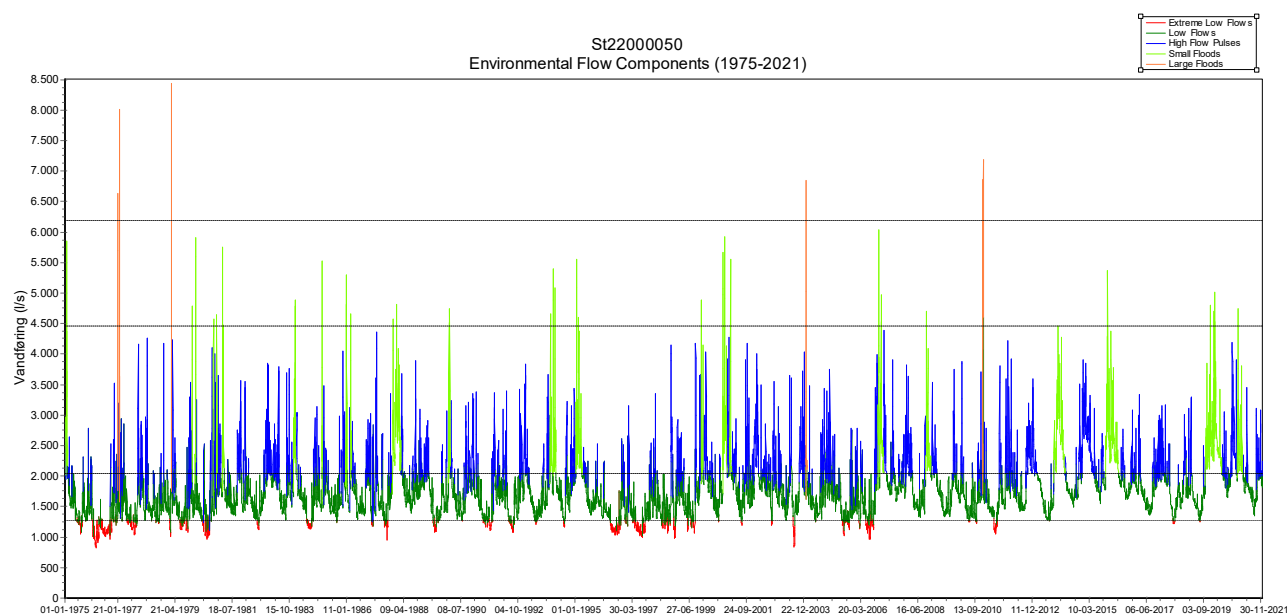
Figur 2.22: Vandføringskurve for Råsted Lilleå for perioden 1975 til 2021.

Som det kan ses er Råsted Lilleå præget af dræn- og overfladeafstrømning, men også en relativ stort tilførsel af grundvand. I sommerperioderne er vandføringen relativ høj, svarende til at grundvandsbidraget til vandløbet er ganske betydende og primært kommer fra både et terrænnært magasin og et dybere magasin (Figur 2.22 og Figur 2.24).

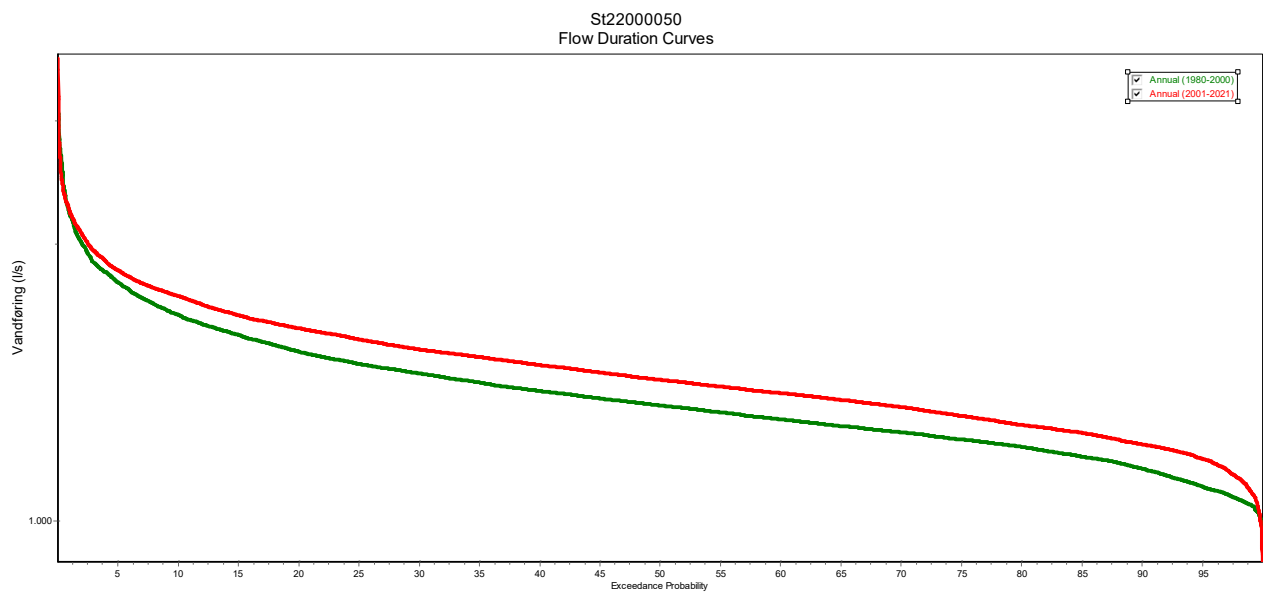


Figur 2.23: Test for udvikling i hhv. middel-, minimums- og maksimumsvandføring.

Det fremgår tydeligt at der er sket en tidlig udvikling i vandføringen i måleperioden og denne er primært drevet af en lidt højere grundvandstilstrømning, men der er også en tendens til at der kommer mere vand som gennemsnit i løbet af året. Dette svarer til at de øgede nedbørmængder manifesterer sig i afstrømningen. Dog ser det ikke ud til at der er en tendens til højere maksimumsvandføringer (Figur 2.23).

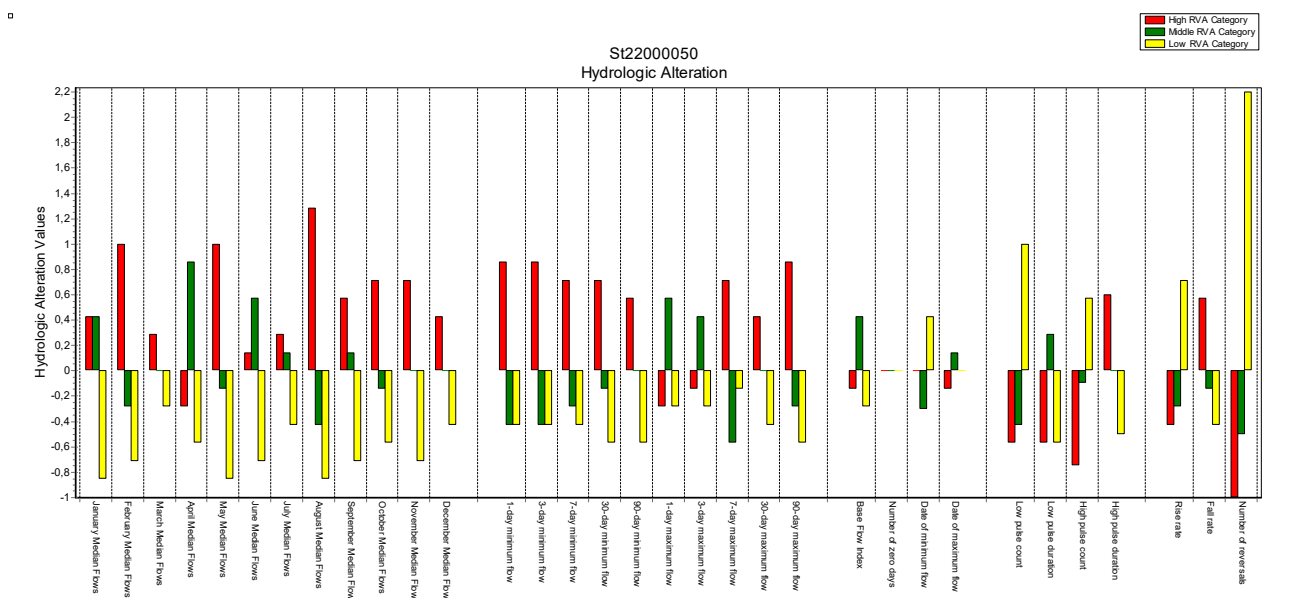


Figur 2.24: Vandføringskurven for Råsted Lilleå med angivelse af forskellige afstrømningskomponenter. Mørkegrøn og rød angiver perioder med lav afstrømning og lysegrøn og orange perioder med høj afstrømning. De blå kurver viser perioder med relativt højt flow.



Figur 2.25: Varighedskurver for perioden 1980 – 2000 (grøn) og 2001-2021 (rød)

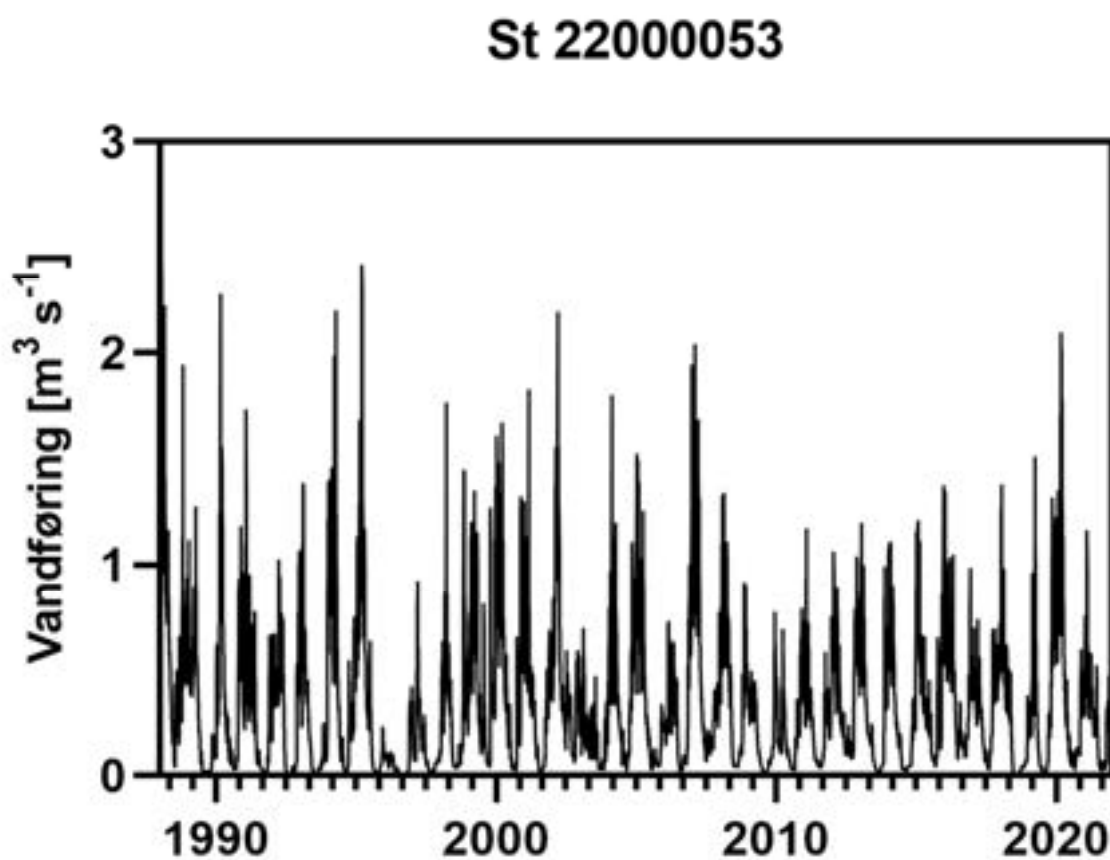
Som det fremgår af Figur 2.25 er der en tendens til lidt højere vandføringsværdier i perioden 2001 til 2021, set i forhold til perioden 1980 til 2000. Dette ses da den røde kurve ligger højere end den grønne. Kun ved de allerhøjeste vandføringer ligger de kurver oveni hinanden.



Figur 2.26: Hydrologiske ændringer i Råsted Lilleå. Højden på stolperne angiver ændringens størrelse. Røde farver angiver den øverste 1/3 del af afstrømningen, den grønne farve, den midterste 1/3 og den gule, den laveste 1/3 af afstrømningen.

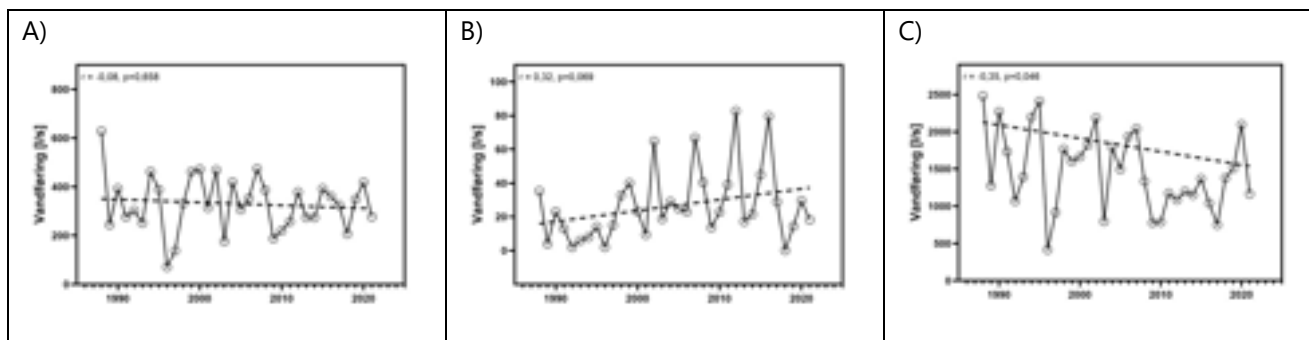
Der er generelt tale om ganske beskedne ændringer i de hydrologiske parametre i Råsted Lilleå. Der er en tendens til en reduktion i de højere afstrømninger i foråret og en forøgelse i sommer og vinterperioden. Set ud over hele året stiger de højeste vandføringer, mens de laveste falder, samtidig med at der kommer flere pulser. Samlet set giver dette sig udtryk i en mere variabel hydrograf med større udsving mellem høj og lav vandføring, samtidig med at der sker en ændring i det sæsonbetingede afstrømningsmønster.

2.3.1.4 Sunds Mølleå – Stnr 22000053



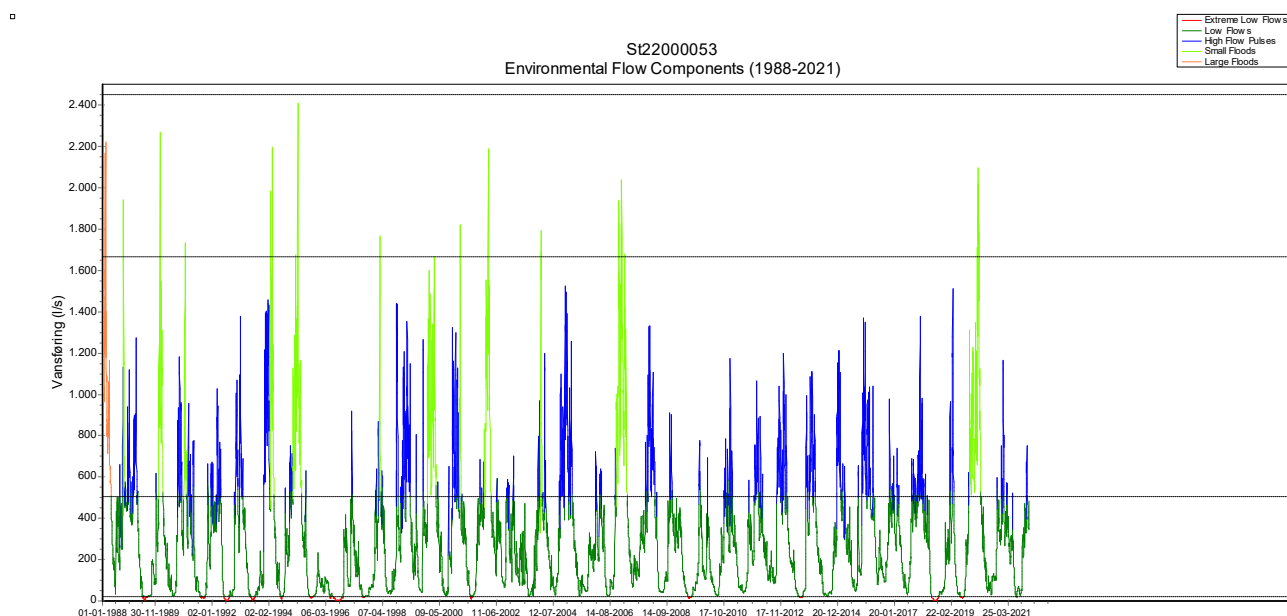
Figur 2.27: Vandføringskurve for Sunds Mølleå for perioden 1988 til 2021.

Som det kan ses er Sunds Mølleå præget af dræn- og overfladeafstrømning. I sommerperioderne er vandføringen meget lav, svarende til at grundvandsbidraget til vandløbet er ganske beskedent og primært kommer fra et terrænnært magasin (Figur 2.27 og Figur 2.29).

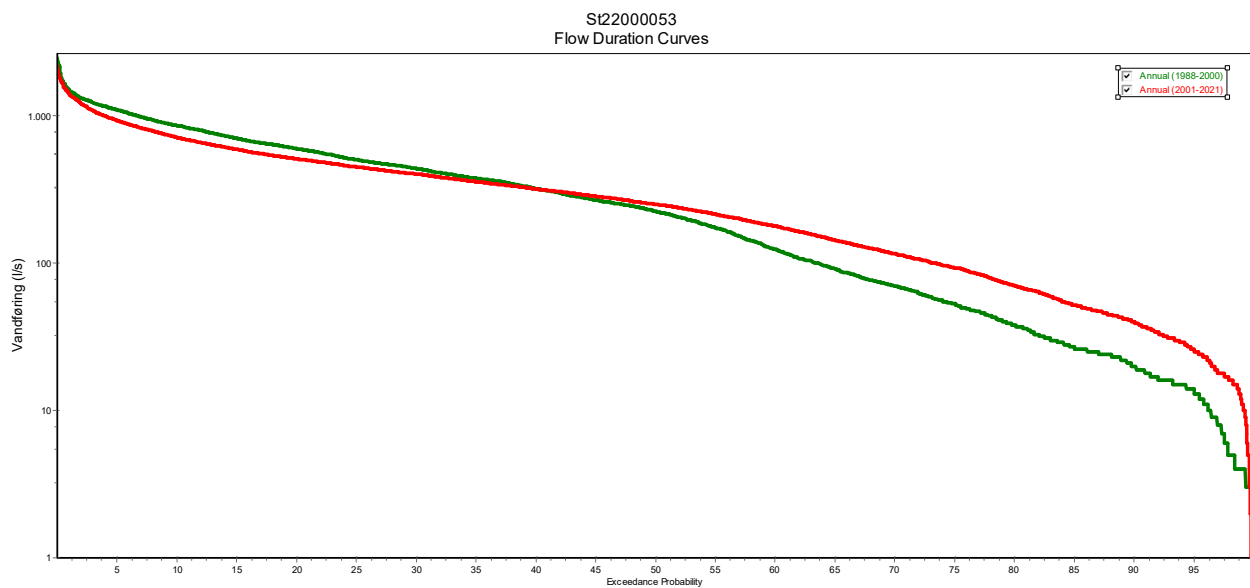


Figur 2.28: Test for udvikling i hhv. middel-, minimums- og maksimumsvandføring.

Det ser ikke ud til at der sket en tidlig udvikling i vandføringen i måleperioden. Dog er der en tendens til lidt lavere maksimumsvandføringer (Figur 2.28). Generelt ser det dog ud at der forekommer større udving i hydrografen i sommer perioden, mens der ikke er andre tydelig tendenser.

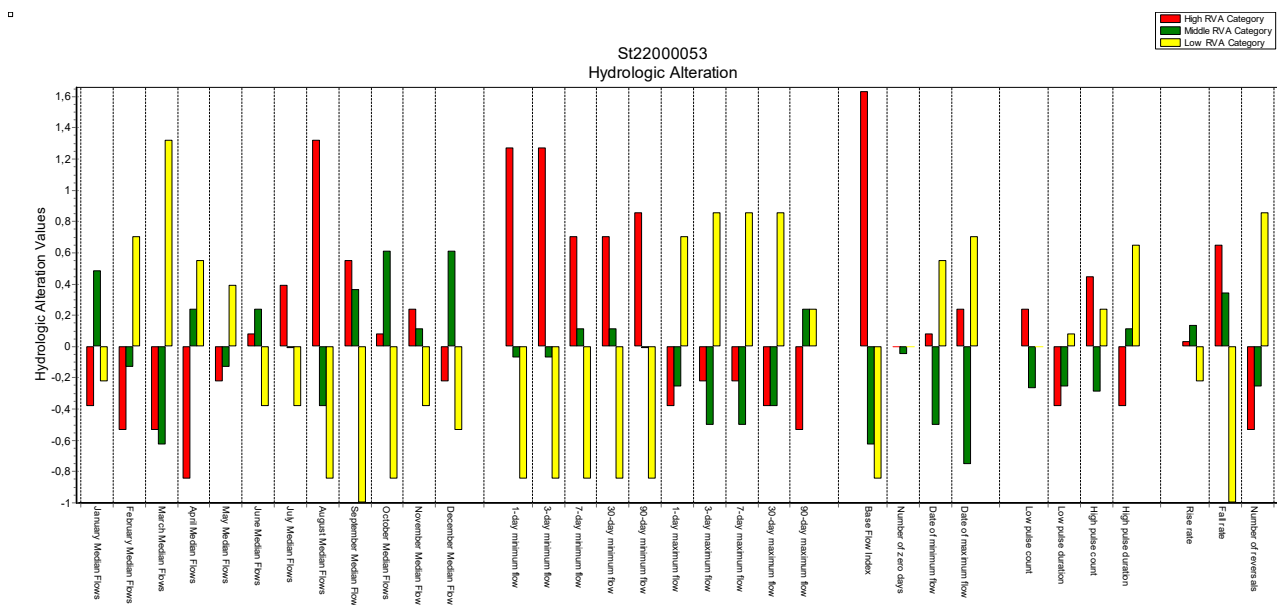


Figur 2.29: Vandføringskurven for Sunds Mølleå med angivelse af forskellige afstrømningskomponenter. Mørkegrøn og rød angiver perioder med lav afstrømning og lysegrøn og orange perioder med høj afstrømning. De blå kurver viser perioder med relativt højt flow.



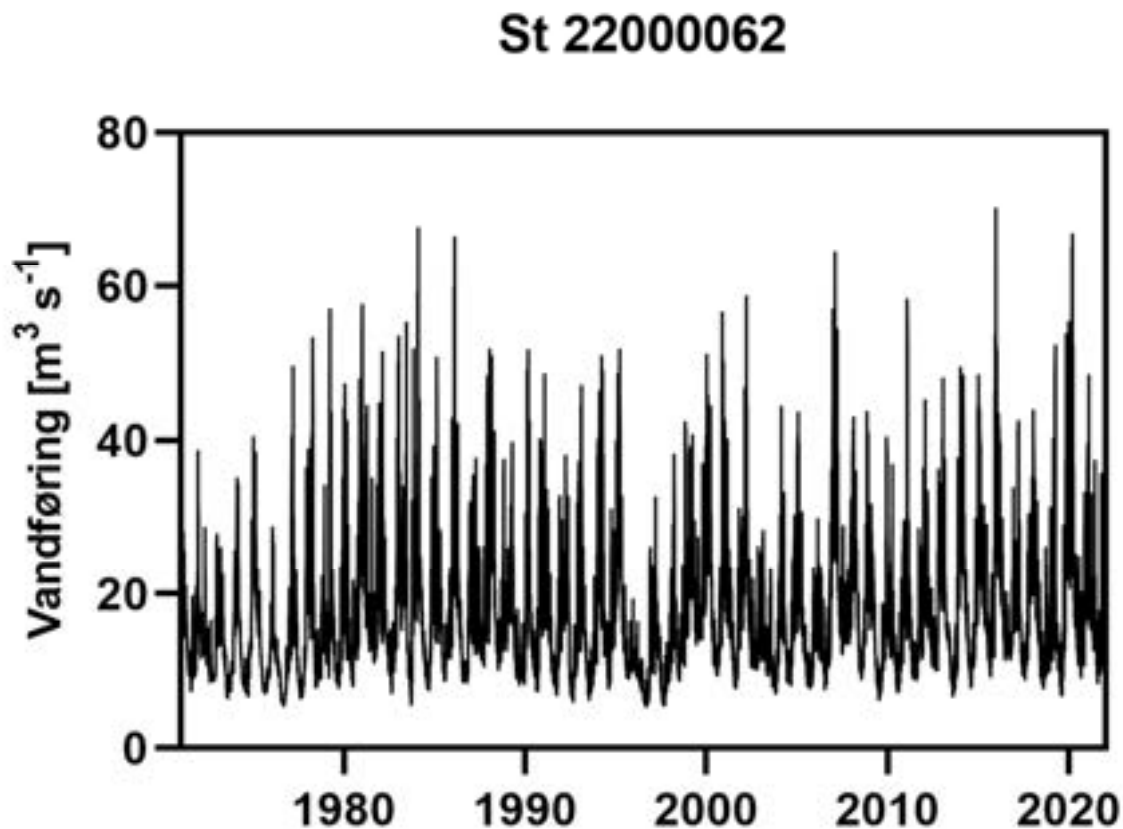
Figur 2.30: Varighedskurver for perioden 1980 – 2000 (grøn) og 2001-2021 (rød)

Som det fremgår af Figur 2.30 er der en tendens til lidt højere vandføringsværdier i perioden 2001 til 2021 for de lavere vandføringer under medianen, mens der er tendens til lavere vandføringer over medianen. Dette ses da den røde kurve ligger højere end den grønne og ved de høje vandføringer bytter de plads. Kun ved de allerhøjeste vandføringer ligger de kurver oveni hinanden. Dette mønster bekræftes også af ændringerne i de hydrologiske parametre (Figur 2.31), hvor vandføringen falder i sommer og vinterperioden, mens den stiger i foråret. Der klart tale om at hydrografen ændrer sig og ændringen ligner ikke noget der er set ved de andre stationer.



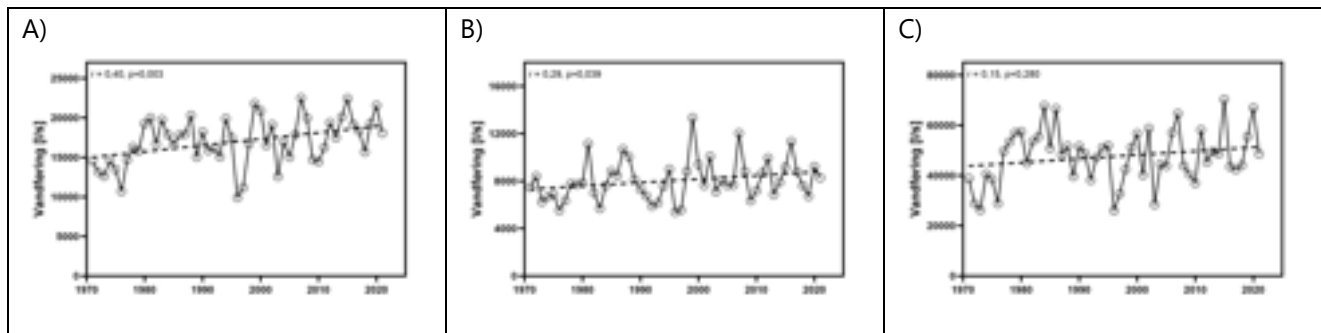
Figur 2.31: Hydrologiske ændringer i Sunds Mølleå. Højden på stolperne angiver ændringens størrelse. Røde farver angiver den øverste 1/3 del af afstrømningen, den grønne farve, den midterste 1/3 og den gule, den laveste 1/3 af afstrømningen.

2.3.1.5 Storå, Skærum Bro – Stnr 2200062



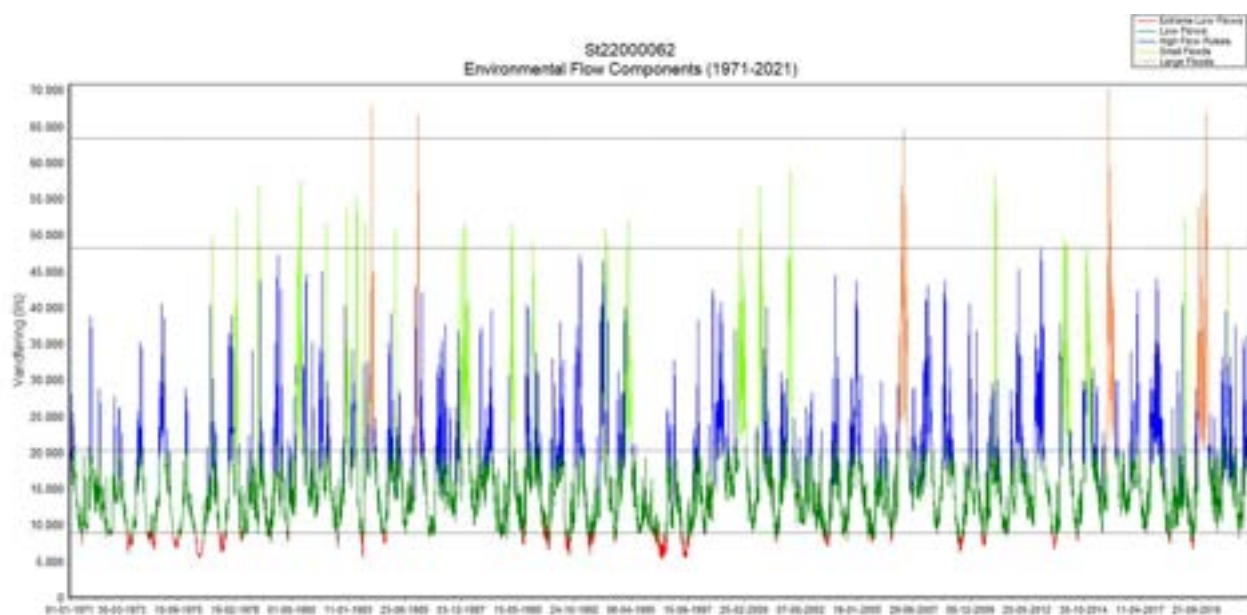
Figur 2.32: Vandføringskurve for Storå, Skærumbro for perioden 1989 til 2021.

Som det kan ses er Storå præget af at oplandet er stort, så der forekommer både en væsentlig grundvandstilstrømning til vandløbet samtidig med at dræn- og overfladeafstrømning også spiller en rolle for hydrografens forløb. I sommerperioderne er vandføringen varierende alt efter året, svarende til at grundvandsbidraget både kommer fra et dybt magasin, men der er også en vis tilstrømning fra mere lokale grundvandsmagasiner (Figur 2.32 og Figur 2.34).

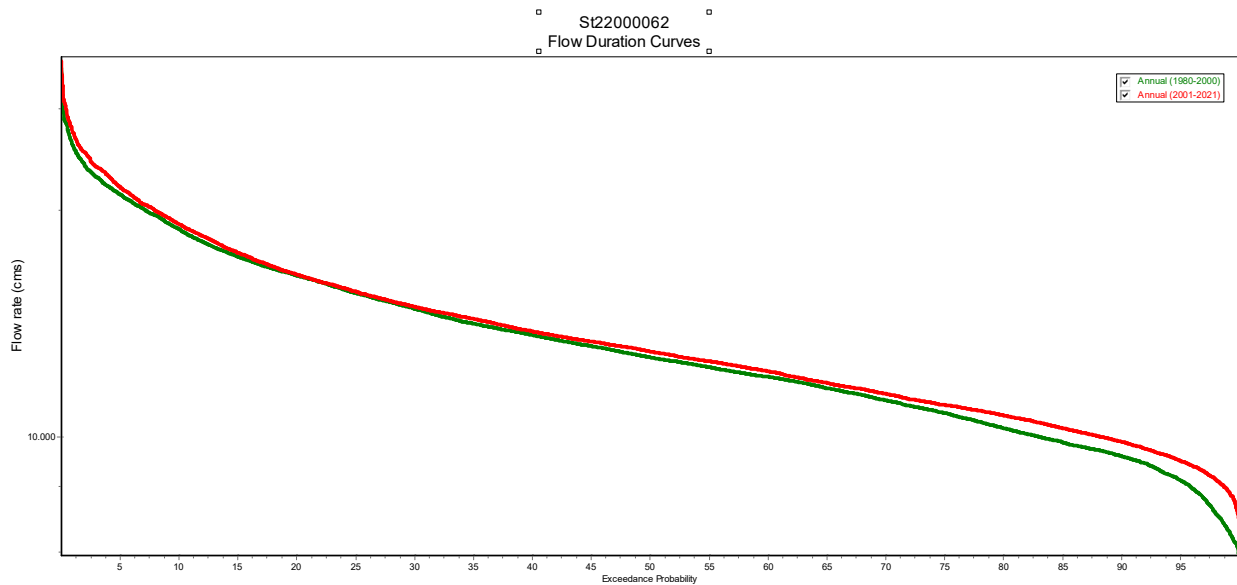


Figur 2.33: Test for udvikling i hhv. middel-, minimums- og maksimumsvandføring.

Det fremgår tydeligt at der er sket en tidlig udvikling i vandføringen i måleperioden og denne er primært drevet af en lidt højere grundvandstilstrømning, men der er også en tendens til at der kommer mere vand som gennemsnit i løbet af året og i vinterperioden. Dette svarer til at de øgede nedbørsmængder manifesterer sig i afstrømningen og akkumuleres ned gennem systemet (Figur 2.33).

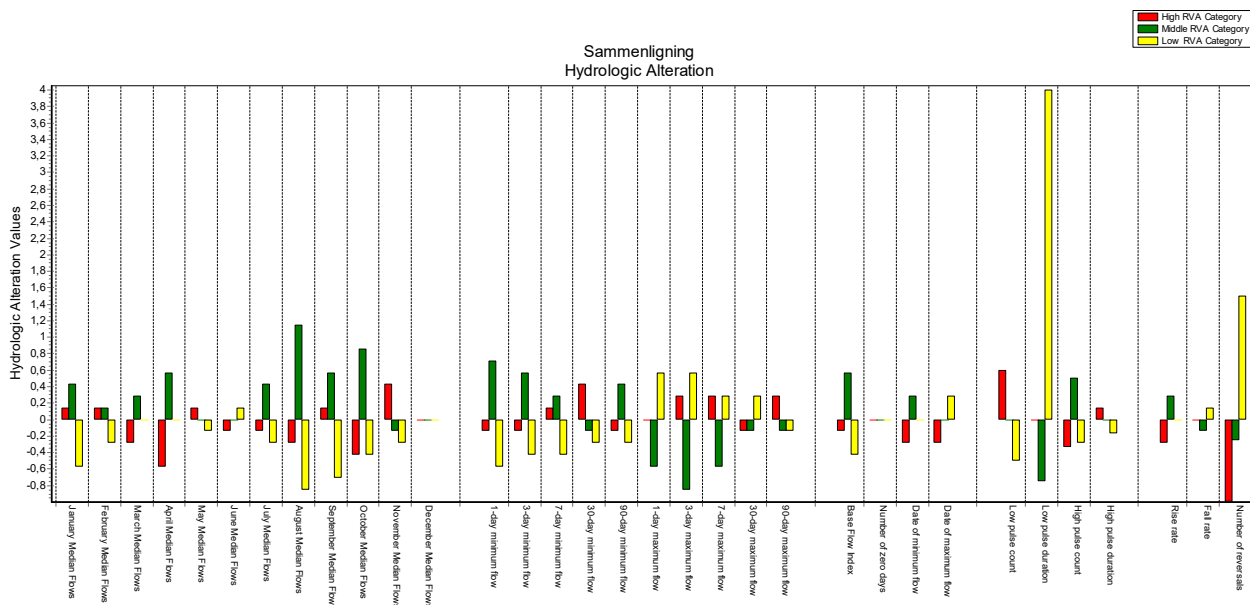


Figur 2.34: Vandføringskurven for Storå med angivelse af forskellige afstrømningskomponenter. Mørkegrøn og rød angiver perioder med lav afstrømning og lysegrøn og orange perioder med høj afstrømning. De blå kurver viser perioder med relativt højt flow.



Figur 2.35: Varighedskurver for perioden 1980 – 2000 (grøn) og 2001-2021 (rød)

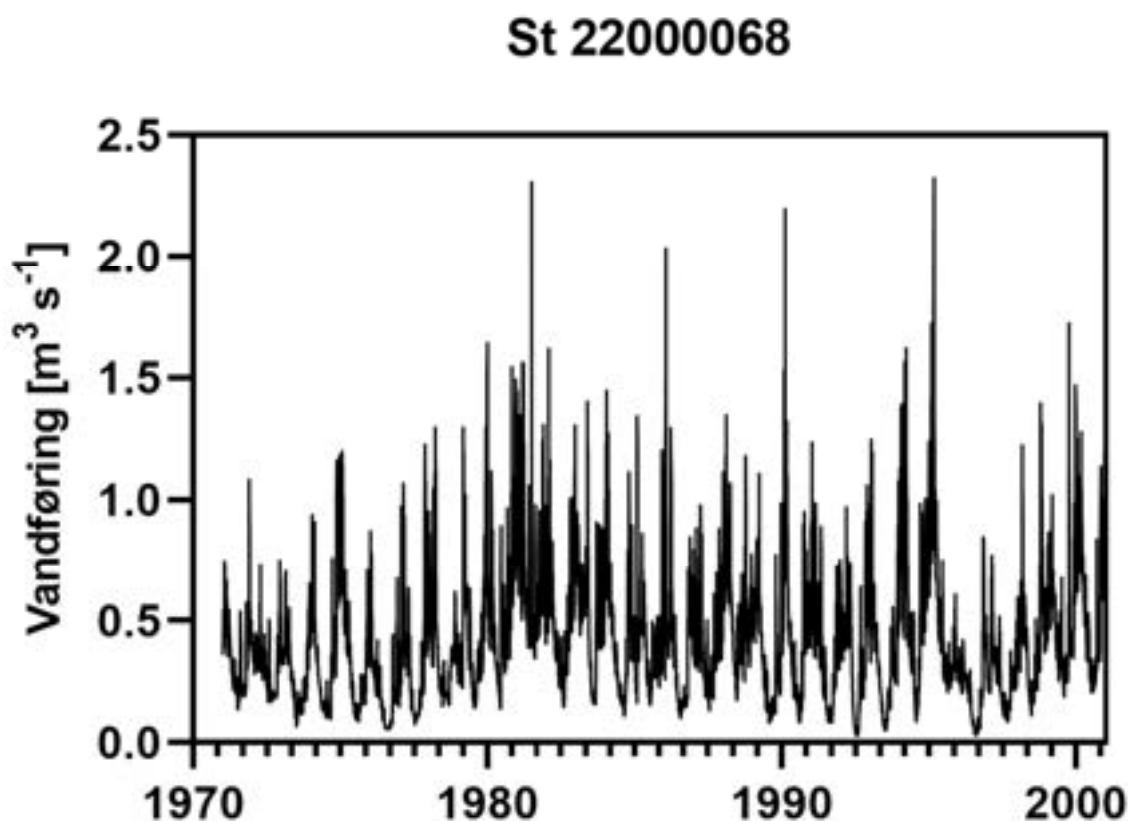
Som det fremgår af Figur 2.35 er der en tendens til lidt højere vandføringsværdier i perioden 2001 til 2021, set i forhold til perioden 1980 til 2000. Dette ses da den røde kurve ligger højere end den grønne. Kun ved de allerhøjeste vandføringer ligger de kurver oveni hinanden, men stadig med en tendens til højere vandføringer.



Figur 2.36: Hydrologiske ændringer i Storå. Højden på stolperne angiver ændringens størrelse. Røde farver angiver den øverste 1/3 del af afstrømningen, den grønne farve, den midterste 1/3 og den gule, den laveste 1/3 af afstrømningen.

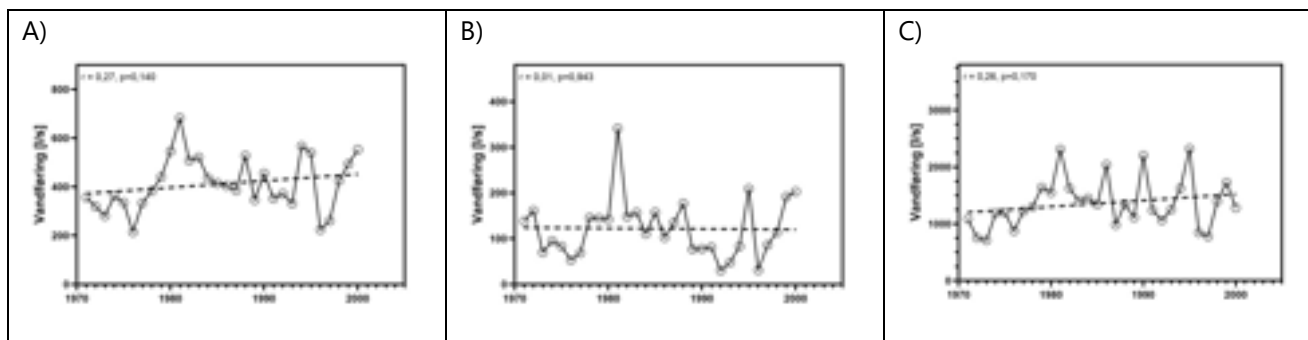
Der er generelt tale om ganske beskedne ændringer i de hydrologiske parametre i Storå. Der er en tendens til at de lavere vandføringer reduceres samtidig med at der sker en generel stigning i vandføringen. Billedet for stationen er noget mindre klart, end for de andre stationer, svarende til at alle ændringer i hele systemet manifesteres i vandføringskurven. Den stigende tendens i middelfafstrømningen, svarer til at de øgede nedbørsmængder også afspejles i vandføringen.

2.3.1.6 Storå Højris Bro – Stnr 22000068



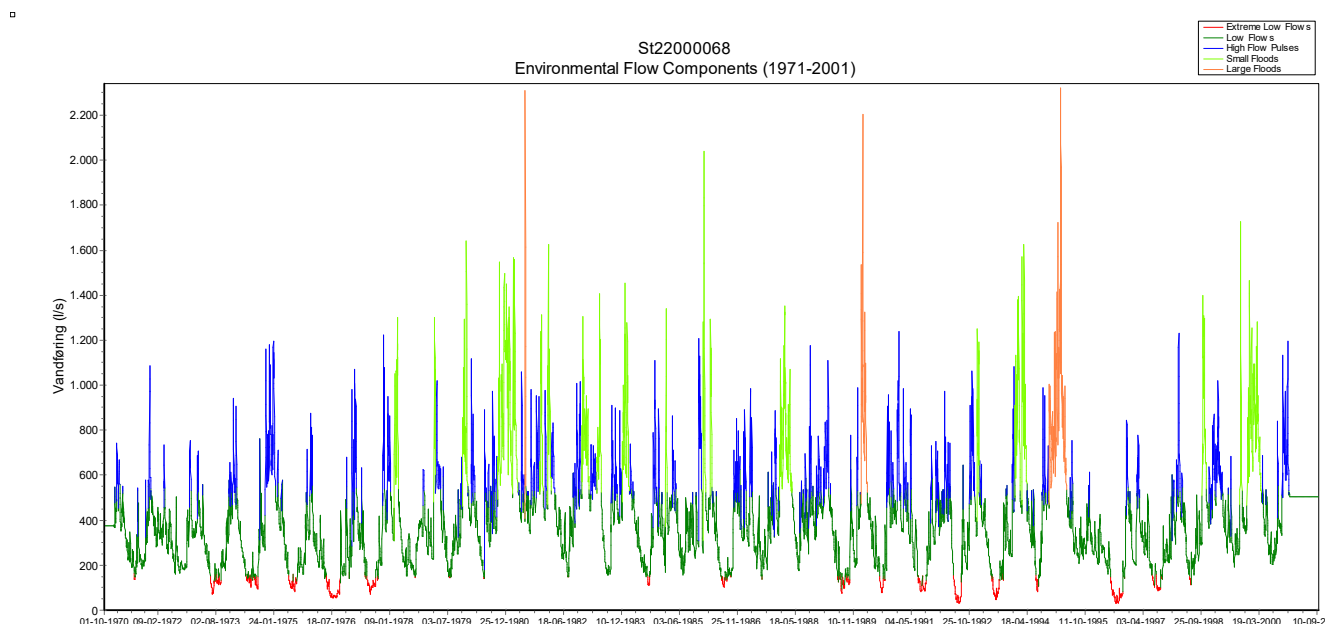
Figur 2.37: Vandføringskurve for Storå, Højris Bro for perioden 1989 til 2021.

Som det kan ses er Storå præget af dræn- og overfladeafstrømning og en mindre tilstrømning af grundvand. I sommerperioderne er vandføringen meget påvirket af nedbørstilførsel, svarende til at grundvandsbidraget til vandløbet er ganske beskedent og primært kommer fra et terrænnært magasin (Figur 2.37).



Figur 2.38: Test for udvikling i hhv. middel-, minimums- og maksimumsvandføring.

Det fremgår tydeligt at der ikke er sket en tidlig udvikling i vandføringen i måleperioden. Målestationen ligger i toppen af systemet og afvander primært lavbundslande og sandede jorde, så en ændring i nedbørsmønstret vil ikke manifestere sig i vandføringen (Figur 2.38).



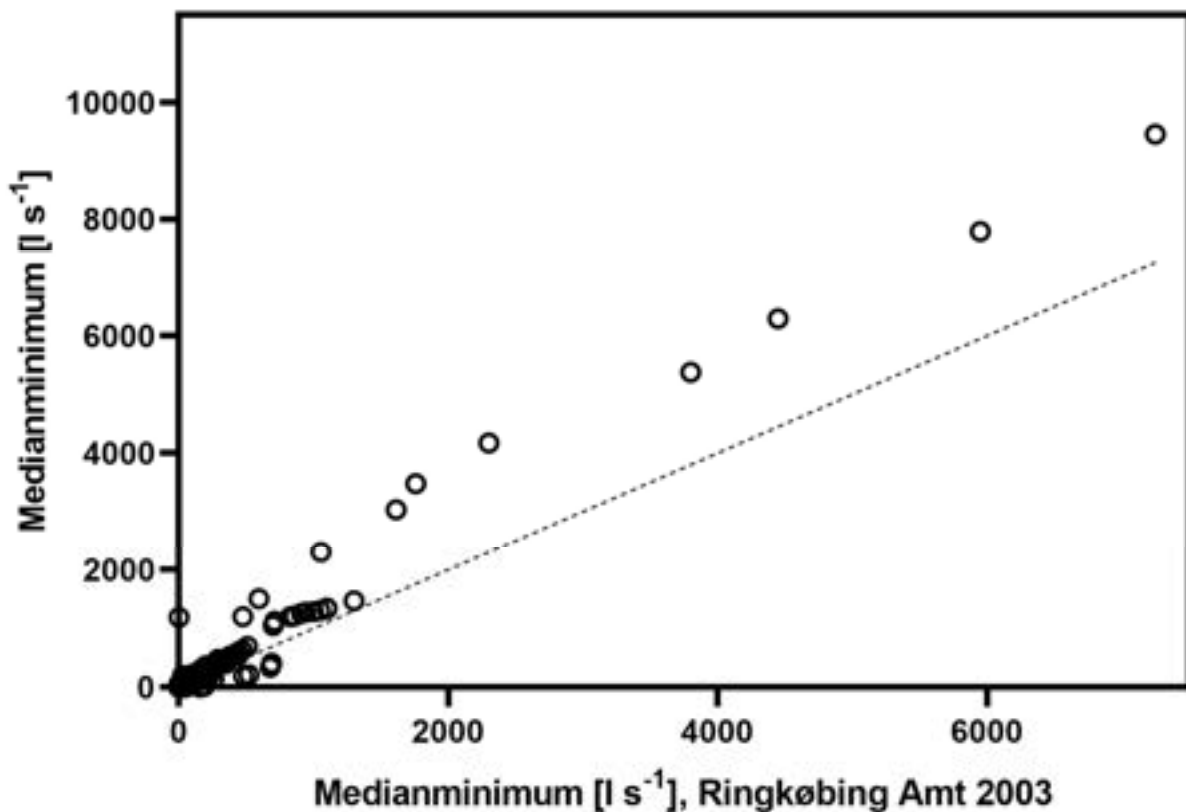
Figur 2.39: Vandføringskurven for Storå, Højris Bro med angivelse af forskellige afstrømningskomponenter. Mørkegrøn og rød angiver perioder med lav afstrømning og lysegrøn og orange perioder med høj afstrømning. De blå kurver viser perioder med relativt højt flow.

Der er generelt tale om ganske beskedne ændringer i de hydrologiske parametre i toppen af Storå uden tydelig tendens i hverken sommer eller vinterafstrømningen.

2.3.2 Sammenligning af minimumsvandføringer og beregning af oplandsafstrømning

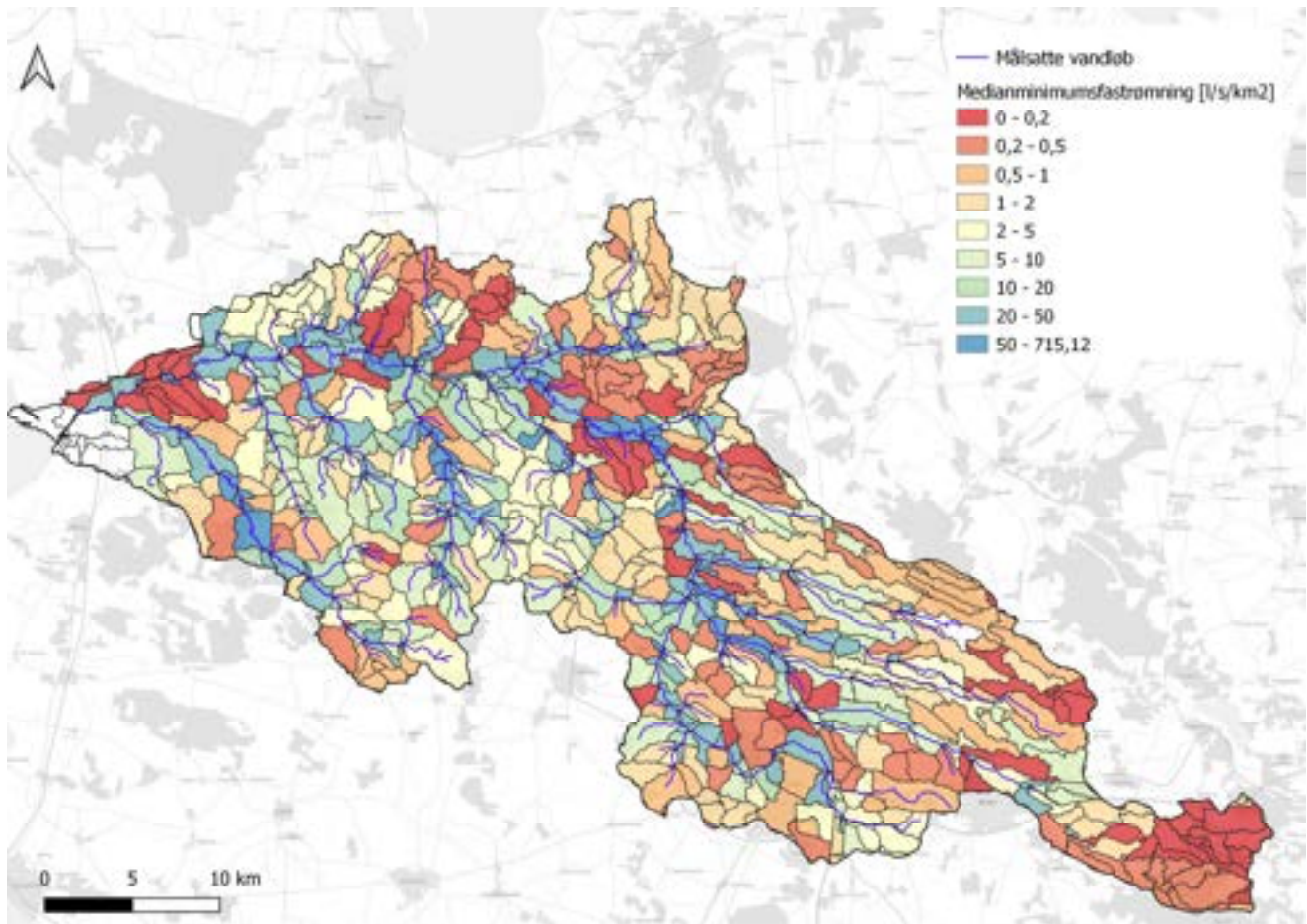
I nedenstående Figur 2.40 er vist en sammenligning af målingerne af medianminimum foretaget af Ringkøbing Amt i 2003 og et udtræk af medianminimumsvandføringer fra HIP. Som det kan ses af figuren er

medianminimum generelt overestimeret i HIP data, set i forhold til de målte værdier. På stationer med høj medianminimum er overestimeringen op til 30% højere end de ved målinger anslåede medianminimumsvandføringer. Dette betyder at der sandsynligvis vil sker en overestimering af afstrømningen ved brug af HIP data, især ved de lavere vandføringer. Der mangler pålidelige data for sammenhængen ved høje vandføringer.



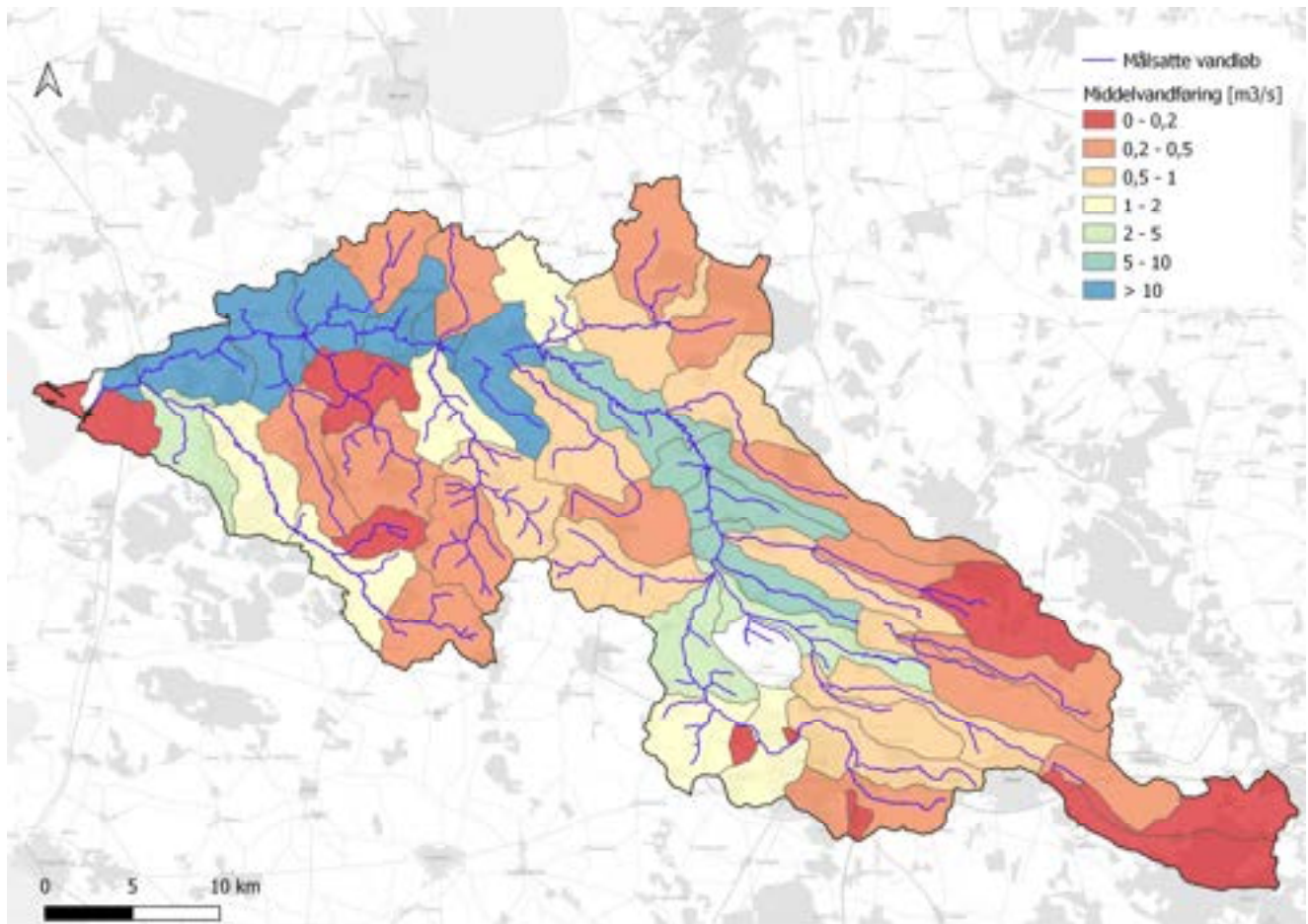
Figur 2.40: Sammenligning af medianminimum målt af Ringkøbing Amt i 2003 og udtræk fra HIP. Den stiplede linie angiver 1:1 forholdet mellem de to datasæt

I denne rapport er der valgt at estimere medianminimumsafstrømningen ved en kombination af de målte data og udtræk for HIP for de detaljerede deloplande i Storå. Den arealspecifikke afstrømning for hvert af de mindre deloplande er vist i Figur 2.41.

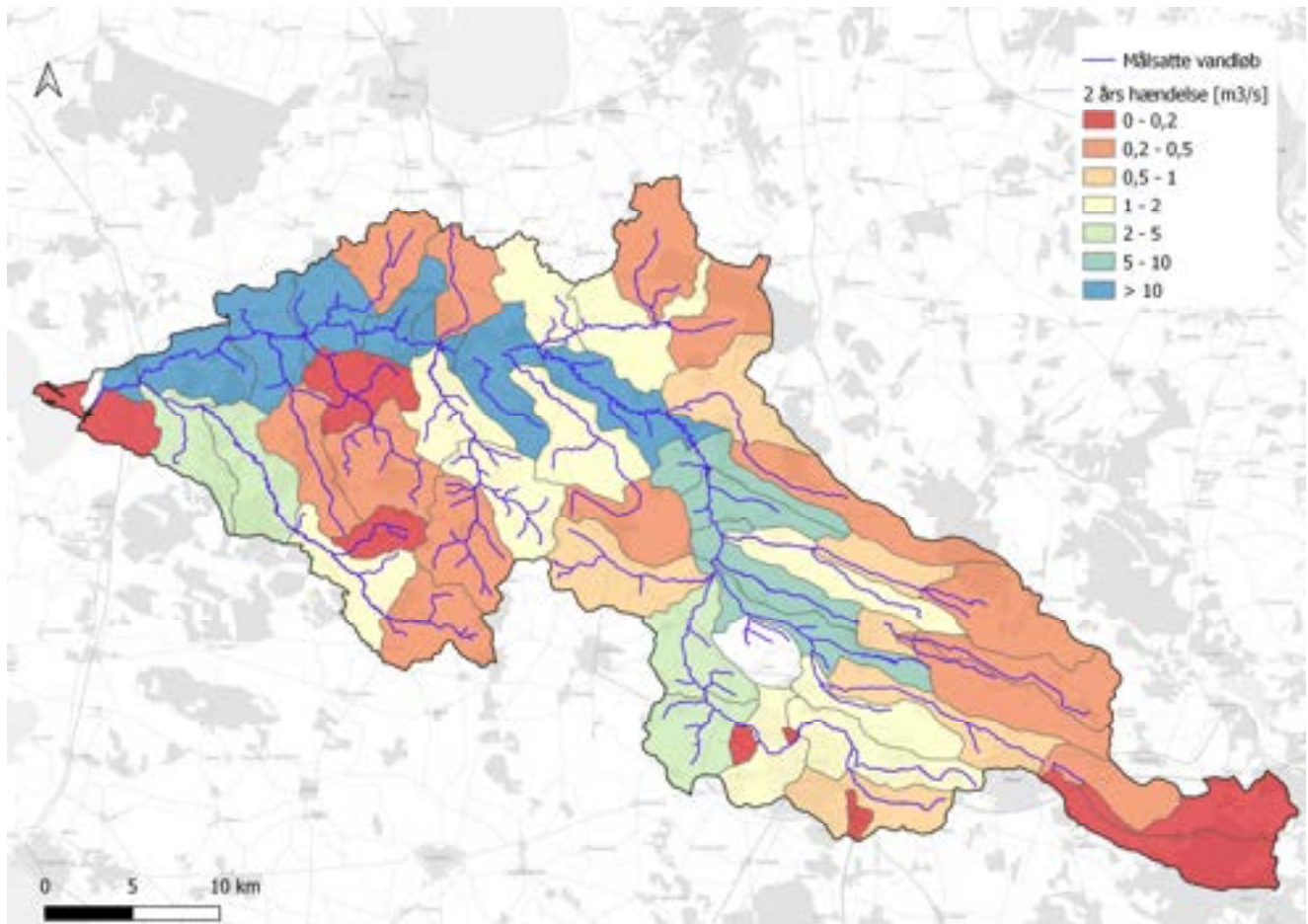


Figur 2.41: Areal-specifik afstrømning for de detaljerede oplande.

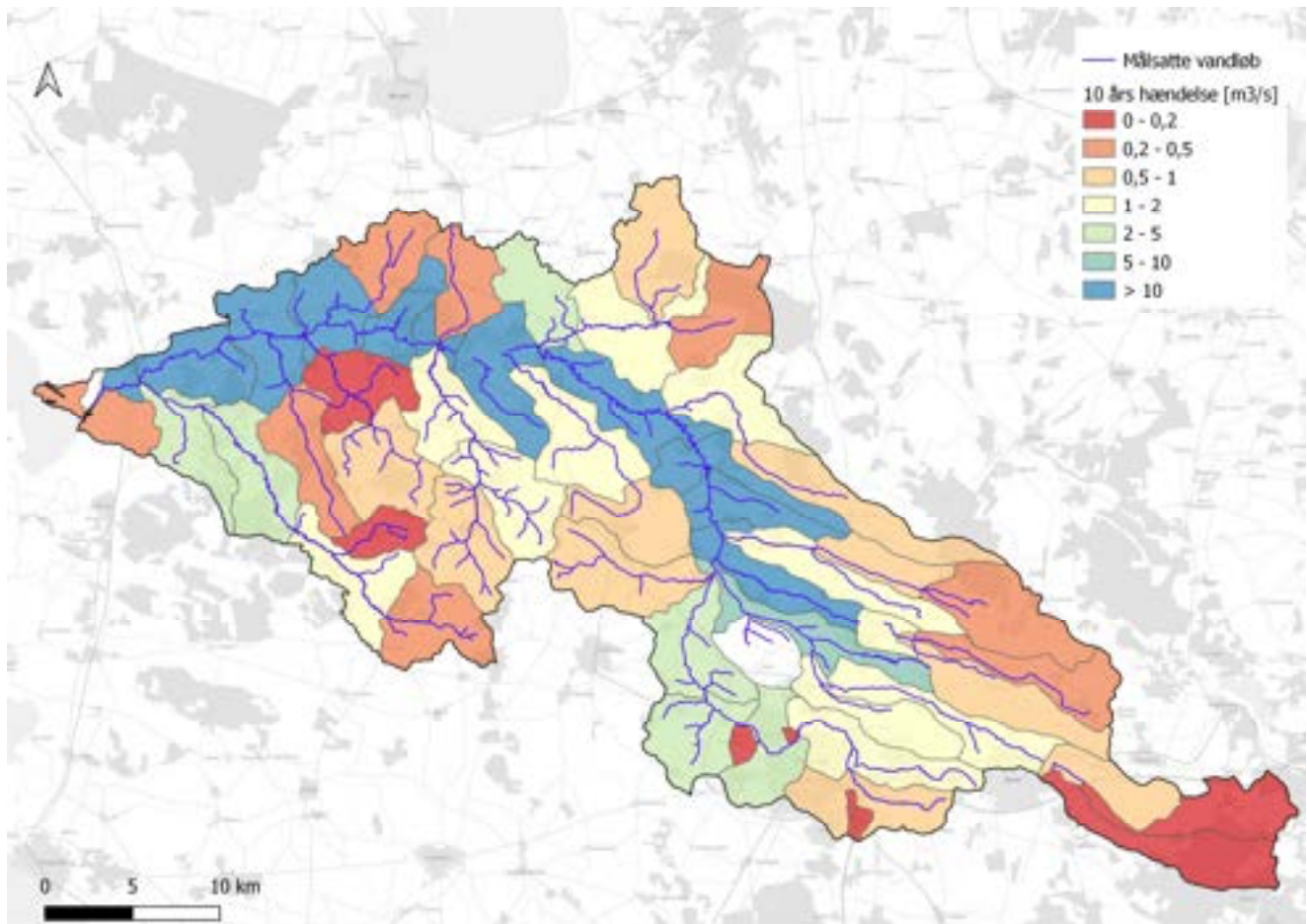
Herudover er der udtrukket data fra HIP til bestemmelse af middelvandføringen, medianmaksimumsvandføringen og en 10-års hændelse. Disse fire kort er vist i nedenstående Figur 2.42, Figur 2.43 og Figur 2.44. For medianminimum er der foretaget en beregning på det detaljerede oplandsdatasæt, mens de resterende afstrømningskort kun er estimeret for ID15 oplande. Det vurderes samlet set at usikkerhederne ved HIP data gør at disse generelt ikke skal benyttes på meget små oplande.



Figur 2.42: Middelvandføringen fordelt på ID15 oplande.



Figur 2.43: 2 års hændelse fordelt på ID15 oplande.

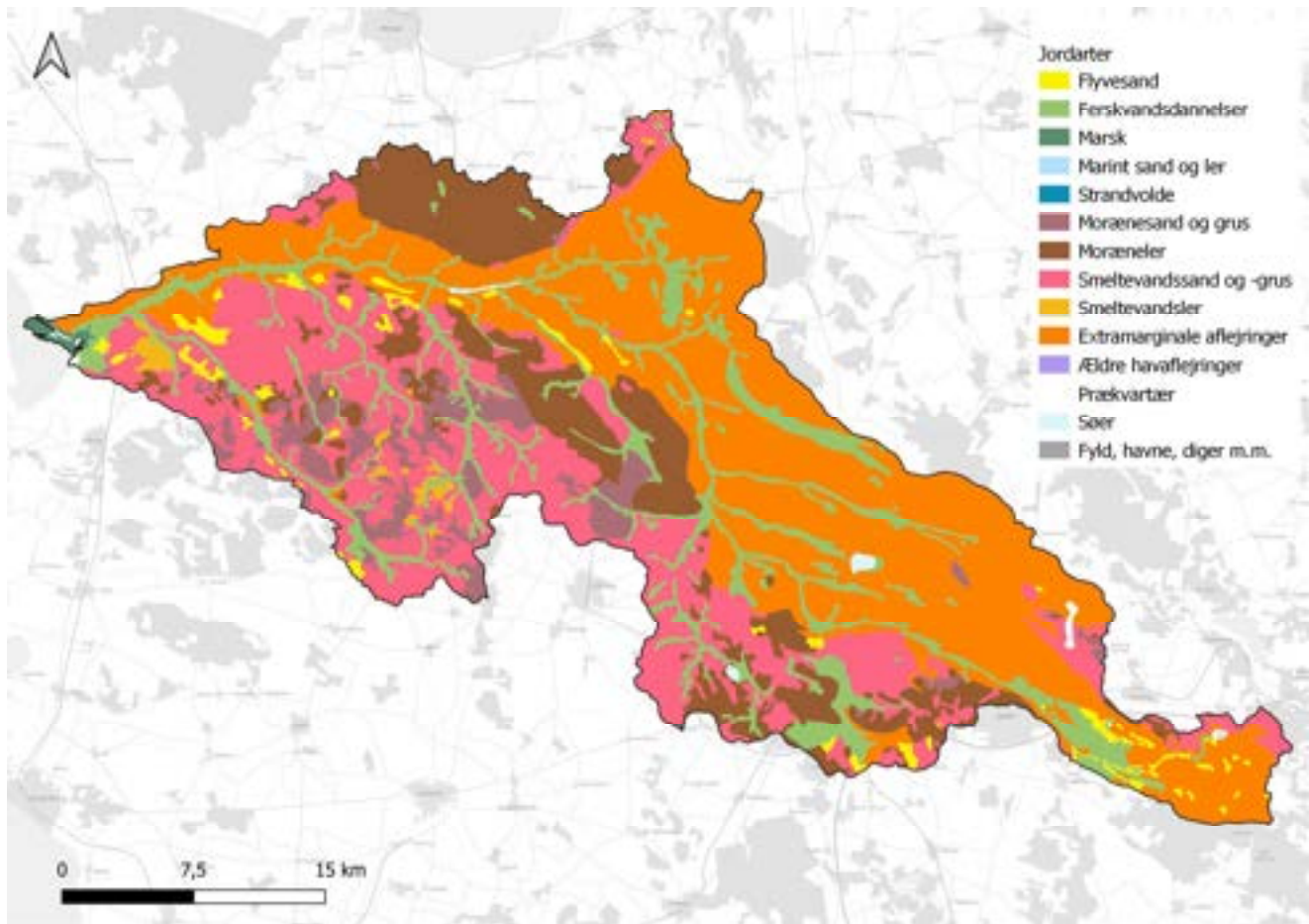


Figur 2.44: 10 års hændelse fordelt på ID15 oplande.

Som det kan ses er responsen identisk i de tre scenarier. Vandføringen akkumuleres ned igennem systemet. Særligt langs hovedløbet tilføres vand.

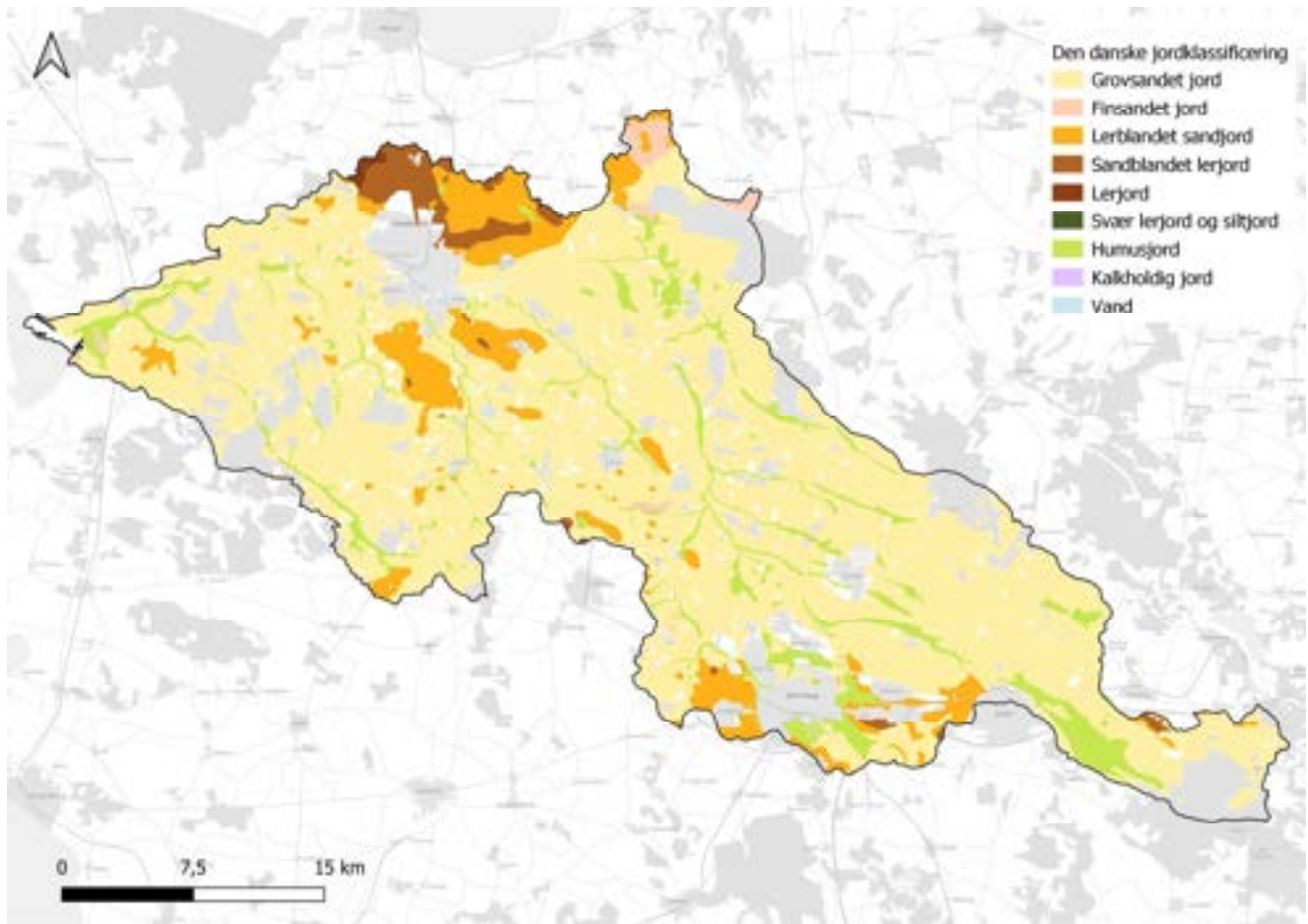
2.3.3 Oplandsanalyser

Geologien i Storås opland er præget af smeltevandsaflejringer og extramarginale aflejringer afsat for an gletsjerne fra Weichel istiden, med enkelte indslag af moræneaflejringer og lavbundsjoeden i de nuværende ådale. I området lige nord for og syd for Holstebro findes området med moræneaflejringer, mens området omkring Herning er præget moræneaflejringer omgivet af lavbundsjoede. Selve Storås hovedløb følger en lavning i landskabet der fungerede som smeltevandsslette ved hovedfremstødet under sidste istid. De sydlige tilløb til Storå og Herningsholm Å løber ligeledes i smeltevandsaflejringer med enkelte indslag af moræneaflejringer (Figur 2.45).

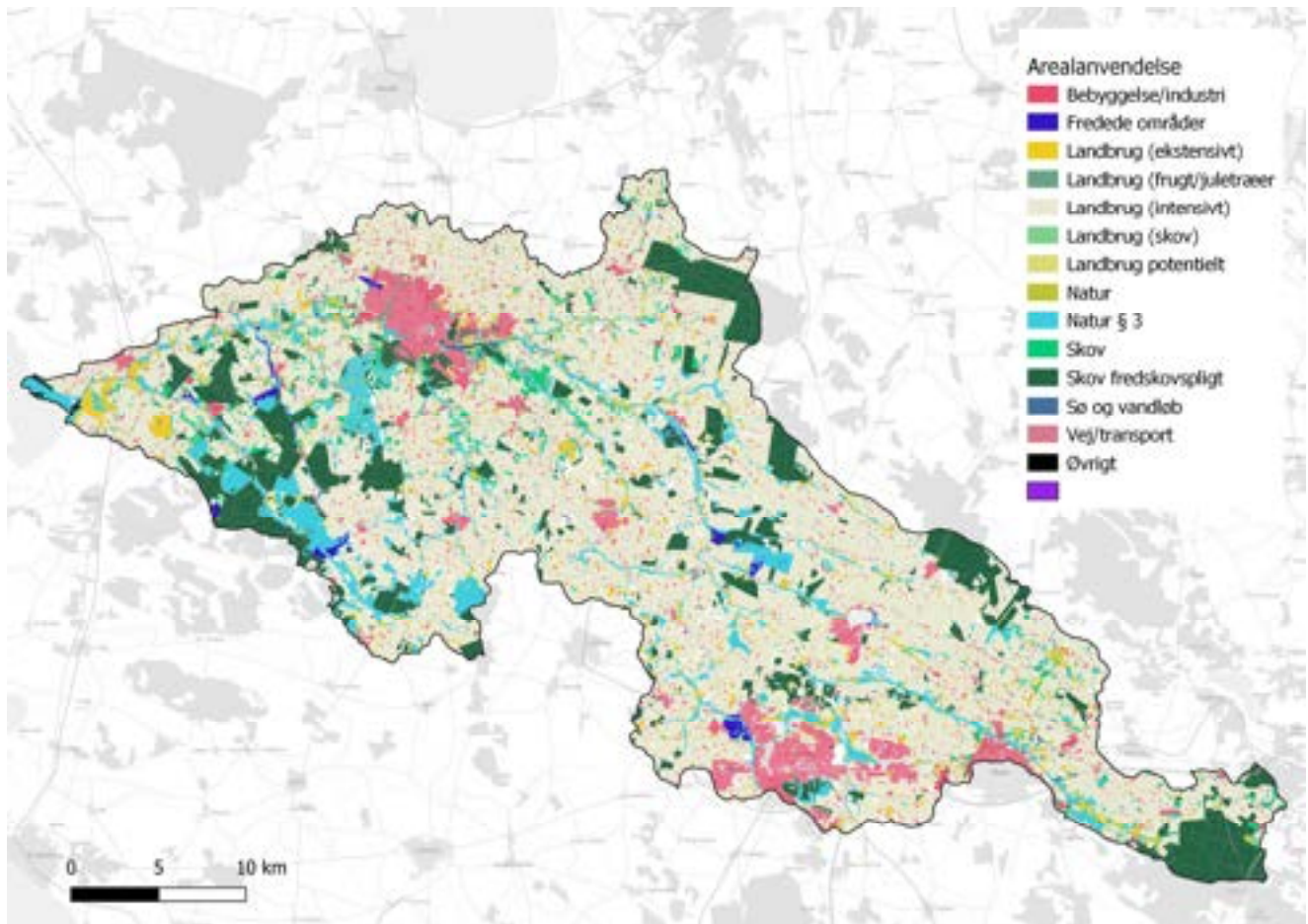


Figur 2.45: Jordartskort der afspejler den geologiske dannelsesmåde og tekstur. Kilde GEUS.

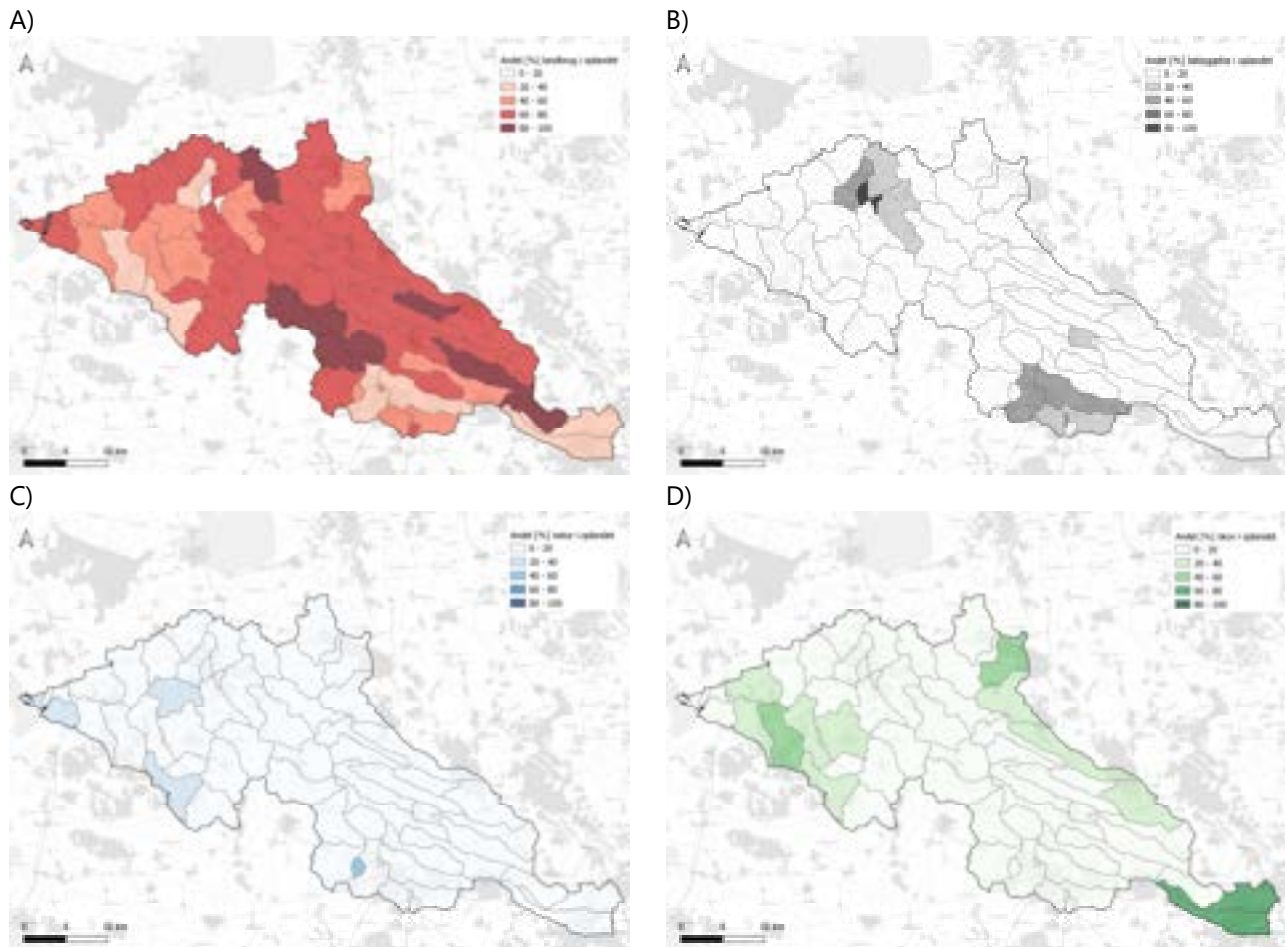
Den geologiske dannelsesmåde afspejler sig også i jordens tekstur. Langt hovedparten af oplandet består af sandjorde, med enkelte indslag af ler. Kun i området nord for Holstebro findes egentlige lerjorde. Disse findes i oplandet til Ellebæk. Ådalene og landskabets lavning er præget af humusholdige lavbundslande (Figur 2.46).



Figur 2.46: Den danske jordklassificering. Kilde: Institut for Agroøkologi, AU.



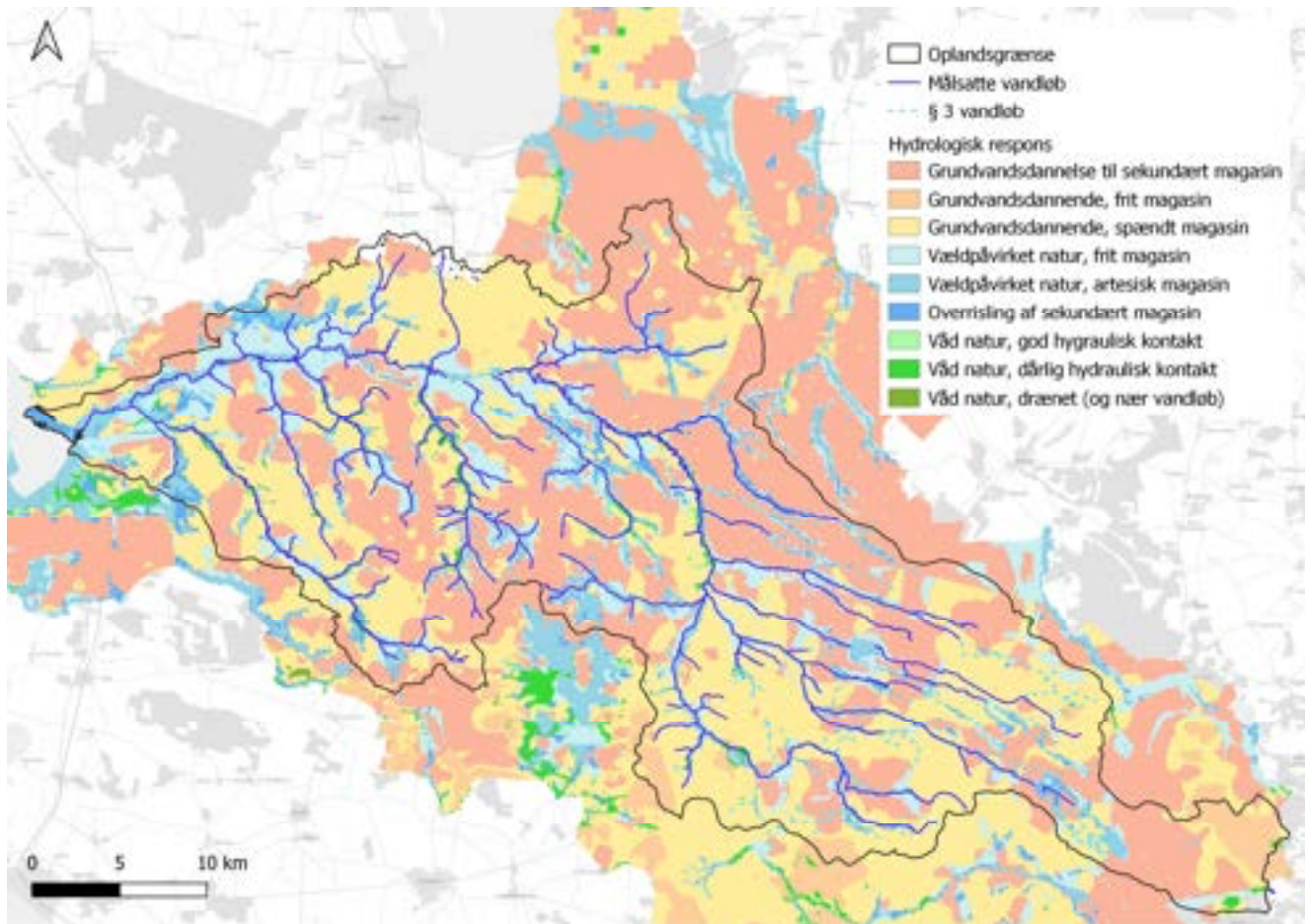
Figur 2.47: Arealanvendelseskort for Storås opland. Kilde: NIRAS bearbejdede INSPIRE data.



Figur 2.48: Arealanvendelsen opgjort på ID15 oplandsniveau, A) Andelen af landbrug, B) Andelen af bebyggelse, C) Andelen af natur og D) Andelen af skov. Kilde: Niras bearbejdede INSPIRE data.

2.3.4 Hydrologisk responstypologi

Den hydrologiske responstypologi er en kvantificering af den dominerende hydrologiske tilstrømningsvej. Denne er beregnet på baggrund af den tilgængelige geologiske og hydrologiske viden. Den samlede responstypologi for hele Storås opland er vist i Figur 2.49.



Figur 2.49: Hydrologisk responstypologi for Storå.

Som det kan ses af responskortet er selve Storås hovedløb beliggende i området hvor der primært sker udstrømning, dvs. de blå signaturer på kortet i Figur 2.49. Der er også tydelige variationer i typologien på tværs af oplandet. Det er således tydeligt at langt de fleste vandløb vil være vandførende året rundt og med en vis mængde grundvandsafstrømning. Dette er særligt tydeligt i selve Storå, Idom Å, Vegen Å, Råsted Lilleå og Savstrup Å. I den sydlige del af oplandet er der store områder med grundvandsdannelse til spændt magasin (gul signatur). Dette gælder også for området nord for Holstebro samt ved Råsted Lilleå. I resten af oplandet dominerer grundvandsdannelse til frit magasin (rød signatur). Billedet i området er dog meget varierende og stemmer godt overens med det indtryk som analyserne af tidsserierne af vandføringen har givet. Det hydrologiske regime er således særdeles afhængigt af forholdene indenfor det enkelte opland. Samlet set giver responstypologien mulighed for at udpege og gruppere vandløb og oplande som vil kunne forventes at respondere på samme måde rent hydrologisk.

For at kunne gennemføre en sådan analyse, skal der indsamles supplerende viden omkring vandføringen på en lang række stationer i oplandet. Et første bud på en responstypologi kunne være baseret på vandløbets størrelse (eller oplandets størrelse) og den dominerende responstype omkring vandløbet, samt den viden der er indhentet ved analyserne af hydrograferne i ovenstående afsnit. I nedenstående Tabel 2.5 er en sådan typologi opstillet, med et forslag til en målestation der eksemplificerer typen.

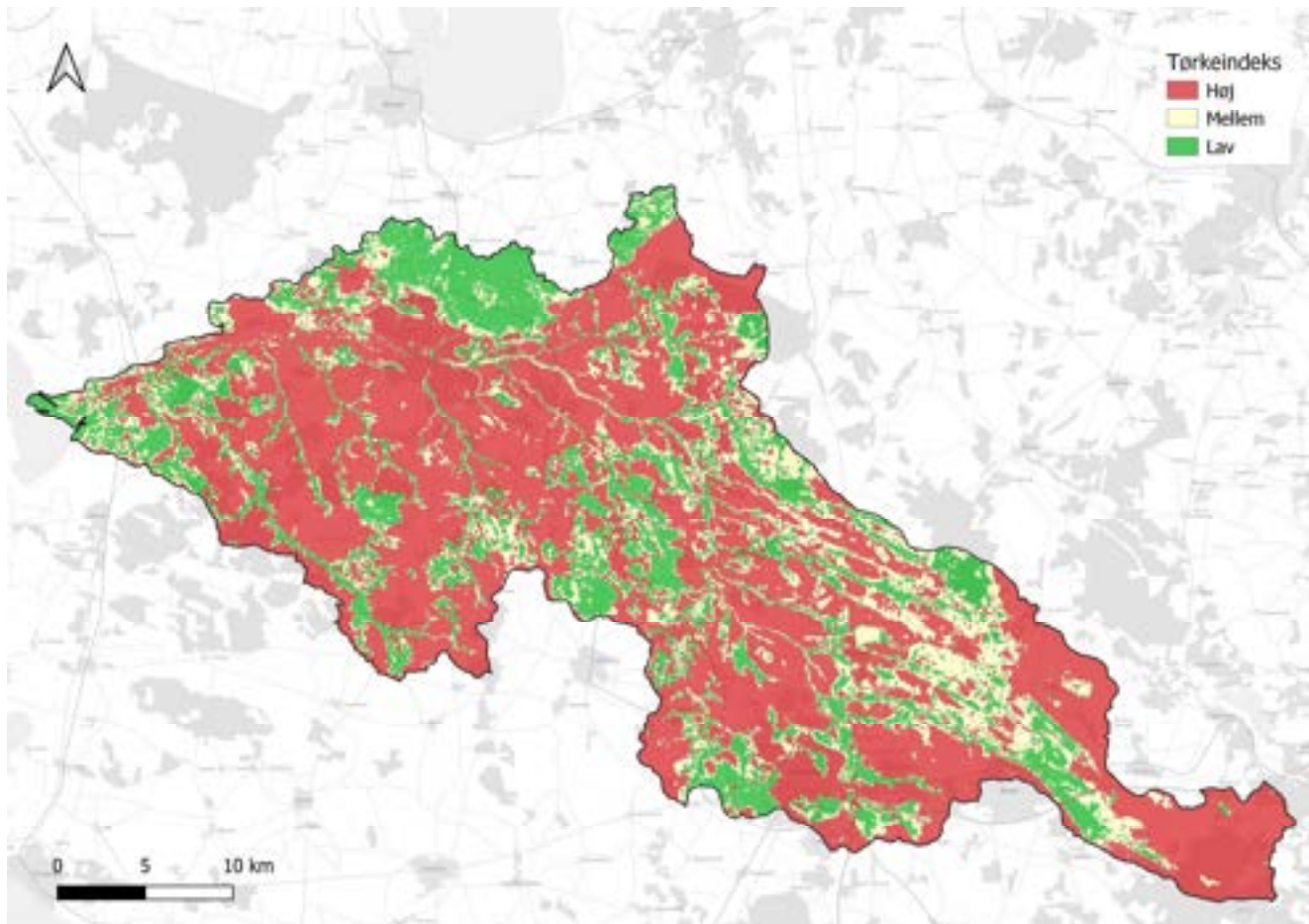
Tabel 2.5: Forslag til typologi baseret på respons og hydrografanalyser.

Vandløbsstørrelse	Responstypologi	Beskrivelse	Station
< 50 km ²	Nedsivning	Kan tørre ud i varme somre. Markante høje peaks som følge af dræntilstrømning. Primært grundvandstilstrømning fra lokale magasiner	Ellebæk
< 50 km ²	Nedsivning + udstrømning i ådal	Tørrer aldrig ud – stabil vandføring sommeren. Peaks fra dræn og evt. by i oplandet. Grundvandstilstrømning fra lokale og regionale magasiner	Idom Å
< 50 km ²	Nedsivning + indstrømning fra by	Kan tørre ud i varme somre. Markante meget høje peaks som følge af udløb fra byer	
< 100 km ²	Nedsivning	Findes stort set ikke, da vandløb i denne størrelse altid vil have en markant ådal med tilskud af grundvand fra både lokale og regionale magasiner	
< 100 km ²	Nedsivning + udstrømning i ådal	Stabil høj vandføring året igennem. Peaks fra dræn og evt. by i oplandet. Grundvandstilstrømning fra lokale og regionale magasiner	Råsted Lilleå
< 100 km ²	Nedsivning + indstrømning fra by	Stabil vandføring med en vis mængde grundvandstilstrømning fra både lokale og regionale magasiner. Meget markante input af vand fra by bevirker at der kan forekomme ekstremt høje vandføringer	Herningsholms Å ved Gødstrup
> 100-200 km ²	Nedsivning	Findes stort set ikke, da vandløb i denne størrelse altid vil have en markant ådal med tilskud af grundvand fra både lokale og regionale magasiner	
> 100-200 km ²	Nedsivning + udstrømning i ådal	Stabil høj vandføring året igennem med markant grundvandstilstrømning, der sikrer en stabil sommer vandføring. Peaks fra dræn og evt. by i oplandet. Grundvandstilstrømning fra lokale og regionale magasiner. Akkumulationen af vand fra hele oplandet gør at der kan	

Vandløbsstørrelse	Responstypologi	Beskrivelse	Station
> 100-200 km ²	Nedsivning + indstrømning fra by	<p>forekomme meget høje peak vandføringer</p> <p>Stabil høj vandføring året igennem med markant grundvandstilstrømning, der sikrer en stabil sommer vandføring. Afstrømning fra by i oplandet kan medføre høje peaks. Grundvandstilstrømning fra lokale og regionale magasiner. Akkumulationen af vand fra hele oplandet gør at der kan forekomme meget høje peak vandføringer</p>	Storå Skærumbro

2.3.5 Tørkekort

Tørkekortet har en opløsning på 25 x 25 meter og bør anvendes som et prioriterings- og sandsynlighedsværktøj. Tørkekortet kan anvendes til vurdering af, hvilke områder der er specielt udsatte ved vedvarende nedbørsunderskud, og hvor tørkepåvirkningen forventeligt vil indtræffe først. Dermed kan tørkekortet i forbindelse med en hydrologisk helhedsplan primært bruges til at vurdere hvilke områder indenfor oplandet der sandsynligvis først vil opleve tørke med særlig fokus på hvilke landbrugsarealer, der er sårbare grundet begrænset adgang til kunstvanding. Herudover vil tørkekortet medvirke til udpegning af naturområder og vandløb, der potentielt er sårbare over for tørkepåvirkning, både nu med også i fremtiden. Nærværende analyse viser udelukkende forholdene under det nuværende klima og skal opdateres ved klimafremskrivninger.



Figur 2.50: Tørkekort for Storås opland

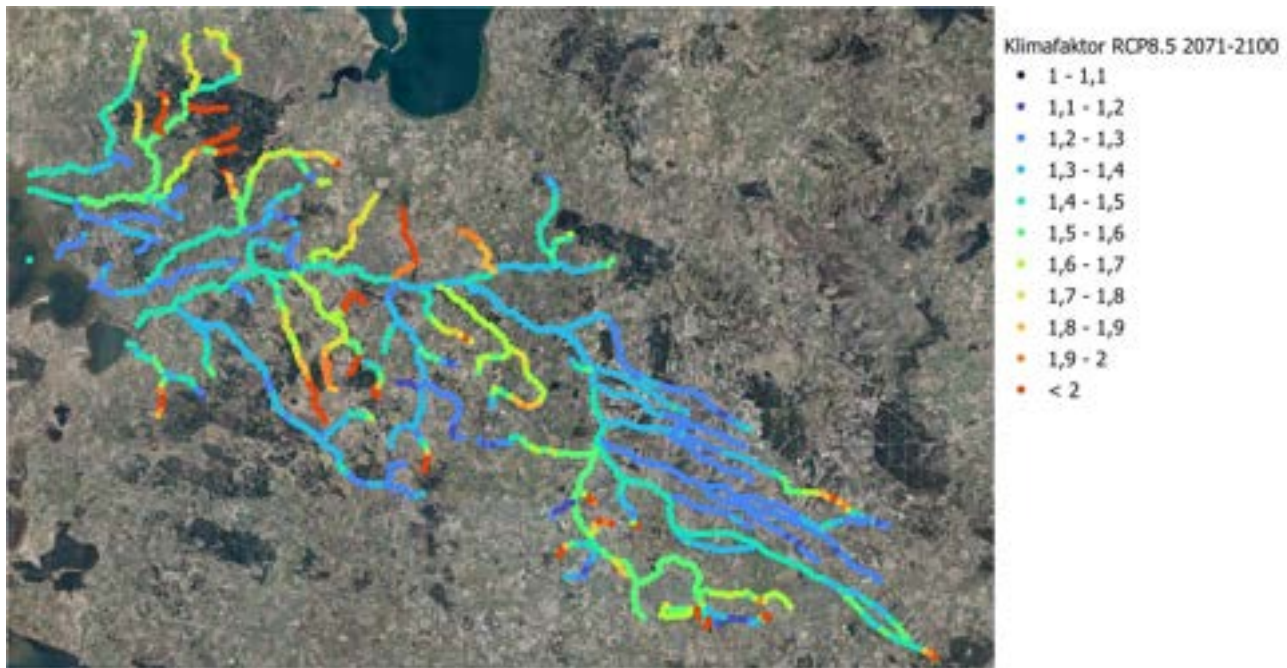
Sammenholdes tørkekortet med det hydrologiske responstypologikort træder et tydeligt mønster frem, hvor de områder der er grupperet som udstrømningsområder eller våd natur optræder med den laveste risiko for tørke, mens de grundvandsdannende områder har "mellem" eller "høj" risiko for tørke, alt efter jordtypen.

Tørkekortet kan benyttes ved analyser af tørkepåvirkning i forhold til målsatte vandløb og værdifuld natur. Ved vurdering af påvirkningerne af vandløbene kan tørkekortet hjælpe med at prioritere og fokusere kommunens dataindsamling i forhold til f.eks. fremtidige minimums vandføringsmålinger og måling af vandstand i forhold til at kvalificere den opstillede typologi. En kvalificeret grundvandsmodel skal bruges sammen med tørkekortet til at vurdere den detaljerede hydrologi omkring sårbare naturtyper. Der kan være betydelige forskelle på hvor udsat sårbar natur er for tørkepåvirkninger. I områder hvor det er den terrænnære hydrologi, der er styrende for naturpåvirkningen, vil risikoen for tørkepåvirkning være størst. Er det derimod det primære grundvandsmagasin og udstrømning her fra, der er styrende for påvirkningen, vil risikoen for tørkepåvirkning være mindre, svarende til det mønster som ses i denne analyse.

For nogle vandløb spiller tidspunktet for tørke ind i naturvurderingen, eksempelvis hvis vandløbet udtørres sent vil det ikke påvirke udklækningen af vingebarne insekter, men hvis vandløbet begynder at udtørre tidligere og tidligere på sæsonen er det et problem for nogle vingebarne insekters reproduktion. Derfor er tørkekortet et vigtigt screeningsværktøj, der skal bruges i sammenhæng med tidsserieanalyserne af vandføringen til at vurdere den fremtidige risiko for påvirkningen af vandløbenes økologiske forhold.

2.3.6 Klimakorrektion af afstrømning / vandføring

På baggrund af analyserne af de hydrologiske tidsserier er det tydeligt at der er sket en ændring i den hydrologiske respons i en række af oplandene. Der findes kun valide data for skes oplande, hvilket er et relativt spinkelt grundlag at benytte til en fremskrivning af afstrømningstidsserier, samtidig dækker vandføringstidsserierne ikke en tilpas årrække, der gør det muligt at sammenligne disse med de klimatiske referenceperioder. Dette betyder at der til klimafremskrivningen er benyttet de data der er genereret via GEUS DK-model og udstillet i DK-modellen på HIPdata.dk.



Figur 2.51: Klimakorrektionsfaktorer for vandføringen, der er brugt ved 100 årshændelsen i år 2100.

Til klimafremskrivning er der med udgangspunkt i ovenstående analyser og de begrænsede data der er til rådighed valgt at bruge middelværdier af klimafaktorer fra HIP indenfor Storås opland for delt på strækninger som vist i Figur 2.51. Anvendte vandføringer, nutidigt og klimafremskrevet, samt klimafaktorer er vist i Tabel 2.6

Tabel 2.6: Vandføring og arealspecifik afstrømning for hydrometristation v/ Skærumbro (Sted nr. 22000062)

Vandføring nutidigt klima (m ³ /s)						Klimafaktor [-]					
T2	T5	T10	T20	T50	T100	T2	T5	T10	T20	T50	T100
47,16	55,77	60,18	63,65	67,24	69,40	1,38	1,43	1,45	1,48	1,49	1,50
Areal specifik afstrømning nutidigt klima (l/s/ha)						Areal specifik afstrømning fremtidigt klima (l/s/ha)					
T2	T5	T10	T20	T50	T100	T2	T5	T10	T20	T50	T100
0,26	0,34	0,38	0,41	0,44	0,46	0,36	0,48	0,55	0,61	0,66	0,69

2.4 Konklusion og anbefalinger

Der er foretaget en analyse af lange tidsserier for hydrometristationer i Storås opland. Der er stor forskel på udviklingen på de enkelte stationer. Udviklingen afhænger af hydrologien og koblingen mellem overfladevands- og grundvandsmagasinerne i de enkelte oplande. Således er der meget forskellig respons på stationen ved Skærumbro og stationen i Ellebæk, grundet koblingen til grundvandet og størrelsen på afvandsingsområdet. Tidsserierne viser dog samstemmende at der sker væsentlige forskydninger i hydrologien når man sammenligner perioden 1980-2000 med 2001-2021. Der er en generel tendens til mere afstrømning fra grundvandet, samtidig med at et større nedbørsinput også er tydeligt især i de mindre oplande. Der er således ikke en tydelig og ensartet udvikling på stationerne, hvilket klart indikerer at det er nødvendigt med en mere differentieret overvågning, hvis man ønsker bedre data for udviklingen på deloplandsniveau. Analyserne af de hydrologiske respons variable viste også tydeligt at der sker meget markante forskydninger i responsen i de enkelte vandløb de forskellige sæsoner i mellem. Responsbilledet er meget komplekst og skal analyseres nærmere og måske skal tidsserierne deles yderligere op for at få et mere differentieret billede. Samlet set har udviklingen i hydrologien bevirket at der sker årstidsforskydninger i responsen, således at der forekommer mindre afstrømning i foråret samtidig med at sommervandføringen generelt er lavere, men med højere toppe på vandføringskurven.

Der er opstillet arealafstrømningskort for både medianminimumsvandføringen, middel og medianmaksimumsvandføringen. Disse viser hvilke oplande der bidrager mest med vand i Storås opland. Kortene og data kan bruges til at vurdere om der er oplande hvor der med fordel kan fokuseres på at hule vand tilbage, da disse bidrager med særligt store vandmængder til afstrømningen i Storå.

På baggrund af de geologiske modeller der dækker oplandet er der opstillet en responstypologi for oplandet, dvs. en opdeling i celler der viser om der sker nedsivning til grundvandet eller udstrømning til vandløbene. Kortet viser klart at der er en markant udstrømning i ådalene (som forventet) og generel nedsivning på de højere liggende arealer. En stor del af Storå består af forholdsvist sandede aflejringer, så der kan ske en væsentlig nedsivning, samtidig med at der generelt er god kontakt mellem overfladevand og grundvand. Undtaget fra dette er oplande nord for Storå omkring og vest for Holstebro, hvor der er forholdsvist leret. Dette ses særligt tydeligt i Ellebæk.

På baggrund af typologien, geologien og afstrømningsmønstrene fra hydrograferne, er der foreslået en typologisering af oplande / vandløb i Storås opland. Denne er foreløbig og bør videreudvikles samtidig med at et fremtidigt overvågningsprogram bør tilrettelægges således at der systematisk overvåges vandføring og vandstanden i de forskellige typer med en stationsfrekvens der afspejler typens hyppighed i oplandet. Det anbefales at der opstilles et netværk af målestationer, så både den øvre, mellemste og nedre del af systemet overvåges. Der skal overvåges i mindre tilløb og i hovedløbet i Herningsholm Å, Storå inden Holstebro, samt i væsentlige sidetilløb i det omfang Miljøstyrelsen ikke driver målestationer her. Det er især vigtigt at få dækket den øvre og mellemste del af systemet, hvor der mangler stationer og hvor vandføringstilvæksten er stor. I alt 20-30 bør ideelt set benyttes i oplandet.

Tørkekortet viser samme mønster som den opstillede hydrologiske responstypologi, nemlig at der i ådalene og de områder hvor der sker udstrømning vil være en mindre sandsynlighed for at opleve tørke og områderne der først vil opleve tørke ligger på de områder hvor vandstrømningen er nedadrettet.

De overordnede mønstre er svære at benytte til en direkte korrektion af afstrømningen til bestemmelse af fremtidig afstrømning. Derfor er benyttet data fra HIPdata, der er generet ud fra DK-modellens simuleringer af fremtidigt klima. Klimafremskrivningen er foretaget på strækingsniveau, svarende til det niveau der er benyttet i HIP og med det sandsynlige klimascenarium, RCP 8.5.

Hydrologien i Storå oplands viser at der er markante ændringer i den hydrologiske respons, men også at responsen afhænger af oplandets karakteristika og kontakten mellem grundvand og det terrænnære vand, samt størrelsen på oplandet. Det bør overvejes om man, set i lyset af de hydrologiske ændringer, kan holde på vandet på de drænedede arealer, således at der perioderne med lavere nedbør er vand tilgængeligt i længere tid. Samlet set peger analyserne på et mere varierende hydrologisk systemet i oplandet, hvor der er en vekselvirkning mellem perioder med meget høj vandføring og længere perioder med lavere nedbørsinput og dermed risiko for tørke.

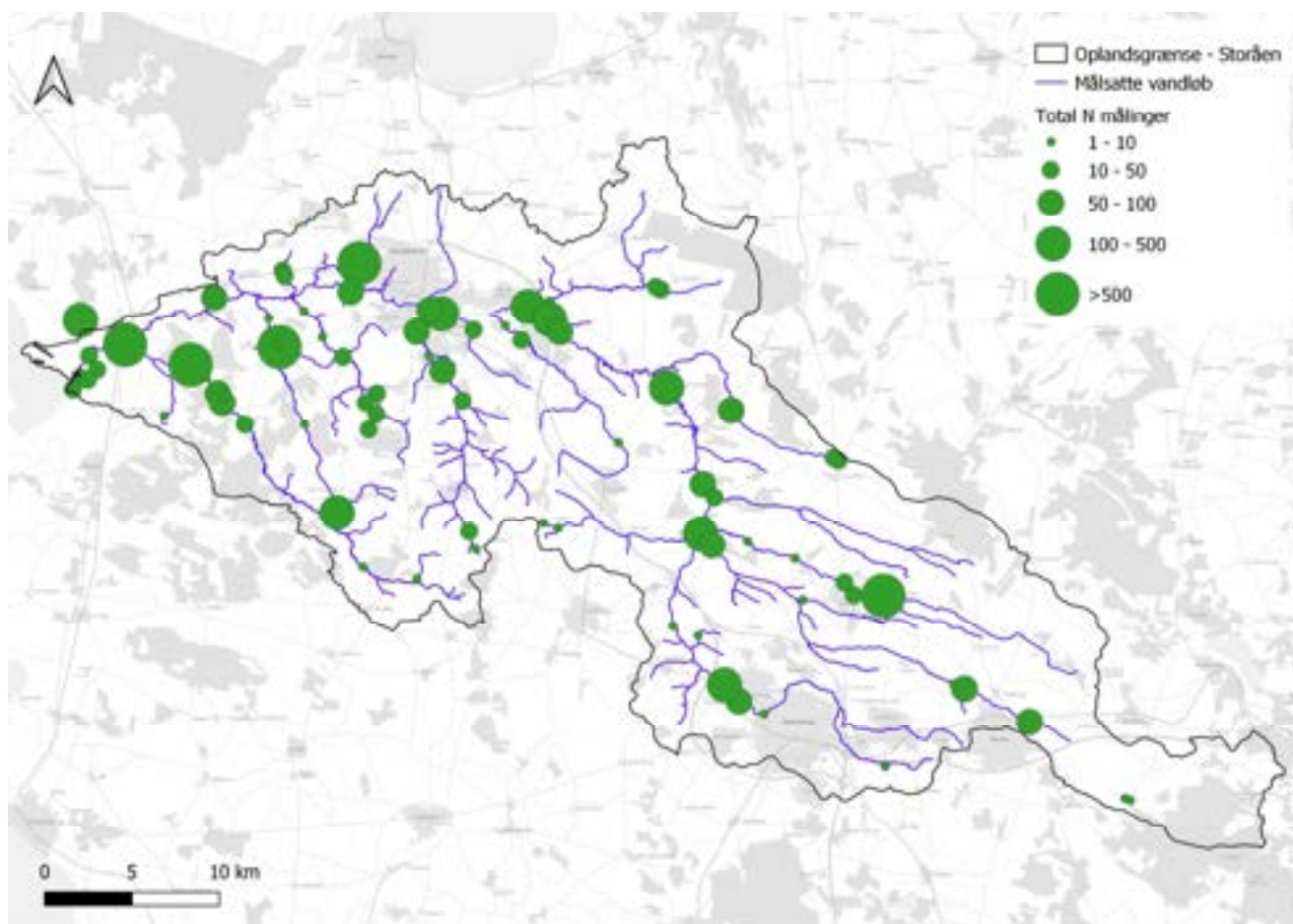
3. Analyse af næringsstoftransport

3.1 Dataindsamling

3.1.1 Næringsstofkoncentrationer

Data for vandkemi, målt i vandløbene er hentet fra Miljøportalen (miljødata.dk) og overfladevanddatabase (www.odaforalle.dk), som samler og udstiller overvågningsdata fra det nationale overvågningsprogram (NOVANA). Der findes sammenhængende lange tidsserier for et mindre antal stationer i Storås opland, mens der findes enkelte data fra enkelte måleår på et større antal stationer (Figur 3.1 og Figur 3.2). Dataindsamlingen er sket i forbindelse med de tidligere amter regionale overvågning, hvor der kan være samlet data ind i kortere eller længere tid på en station. De lange tidsserier stammer primært fra det nationale overvågningsprogram, som i dag hedder NOVANA. På et mindre antal stationer er der indsamlet vandkemiske data mindst én gang hver måned siden 1989. Data er primært indsamlet til dokumentation af indsatserne i vandmiljøprogrammer og til beregning af stoftransport fra oplande til de kystnære havområder og fjorde.

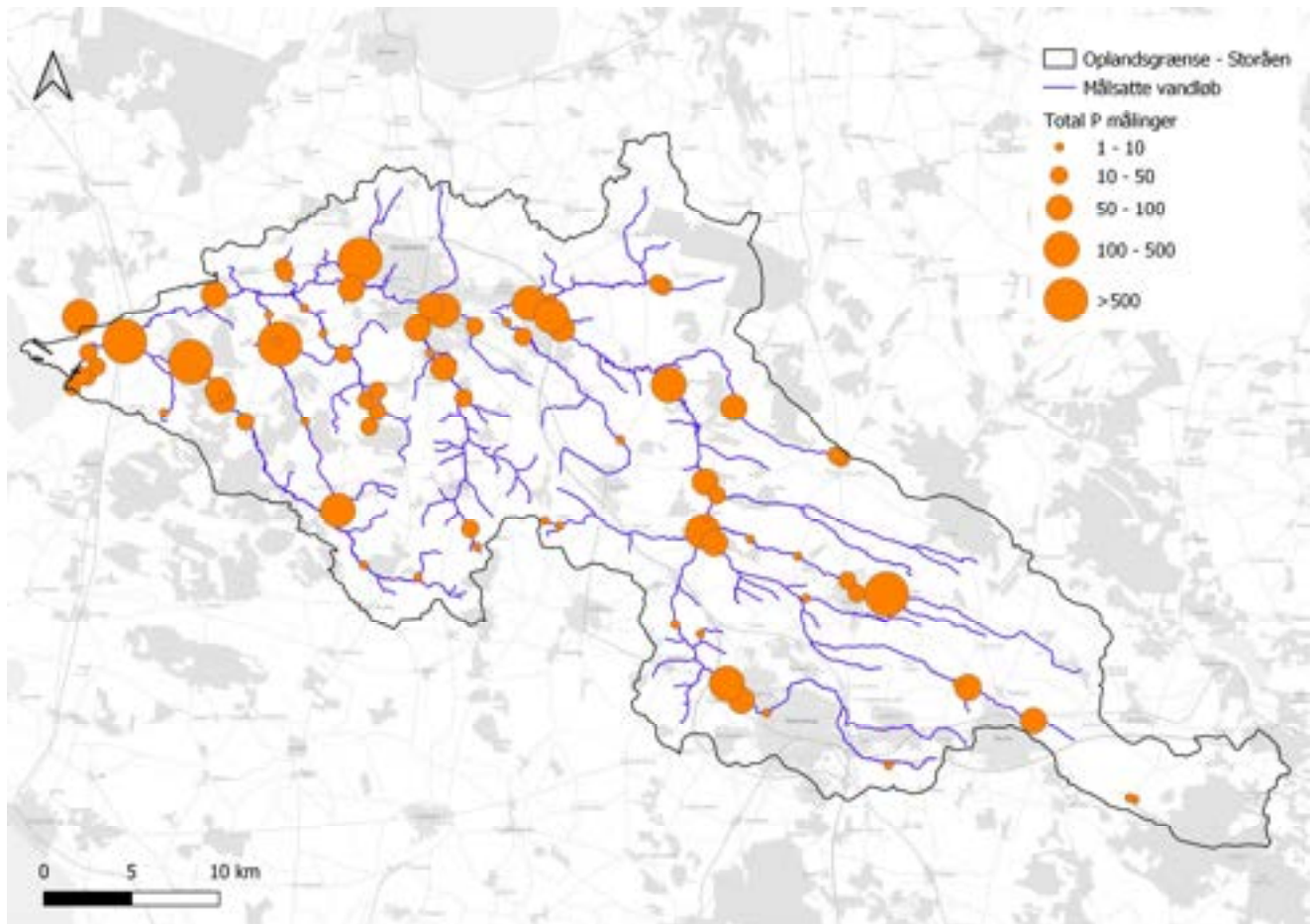
I nedenstående figurer, Figur 3.1 og Figur 3.2, er vist målestationerne i Storås opland. Størrelsen på cirklerne angiver hvor målinger af næringsstofkoncentrationer der findes på den pågældende station. I Tabel 3.1 er vist hvilke stationer der har tilpas lange tidsserier af vandkemiske data til at der kan gennemføres en analyse af udviklingen og koncentrationerne af Tota-N og Total-P på stationerne.



Figur 3.1: Målestationer i Storåoplandet, hvor der er målt Total-N.

Tabel 3.1: Vandløbsstationer hvor der er lange tidsserier for vandkemiske data

Stationsnummer	Navn	Oplandsstørrelse [km ²]
22000043	Ellebæk, Ellebæk Bro	15
22000048	Idom Å, Idum	23
22000050	Råsted Lilleå, Hvoldal	83
22000053	Sunds Møllebæk, Gammel Sunds	48
22000062	Storå, Skærum Bro	1.097



Figur 3.2: Målestationer i Storåoplandet, hvor der er målt Total-P.

3.1.2 Oplandsdata

Arealanvendelsesdata er hentet fra dataforsyningen.dk som stiller data fra det fælles europæiske datasamarbejde INSPIRE til rådighed i Danmark. Data er baseret på Corine land cover data og er efterfølgende re-klassificeret af NIRAS, så der optræder en hensigtsmæssig opdeling af arealanvendelsen i hhv. bebygget areal, landbrug, natur, vådområder og vandløb og søer.

3.1.3 Punktkilde data

I Miljøportalens PULS database (Danmarks Miljøportal, 2022) er der trukket data for udløb fra rensningsanlæg og regnbetingede udløb, samt dambrug. Sammen med beliggenheden er der udtrukket data for udledte vand- og stofmængder for årene 2018 til 2020. Data er benyttet til at estimere et vandførings og stofbidrag til vandløbene i forbindelse med oplandsanalyserne og beregning af næringsstofbelastningen.

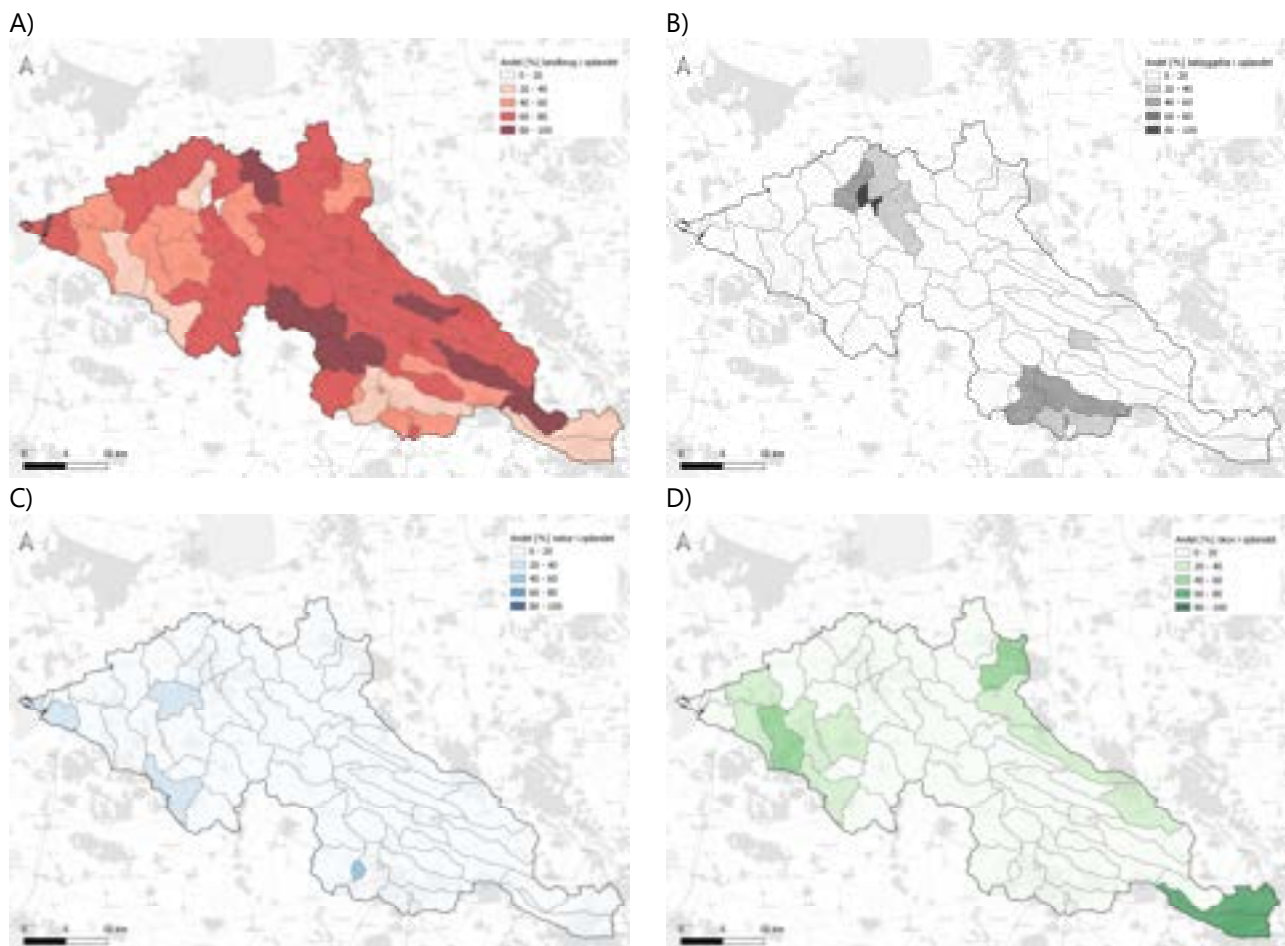
3.2 Analyser

3.2.1 Udvikling i næringsstofkoncentrationer

Langtidsudviklingen på de fem stationer beskrives i første omgang ved at analysere udviklingen i årsmiddelkoncentrationen af Total-N og Total-P på stationerne, hvilket gøres vha. regressionsanalyse. Den tidlige udvikling beskrives vha. Spearman-rank analyse med årstal som uafhængig og middelkoncentrationen om den afhængige variable (Conover, 1980).

3.2.2 Opgørelse af oplandstab af kvælstof og fosfor

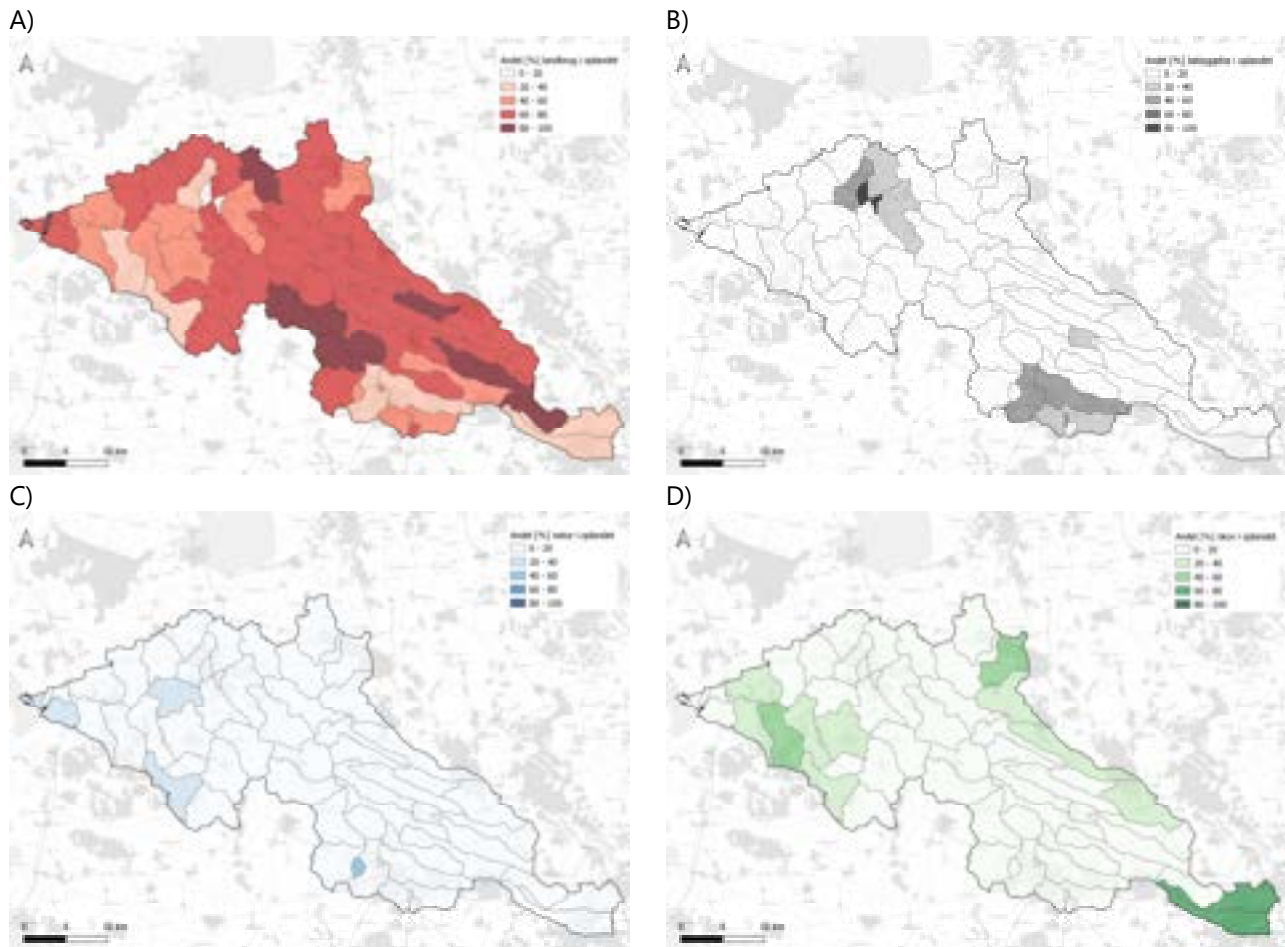
Arealanvendelsen opgøres indenfor hvert ID15 opland og grupperes i hhv. bebyggelse, landbrug, skov og natur. Fordelingen af de fire arealanvendelsestyper er vist i



Figur 3.3: Arealanvendelsen opgjort på ID15 oplandsniveau, A) Andelen af landbrug, B) Andelen af bebyggelse, C) Andelen af natur og D) Andelen af skov. Kilde: Niras bearbejdede INSPIRE data.

Med udgangspunkt i data fra Landovervågningsoplandene (Blicher-Mathiessen et al., 2019) og det nationale overvågningsprogram (NOVANA) er der fundet data for det gennemsnitlige tab (kg/ha/år) af hhv. Total-N og Total-P for hver af kategorierne natur, landbrug og skov. Det gennemsnit tab ganges med arealet for den pågældende arealanvendelseskategori således at det samlede tab for en arealanvendelseskategori udregnes. De gennemsnitlige arealtab af Total-N og Total fremgår af Tabel 3.2. Oplandstabet for Total-N er hentet fra Højbjerg et al., 2021, som har genberegnet tabet af kvælstof fra landbrugsområder på baggrund af en detaljeret modellering af afgrøder på landbrugsarealet. Dette betyder at følgende kort og næringsstof er beregnet på ID oplandsniveau:

- Tab af Total-N – hentet fra Højbjerg et al. 2021
- Tab af Total-P – beregnet på baggrund af areltab og arealanvendelse
- Kildeopsplitning på kildetyper per opland - beregnet på baggrund af areltab og arealanvendelse og data fra PULS

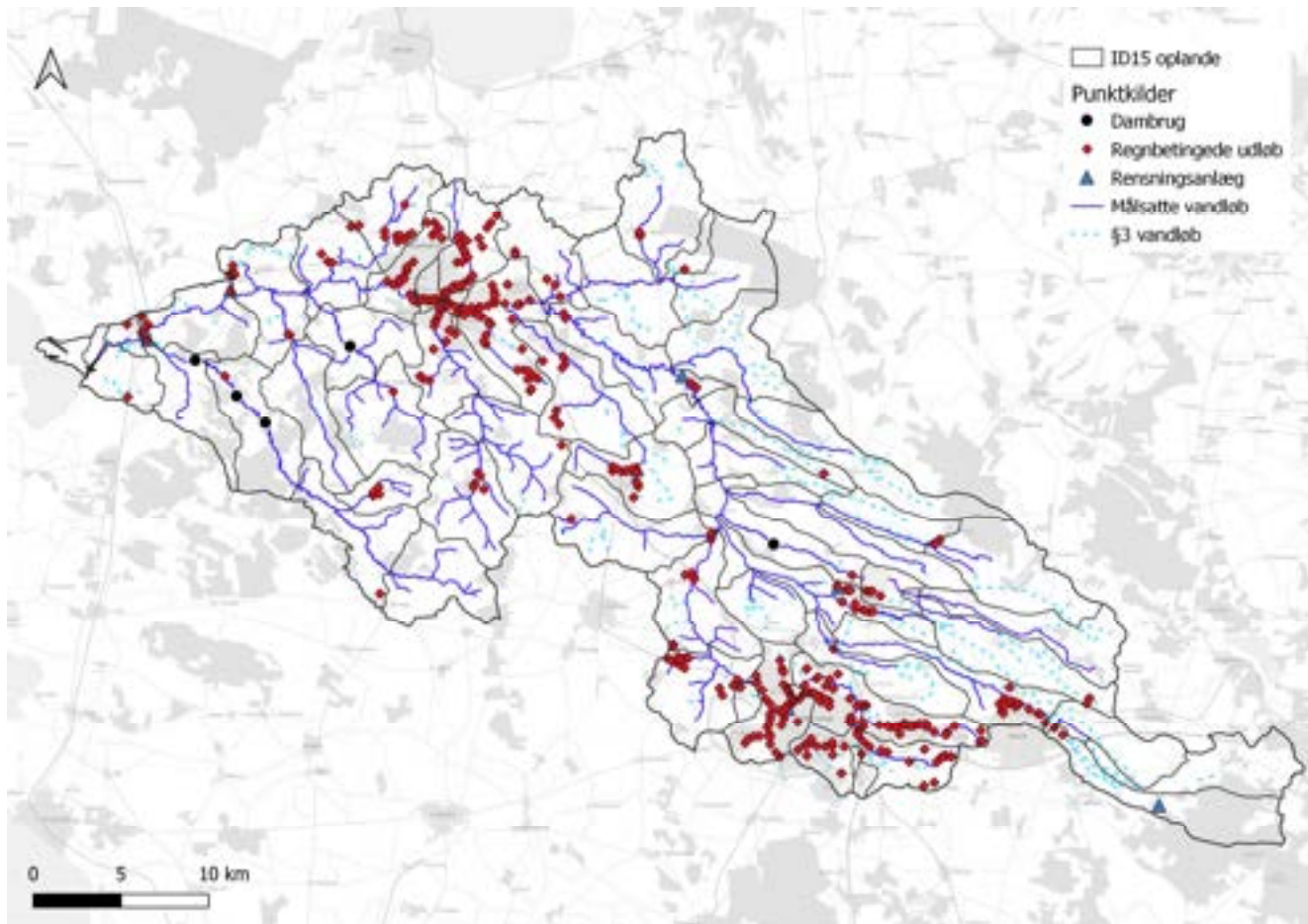


Figur 3.3: Arealanvendelsen opgjort på ID15 oplandsniveau, A) Andelen af landbrug, B) Andelen af bebyggelse, C) Andelen af natur og D) Andelen af skov. Kilde: Niras bearbejdede INSPIRE data.

Tabel 3.2: Arealtab af hhv. Total-N og Total-P som beregnet i forbindelse med Landovervågningsprogrammet (LOOP) og målingerne fra oplandstyper i NOVANA (Blicher-Mathiesen, 2019 & Thodsen et al. 20XX). Intervallet angiver at der kan være forskel på tabet, alt efter jordtype og eventuelt placering i landet.

	Total-N [kgN / ha / år]	Total-P [kgP / ha / år]
Landbrug	11 – 17	0,2 – 0,5
Vådområder	2	0
Natur	2	0,09
Skov	5	0

Næringsbelastningen fra byer og bymæssige bebyggelse udregnes ud fra data fra PULS, hvor der foreligger beregnede vand og stofmængder for hhv., regnbetingede udløb, rensningsanlæg og dambrug. Belastningen fra disse tre kilder summeres op indenfor hvert ID opland. Placeringen af punktkilderne i Storås opland er vist i Figur 3.4.

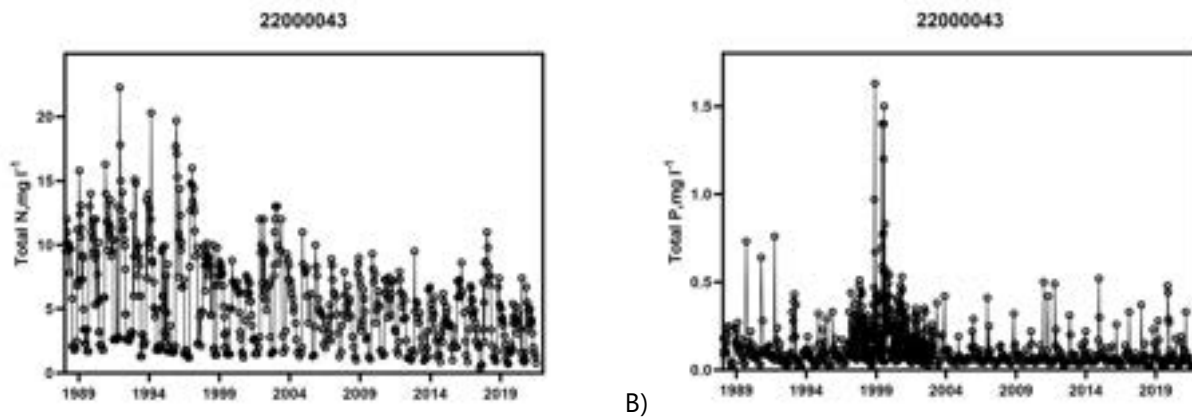


Figur 3.4: Placering af punktkilder, dvs. regnbetingede udløb. Udløb fra rensningsanlæg og dambrugsudløb i Storås opland. (Data fra Danmarks Miljøportal, PULS).

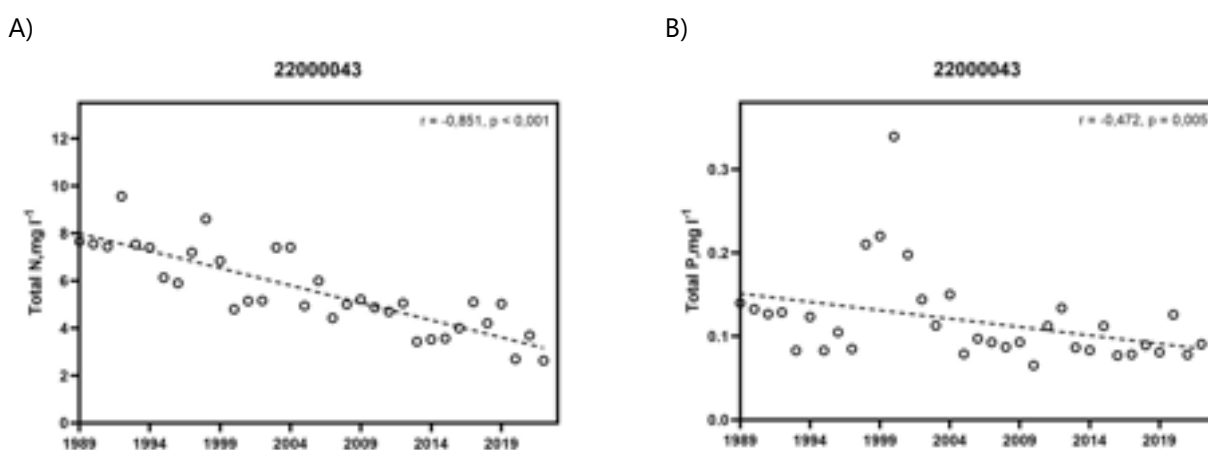
3.3 Analyse af udviklingen i næringsstofkoncentrationen

3.3.1 Station 2200043 – Ellebæk

Der er sket et generelt fald i både koncentrationen af kvælstof og fosfor ved målestationen (Figur 3.5 og Figur 3.6). Særligt kvælstof reduktionen er markant. Faldet skyldes sandsynligvis ændringer i tilførslen fra det dyrkede areal for kvælstofs vedkommende og en kombination af reduktion i fosfortab og punktkildebelastning for fosfors vedkommende. Denne udvikling svarer til det generelle billede for overvågningsvandløbene. Både Total-N og Total-P koncentrationen ligger noget over den naturlige baggrundsbelastning, som den måles i naturvandløb (Thodsen et al., 2021).



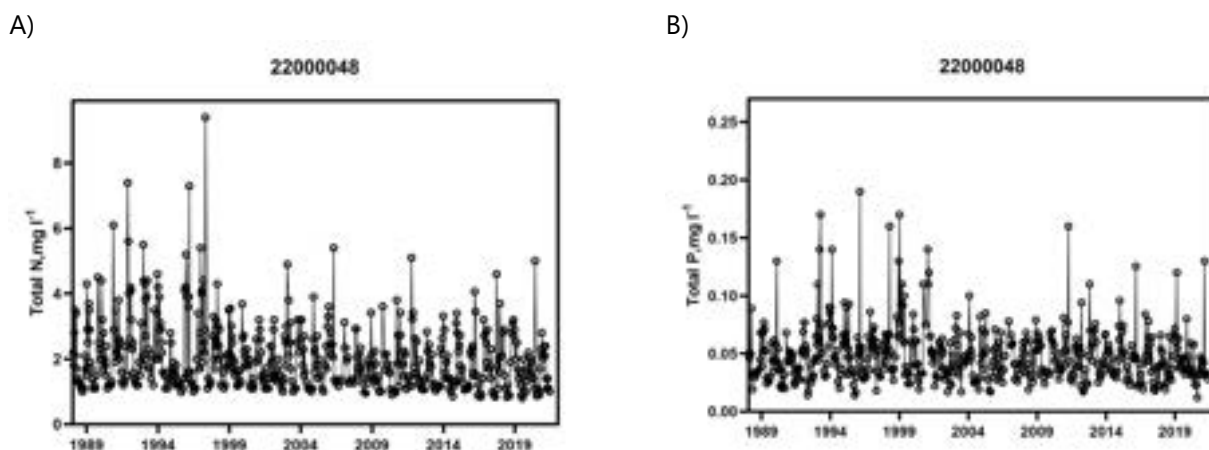
Figur 3.5: Tidsserier af koncentrationen af A) Total kvælstof og B) Total fosfor i Ellebæk i perioden 1989 – 2022.



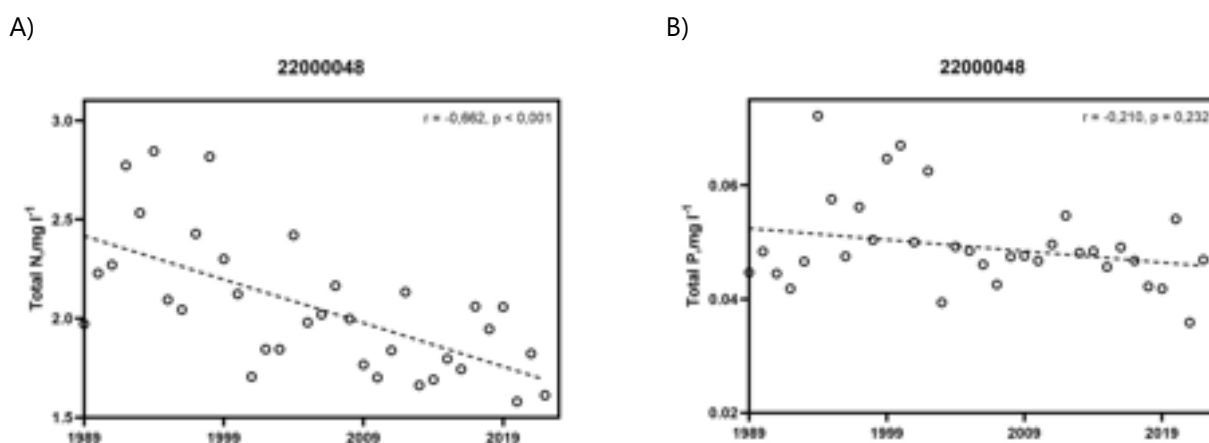
Figur 3.6: Analyse af udviklingen i årsmiddelkoncentrationen af A) Total kvælstof og B) Total fosfor i Ellebæk i perioden 1989 – 2022.

3.3.2 Station 22000048 – Idom Å

Der er sket et generelt fald i både koncentrationen af kvælstof og fosfor ved målestationen (Figur 3.7 og Figur 3.8). Faldet for fosfor er ikke signifikant, mens kvælstof reduktionen er markant. Faldet i Total-N skyldes sandsynligvis ændringer i tilførslen fra det dyrkede areal i oplandet. Denne udvikling svarer til det generelle billede for overvågningsvandløbene, hvor nogle vandløb ikke oplever en markant fald i fosforkoncentrationen, mens andre gør det. Total-N koncentrationen ligger noget over den naturlige baggrundsbelastning, som den måles i naturvandløb, mens Total-P koncentrationen ligger på niveau med naturvandløbene, hvilket også kan være årsagen til det manglende fald (Thodsen et al., 2021).



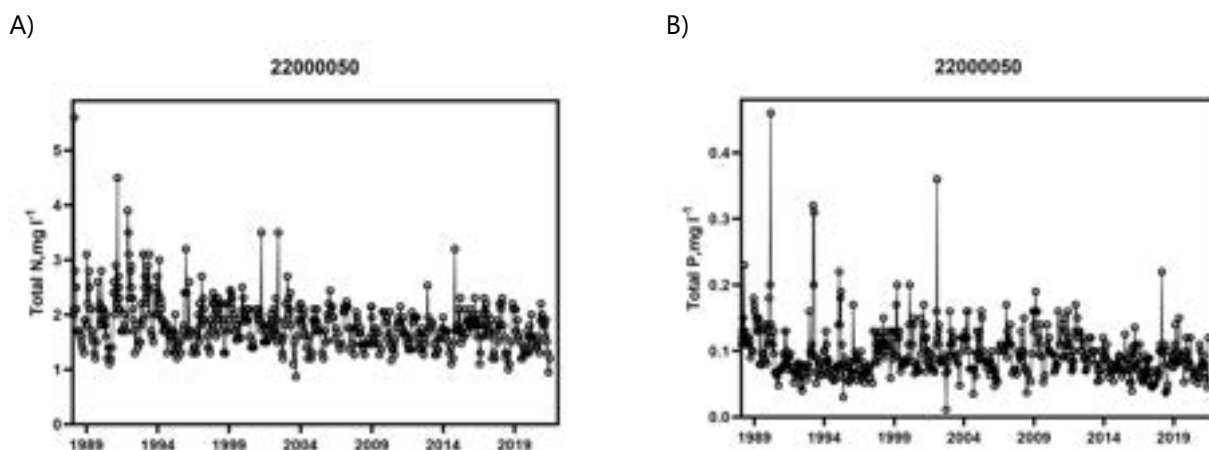
Figur 3.7: Tidsserier af koncentrationen af A) Total kvælstof og B) Total fosfor i Idom Å i perioden 1989 – 2022.



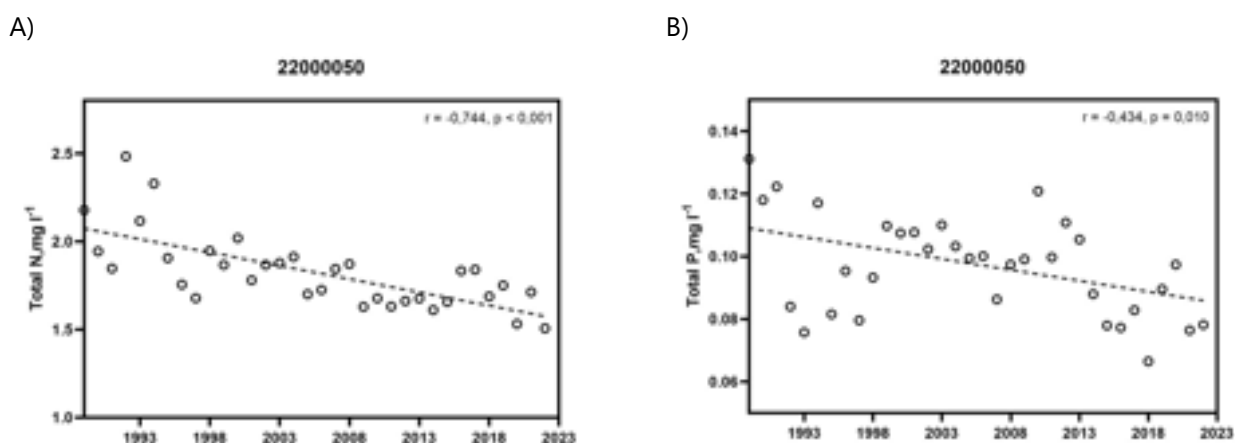
Figur 3.8: Analyse af udviklingen i årsmiddelkoncentrationen af A) Total kvælstof og B) Total fosfor i Idom Å i perioden 1989 – 2022.

3.3.3 Station 22000050 – Råsted Lilleå

Der er sket et generelt fald i både koncentrationen af kvælstof og fosfor ved målestationen (Figur 3.9 og Figur 3.10). Særligt kvælstof reduktionen er markant. Faldet skyldes sandsynligvis ændringer i tilførslen fra det dyrkede areal for kvælstofs vedkommende og en kombination af reduktion i fosfortab og punktkildebelastning for fosfors vedkommende. Denne udvikling svarer til det generelle billede for overvågningsvandløbene, hvor der ses reduktioner for både kvælstof og fosfor i nogle vandløb. Både Total-P koncentrationen ligger noget over den naturlige baggrundsbelastning, hvilket betyder at der er en vis forhøjet udledning i oplandet. Dette kan muligvis skyldes tilstedeværelsen af dambrug. Total-N ligger tæt på koncentrationen i naturlige oplande (Thodsen et al., 2021).



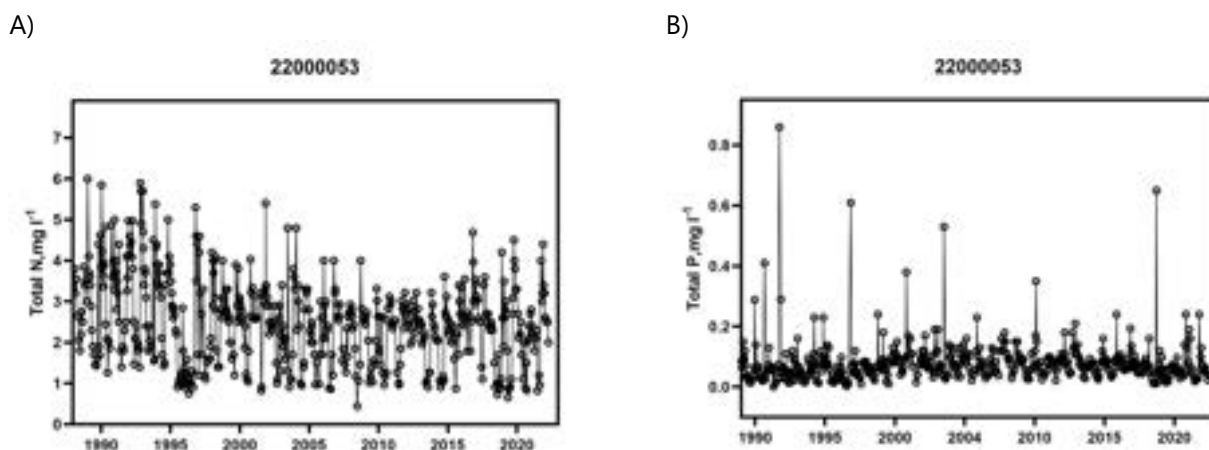
Figur 3.9: Tidsserier af koncentrationen af A) Total kvælstof og B) Total fosfor i Råsted Lilleå i perioden 1989 – 2022.



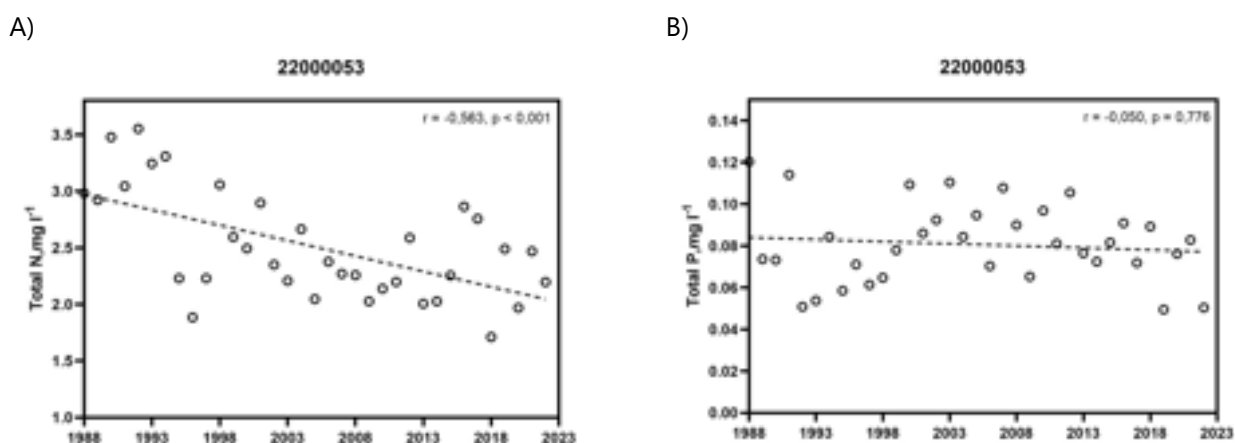
Figur 3.10: Analyse af udviklingen i årsmiddelkoncentrationen af A) Total kvælstof og B) Total fosfor i Råsted Lilleå i perioden 1989 – 2022.

3.3.4 Station 22000053 – Sunds Nørreå

Der er sket et generelt fald i både koncentrationen af kvælstof og fosfor ved målestationen (Figur 3.11 og Figur 3.12). Faldet for fosfor er ikke signifikant, mens kvælstof reduktionen er markant. Faldet i Total-N skyldes sandsynligvis ændringer i tilførslen fra det dyrkede areal i oplandet. Denne udvikling svarer til det generelle billede for overvågningsvandløbene, hvor nogle vandløb ikke oplever en markant fald i fosforkoncentrationen, mens andre gør det. Total-N koncentrationen ligger noget over den naturlige baggrundsbelastning, som den måles i naturvandløb, mens Total-P koncentrationen ligger på niveau med naturvandløbene, hvilket også kan være årsagen til det manglende fald (Thodsen et al., 2021).



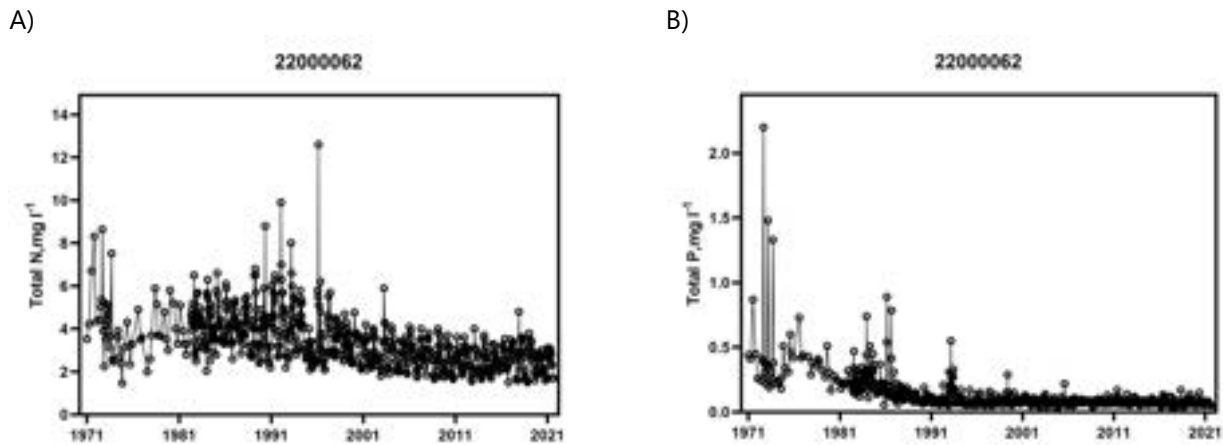
Figur 3.11: Tidsserier af koncentrationen af A) Total kvælstof og B) Total fosfor i Sunds Nørreå i perioden 1989 – 2022.



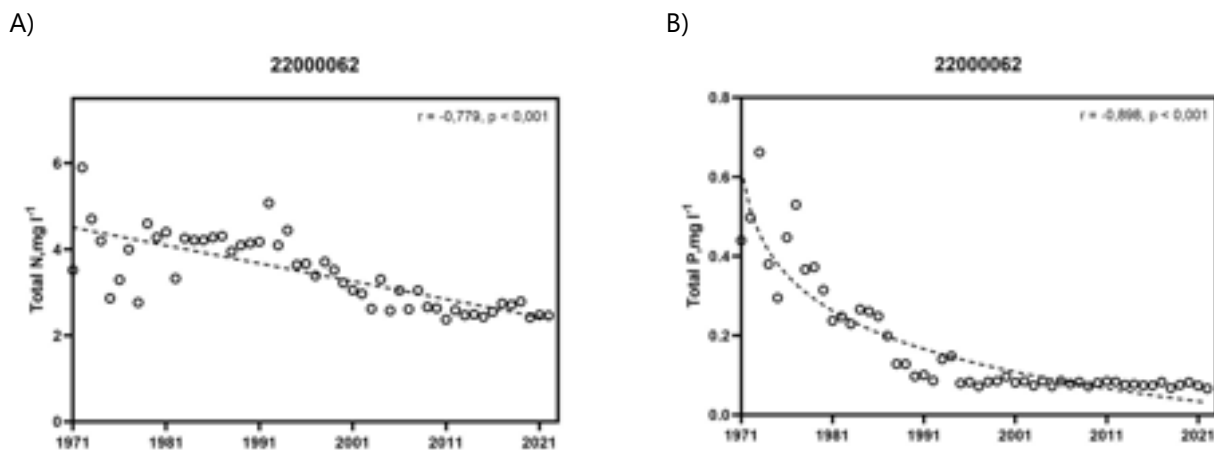
Figur 3.12: Analyse af udviklingen i årsmiddelkoncentrationen af A) Total kvælstof og B) Total fosfor i Sunds Nørreå i perioden 1989 – 2022.

3.3.5 Station 22000062 – Storå, Skærumbro

Der er sket et generelt fald i både koncentrationen af kvælstof og fosfor ved målestationen i Storå (Figur 3.13 og Figur 3.14). Målestationen integrerer stor set hele oplandet og derfor aftegnes den samlede udvikling i Storå i koncentrationerne ved Skærumbro. Fosforreduktionen aftager eksponentielt og beskriver dermed det generelle billede for fosfor i danske vandløb der har været kendetegnende for udviklingen siden starten af 1970'erne, hvor man for alvor satte ind med spildevandsrensning. Niveauet er lidt højere end koncentrationerne der ses i naturvandløb (Thodsen et al., 2021). Kvælstofreduktionen er ligeledes markant. Faldet skyldes sandsynligvis ændringer i tilførslen fra det dyrkede areal. Denne kvælstofudvikling svarer til det generelle billede for overvågningsvandløbene. Total-N ligger noget over koncentrationen i naturlige oplande (Thodsen et al., 2021).



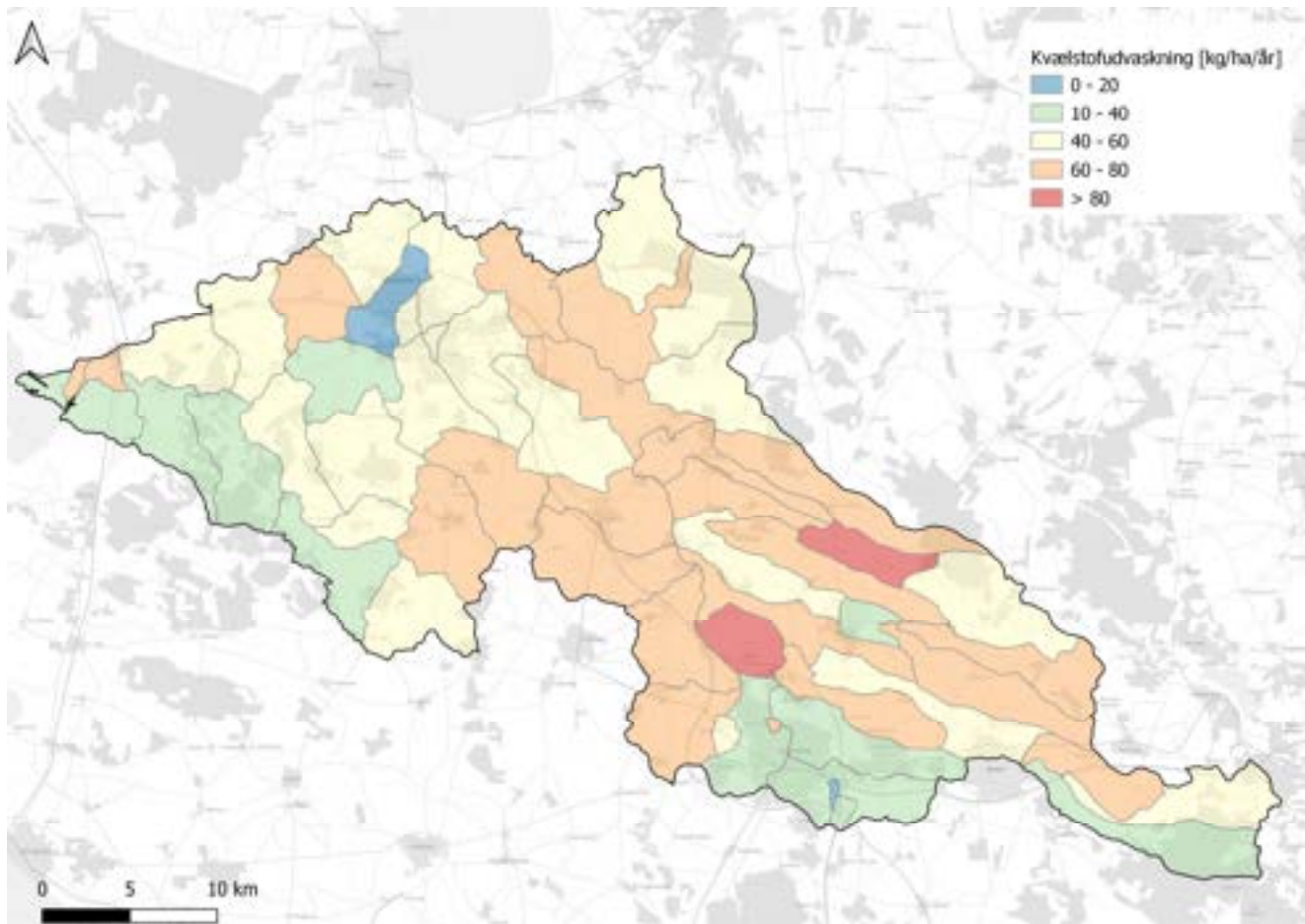
Figur 3.13: Tidsserier af koncentrationen af A) Total kvælstof og B) Total fosfor i Storå (Skærumbro) i perioden 1971 – 2022.



Figur 3.14: Analyse af udviklingen i årsmiddeldkoncentrationen af A) Total kvælstof og B) Total fosfor i Storå (Skærumbro) i perioden 1971 – 2022.

3.4 Oplandstab af kvælstof og fosfor

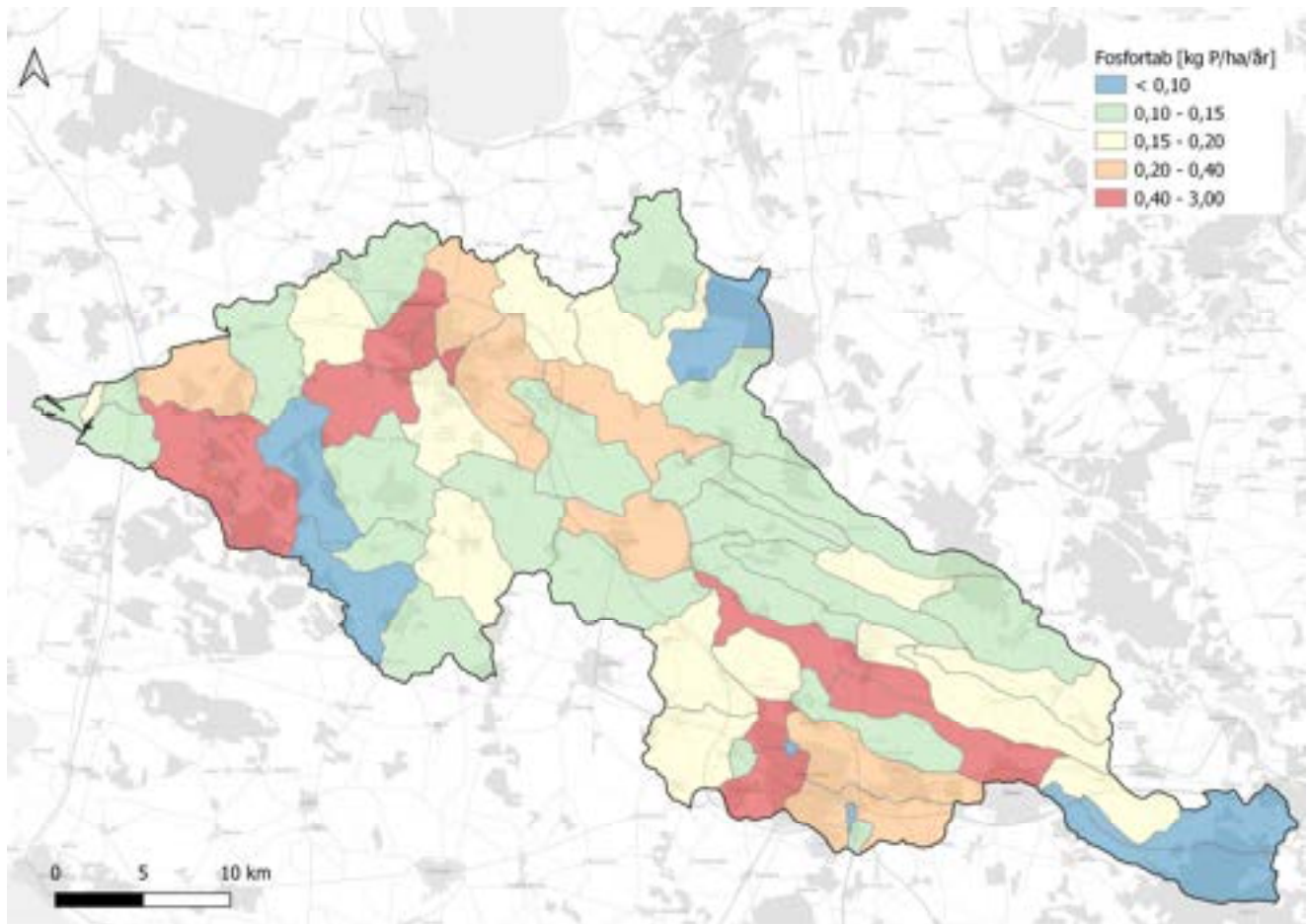
Der findes ikke et stationsnet der er tæt nok til at til at foretage en egentlig oplandsberegning af tabet af kvælstof og fosfor på deloplandsniveau. Derfor er der valgt at tage udgangspunkt i den modelberegnete udvaskning foretaget af GEUS vha. DK modellen på ID15 oplandsniveau. Kvælstoftabet er vist på Figur 3.15. Ud-vaskningen er markant i en stor del af oplandet og særligt i det åbne land.



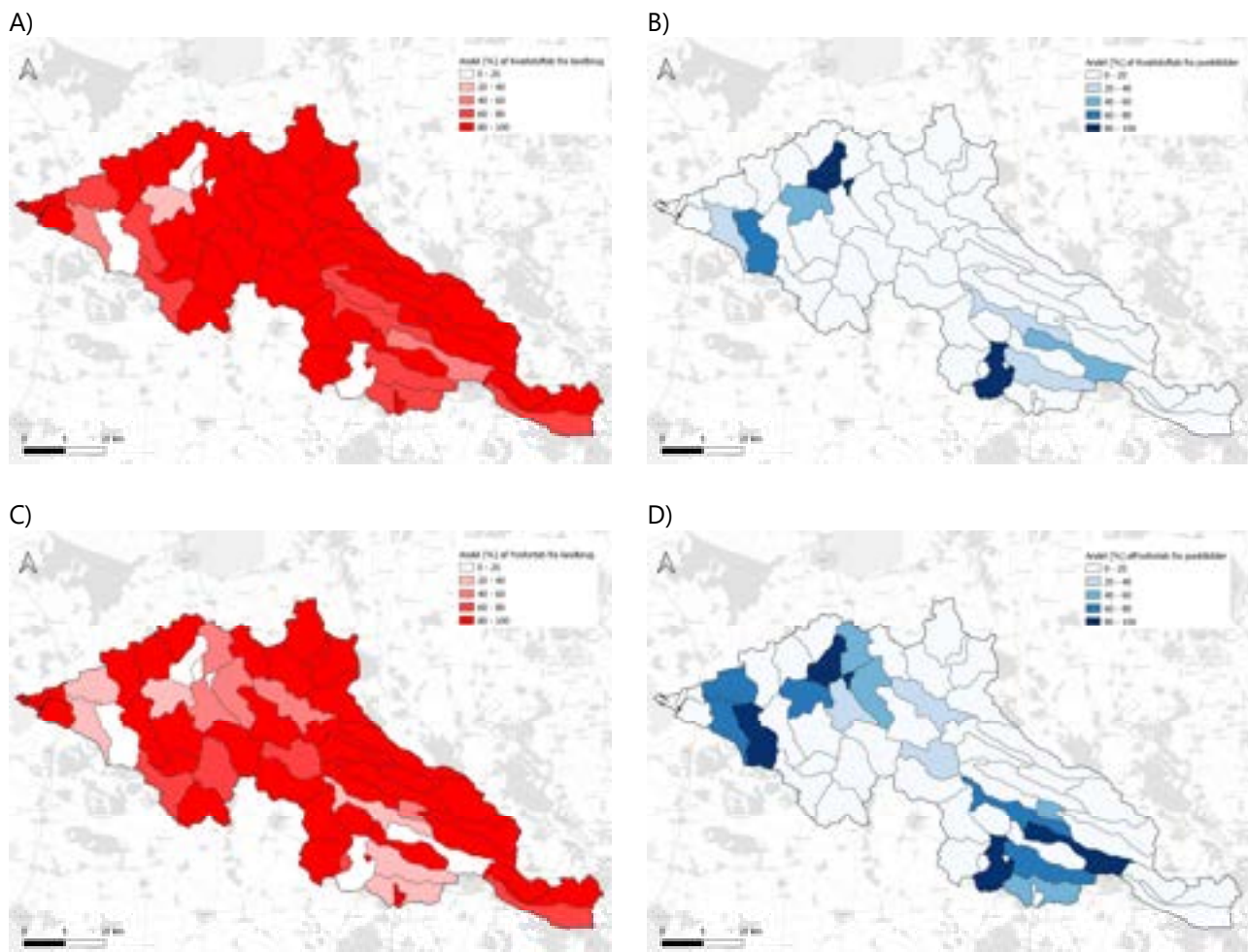
Figur 3.15: Kvælstoftab i kg N /ha / år opgjort på ID oplandsniveau. Kilde: Højbjerg et al. 2021 : National kvælstofmodel.

Fosfortabet er beregnet på baggrund af en kombination af oplandsdata og gennemsnitskoncentrationer, samt informationer om punktkilder. Der ses en tydelig effekt af udledningen fra byer og større punktkilder, herunder overløb og rensningsanlæg, samt i mindre omfang dambrug i visse dele af vandløbene (Figur 3.16).

Opgørelsen af arealanvendelse i oplandet viser at det særligt er det åbne land der bidrager til kvælstofudvaskningen, mens det primært er punktkilder og byer, der influerer på fosforbidraget (Figur 3.17).



Figur 3.16: Fosfortab fra oplandene opgjort på baggrund af PULS data for punktkilder og arealtab fra hhv. natur, skov og landbrug (arealtabsdata stammer fra LOOP oplandene, kilde: Blicher-Mathiesen et al. 2019).



Figur 3.17: Kildeopsplitning på ID15 oplandsniveau. Andelen af udledningen af kvælstof og fosfor fra hhv. landbrug og punktkilder. A) Kvælstof fra landbrug, B) Kvælstof fra punktkilder, C) Fosfor fra landbrug, D) Fosfor fra punktkilder

3.5 Konklusion og anbefalinger

Analysen af næringskoncentrationerne fra de målte stationer i oplandet viser at der er få længerevarende tidsserier, der kan bruges til en egentlig kildeopsplitning og fastlæggelse af udvaskningen af kvælstof og fosfor. Derfor er der foretaget en opgørelse af arealanvendelsen, som er brugt til bestemmelse af fosforudvaskningen, ligesom, mens GEUS beregninger på ID15 oplandsniveau er lagt til grund for beregningen af kvælstofudvaskningen. Samlet set viser næringsanalysen at der er en væsentlig udvaskning af kvælstof i det åbne land, mens byer og punktkilderne bidrager til fosforudvaskningen.

Som input en de videre analyser kan det konkluderes at alle oplande med overvægt af landbrug kan indgå som relevante oplande til kvælstofreduktion. Dette betyder i princippet at alle ådale i det åbne land kan være relevante i forhold til reduktion af særlig kvælstofudvaskningen, gennem vådsætning af ådale og oversvømmelse af vandløbsnære arealer med drænvand, samt oversvømmelse med vandløbsvand.

4. Genskabelse af naturlig hydrologi

4.1 Identifikation af udrettede vandløb

For at identificere vandløb der potentielt kan genslynges og dermed genskabe hydrologisk sammenhæng mellem vandløb og ådal er der foretaget en visuel analyse hvor de nyeste vandløbstemaer er lagt sammen med ældre kort. Dette gør det muligt at identificere hvilke vandløb der er blevet udrettet og kanaliseret siden udarbejdelsen af de gamle kort. De mest pålidelige ældre kort der er til gængelige er de høje målebordsblade. Disse er fremstillet i perioden 1864 til 1899 og er baseret på opmålinger foretaget i perioden 1842 til 1887.

De høje målebordsblade er tegnet på vegne af Generalstaben og kan derfor primært betragtes som et militært værktøj. Der er derfor fokuseret på at kortlægge terrænets farbarhed, hvilket gør at vandløbene er særligt godt beskrevet på disse kort, da vandløbene naturligt danner barrierer i landskabet. De høje målebordsblade er indtegnet højdekurver med en ækvistand på 5 danske fod, svarende til 1,57 m. Desuden er kortene suppleret med en lang række fikspunkter med koteangivelse, samt optegning af vandløb som også kan være kotesat. Vandløbene markeret med blå, lavbundsområderne er markeret med grøn og hedearealer er markeret med lys rød. De høje målebordsblade er indsamlet, indscannet og udstillet af Geodatastyrelsen (SDFE) og er tilgængelige digitalt med en opløsning på 2x2m.

Samtlige strækninger der i struktur og slyngningsgrad afviger mellem det nye vandløbstema og de ældre kort blev digitaliseret og gemt i et separat GIS lag. I Figur 4.1 er vist et eksempel på hvordan vandløbene er ændret mellem de ældre målebordsblade og de nye kort.



Figur 4.1: Sammenligning af de nyere kort (4 cm kort, 1:25:000) og de ældre høje målebordsblade, med særligt fokus på muligheden for at identificere vandløb der er blevet udrettet og reguleret.

4.2 Opstilling af oversvømmelseskort

Baggrunden for risikokortlægningen er oversvømmelseskort for vandløbene i Storå oplandet, hvor der er beregnet vandudbredelser for gentagelsesperioderne 2, 5, 10, 20, 50 og 100 år for både nutidigt fremtidigt klima. De vandløb der indgår i analysen fremgår på Figur 4.2 Der er opsat en Mike Hydro River model med alle vandløbsgrene samlet, hvori de forskelle beregningsscenarier er gennemført. Modellen kræver input i form af vandløbenes tværnsgeometrier, afstrømning og vandstand i Ringkøbing Fjord som nedre randbetingelse. Input er nærmere beskrevet i det følgende. Efterfølgende er vandløb udenfor Storås hovedopland fjernet, således at det kun er vandløb indenfor oplandet der regnes på.



Figur 4.2: Oversigt over vandløb inddraget i oversvømmelsesanalysen.

Vandløbenes faktiske tværsnitsgeometri er ikke indlejret i modellerne, men tværsnittene er beskrevet ud fra Danmarks Højdemodel (2021), hvilket betyder at det kun er den del af tværsnittene der ligger over det opmålte vandspejl i højdemodellen, som udgør det beregningsmæssige tværsnit i vandløbsmodellen, se FIGUR

Indarbejdelse af opmålingsdata er vurderet ikke at være nødvendig, da der er tale om større- og ekstreme regnhændelser, hvorfor kapaciteten nede i selve vandløbsprofilen ikke er afgørende for den samlede oversvømmelse af de vandløbsnære arealer. For at kompensere for vandløbenes faktiske tværsnitsgeometri antages det, at der i vandløbet, løber en vandføring svarende til en middelsituation. Vandføringen ved en middelsituation er derfor trukket fra vandføringerne ved de forskellige beregningsscenarier (T= 2, 5, 10, 20, 50 og 100 år).



Figur 4.3: Eksempel på tværsnit som indgår i vandløbsmodellerne (Orange linje). *Vandspejl ved opmåling af Danmarks Højdemodel 0,4 m grid nyeste udgave. Vandspejlet udgør bunden af det vandløbsprofil der indgår i vandløbsmodellen. Den faktiske bund og geometri i vandløbene afviger fra højdemodellen og princippet herfor kan ses af den grønne linje.

For alle vandløb regnes der med et Manningtal på 30, som repræsenterer at den ekstra vandmængde der regnes på i modellerne, strømmer dels oven på det opmålte vandspejl i højdemodellen. Der er lavet en sammenligning af beregnede vandspejl i forhold til en række vandstandsstationer i de pågældende vandløbssystemer og her viser det, at et manningtal 30 er repræsentativt for målte vandstande.

Modellen opsættes med arealspecifikke afstrømninger som er bestemt på baggrund af ekstremværdier angivet i DCE – Ekstremværdianalyse af vandføringsdata 1990-2019 (Larsen & Ovesen, 2021). Her er målestationen ved Skærumbro (Stednr.: 22000062) anvendt, til at estimere den arealspecifikke afstrømning for hele Storå oplandet. Til klimafremskrivning er der benyttet middelværdier af klimafaktorer fra HIP indenfor Storås opland (se Tabel 2.6)

De beregnede vandstandskoter for alle beregningspunkter på vandløbene er projiceret ud i det omkringliggende terræn, hvorudfra der er bestemt vanddybder. Våde områder der ikke ligger i umiddelbart nærhed af vandløbene er klippet ud, da det ikke er muligt for vandløbsvandet at strømme til disse områder. Dette gælder specifikt for de dybtliggende arealer på bagsiden af digerne langs Storå på strækningen fra Bur til Nissum Fjord. Her er oversvømmede arealer, der ligger på bagsiden af et dige, fjernet fra resultatet, hvis den modellerede vandstand ikke overstiger digets kronekant.

På baggrund af oversvømmelsesanalyser er der foretaget en kvantificering af oversvømmelsernes størrelse og udbredelse. Analyserne viser hvilke arealer der påvirkes med det nuværende klima, samt det fremskrevne klima og hvis der ikke gennemføres tiltag til reduktion af strømmingen eller tilbageholdelse af vand i oplandet.

4.2.1 Arealer der er påvirket af sætninger

På baggrund af en analyse, foretaget af WSP, af den historiske og fremtidige sætninger for hele Storås opland, er der opgjort hvilke arealer der for nuværende er påvirket af sætninger samt hvilke arealer der vil kunne forventes at sætte sig yderligere frem mod år 2050 (WSP, 2022).

4.3 Resultater

4.3.1 Oversvømmede arealer

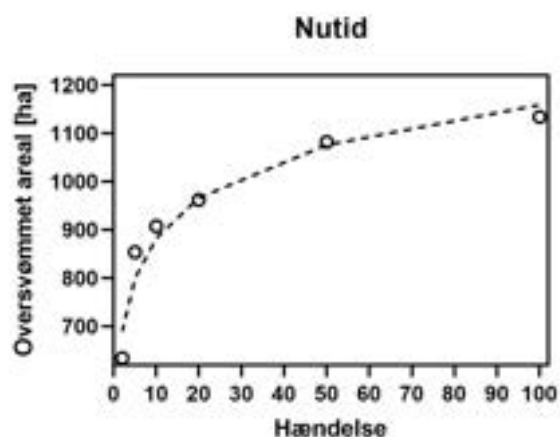
Oversvømmelserne i Storås opland fra selve åen forekommer næsten hvert eneste år i større eller mindre omfang. Dette skyldes at vandløbet løber relativt terrænnært og det vil naturligt oversvømme dele af ådalen i vinterhalvåret hvor der falder mest nedbør. Dette fremgår og så af Tabel 4.1, hvor der er en væsentlig oversvømmelsesudbredelse allerede ved en 2-år hændelse, svarende til den vandføring der opleves cirka hvert andet år, rent statistisk.

Den maksimale oversvømmelse kan være svært at bestemme, men det arealer der er oversvømmet ved en 100 års hændelse i år 2100 (1529 ha) svarer meget godt til den forventede maksimale oversvømmelsesudbredelse i ådalene i Storås opland. Som det fremgår af tabellen vil der allerede ved en 2-års hændelse i nuværende klima være brugt 41% af arealet der potentielt kan oversvømmes, mens dette tal vokser til 56% i år 2100. Oversvømmelseskapaleten og tilbageholdelsen vil altså være begrænset i ådalen. Der kan selvfølgelig staves vand op til en større vanddybde, men tallene indikerer at magasineringsskapaleten i ådalene er relativt begrænset. Det samlede lavbundsareal i ådalene i oplandet er på 27.300 ha, heraf er altså kun 6% tilgængelige som områder, hvorpå der tilbageholdes vand (regnet som arealet oversvømmet ved en 100 års hændelse i år 2100).

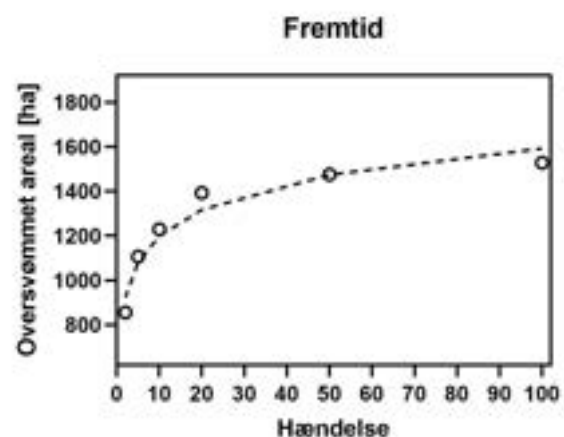
Tabel 4.1: Oversvømmet areal ved nuværende (2020) klima og ved fremskrevet klima, dvs. år 2100.

	Nutid - 2020 [ha]	Fremtid - 2100 [ha]	Forskel [ha]
2 år	634	855	221
5 år	854	1.106	252
10 år	908	1.129	221
20 år	962	1.393	431
50 år	1.082	1.475	393
100 år	1.134	1.529	395

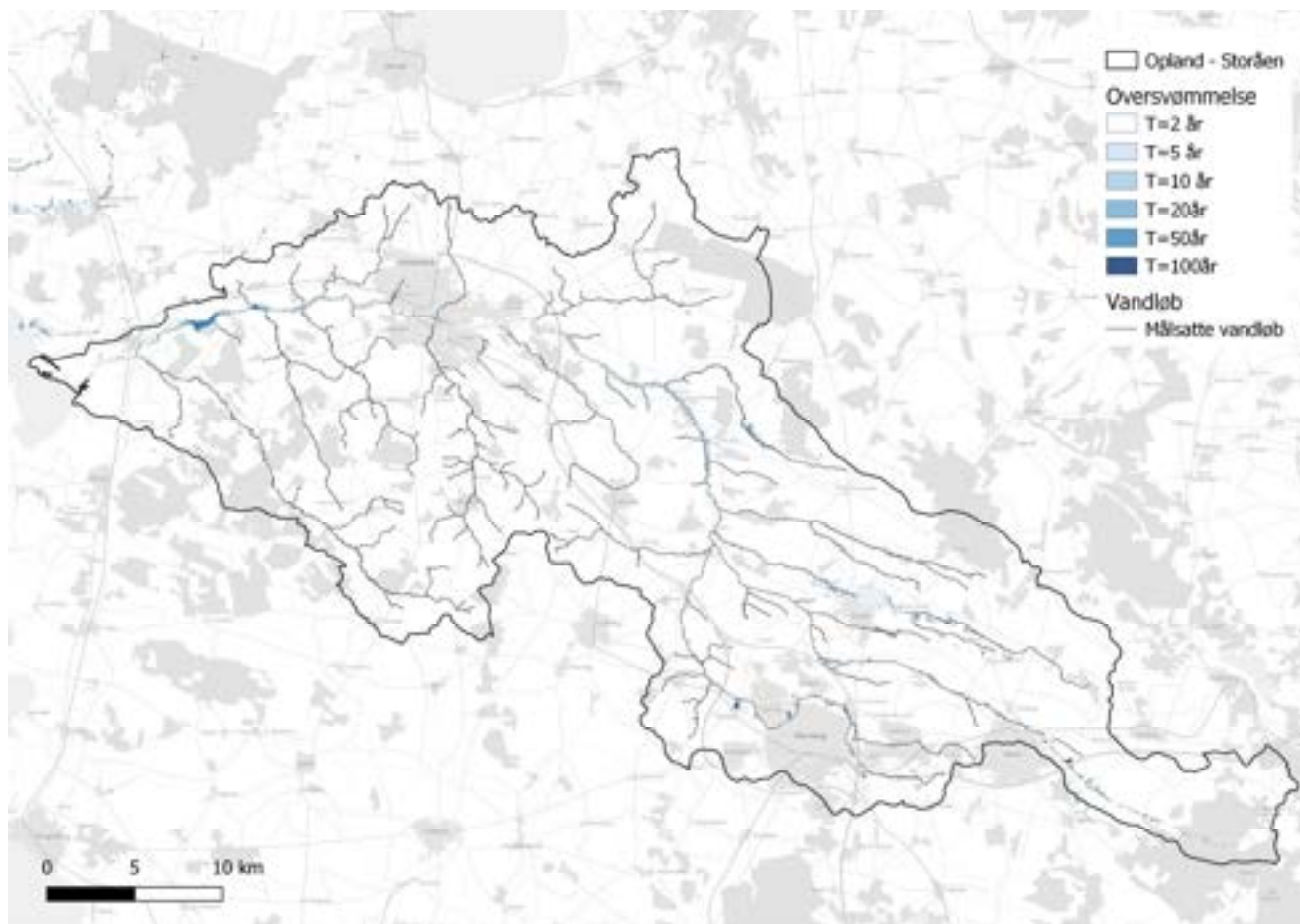
A)



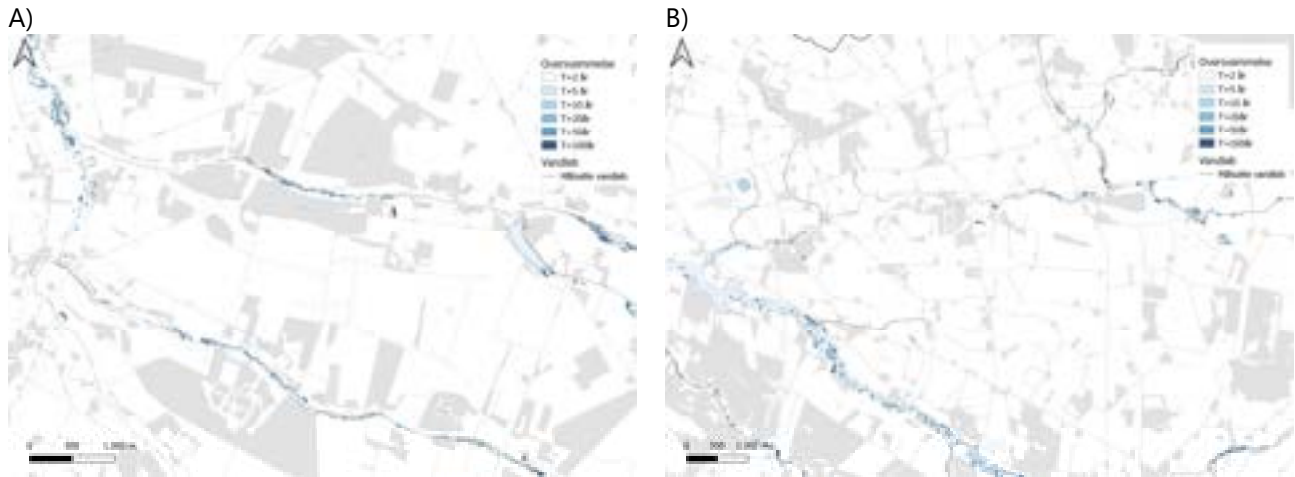
B)



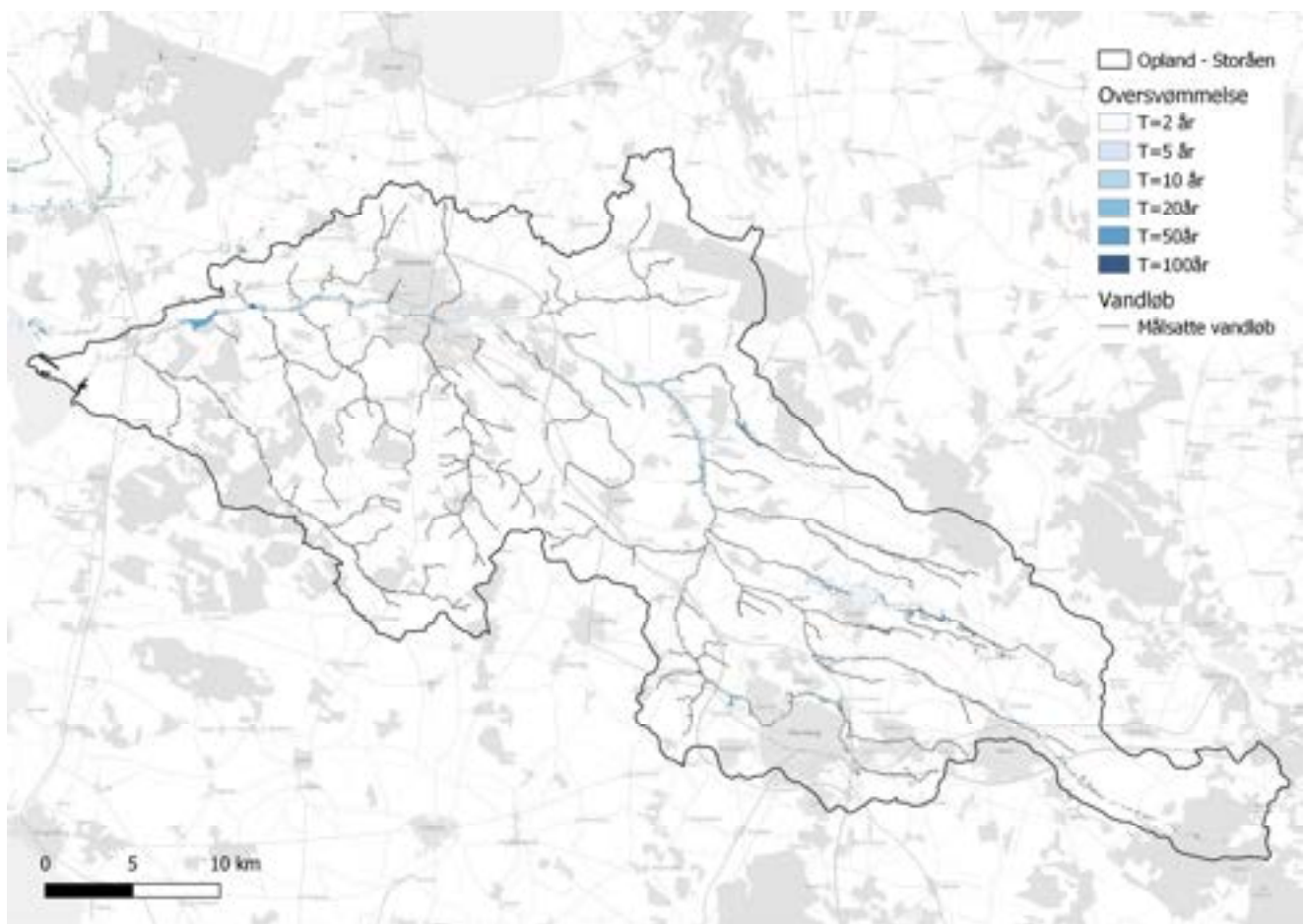
Figur 4.4: Udvikling i det oversvømmede areal i ådalene i Storås opland for hhv. A) et nutidsscenarie, svarende til 2020 og B) et fremskrevet fremtidsscenarie for år 2100. De stiplede linjer viser en statistisk signifikant ($p < 0,001$) logaritmisk tendenskurve for udviklingen i det oversvømmede areal som funktion af hændelsens størrelse.



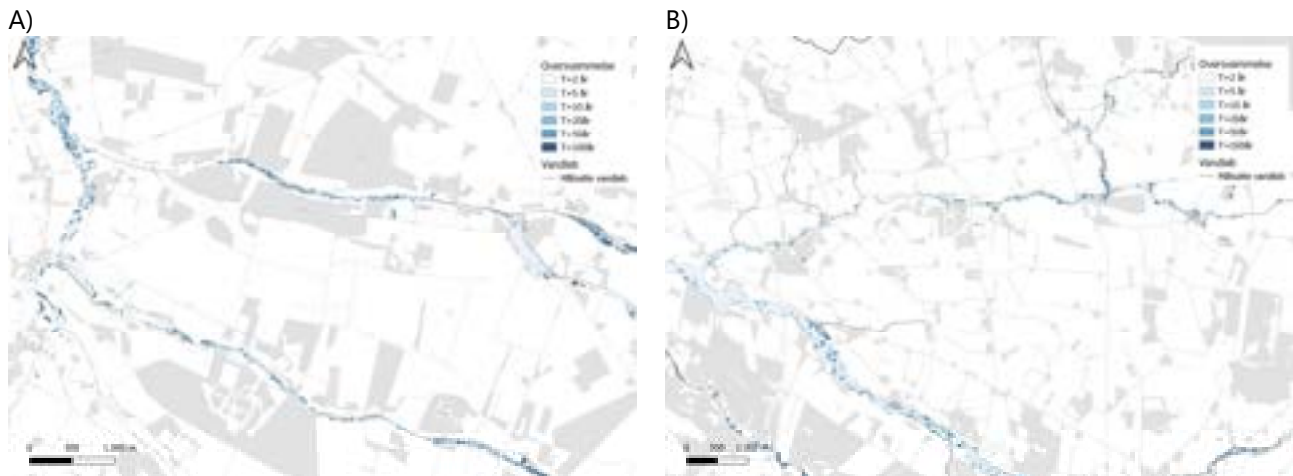
Figur 4.5: Oversvømmede arealer - nutidsscenarie.



Figur 4.6: Oversvømmede arealer - nutidsscenarie. A) udklip fra den centrale del af Storå-systemet ved Nybro og B) udklip fra den nordøstlige del af Storåoplandet ved Hogager i området hvor Savstrup Å løber til Storå.

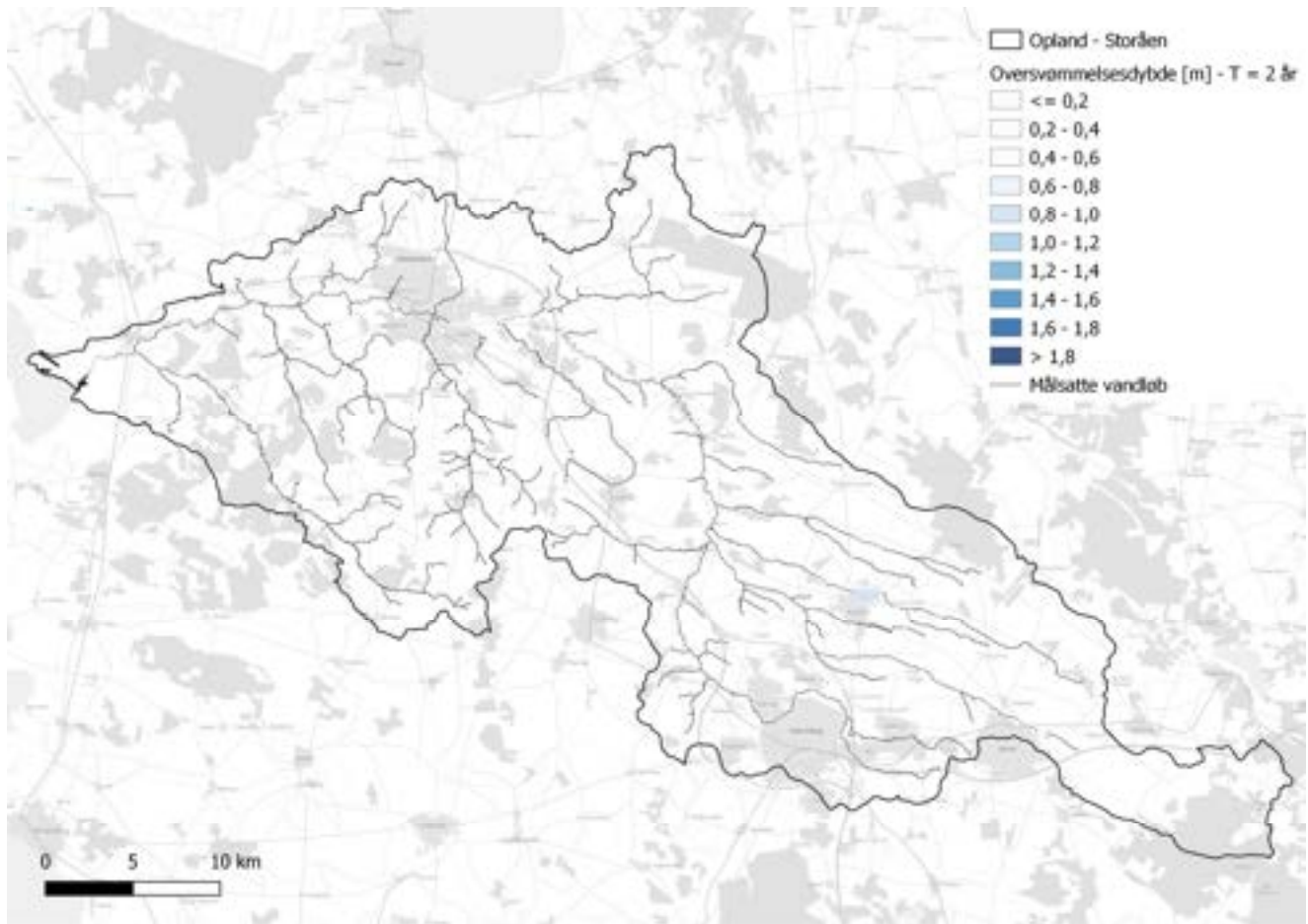


Figur 4.7: Oversvømmede arealer - fremtidsscenarie.

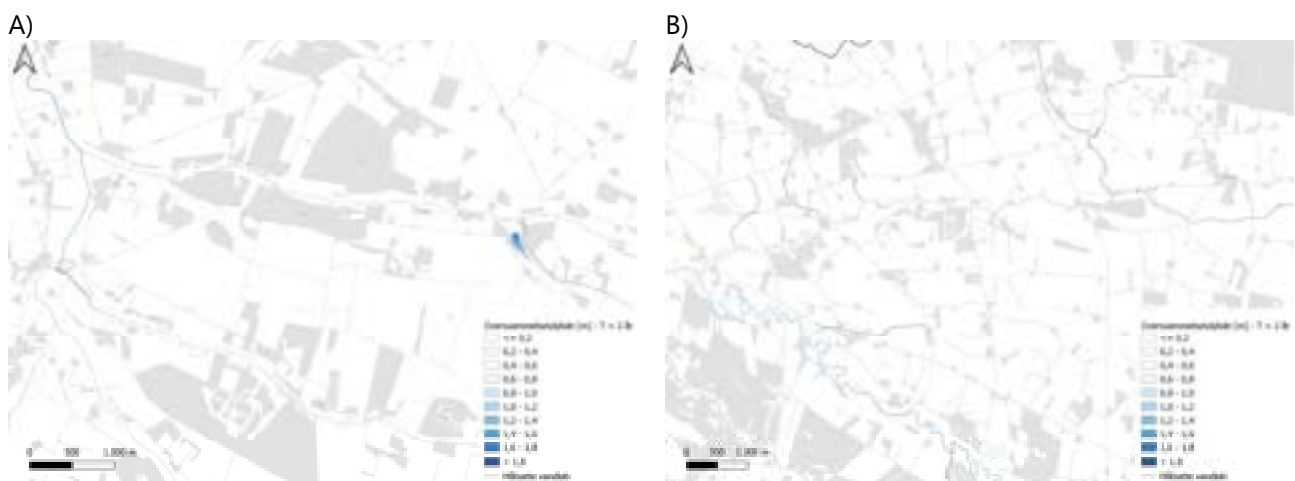


Figur 4.8: Oversvømmede arealer - fremtidsscenario. A) udklip fra den centrale del af Storå-systemet ved Nybro og B) udklip fra den nordøstlige del af Storåoplandet ved Hogager i området hvor Savstrup Å løber til Storå.

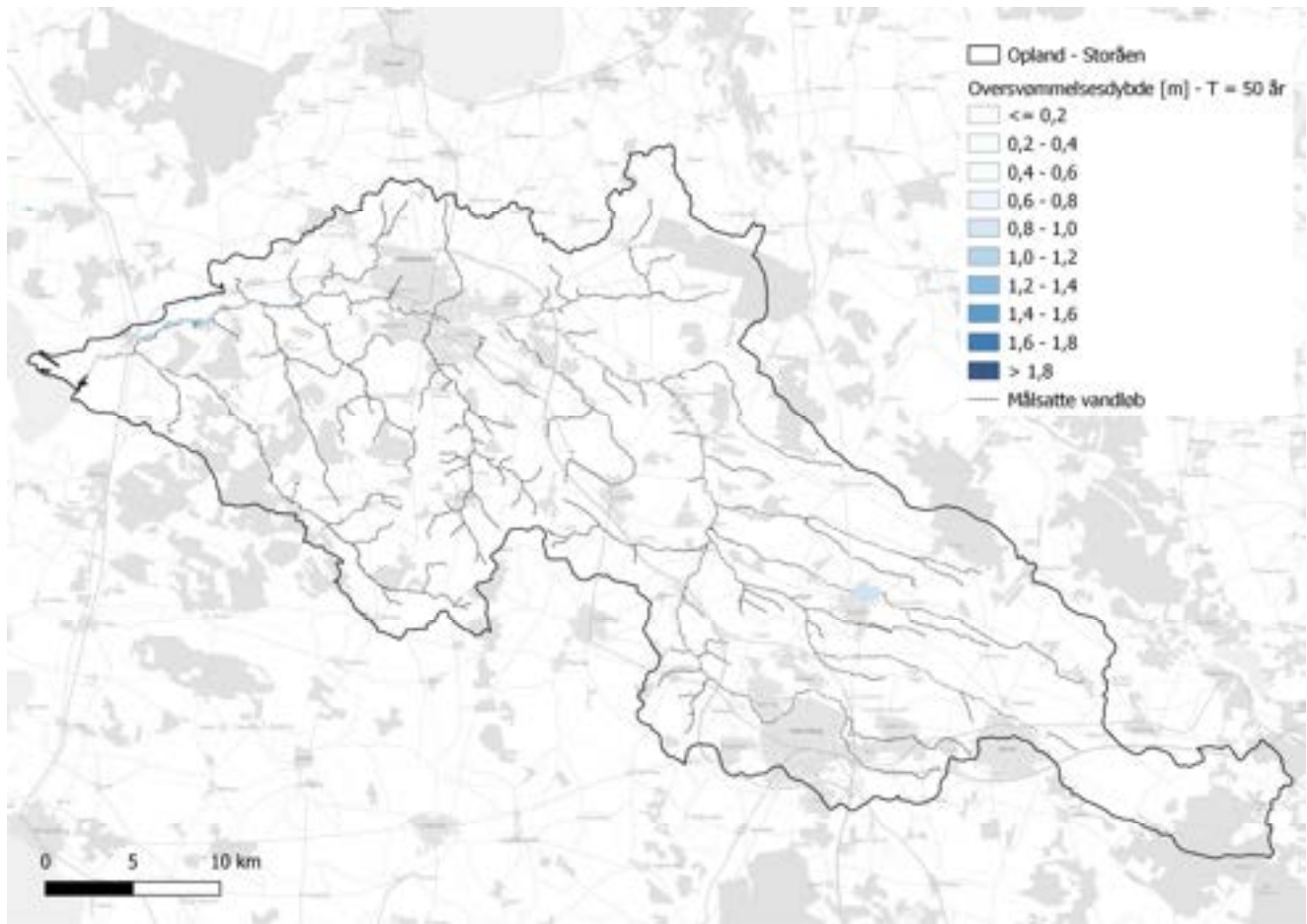
Ovenstående figurer (Figur 4.4-Figur 4.8) viser det forventede udbredelsesmønster hvor det oversvømmede arealer stiger når hændelsen stiger. Det fremgår endvidere af Tabel 4.1 hvor stort et areal der berøres af oversvømmelser ved forskellige gentagelsesperioder. Nærstuderet kortene kan det ses at det især er langs hovedløbet af Storå at oversvømmelserne finder sted. I toppen af systemet er det i sær Hammerum Bæk, / Herningsholm Å ved Herning at der finder oversvømmelser sted, ligesom Røjenkær Bæk med opstrøms vandløb er udfordret, ligesom selve Storå. I den nedre del af systemet er der i sær selve Storå og i mindre omfang tilløbene fra syd, Råsted Lilleå, Idom Å, Gryde Å og Vegen Å, der ved udløbet i Storå udfordres. I den østlige del af oplandet ved Savstrup Å forekommer mindre oversvømmelser, men den intensive dræning af blandt andet Hessel Mose, Pjarris Mose og Hvidmose gør at vandløbene er nedgravet og dermed ikke oversvømmer som ofte. Oversvømmelsesbilledet viser at der langs en stor del af vandløbene i Storås opland forekommer oversvømmelser ganske ofte, typisk hvert andet år ($T=2$). Dette skyldes sandsynligvis sætninger, men også at vandløbene generelt løber tæt på terræn i en stor del af oplandet, hvilket fordrer oversvømmelserne.



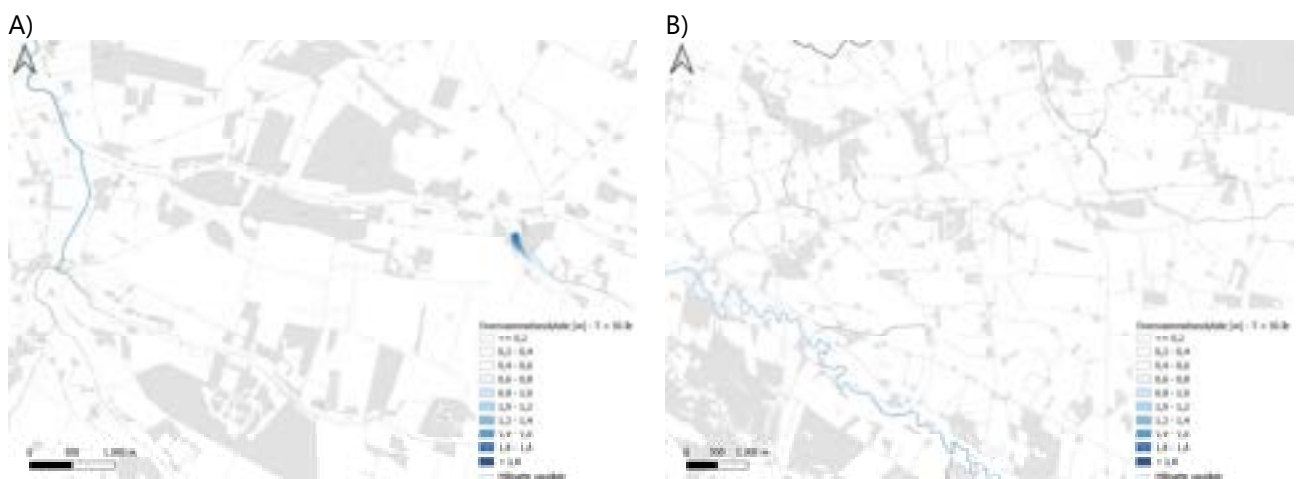
Figur 4.9: Oversvømmelsesdybde – nutidsscenarie – 2 års hændelse.



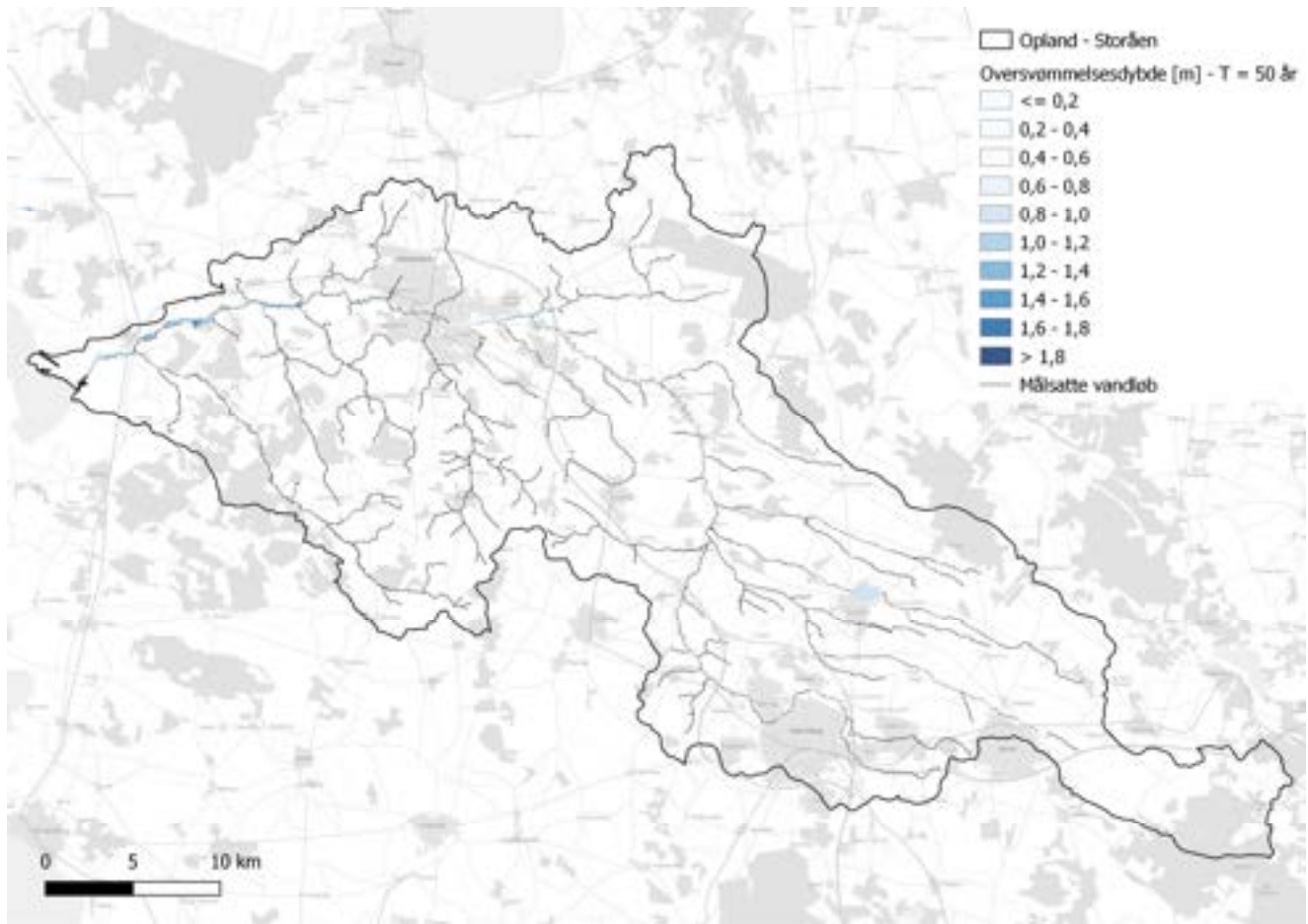
Figur 4.10: Oversvømmelsesdybde – nutidsscenarie – 2 års hændelse. A) udklip fra den centrale del af Storå-systemet ved Nybro og B) udklip fra den nordøstlige del af Storåoplandet ved Hogager i området hvor Savstrup Å løber til Storå.



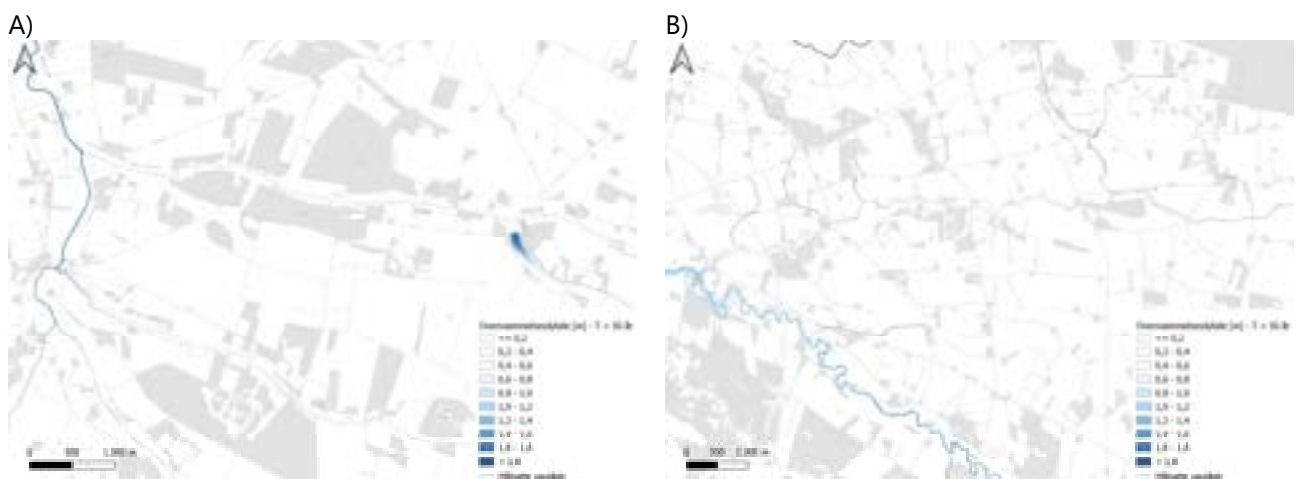
Figur 4.11: Oversvømmelsesdybde – nutidsscenarie – 50 års hændelse.



Figur 4.12: Oversvømmelsesdybde – nutidsscenarie – 50 års hændelse. A) udklip fra den centrale del af Storå-systemet ved Nybro og B) udklip fra den nordøstlige del af Storåoplandet ved Hogager i området hvor Savstrup Å løber til Storå.



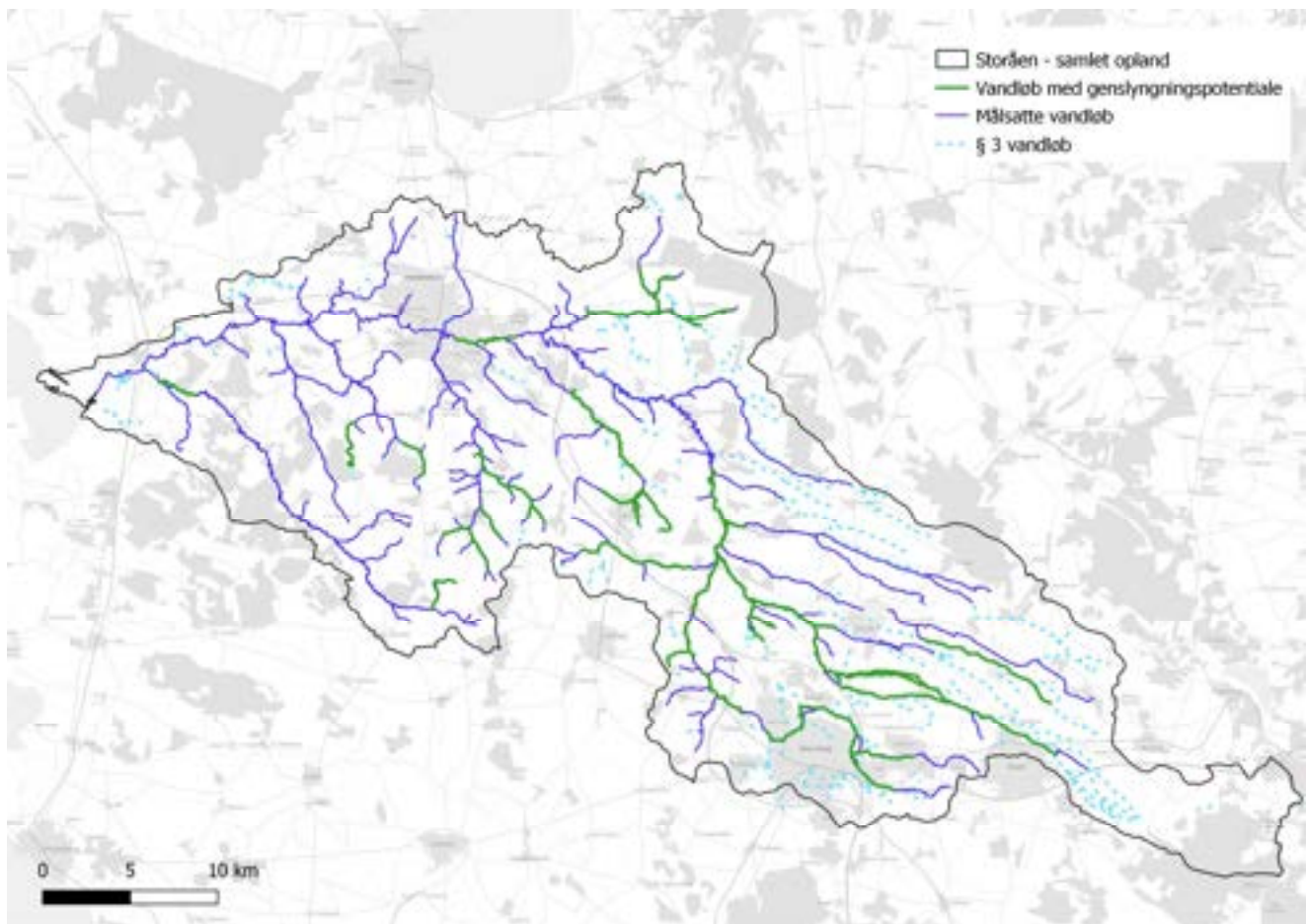
Figur 4.13: Oversvømmelsesdybde – fremtidsscenarie – 50 års hændelse.



Figur 4.14: Oversvømmelsesdybde – fremtidsscenarie – 50 års hændelse. A) udklip fra den centrale del af Storå-systemet ved Nybro og B) udklip fra den nordøstlige del af Storåoplandet ved Hogager i området hvor Savstrup Å løber til Storå.

Figurerne med oversvømmelsesdybder (Figur 4.9- Figur 4.14) viser i lighed med udbredelseskortene at de største dybder findes langs Storås hovedløb og særligt nedstrøms Holstebro, hvor dybden når op i nærheden af 1 meter på de dybeste steder ved en 2-års hændelse og endnu højere ved større vandføringer. Langs de resterende vandløb når oversvømmelsesdybde sjældent over 0,6 til 0,8 meter. Så der er altså tale om relativt lavvandede oversvømmelser, men til gengæld er udbredelsen ganske stor selv ved små oversvømmelser. Dette svarer til at en relativ stor del af ådalene er oversvømmet.

4.3.2 Genslyngning af vandløb

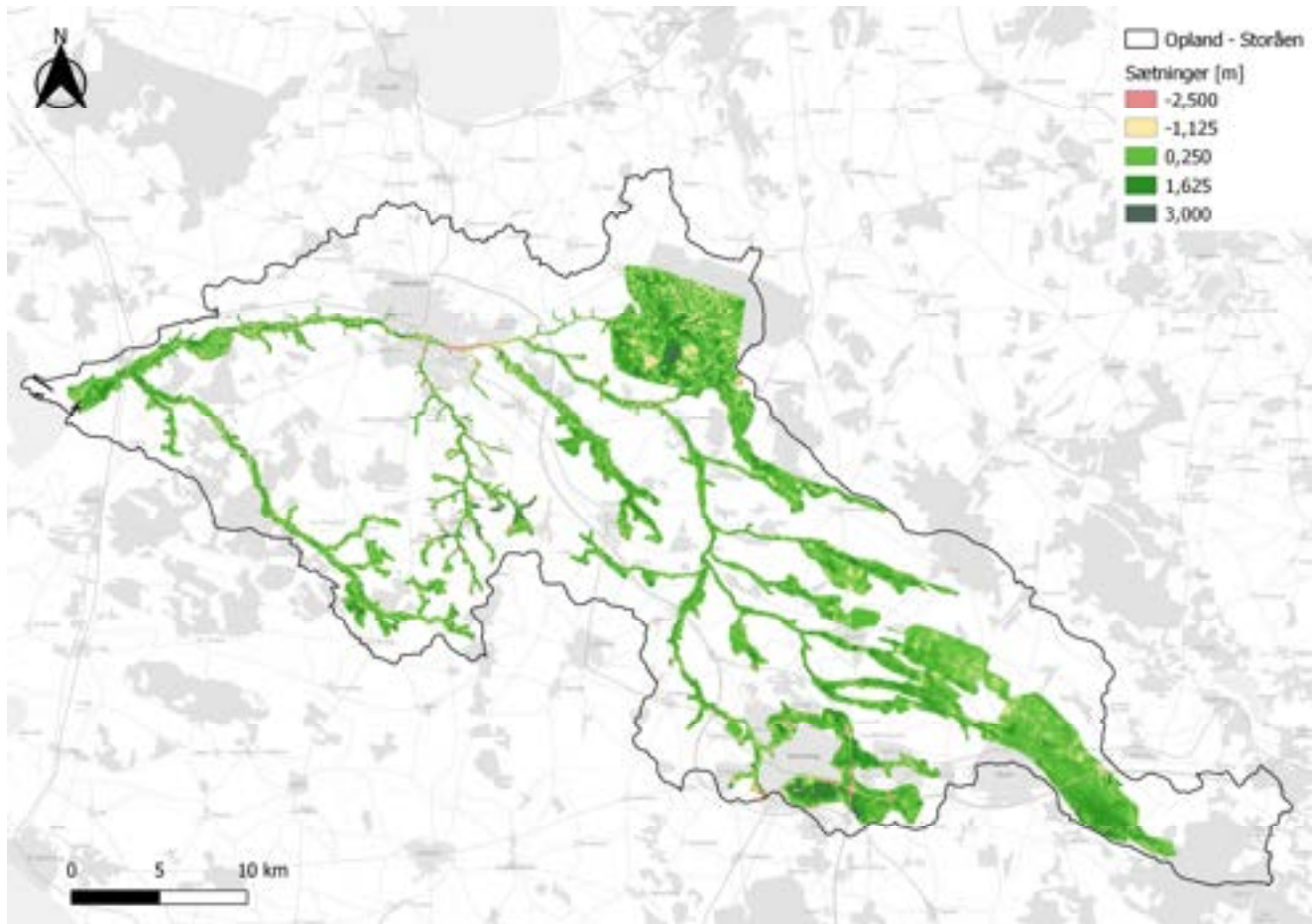


Figur 4.15: Vandløb der potentielt kan genslynges ved og dermed opnå en bedre kontakt med ådalen og en mere naturlig hydrologisk kontakt. Strækningerne er digitaliseret fra de høje målebordsblade (Dat SDFE).

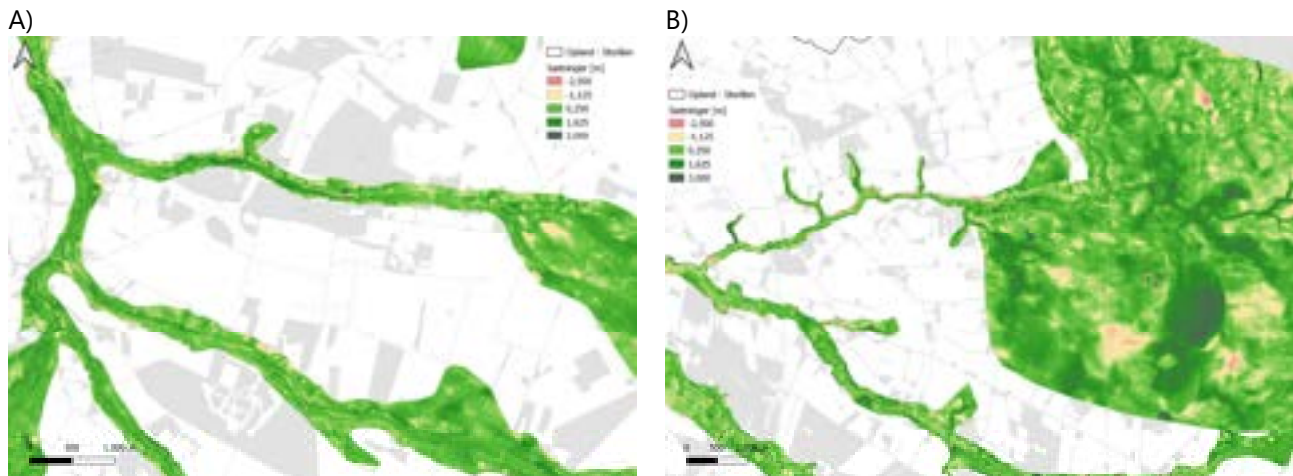
I Figur 4.15 er vist de strækninger som ud fra de ældre målebordsblade er blevet fysisk modificeret og i dag er udrettede. Disse udgør en potentiel mulighed for at genskabe den naturlige hydrologi og kontakt med ådalen gennem genslyngning. Der er i alt identificeret 221 km vandløb som potentielt kan genslynges.

4.3.3 Sætninger i Storås opland

Der er sket markante sænkninger i på lavbundsjordene i ådalene i oplandet. Sænkninger falder fra de centrale del af ådalene og mod højereliggende terræn ved ådalenes skrænter (Figur 4.16 og Figur 4.17). Områder med grønne farer og positive værdier viser sætninger, men gule og røde farver viser hævnings i terrænet.



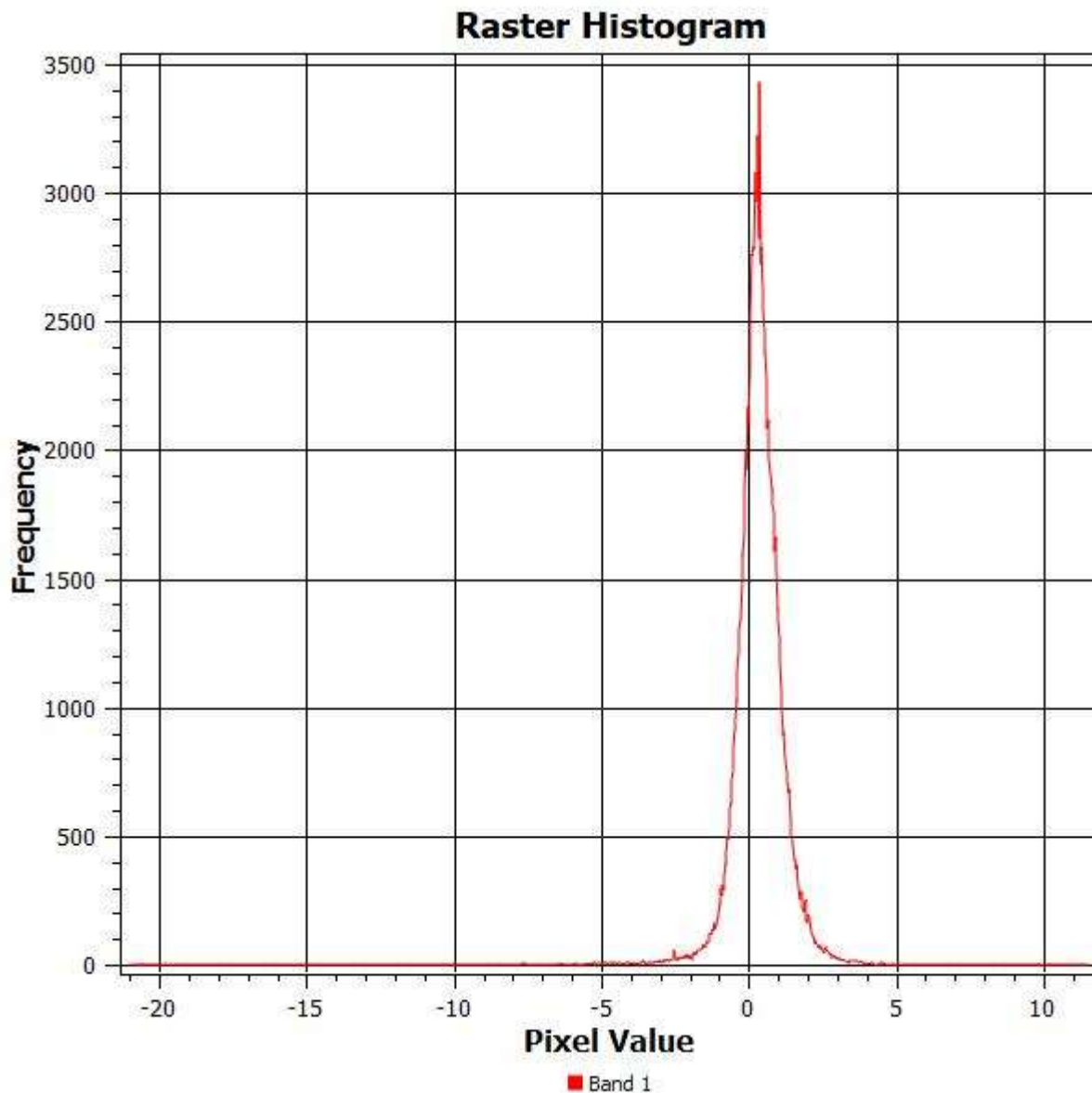
Figur 4.16: Sætninger i Storås – 1871-2015 (Data: Storåkomiteen, WSP, 2022).



Figur 4.17: Sætninger i Storå – 1871-2015, A) udklip fra den centrale del af Storå-systemet ved Nybro og B) udklip fra den nordøstlige del af Storåoplandet ved Hogager i området hvor Savstrup Å løber til Storå. (Data: Storåkomiteen, WSP, 2022).

Der ses tydelige ændringer i terrænet i ådalene, men også en tendens til at der langs vandløbene er sket en mindre hævnning, således at kronekanten oftest ligger lidt højere en den bagvendeliggende ådal. Dette kan betyde at vandet der oversvømmer fra vandløbet ikke har nogen naturlig strømningsvej tilbage til vandløbene og vil have en højere opholdstid på de vandløbsnære arealer.

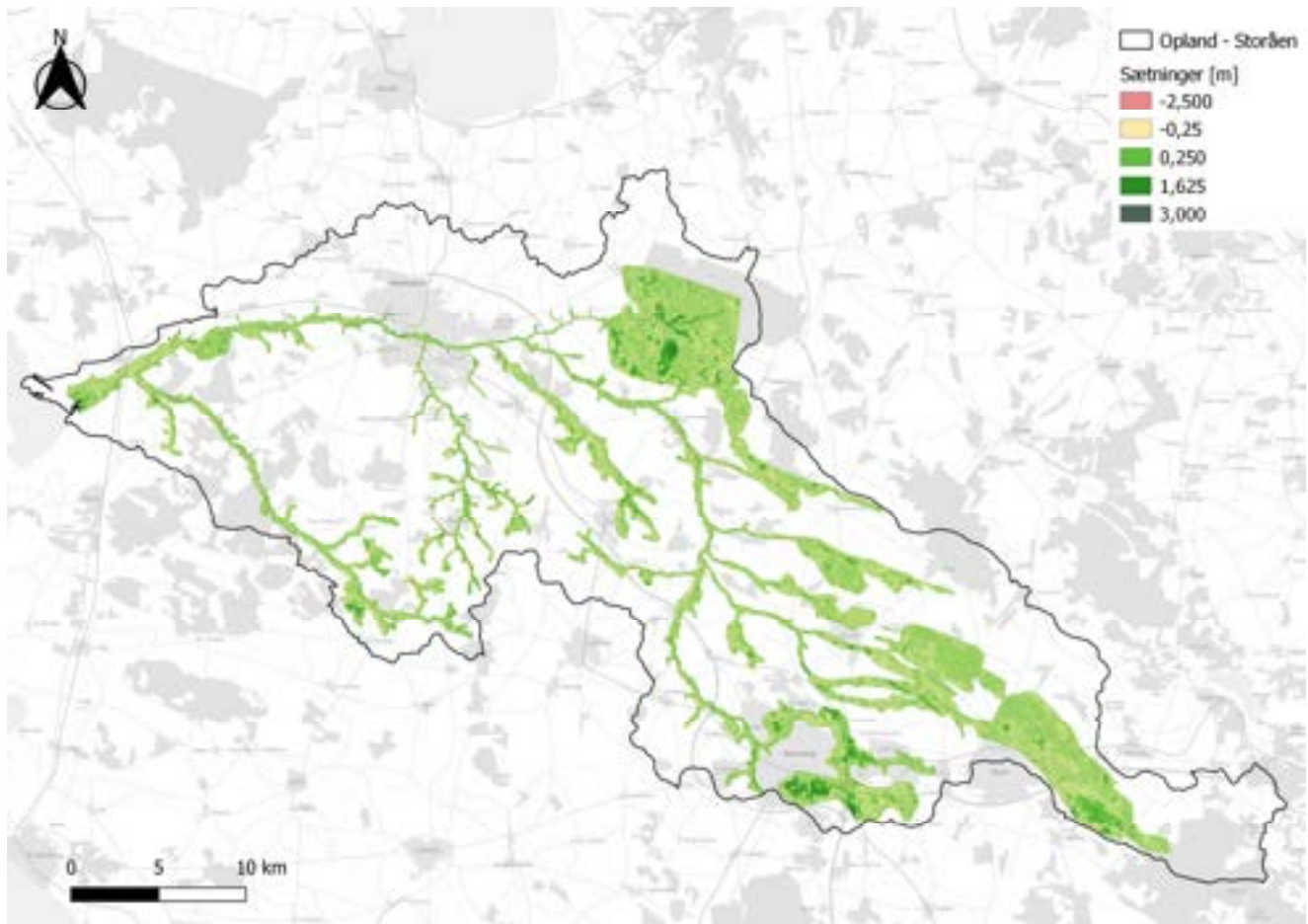
Fordelingen af sætningerne i ådalene fremgår af Figur 4.18. Her er vist samtlige analysepunkter for hele ådalen. Det fremgår klart af analysen at middelsænkningen i oplandet ligger på 1-2 meter, men der er også områder der har hævet sig, særligt omkring infrastruktur, men også brinkerne og ikke mindst vandspejlet i kraftværksøen viser hævnning, da denne er kommet til siden opmålingen i 1800-tallet. Der er en del "støj" og variation i kortene, hvilket skyldes variationen i den digitale højdemodel fra 2015. Denne viser med stor detaljeringsgrad variationer i terrænet, hvilket giver anledning til "støj" i billedet.



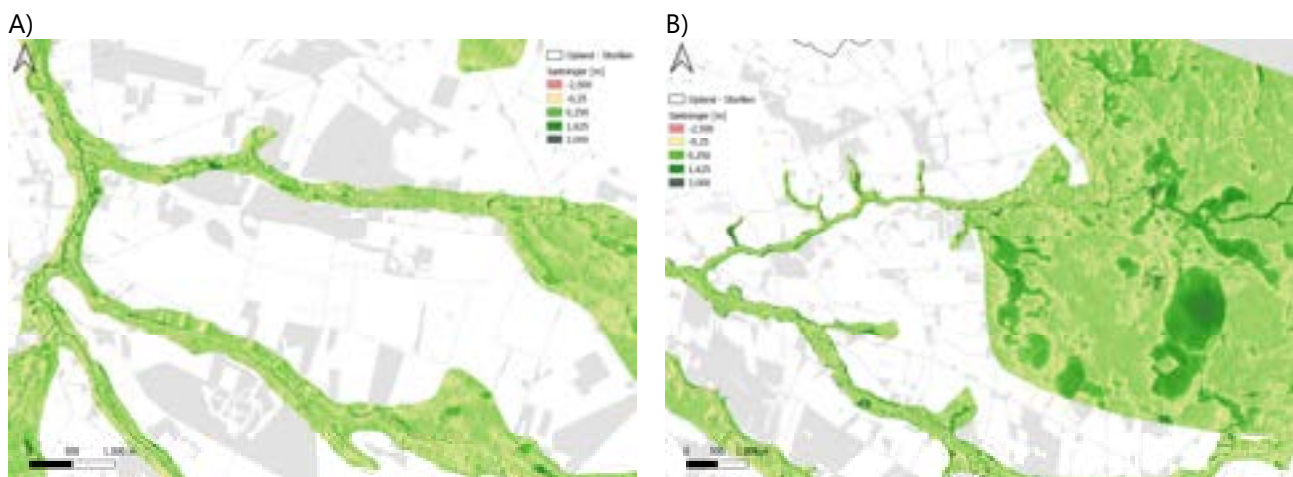
Figur 4.18: Histogram der viser fordelingen af terrænændringerne i Storå – 1871-2015. Pixel value angiver sætningen. Negative værdier er hævnninger og positive værdier sænkninger. Y-aksen angiver antal pixels med en given værdi. (Data: Storåkomiteen, WSP, 2022).

4.3.4 Potentielle sætninger i fremtiden

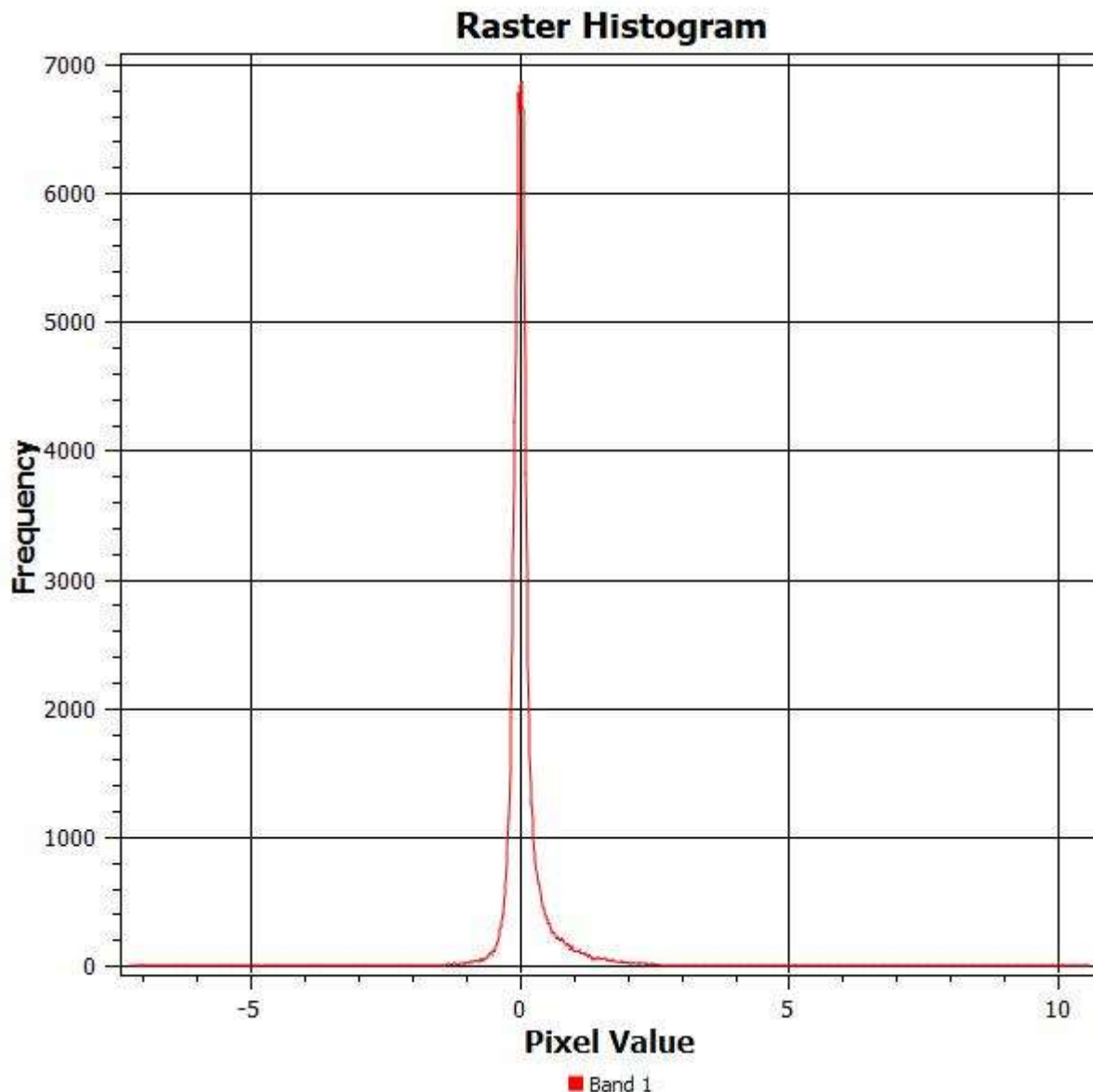
På baggrund af analyser af udvikling i terrænet fra 1871 til 2015 har WSP fremskrevet sænkningerne i ådalen. Disse fremgår af Figur 4.19 og Figur 4.20 at der sker yderligere sænkninger frem mod 2050. Sænkningerne sker generelt i området og forekommer primært på de arealer der allerede har sat sig. Dog er det beregnet at sætninger vil aftage med tiden. Således vil de fremtidige sætninger udgøre i størrelsesorden 0-20 cm i lavbundsområderne i ådalen.



Figur 4.19: Fremtidige sætninger i Storå, fremskrevet til 2050. (Data: Storåkomiteen, WSP, 2022).



Figur 4.20: Fremtidige sætninger i Storå, fremskrevet til 2050, A) udklip fra den centrale del af Storå-systemet ved Nybro og B) udklip fra den nordøstlige del af Storåoplandet ved Hogager i området hvor Savstrup Å løber til Storå (Data: Storåkomiteen, WSP, 2022).



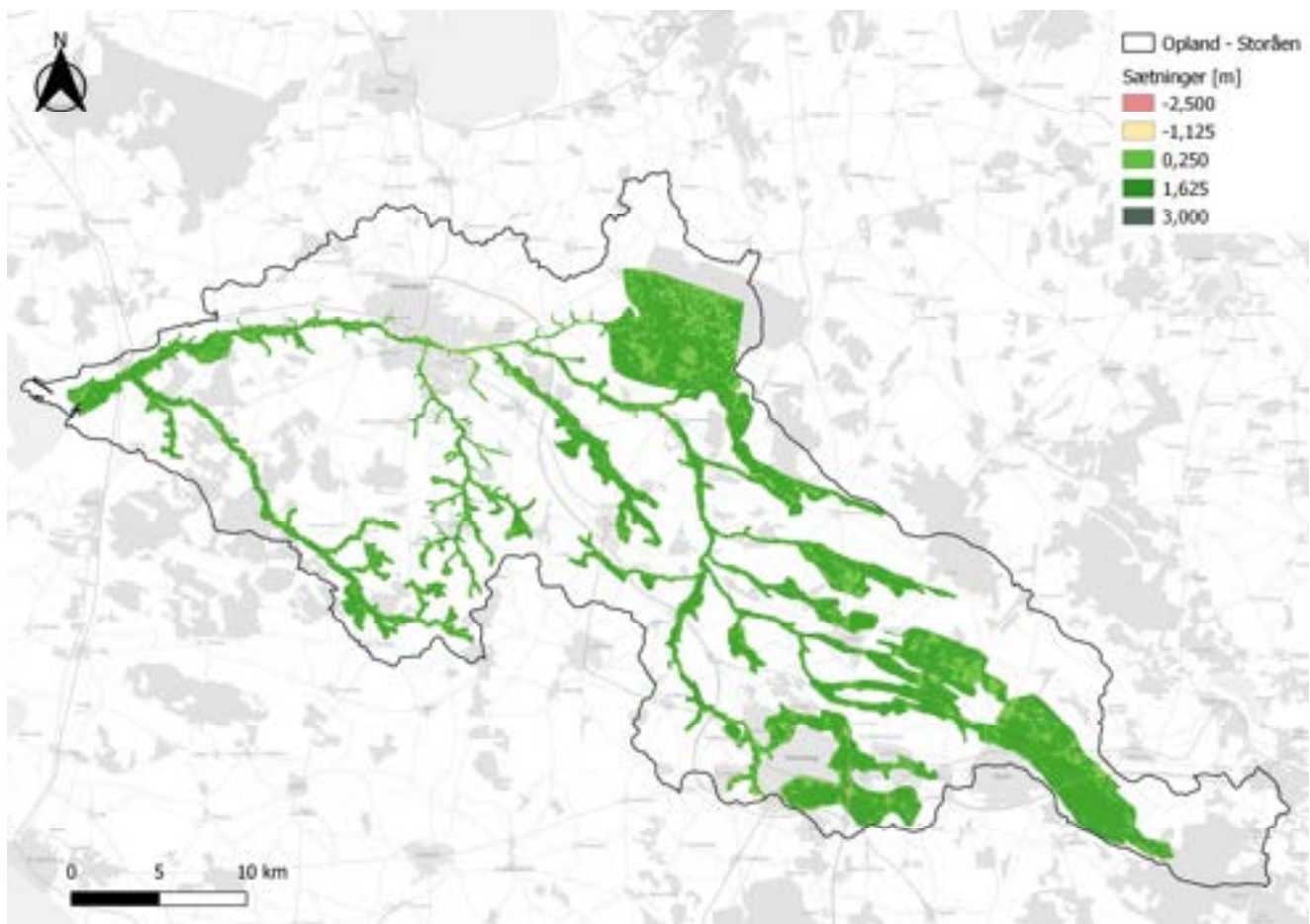
Figur 4.21: Histogram der viser fordelingen den forventede fremtidige terrænændringer i Storå – 1871-2015. Pixel value angiver sætningen. Negative værdier er hævnings og positive værdier sænkninger. Y-aksen angiver antal pixels med en given værdi. (Data: Storåkomiteen, WSP, 2022).

4.3.5 Områder der har potentiale til vandtilbageholdelse

Ved at gennemføre en multikriterieanalyse i GIS (QGIS/ ArcGIS) kan de områder identificeres som har potentiale som vandtilbageholdelsesområder og som naturligt har fungeret som områder med tilbageholdelse af vand. Det drejer sig om følgende områdetyper:

- Områder i lavbundsområder i ådalene
- Områder der har sat sig med/uden dyrkningsinteresser
- Områder der potentielt vil sætte sig med/uden dyrkningsinteresser
- Områder der allerede er præget af oversvømmelser
- Områder hvor der kan genskabes naturlige slyngninger på udrettede vandløb

Som det fremgår af kortlægningen af sætningerne er disse foregået på et relativt stort areal i lavbundsområderne med varierende intensitet og med store variationer grundet variationer i de underliggende højdemodeller. For at synliggøre hvilke arealer, der har sat sig, er der foretaget en kategoriseret analyse af sætningerne. Denne er vist nedenfor i Figur 4.22. Områder der er vist med mørkegrøn har sat sig og vil kunne benyttes til tilbageholdelse af vand. Med tiden vil en yderligere vandtilbageholdelse på disse arealer dog opbygge den organiske pulje og arealerne vil med tiden hæve sig op igen med reduceret tilbageholdelsesmulighed til følge. Arealerne udgør den delmængde af lavbundsarealerne som kunne være interessant at udnytte til genskabelse af den naturlige hydrologiske dynamik mellem vandløb og ådal'.



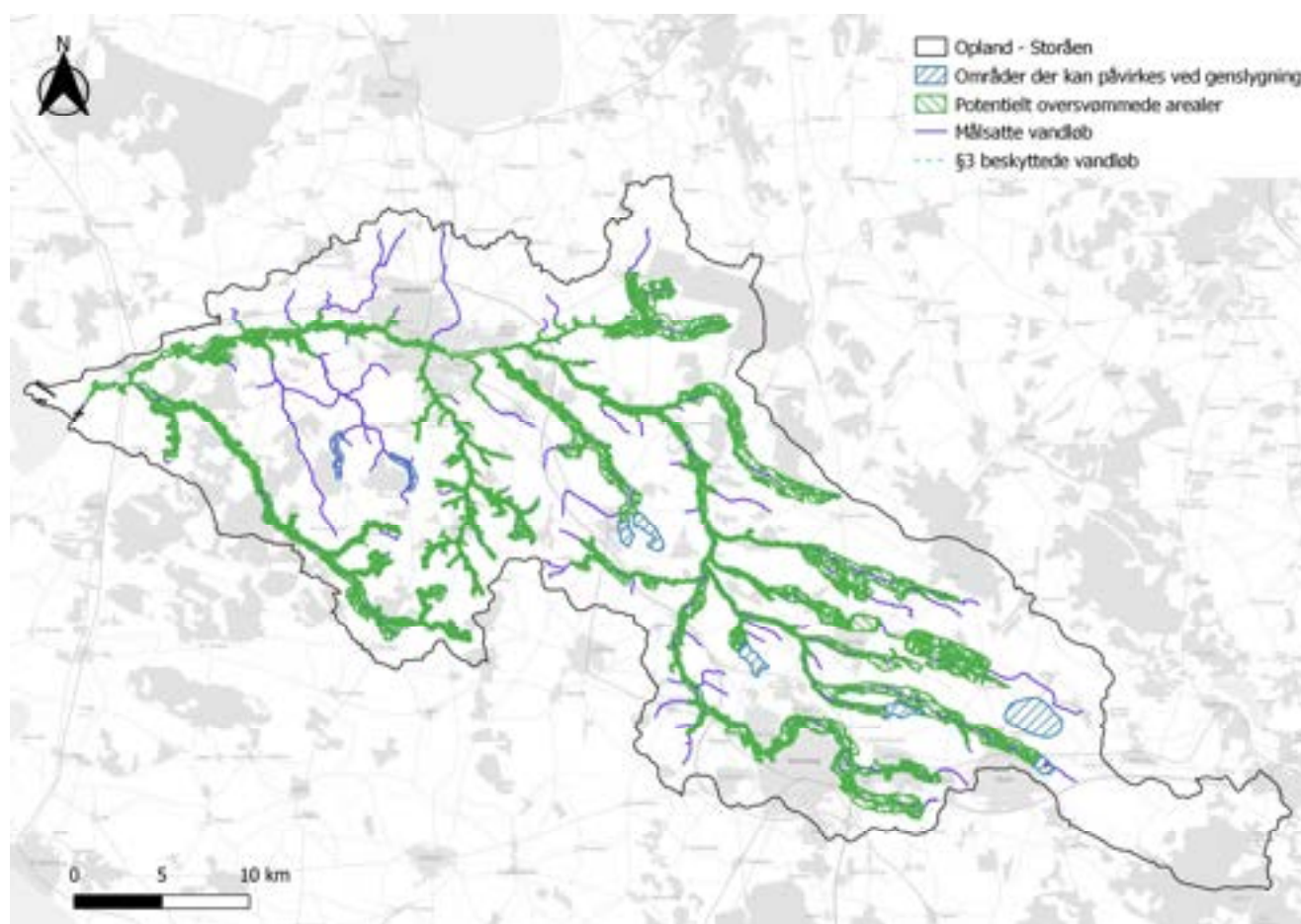
Figur 4.22: Reklassifikation af historiske sætninger i Storå. Grønne farver angiver mulighed for tilbageholdelse af vand (Data: Storåkomiteen, WSP, 2022).

Ovenstående kort sammenholdes med kortet der viser den maksimale udbredelse af oversvømmelserne i år 2100, svarende til det areal der på længere sigt vil opleve oversvømmelser og kombineres med de områder hvor der er fundet mulighed for at genslynge vandløbene. Dette giver to resultater for genskabelse af naturlig hydrologi:

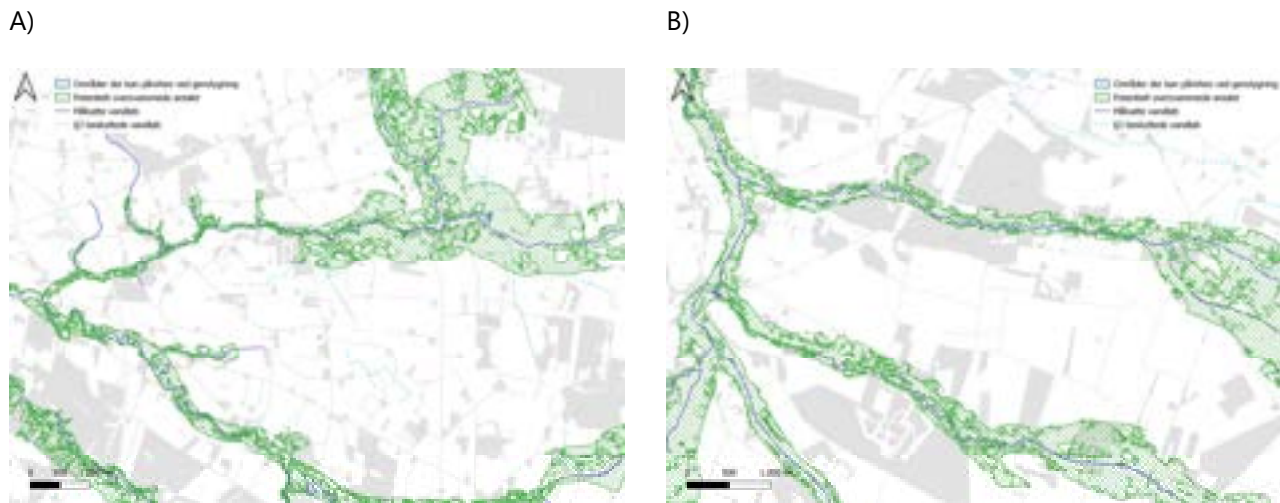
1. Områder præget af sætninger og risiko for oversvømmelse med nuværende vandløbsforløb
2. Områder præget af sætninger og risiko for oversvømmelse og ændringer i slyngning på vandløbet

Hvor det første kort, svarer til ikke at gøre noget, men hvor oversvømmelserne får lov til at forløbe uhindret og det sidste kort vil sænke vandløbets hastighed yderligere og vil give anledning til forøget udbredelse af oversvømmelserne. Første analyse vil kræve accept fra lodsejere og mulighed erstatninger, mens det sidstnævnte udover lodsejer accept og erstatningsforhandlinger også har tilknyttet en anlægsøkonomi. Aspektet omkring prissætning og økonomi er behandlet i afsnit 6, hvor der ligeledes er fokuseret på konflikten mellem oversvømmelse og arealanvendelse.

Ved at isolere områder der er oversvømmet ved en 100 års hændelse i år 2100 og kombinere disse med områder hvor har fundet sætninger sted siden 1871 via en raster analyse, kan det areal der potentielt kan vådsættes og benyttes til oversvømmelsesområde isoleres. Områder der kan inddrages i forbindelse med genskabelse eller reetablering af den hydrologiske kontakt er vist på nedenstående figurer. I Figur 4.23 omgang er vist den passive løsning, hvor der er regnet på oversvømmede arealer i år 2100 i kombination med sætninger i ådalen og i Figur 4.24 er inddraget de områder hvor en genslyngning vil kunne hjælpe til et mere naturligt regime og en forøget oversvømmelse. Det kan ses at i alt 11.000 ha potentielt kan udnyttes til opmagasinerings af vand. Der skal dog gennemføres en analyse af om der er hydrologisk kontakt mellem vandløb og de udpegede områder. En hurtigt pilotanalyse viste at ca. 50% arealet har kontakt med vandløbene via strømningsveje,



Figur 4.23: Områder hvor sætninger i kombination med oversvømmelser kan bidrage til en mere naturlig hydrologi.



Figur 4.24: Områder hvor sætninger i kombination med oversvømmelser kan bidrage til en mere naturlig hydrologi og hvor der er inddraget genslyngning af vandløb som en yderligere foranstaltning.

4.4 Konklusion og anbefalinger

På baggrund af en systematisk analyse af oversvømmelsernes udbredelse både nu og i fremtidigt klima er der dokumenteret hvor stort et areal der for nuværende i og i fremtiden bliver påvirket af oversvømmelser. Arealet er på 634 ha ved en 2 års hændelse i nuværende klima, stigende til 1.134 ha for en 100 årshændelse. Tilsvarende vil en 2 års hændelse i år 2100 oversvømme 855 ha. Det oversvømmede areal for en 100 års hændelse vil være på 1.529 ha i år 2100. Der er altså tale om en betragtelig forøgelse i det oversvømmede areal, hvis der ikke indføres tiltag til reduktion af oversvømmelserne i ådalene i oplandet. Arealet der er berørt af oversvømmelser er meget større (sandsynligvis en faktor 3-5, alt efter hældning og grundvandsstand) end det ovenfor angivne, da tilgrænsende arealer vil være påvirket med forhøjet vandstand.

Ved at analysere sætninger, både de historiske og de fremtidige, kan det konkluderes at sætningerne har været udbredte på lavbundsgrunden i ådalene. Sætningerne vil fortsætte dog med reduceret hastighed frem mod år 2100. De områder der har sat sig repræsenterer områder der i stigende grad vil oversvømmes og hvor vandløbsvandet ikke naturligt kan strømme tilbage til vandløbene grundet opbygning (eller manglende sætning) af brinkarealerne.

Ved at sammentænke sænkning med de potentielt oversvømmede arealer kan det estimeres hvor stort et areal, der uden hensyntagen til arealanvendelse og naturbeskyttelse, kan inddrages til oversvømmelsesområder, der kan virke som buffere for afstrømningen i oplandet. Kombinationen af områder med sætninger og oversvømmede arealer vil udgøre 11.000 ha i oplandet, hvoraf kapaciteten vil være meget svingende og vil afhænge af en nærmere analyse i de enkelte områder. Hertil kommer at kun ca. halvdelen vil have hydrologisk kontakt til vandløbene og således kunne oversvømmes. Magasineringen kan på denne baggrund antages at andrage ca. 5 mio. m³ vand, svarende til en gennemsnitsdybde på 10 cm på arealerne. Dette svarer til det 4-dobbelte af vandkraftsøens kapacitet og det nogenlunde den samme mængde som den tidligere beregnede effekt af en dæmning opstrøms Holstebro. For at kvalificere tallene bør der gennemføres yderligere analyser indenfor de identificerede områder.

Inddrages områder hvor der kan genslynges vandløb, vil arealet øges med 1.250 ha ådal, hvoraf det halve vil være tilgængeligt som reelt oversvømmet areal. De fleste områder, hvor genslyngning kan finde sted, ligger i

områder med sætninger og/eller områder der allerede oversvømmes, så de er regnet med i de 11.000 ha. Ovenstående tal dækker over et areal der yderligere kan inddrages. Samlet set anbefales det at der bør arbejdes videre med at finde arealer i ådalene, ud fra denne analyse, og analysere eventuelle konflikter med beskyttet natur og landbrugsdriften. Dette er berørt i afsnit 6.

5. Samfundsøkonomisk værdikortlægning

For at kunne træffe en beslutning omkring håndtering af fremtidigt klimavand samt prioritere mellem forskellige løsninger på oversvømmelsesproblematikken, er det givtigt med en økonomisk konsekvensanalyse. Et centralt udgangspunkt for at afveje de økonomiske fordele ved en løsning er en beregning af de forventede skadesomkostninger som kan forventes over en årrække, hvis der ikke etableres tiltag mod oversvømmelse ("business as usual").

Udgangspunktet for beregningen af akkumulerede skadesomkostninger er en kortlægning af oversvømmelsesrisikoen fra Storå, som baseres på at kombinere sandsynlighedskort for oversvømmelse med et kort over forventet værditab ved oversvømmelse.

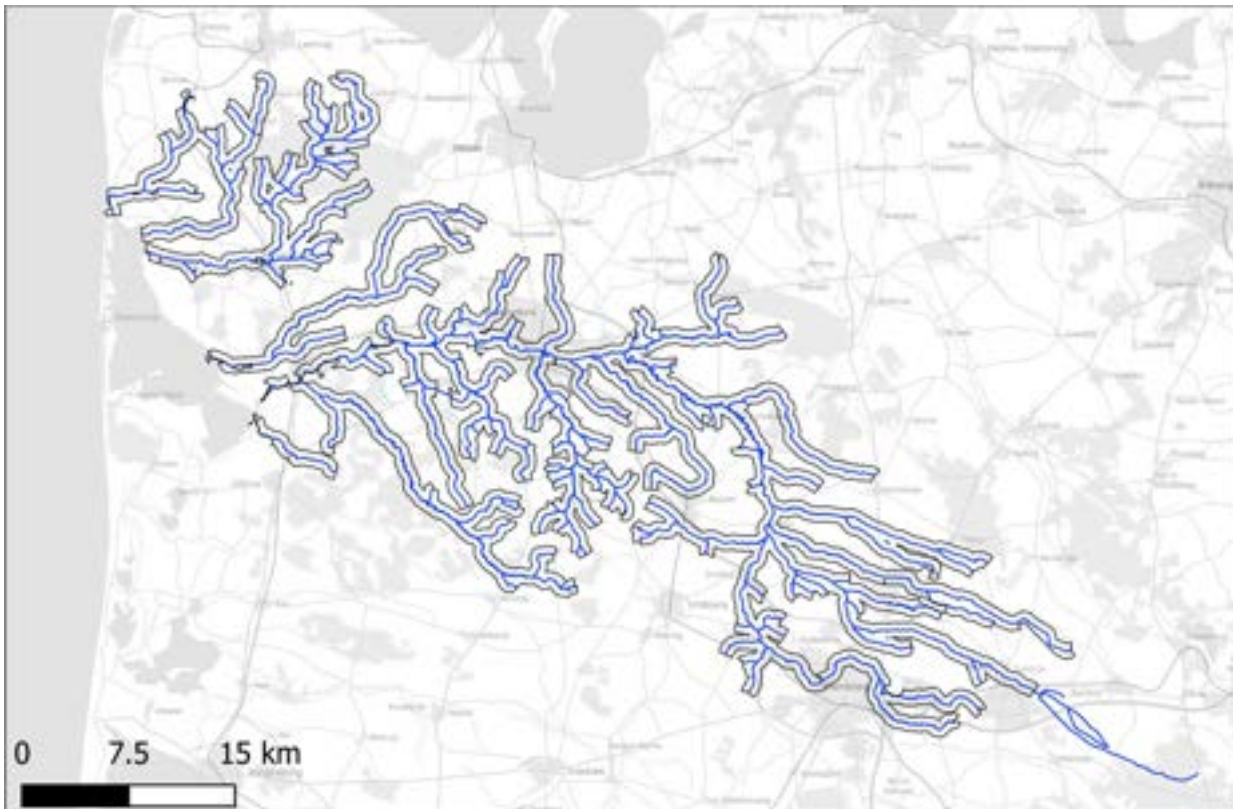
5.1 Formål

Formålet med denne analyse er at:

- kortlægge risikoen for oversvømmelse fra Storå og
- estimere de forventede skadesomkostninger over en given analyseperiode og ud fra en samfundsøkonomisk cost-benefit analyse vurdere størrelsen af investeringsrammen for klimatilpasning, som netop modsvarer de forventede skadesomkostninger

Området inkluderet i risikokortlægningen er vist på Figur 5.1. Som det kan ses er der taget yderligere fem vandløb med i analysen, da de alle har udløb til Nisum Fjord. Det drejer sig om:

- Støvlbæk
- Ramme Å
- Damhus Å
- Fåremølle Å
- Flynder Å / Bæksmarksbro Å



Figur 5.1: Oversigt over vandløb og afgrænsningen for risikokortlægningen.

5.2 Metode

I dette afsnit beskrives den anvendte metode til at beregne oversvømmelsesrisikoen og den efterfølgende samfundsøkonomiske cost-benefit analyse af investeringsrammen for klimatilpasning, givet de beregnede forventede skadesomkostninger.

5.2.1 Risikokortlægning

Risikokortet for oversvømmelse er udarbejdet med sigte på klimascenarie RCP8.5 og perioden år 2071-2100. Metoden anvendt til kortlægning af oversvømmelsesrisiko består af to trin som er skitseret på Figur 5.2.

I Trin 1 udarbejdes sandsynlighedskort for oversvømmelse fra vandløb i Storå systemet, se Figur 5.1: Oversigt over vandløb og afgrænsningen for risikokortlægningen.. Der benyttes oversvømmelsesmodellen MIKE Hydro. Oversvømmelseskortene udarbejdes for afstrømningshændelser med gentagelsesperioder $T = 2, 5, 10, 20, 50$ og 100 år. Sandsynlighedskortene for oversvømmelse opgøres pr. 100 år, hvilket resulterer i værdierne vist i Tabel 5.1

Tabel 5.1: Sandsynlighed for oversvømmelseshændelserne pr. 100 år

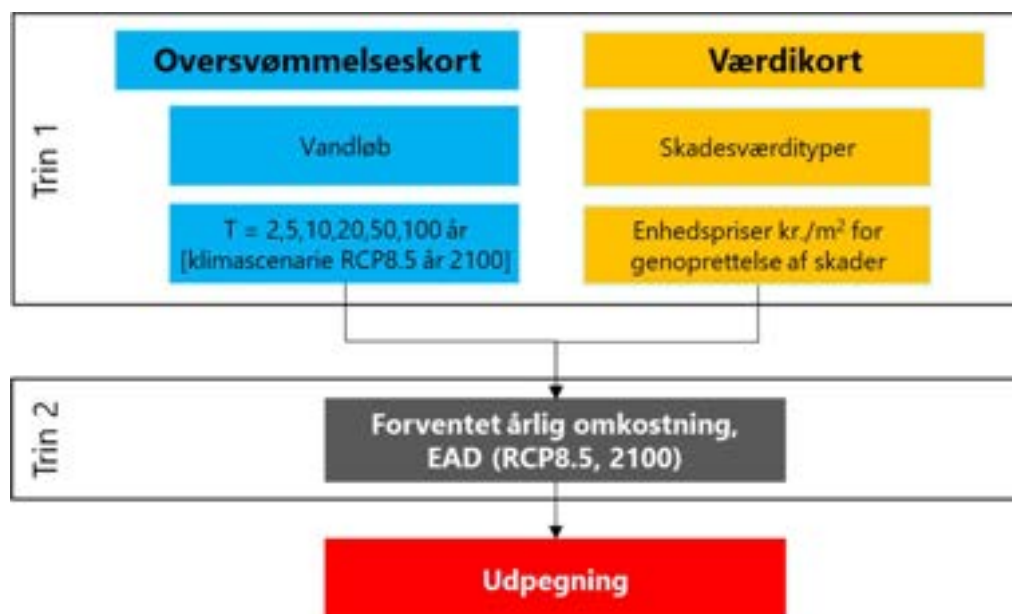
Hændelse	Sandsynlighed pr. 100 år	Sandsynlighed pr. 100 år
2 år	50 gange pr. 100 år (50/100)	0,5
5 år	20 gange pr. 100 år (20/100)	0,2
10 år	10 gange pr. 100 år (10/100)	0,1
20 år	5 gange pr. 100 år (5/100)	0,05
50 år	2 gange pr. 100 år (2/100)	0,02
100 år	1 gang pr. 100 år (1/100)	0,01

I Trin 1 opstilles ligeledes et værdikort, der repræsenterer konsekvensen ved oversvømmelser. I den forbindelse benyttes dels enhedsomkostninger forbundet med at genoprette værdien efter oversvømmelseskade, dels "point-kroner", hvor oversvømmelseskader ikke umiddelbart kan kapitaliseres, men estimeres groft som relative værdier i forhold til de kapitaliserede værdier. Enhedsomkostningerne benyttes for bygninger, veje, jernbane og landbrug, mens natur og kulturarv tilknyttes "point-kroner".

Oversvømmelseskortene og værdikortet sammenholdes i en beregning af den forventede skadeskonsekvens for hver hændelse. Skadesberegningen baserer sig på at sammenholde oversvømmelsesudbredelsen omkring bygninger og på arealer, og det evalueres, hvorvidt vanddybden overstiger en kritisk tærskel. Er dette tilfældet, påskrives skade for den enkelte bygning eller det enkelte område. I risikoanalysen for Storå benyttes 10 cm som kritisk tærskel for påskrivelse af oversvømmelseskade.

I Trin 2 omsættes de beregnede oversvømmelseskader for hver hændelse til oversvømmelsesrisiko ved at multiplicere oversvømmelseskaden [kr.] med sandsynligheden [1/år]. Dernæst integreres risikoen over de betragtede sandsynligheder i en beregning af den forventede gennemsnitlige årlige omkostning, EAD (Expected annual Damage) [kr./år], som udtrykker, hvor store omkostninger der i gennemsnit kan forventes som følge af den samlede oversvømmelsesrisiko. Der benyttes klimascenarie RCP8.5 år 2071-2100 som tidsvinduet for beregningen af den forventede årlige omkostning EAD.

Den forventede årlige omkostning, EAD, for klimascenarie RCP8.5 år 2071-2100 kan efterfølgende benyttes som grundlag for en udpeging og prioritering af områder i risiko for oversvømmelse.



Figur 5.2: Metode til beregning af risiko for oversvømmelse.

5.2.2 Samfundsøkonomisk analyse

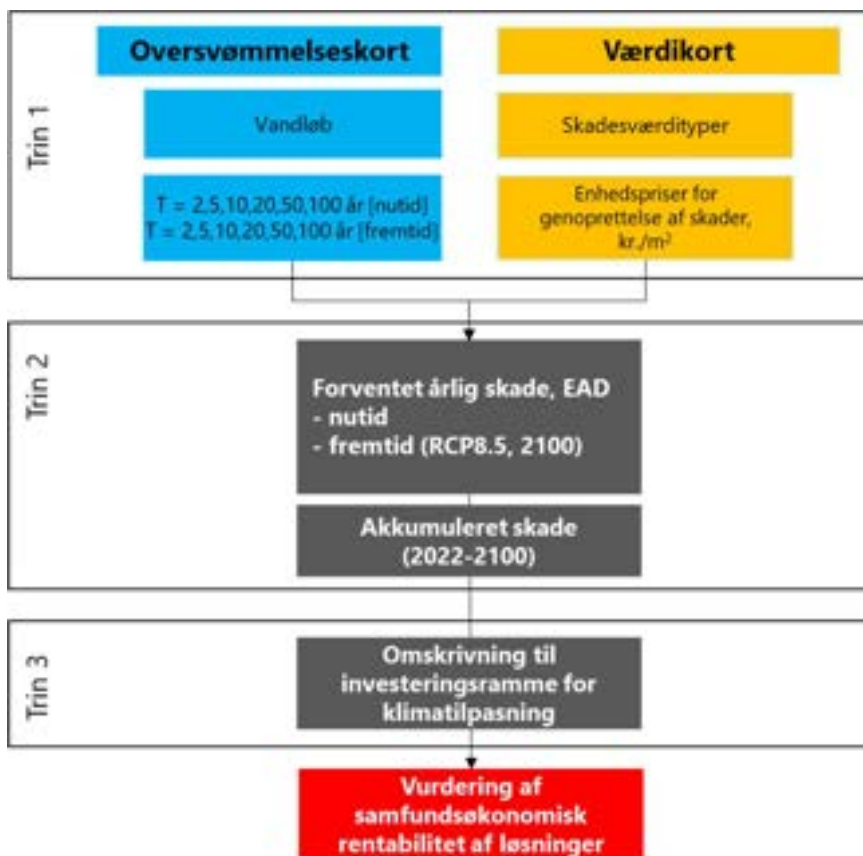
Metoden til at estimere investeringsrammen for klimatilpasning, ud fra en snæver samfundsøkonomisk break-even analyse, er vist på **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**

Trin 1 svarer i princippet til Trin 1 i metoden til risikokortlægning. Dog opstilles nu også oversvømmelseskort for nutidige hændelser med henblik på at estimere oversvømmelsesrisikoen og EAD for nutidigt klima i Trin 2. Med udgangspunkt i EAD for nutid (år 2022) og fremtid (år 2100) ekstrapoleres EAD til mellemliggende år, og de

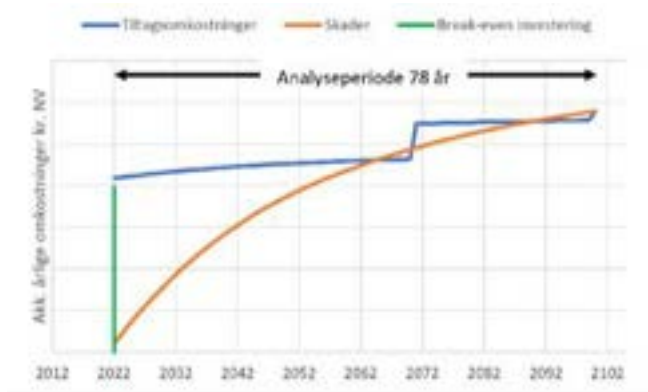
akkumulerede skadesomkostninger beregnes ved at summere EAD for perioden år 2022 til 2100 og tilbageskrive den akkumulerede størrelse til nutidsværdi ved anvendelse af en diskonteringsrente. For værdikortet medtages kun kapitaliserede værdier, dvs. enhedsomkostninger for bygninger, veje, jernbane og landbrug. Værdien af natur og fortidsminder er således fravalgt, da værdisætningen er subjektivt fastsat og ikke er baseret på egentlige omkostninger i kroner.

De diskonterede totale skadeomkostninger for den betragtede analyseperiode anvendes derefter som udgangspunkt for at estimere investeringsrammen (break-even investering) for klimatilpasning. Figur 5.4: Princippet i beregning af skadesomkostninger og break-even investering. Hvis der ikke implementeres tiltag, stiger skadesomkostningerne over tid. Tiltagsomkostningerne består af en anlægsinvestering nu, omkostningerne for drift og en reinvestering om ca. 50 år. Break-even investeringen er den anlægsinvestering i dag, som resulterer i samme NV (nutidsværdi) for de totale skadesomkostninger over analyseperioden. Break-even investeringen repræsenterer således et absolut loft for investeringer i klimatilpasning ud fra en cost-benefit betragtning, og er blot en omskrivning af de totale skadesomkostninger i området. med figurtekst forklarer detaljerne i beregningen af akkumulerede skadesomkostninger og break-even investeringsrammen for klimatilpasning.

Break-even investeringsrammen for klimatilpasning kan anvendes som beslutningsstøtte i vurderingen af om konkrete tiltag mod oversvømmelser "kan betale sig" i form af undgåede skadesomkostninger.



Figur 5.3: Metode til snæver samfundøkonomisk analyse af investeringsrammen for klimatilpasning.



Figur 5.4: Prinsippet i beregning af skadesomkostninger og break-even investering. Hvis der ikke implementeres tiltag, stiger skadesomkostningerne over tid. Tiltagsomkostningerne består af en anlægsinvestering nu, omkostningerne for drift og en reinvestering om ca. 50 år. Break-even investeringen er den anlægsinvestering i dag, som resulterer i samme NV (nutidsværdi) for de totale skadesomkostninger over analyseperioden. Break-even investeringen repræsenterer således et absolut loft for investeringer i klimatilpasning ud fra en cost-benefit betragtning, og er blot en omskrivning af de totale skadesomkostninger i området.

Forudsætninger for den samfundsøkonomiske analyse:

- Analyseperiode: år 2022-2100
- Diskontering: Finansministeriets anbefaling (3,5% [år 0-35]; 2,5% [år 36-70]; 1,5% [år 71-100])
- Etablering af anlæg år 2022, effekt år 2023
- Levetid på anlæg: 50 år
- Årlige omkostninger til drift og vedligehold: 0,5% af anlægsomkostningerne
- Skatteforvridning og nettoafgiftsfaktor = 0

5.3 Opstilling af oversvømmelseskort

Baggrunden for risikokortlægningen er oversvømmelseskort for vandløbene i Storå oplandet, hvor der er beregnet vandudbredelser for gentagelsesperioderne 2, 5, 10, 20, 50 og 100 år for både nutidigt fremtidigt klima. De vandløb der indgår i analysen fremgår på Figur 5.5. Der er opsat en Mike Hydro River model med alle vandløbsgrene samlet, hvori de forskelle beregningsscenarier er gennemført. Modellen kræver input i form af vandløbenes tværsnitsgeometrier, afstrømning og vandstand i Ringkøbing Fjord som nedre randbetingelse. Input er nærmere beskrevet i det følgende.



Figur 5.5: Oversigt over vandløb inddraget i analysen.

Vandløbenes faktiske tværsnitsgeometri er ikke indlejret i modellerne, men tværsnittene er beskrevet ud fra Danmarks Højdemodel (2021), hvilket betyder at det kun er den del af tværsnittene der ligger over det opmålte vandspejl i højdemodellen, som udgør det beregningsmæssige tværsnit i vandløbsmodellen, se Figur 5.6.

Indarbejdelse af opmålingsdata er vurderet ikke at være nødvendig, da der er tale om større- og ekstreme regnhændelser, hvorfor kapaciteten nede i selve vandløbsprofilet ikke er afgørende for den samlede oversvømmelse af de vandløbsnære arealer. For at kompensere for vandløbenes faktiske tværsnitsgeometri antages det, at der i vandløbet, løber en vandføring svarende til en middelsituation. Vandføringen ved en middelsituation er derfor trukket fra vandføringerne ved de forskellige beregningsscenarier (T= 2, 5, 10, 20, 50 og 100 år).

På baggrund af oversvømmelsesanalyser er der foretaget en kvantificering af oversvømmelsernes størrelse og udbredelse. Analyserne viser hvilke arealer der påvirkes med det nuværende klima, samt det fremskrevne klima og hvis der ikke gennemføres tiltag til reduktion af strømningen eller tilbageholdelse af vand i oplandet.



Figur 5.6: Eksempel på tværsnit som indgår i vandløbsmodellerne (Orange linje). *Vandspejl ved opmåling af Danmarks Højdemodel 0,4 m grid nyeste udgave. Vandspejlet udgør bunden af det vandløbsprofil der indgår i vandløbsmodellen. Den faktiske bund og geometri i vandløbene afviger fra højdemodellen og princippet herfor kan ses af den grønne linje.

For alle vandløb regnes der med et Manningtal på 30, som repræsenterer at den ekstra vandmængde der regnes på i modellerne, strømmer dels oven på det opmålte vandspejl i højdemodellen. Der er lavet en sammenligning af beregnede vandspejl i forhold til en række vandstandsstationer i de pågældende vandløbssystemer og her viser det, at et manningtal 30 er repræsentativt for målte vandstande.

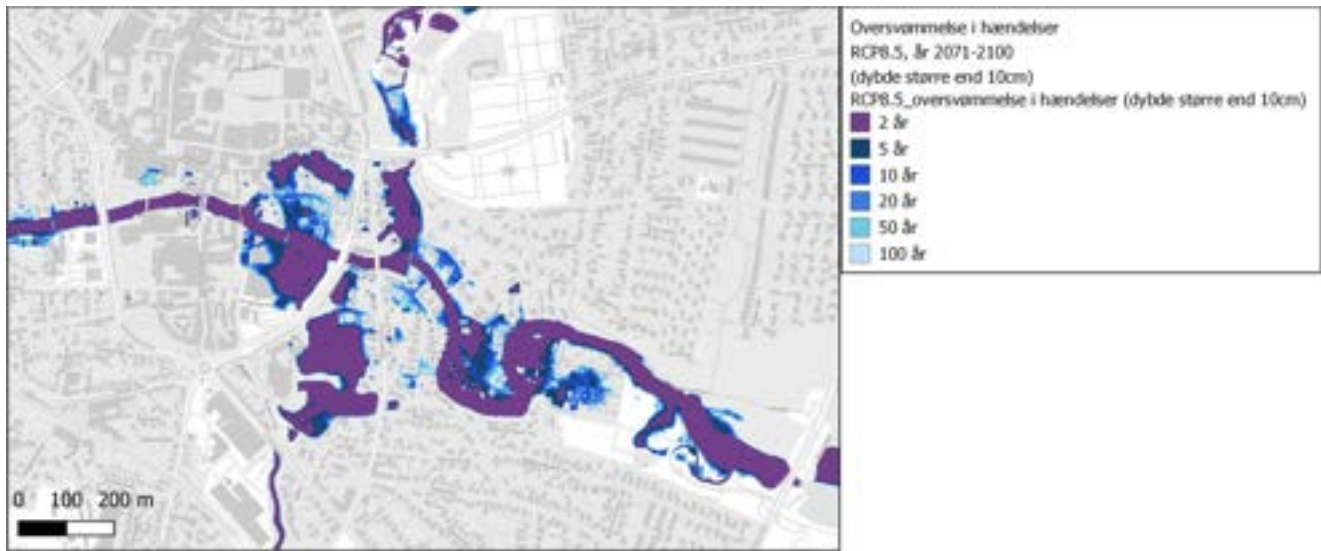
Modellen opsættes med arealspecifikke afstrømninger som er bestemt på baggrund af ekstremværdier angivet i DCE – Ekstremværdianalyse af vandføringsdata 1990-2019 (Larsen, S.E. & Ovesen, N.B. 2021). Her er målestationen ved Skærumbro (Stednr.: 22000062) anvendt, til at estimere den arealspecifikke afstrømning for hele Storå oplandet. Til klimafremskrivning er der benyttet middelværdier af klimafaktorer fra HIP indenfor Storås opland. Anvendte vandføringer, nutidigt og klimafremskrevet, samt klimafaktorer er vist i Tabel 5.2.

Tabel 5.2: Vandføring og arealspecifik afstrømning for hydrometri station v/ Skærumbro (Stednr. 22000062)

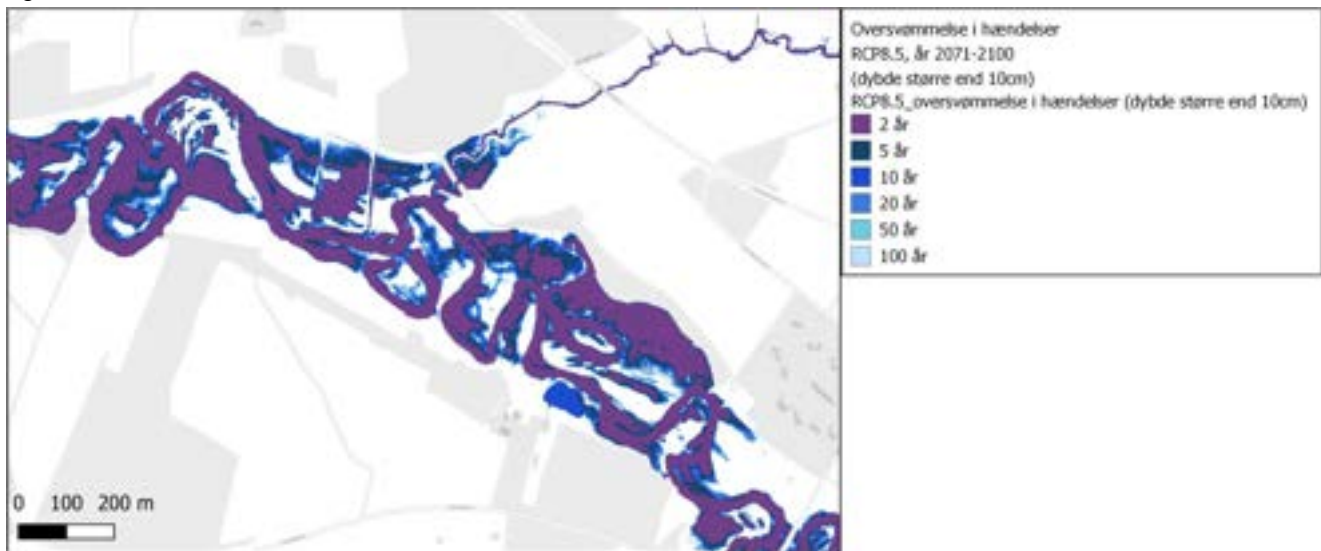
Vandføring nutidigt klima (m ³ /s)						Klimafaktor [-]					
T2	T5	T10	T20	T50	T100	T2	T5	T10	T20	T50	T100
47,16	55,77	60,18	63,65	67,24	69,40	1,38	1,43	1,45	1,48	1,49	1,50
Areal specifik afstrømning nutidigt klima (l/s/ha)						Areal specifik afstrømning fremtidigt klima (l/s/ha)					
T2	T5	T10	T20	T50	T100	T2	T5	T10	T20	T50	T100
0,26	0,34	0,38	0,41	0,44	0,46	0,36	0,48	0,55	0,61	0,66	0,69

De beregnede vandstandskoter for alle beregningspunkter på vandløbene er projiceret ud i det omkringliggende terræn, hvorudfra der er bestemt vanddybder. Våde områder der ikke ligger i umiddelbart nærhed af vandløbene er klippet ud, da det ikke er muligt for vandløbsvandet at strømme til disse områder. Dette gælder specifikt for de dybtliggende arealer på bagsiden af digerne langs Storå på strækningen fra Bur til Nissum Fjord. Her er oversvømmede arealer, der ligger på bagsiden af et dige, fjernet fra resultatet, hvis den modellerede vandstand ikke overstiger digets kronekant.

På Figur 5.7 og Figur 5.8 er der vist udklip af oversvømmelseskortlægningen som viser områder hvor vanddybden er større en 10 cm til en given gentagelsesperiode.



Figur 5.7: Vandudbredelser i Holstebro



Figur 5.8: Vandudbredelse nedstrøms Rotvigvej

Af figurerne ses det, at den største oversvømmelse fra vandløbene allerede sker ved en 2 års hændelse. De beregnede vandudbredelser er verificeret i samarbejde med Storåkomitéen for at indlejre lokalviden om vandløbenes afvandingsforhold.

5.4 Opstilling af værdikort

Værdikortet er fuldt-dækkende for oplandet til Storå og angiver den konsekvens, der kan opstå ved en oversvømmelse.

I værdikortet skelnes mellem forskellige typer af bygninger og arealer, som tildeles forskellige værdier i kroner per kvadratmeter. Anvendte værdier fremgår af Tabel 5.3

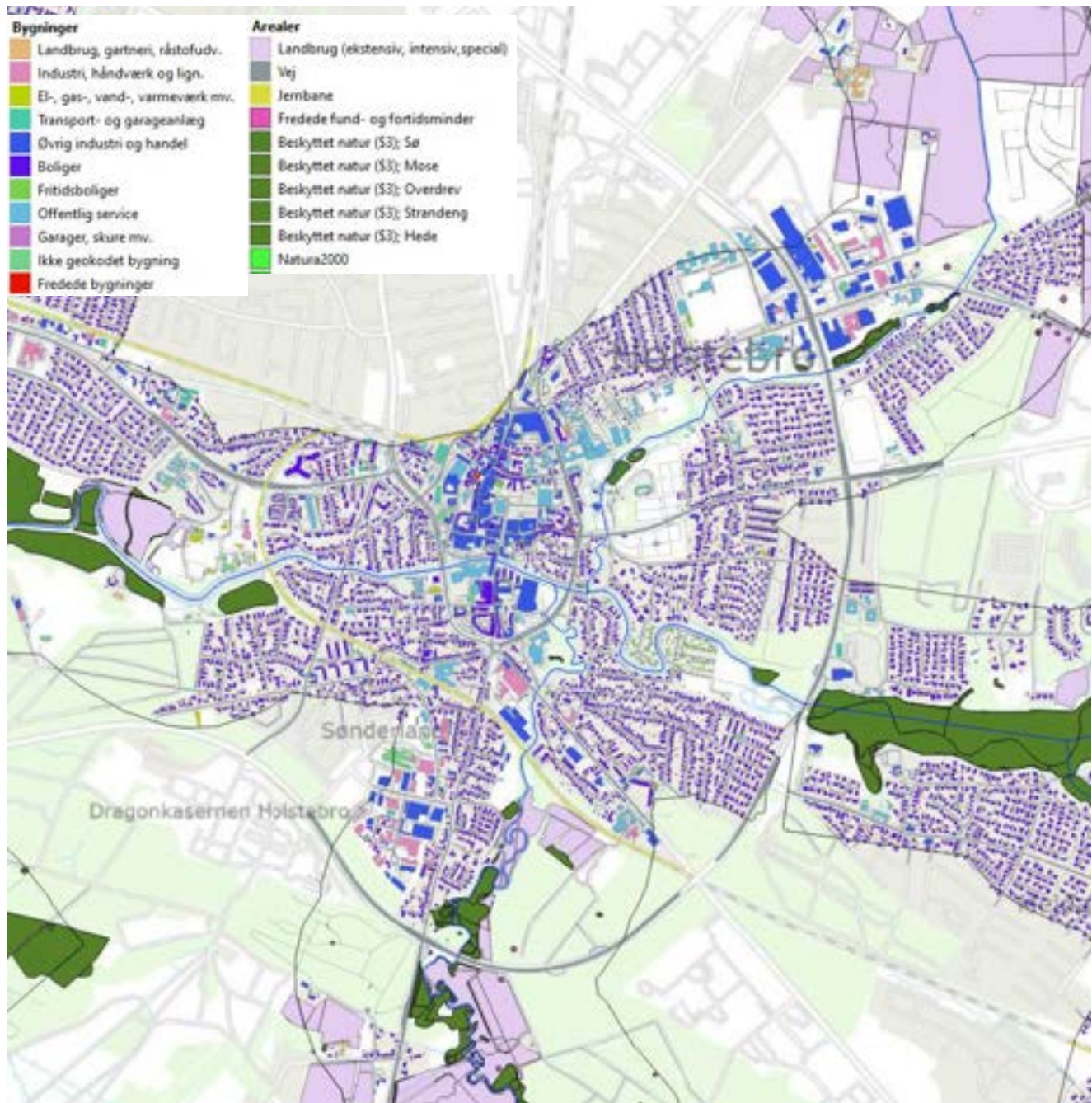
Tabel 5.3: Oversigt over værdier anvendt i værdikortet og risikokortlægningen

Kategori	Beskrivelse	Værdi, [kr./m ²] 2022	Enhed
Bygning	Erhverv	2.136	Kr. per m ²
Bygning	Bolig - stueetage	1.300	
Bygning	Fritidsboliger	463	
Bygning	Offentlig service	2.136	
Bygning	Garager, skure mv.	0	
Bygning	Kælder	589	
Areal	Vej (oprydning)	3	
Areal	Jernbane (oprydning)	3	
Areal	Landbrugsjord (ekstensiv)	1	
Areal	Landbrugsjord (intensiv)	2	
Areal	Landbrugsjord (specialafgrøde)	2	"Point-kroner" per m ²
Areal	Fredede fund- og fortidsminder	10.000	
Bygning	Fredet bygning	10.000	
Areal	Kulturarv: Fredede fund- og fortidsminder	10.000	
Areal	Beskyttet natur (§3); Sø, mose, eng, overdrev, strandeng, hede	1	
Areal	Natura2000	1	

I risikokortlægningen er alle værdi-kategorier i Tabel 5.3 anvendt. I den efterfølgende samfundsøkonomiske analyse er der udelukkende anvendt værdier som reelt er kapitaliseret, dvs. for bygninger, vej, jernbane og landbrugsarealer.

Figur 5.9 viser et udsnit af værdikortet for Holstebro.

I opstillingen af værdikortet for landbrugsområder er den historiske afgrødefordeling indenfor de sidste 6 år kortlagt på markblokniveau og anvendt til at estimere arealfordelingen af afgrødekategorierne ekstensiv, intensiv og specialafgrøde, se Figur 5.10 for et eksempel. Afgrødefordelingen anvendes til at beregne den forventede repræsentative erstatning for genoprettelse efter oversvømmelse på markniveau.



Figur 5.9: Udsnit af værdikortet for Holstebro.



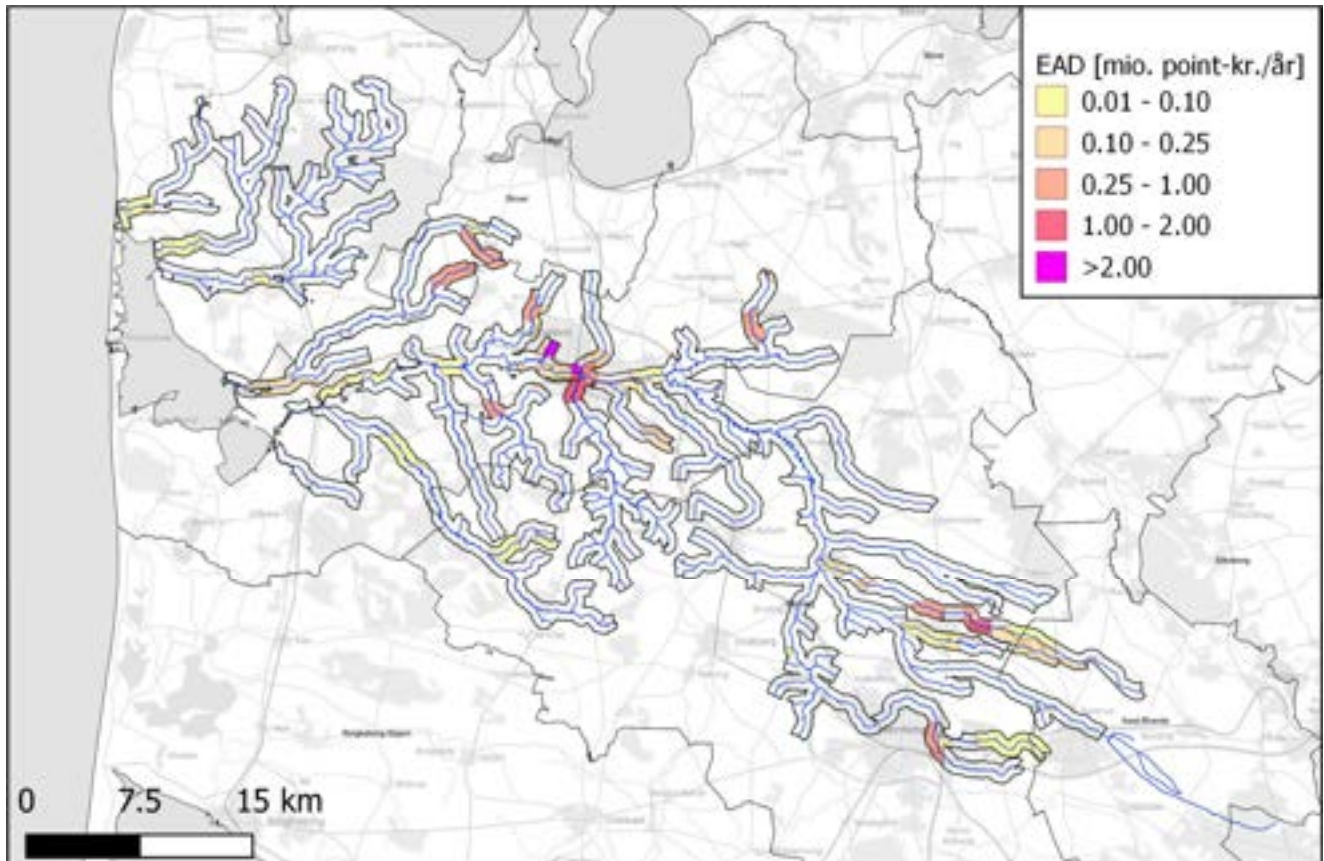
Figur 5.10: Udsnit af værdikortet med visning af den relative afgrødefordeling indenfor de enkelte markmatrikler.

5.5 Resultater

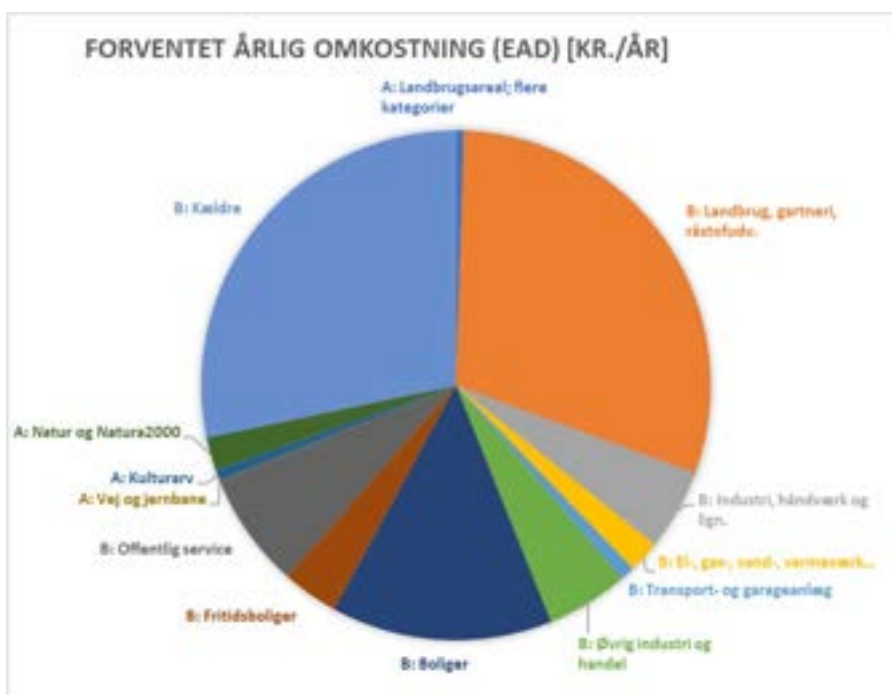
5.5.1 Risikokortlægningen

På nedenstående er Figur 5.11 vist den forventede årlige skadesomkostning for Storå for klimascenarie RCP8.5 år 2071-2100. Det ses, at relativ høje værdier er koncentreret til byområderne.

Figur 5.12 viser den relative fordeling af den forventede årlige skadesomkostning på anvendte værdityper. Det ses overordnet, at oversvømmede bygninger repræsenterer langt den største del af de forventede årlige omkostninger, mens oversvømmede arealer (landbrug, natur, kulturarv, veje og jernbane) kun udgør en lille del. Resultatet er betydeligt afhængig af de anvendte enhedsomkostninger [kr./m²] og den anvendte tærskel for skade på 10 cm. Af bygninger udgør kategorierne "Landbrug, gartneri, råstofudv.", "Kældre" og "Boliger" (stueplan) de tre største værdityper.

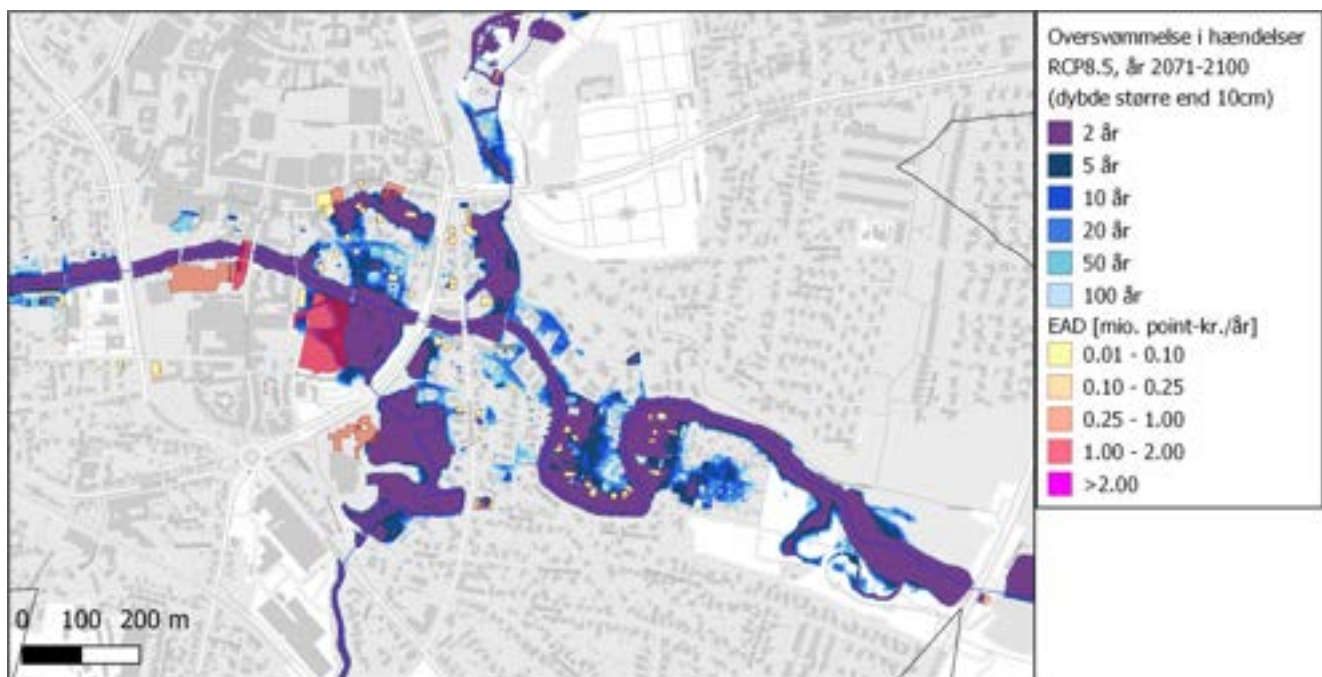


Figur 5.11: Forventet årlig skadesomkostning for klimascenarie RCP8.5 år 2071-2100.[Text]



Figur 5.12: Opgørelse af samlet EAD fordelt på værdityper. "B" står for bygninger. "A" står for arealer.

På Figur 5.13 ses resultater for risikokortlægningen i Holstebro med visning af oversvømmelseskort. For klimascenarie RCP8.5 år 2071-2100 kan der forventes udbredt oversvømmelse med vanddybder over 10 cm, for selv en 2 års hændelse.



Figur 5.13: Oversvømmelsesudbredelse i hændelser samt forventet årlig skade (EAD) for bygninger i Holstebro i klimascenarie RCP8.5 år 2071-2100.

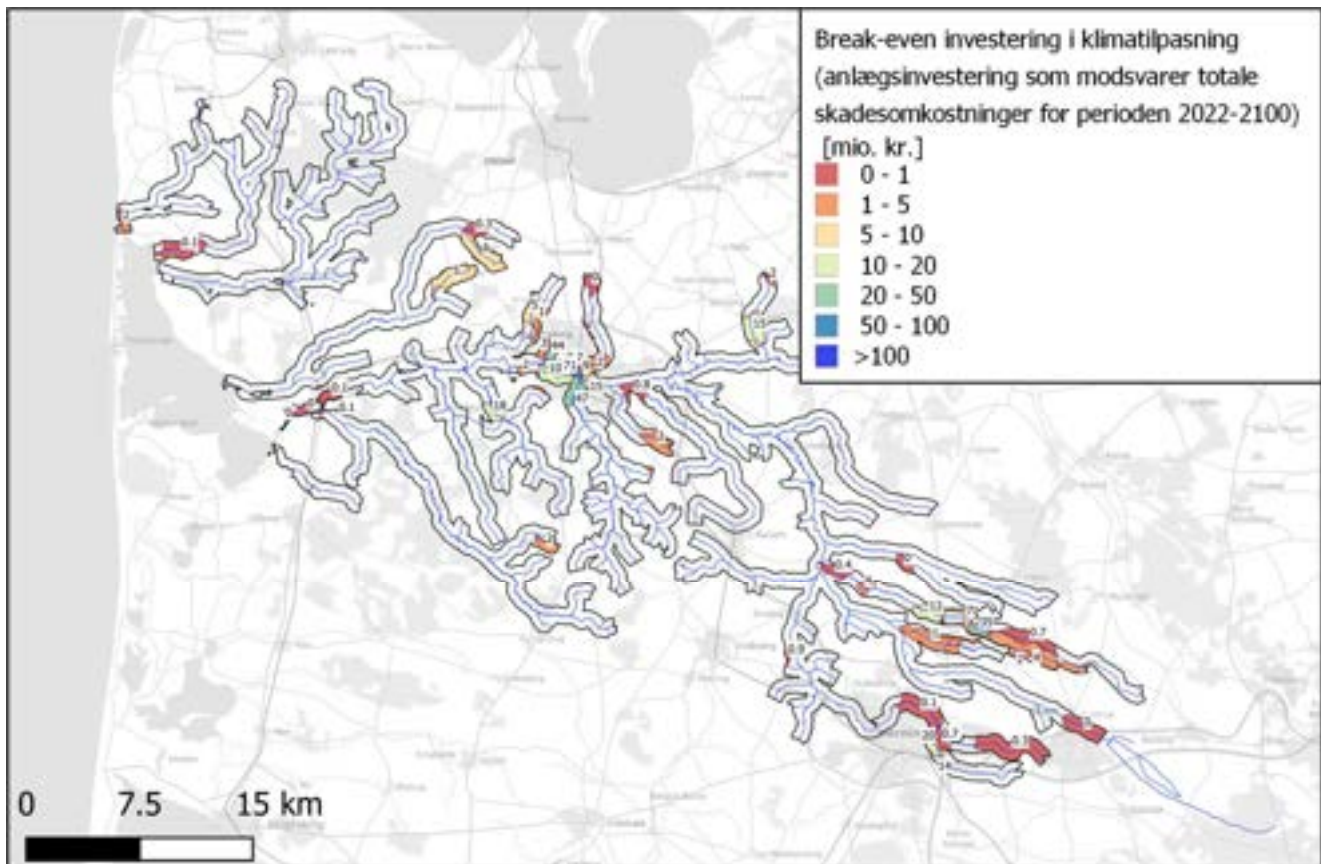
5.5.2 Groft bud på investeringsramme for klimatilpasning

Med udgangspunkt i beregnede forventede årlige skadesomkostninger (EAD) for nutid og klimascenarie RCP8.5 2071-2100 interpoleres EAD til mellemliggende år, akkumuleres for analyseperioden og tilbageskrives til nutidsværdi ved diskontering. Den akkumulerede skade anvendes dernæst til at estimere break-even investeringen, som er den anlægsinvestering i dag, der svarer til de totale skadesomkostninger over hele analyseperioden 2022-2100. I en cost-benefit analyse vil de samlede tiltagsomkostninger (break-even investering og årlige udgifter til drift og vedligehold) netop svare til de akkumulerede skadesomkostninger over den betragtede analyseperiode, og dermed angive rammen for "hvad der kan betale sig" i forhold til de forventede oversvømmelseskader.

På Figur 5.14 er vist break-even investeringen i vandoplande. Analogt til kortet over forventede årlige skadesomkostninger, Figur 5.11, ses det, at de største break-even investeringer optræder i byområder og især Holstebro.

Summen af break-even investeringen for hele Storå oplandet udgør 370 mio. kr., som altså repræsenterer den samlede anlægsinvestering i klimatilpasning, der samfundsøkonomisk kan "betale sig" i forhold til at klimasikre og undgå alle oversvømmelseskader i oplandet indtil år 2100. Det er selvfølgelig ikke muligt at sikre mod alle oversvømmelseshændelser, men estimatet giver et fingerpeg om størrelsesordenen af de oversvømmelseskader der kan undgås i hele oplandet.

Resultatet er meget usikkert og stærkt afhængig af de anvendte forudsætninger, f.eks. vedrørende prissætning i værdikortet og antagelser for skadesberegninger og forventede klimænderinger.



Figur 5.14: Kort over break-even investering i klimatilpasning på vandoplandsniveau. Break-even investeringen repræsenterer den anlægsinvestering i dag, der udligner (svarer til) de forventede oversvømmelsesomkostninger for perioden år 2022-2100.

5.6 GIS leverance

Med risikokortlægningen følger en række GIS-tabeller med resultater opdelt for risikokortlægningen henholdsvis den samfundsøkonomiske analyse. En liste over GIS-lagene fremgår af Bilag 1.

5.7 Konklusion og anbefalinger

Der vil ske en forøget oversvømmelse i Storås opland, både i omfang og i frekvens i fremtiden. Oplandet er allerede nu udfordret ved relativt lave gentagelsesperioder. På baggrund af en samkøring af en oversvømmelsesmodellering ved forskellige gentagelsesperiode og en opgørelse af forskellige arealtypers værdier, set med samfundsøkonomiske briller, er der foretaget en beregning af hvilke arealer der oversvømmes hvor hyppigt og dette er brugt til at estimere de fremtidige skadesomkostninger ved oversvømmelser, såfremt der ikke indføres tiltag til at imødegå oversvømmelserne.

Resultaterne viser at de største samfundsmæssige omkostninger vil være forbundet med oversvømmelse i byer og bebyggede arealer, mens de omfattende oversvømmelser i det åbne ikke samfundsøkonomisk vil være af samme omfang. Den samlede samfundsøkonomiske konsekvens af ikke at gøre noget ved oversvømmelser frem mod år 2100 er beregnet overslagsmæssigt til 370 mio. kr. Dette tal repræsenterer den samlede anlægsinvestering i klimatilpasning, der samfundsøkonomisk kan "betale sig" i forhold til at klimasikre og undgå alle oversvømmelsesskader i oplandet indtil år 2100. Det bør bemærkes at det ikke muligt at sikre mod

alle oversvømmelseshændelser, men estimatet giver et fingerpeg om størrelsesordenen af de oversvømmelseskader der kan undgås i hele oplandet.

6. Analyse af potentialer for samtænkning

For at kunne identificere synergier og eventuelle konflikter i det åbne land er der foretaget en række analyser der viser hvilke arealer der findes natur og landbrug og sammenholde disse med de arealer der oversvømmes, samt arealer der er påvirket af sætninger. Resultatet vil vise områder hvor der i dag og i fremtiden vil være konflikter mellem vandløbenes hydrologi og arealanvendelsen hvis der ikke etableres tiltag i oplandet der ændrer på hydrologien ved at tilbageholde vand eller midlertidig parkerer vand på arealer i oplandet. Ved inddragelse af sætningsanalyserne identificeres områder som både nu og i fremtiden vil være udsat for oversvømmelser. Samtidig er disse områder mulige arealer, hvor der kunne parkeres vand i kortene eller længere tid.

Synergier opnås når der bringes arealer i spil, hvor flere muligheder udnyttes. Således vil det være særligt fordelagtigt at gøre arealer med stor risiko for okkerudvaskning vådere for at holde okkeren tilbage. Kan der samtidig opnås synergi ved at arealer ikke sætter sig grundet den reducerede dræning vil man få mere naturlige forhold i ådalen og samtidig vil man potentielt kunne få tilbageholdelse af fosfor og mulig reduktion i kvælstofudvaskningen gennem øget denitrifikation. Ved genslyngning kan vandløbsbunden hæves og de vandløbsnære arealer oversvømmes med en mere våd ådal til følge, samt en mulig reduktion i vandføringstoppen nedstrøms. Dette kan dog komme i konflikt med udnyttelse til landbrug eller beskyttelsen i henhold til naturbeskyttelseslovens §3, hvor øget oversvømmelse med næringsrigt vand kan ændre plantesamfundet og dermed naturtypen. Typisk vil indgreb være et kompromis mellem forskellige interesser.

Områder med højt kulstofindhold kan medvirke til en reduktion i udledningen af drivhusgasser, hvis disse sættes under vand. Derfor foretages en synergianalyse for oversvømmelse af kulstofholdige jorde i ådalene med udgangspunkt i de områder der tidligere er identificeres som mulige oversvømmelsesområder. Efterfølgende analyseres muligheden for at oversvømme okkerpotentielle områder, således at potentialet for at kunne samtænke oversvømmelses og okkertilbageholdelse

Efterfølgende analyseres konflikter i forbindelse med oversvømmelser der foretages en analyse af hvilke beskyttede naturtyper der potentielt kan oversvømmes samt hvor stort et areal af dyrkningsmæssig interesse der kan blive påvirket ved oversvømmelser.

6.1 Datagrundlag og analyser

6.1.1 Kort og GIS data

De landsdækkende kort for beskyttet §3 natur er hentet hos Danmarks Miljøportal. Der er hentet dat for både vandløb, søer og terrestrisk natur. De seneste data for de målsatte vandløb og søer er ligeledes hentet fra Danmarks Miljøportal sammen med information om udbredelsen af de naturtyper der er på udpegningsgrundlaget for Natural 2000 områderne i oplandet. Data for lavbundsarealer og okkerpotentielle jorder er hentet hos Institut for Agroøkologi ved Aarhus Universitet og er suppleret med data for indholdet af kulstof i jorden fra Danmarks Miljøportal. Data fra ovenstående kilder er koblet sammen med data fra de tidligere gennemførte analyser og samtlige data er samlet i et QGIS projekt, hvor samtlige analyser er udført. På baggrund af de gennemførte analyser er der generet en række resulterende GIS-lag og tabeller der viser konflikter og synergier

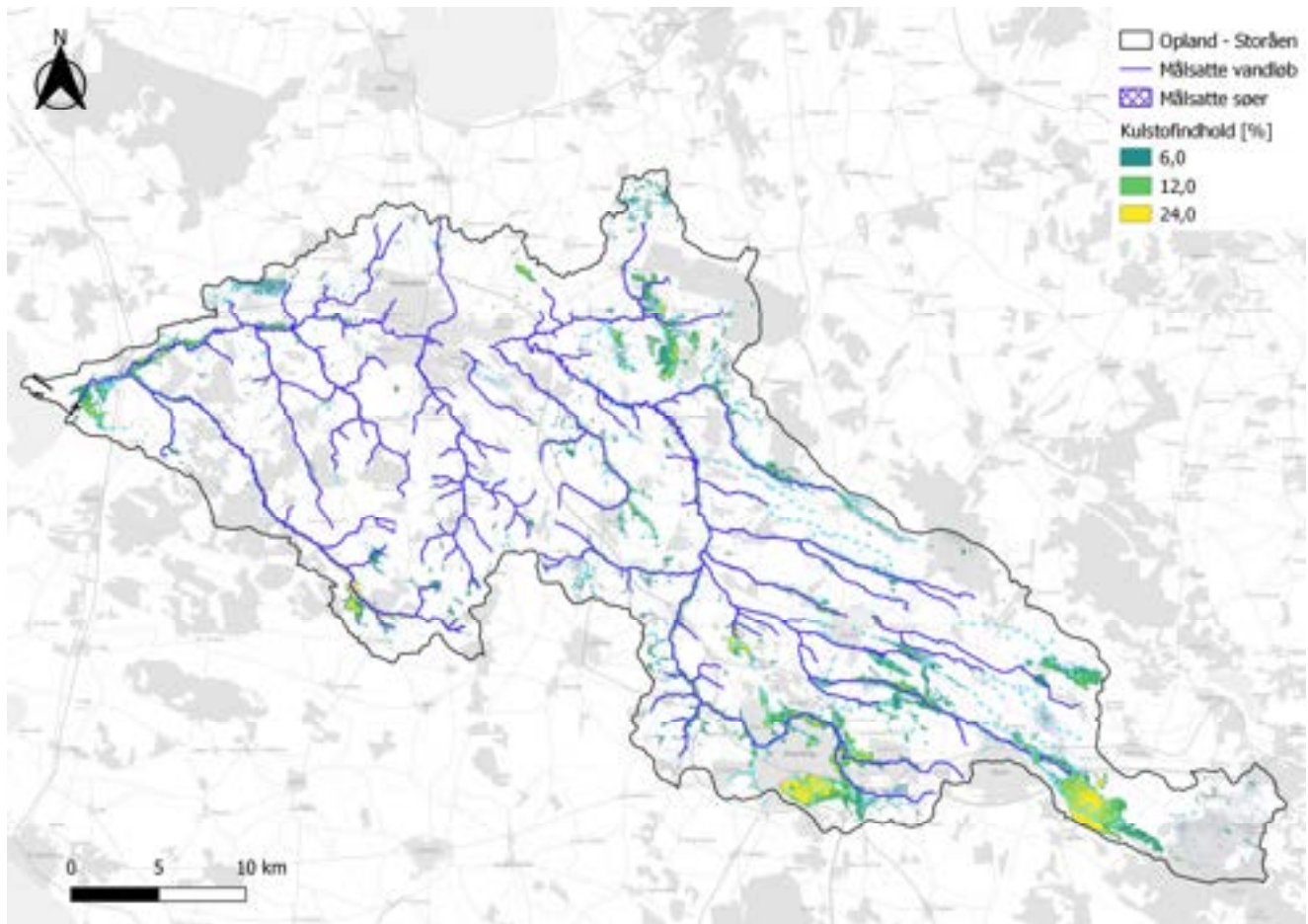
Muligheder for at tilbageholde vand og udnytte lavbundsarealerne i ådalene samt at arbejde med mulighederne for vandløbsrestaurering kan udnyttes gennem en række statslige støtteordninger til projekter der omfatter ændringer i hydrologien med henblik på at klimasikre nedstrøms arealer, tilbageholde næringsstoffer eller opfylde Vandrammedirektivets mål om god økologisk tilstand i vandløb og søer i 2027. Disse ordninger er gennemgået og der er foretaget en analyse af de muligheder der foreligger i Storås opland. I denne forbindelse er der inddraget viden om de projekter der allerede er undersøgt eller gennemført i oplandet.

6.1.2 Identifikation af oversvømmede arealer

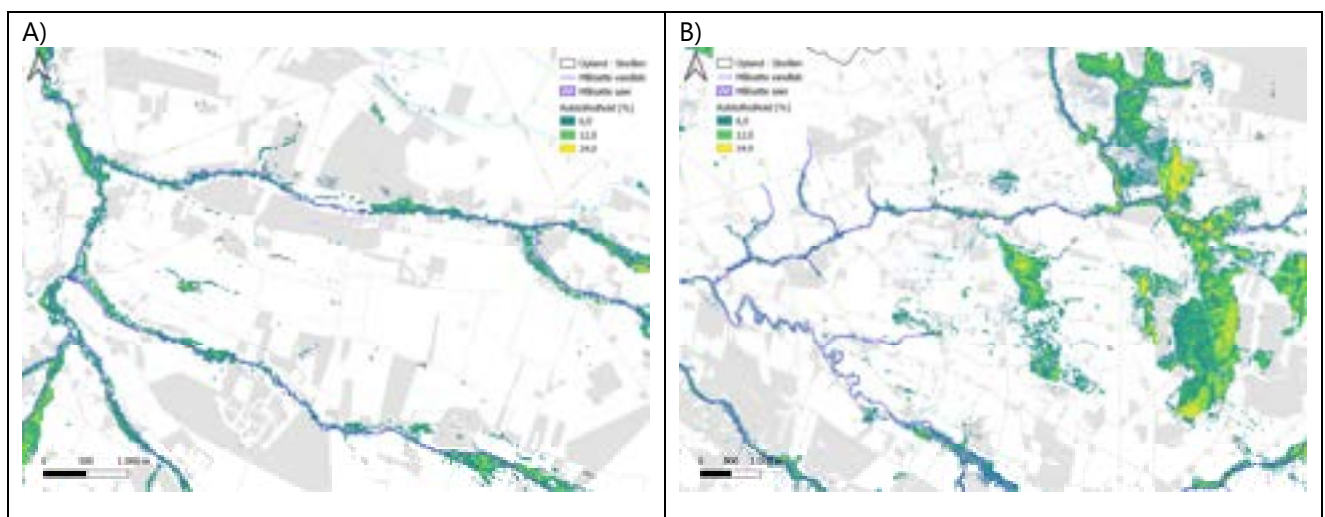
De opstillede oversvømmelseskort er projiceret ovenpå kort med arealanvendelse (landbrug) og beskyttet natur (§3 og Natura 2000) for at identificere hvilke arealer der bliver påvirket og hvor store arealer der er tale om for hvert scenarie. Analyserne viser hvilke arealer der påvirkes med det nuværende klima, samt det fremskrevne klima og hvis der ikke gennemføres tiltag til reduktion af strømningen eller tilbageholdelse af vand i oplandet. Landbrugsarealer og §3 beskyttede arealer, samt Natura 2000 beskyttet natur påvirkes af oversvømmelsen hvis der indenfor en polygon findes en oversvømmelse der overstiger 5 pixels fra oversvømmelseskort. Dette svarer til 12,5 m² direkte oversvømmelse, mens nabo cellerne også må forventes at have en øget vandmætning. Denne grænse er konservativ og vil efter al sandsynlighed overestimere den samlede effekt og kan derfor betragtes som en worst-case betragtning.

6.2 Områder med højt organisk indhold

Områderne med højt kulstofindhold findes langs med vandløbene i de organiske jorder der er bygget op her, men de største sammenhængende områder med højt kulstofindhold findes i de store mosearealer langs Savstrup Å, samt øst og syd Hering og ikke mindst syd-øst for Ikast. Der findes mindre områder i de østlige tilløb til Storå omkring Røjenkær Bæk. Der findes et næsten kontinuert bælte af organiske jorde i oplandet, hvoraf de fleste har forbindelse med vandløbene og vil kunne inddrages i forbindelse med synergier, hvor oversvømmelse og reduktion i klimagasemissionen skal gå hånd i hånd.

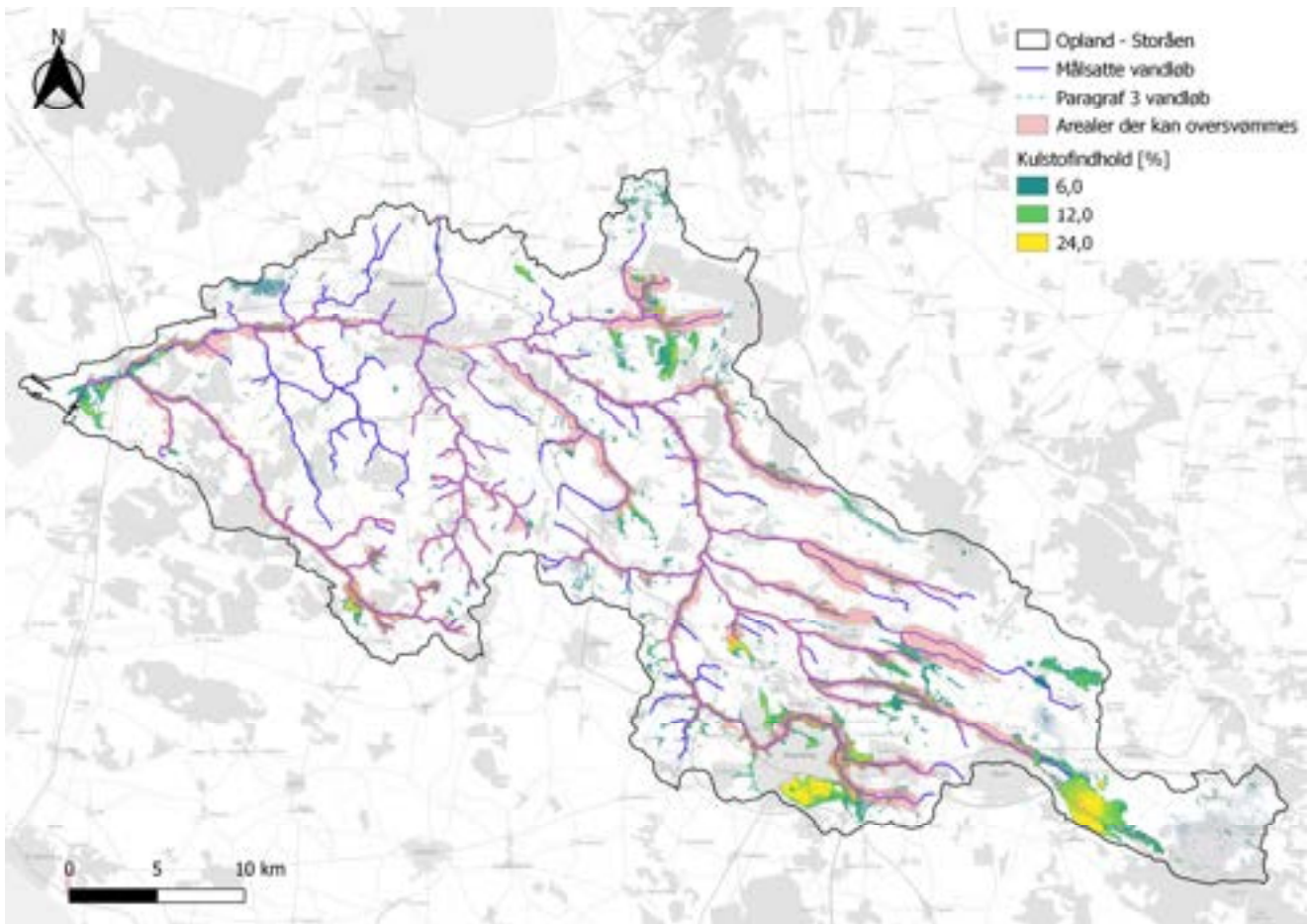


Figur 6.1: Organisk indhold i jordbunden i lavbundsområder. (Data: Danmarks Miljøportal).

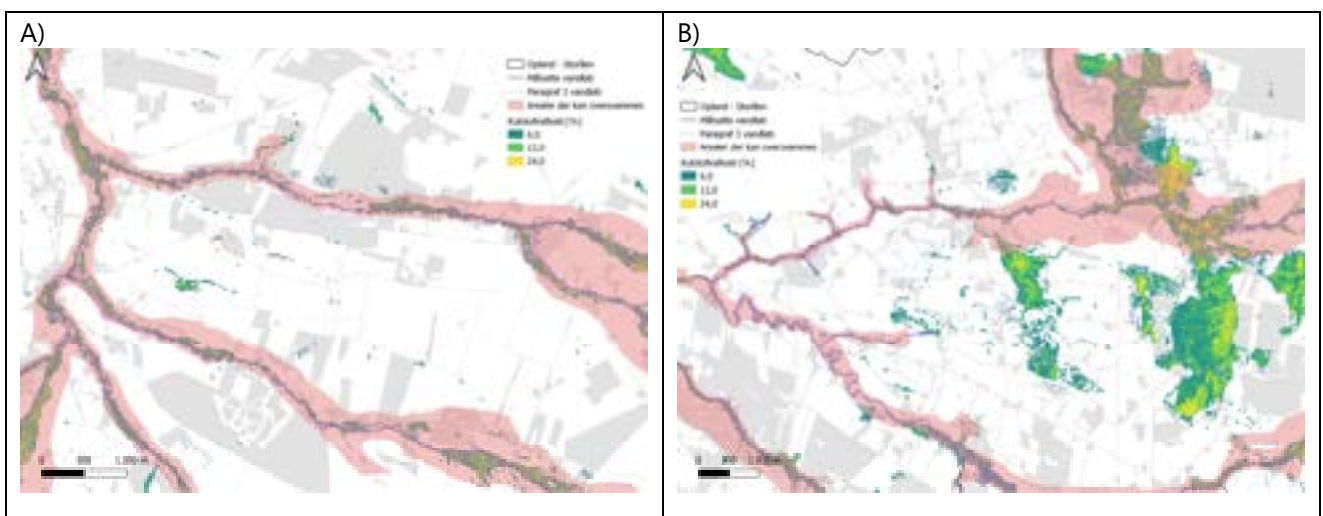


Figur 6.2: Organisk indhold i jordbunden i lavbundsområder. A) udklip fra den centrale del af Storå-systemet ved Nybro og B) udklip fra den nordøstlige del af Storåoplandet ved Hogager i området hvor Savstrup Å løber til Storå. (Data: Danmarks Miljøportal).

6.2.1 Synergieffekter mellem oversvømmelse og kulstofholdige jorde



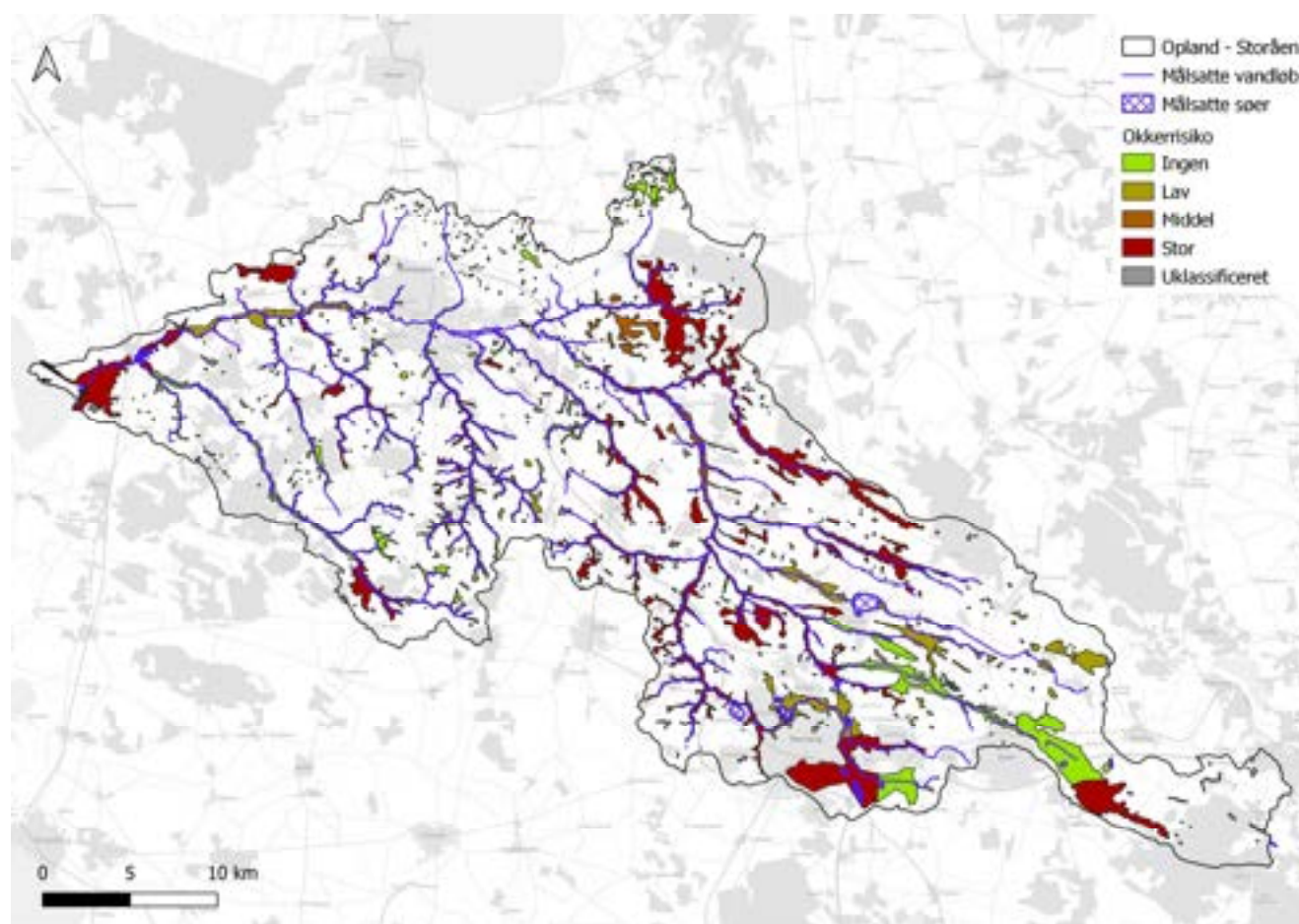
Figur 6.3: Synergieffekt af oversvømmelser og områder med højt organisk indhold i jordbunden i lavbundsområder. (Data: Danmarks Miljøportal).



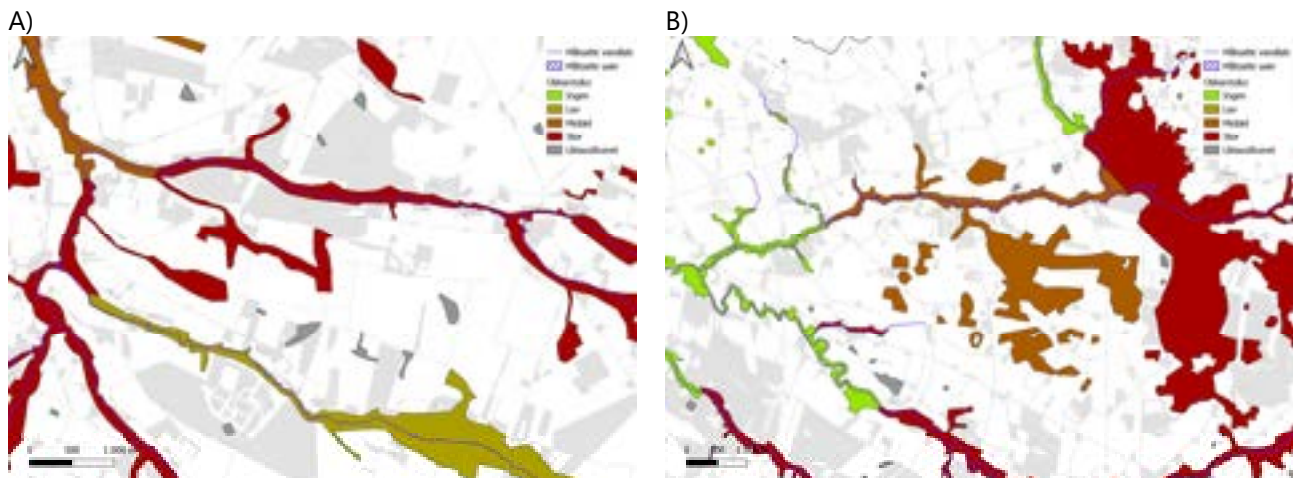
Figur 6.4: Synergieffekt af oversvømmelser og områder med højt organisk indhold i jordbunden i lavbundsområder. A) udklip fra den centrale del af Storå-systemet ved Nybro og B) udklip fra den nordøstlige del af Storåoplandet ved Hogager i området hvor Savstrup Å løber til Storå. (Data: Danmarks Miljøportal).

En lang række af de kulstofholdige jorde findes indenfor det områder der er identificeret som potentielt oversvømmelsesområde. De største forekomster ligger dog i de store moseområder og kan ikke umiddelbart bringes i spil i forhold til vandtilbageholdelse ved oversvømmelse. Disse vil kunne bringes i spil ved store vådområdeprojekter, hvor der sløjfes dræn i områderne og vandstanden hæves. Dette vil i sig selv medføre en langsommere respons fra disse områder, men det opland de afvander vil være begrænset og derfor vil den samlede effekt på vandtilbageholdelsen være af mindre betydning for det samlede opland. Her vil områderne langs selve Storå være af større betydning. I alt findes 3.900 ha lavbundsareal indenfor ådalene med et kulstofindhold på 6-12% og tilsvarende yderligere 3.000 ha med et kulstofindhold på 12% eller derover. Af disse vil langt hovedparten kunne komme i spil enten ved oversvømmelser eller ved lavbundsprojekter, hvor der afskæres dræn og vådsættes områder.

6.3 Okkerpotentielle områder



Figur 6.5: Jorde der er identificeret som okkerpotentielle lavbundsområder. (Data: Institut for Agroøkologi, AU).

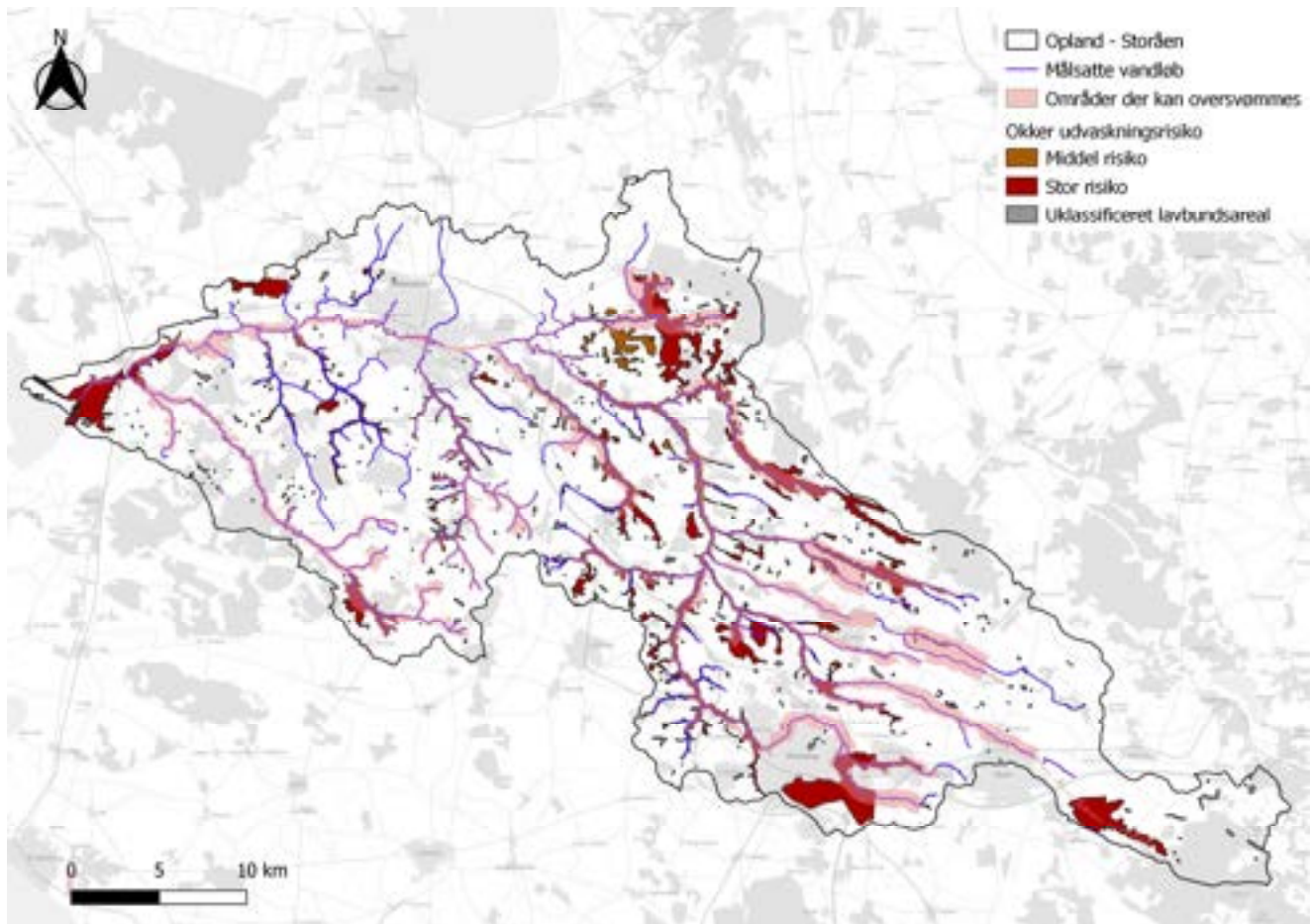


Figur 6.6: Jorde der er identificeret som okkerpotentielle lavbundsområder. A) udklip fra den centrale del af Storå-systemet ved Nybro og B) udklip fra den nordøstlige del af Storåoplandet ved Hogager i området hvor Savstrup Å løber til Storå. (Data: Institut for Agroøkologi, AU).

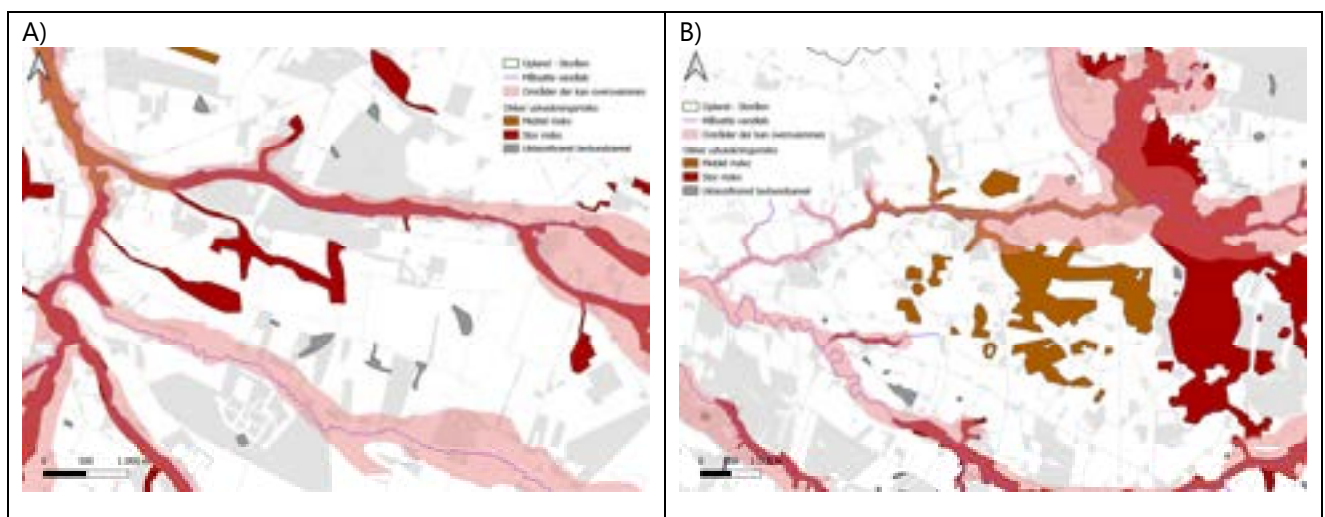
De okkerpotentielle områder findes i altovervejende grad langs vandløb og i de store moseområder i oplandet, men der findes også mindre isolerede områder hvorfra der frigives okker ved sænkning af grundvandsspejlet. De store okkerpotentielle områder falder sammen med områderne med organiske aflejringer, dvs. de ovennævnte store moseområder i oplandet.

6.3.1 Synergieffekter mellem oversvømmelse og okkerpotentielle jorde

En lang række af de okkerpotentielle jorde findes indenfor det område der er identificeret som potentielt oversvømmelsesområde. De største forekomster ligger dog i de store moseområder og kan ikke umiddelbart bringes i spil i forhold til vandtilbageholdelse ved oversvømmelse. I disse områder vil store vådområdeprojekter, hvor der sløjfes dræn i områderne og vandstanden hæves, kunne hjælpe med tilbageholdelsen af okkerforbindelserne og dermed reducere udvaskningen. Dette vil også være et vigtigt instrument i forbindelse med arbejdet med vandplanerne og målopfyldelsen i vandløbene, hvor okker kan have væsentlige negative effekter. Vådsætningen i områder vil i sig selv medføre en langsommere respons fra disse områder, men det opland de afvander vil være begrænset og derfor vil den samlede effekt på vandtilbageholdelsen være af mindre betydning for det samlede opland. Her vil områderne langs selve Storå være af større betydning. I alt findes der 6.832 ha lavbundsområder i ådalene, hvor der er stor risiko for udvaskning. Hertil kommer yderligere 600 ha med middel risiko. Hovedparten af disse områder er sammenfaldende med områder med højt kulstofindhold. En del af disse områder ligger ikke i selve Storås ådal eller i de store moseområder, men er placeret i toppen af mindre vandløbsstrenge, der løber til Storå som sidetilløb.



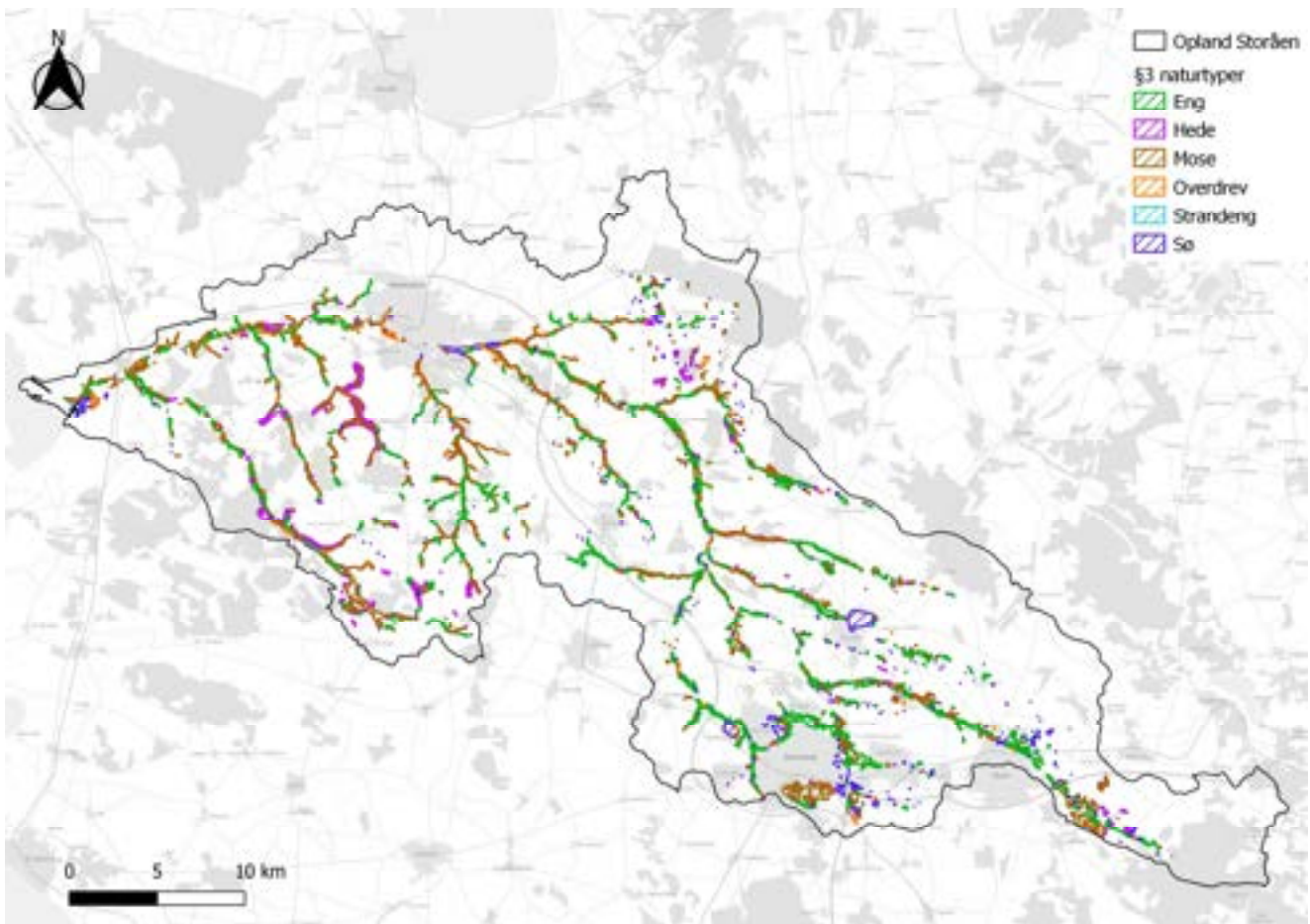
Figur 6.7: Synergieffekt af oversvømmelser og okkerpotentielle jorde i lavbundsområder. (Data: Danmarks Miljøportal).



Figur 6.8: Synergieffekt af oversvømmelser og okkerpotentielle jorde i lavbundsområder. A) udklip fra den centrale del af Storåsystemet ved Nybro og B) udklip fra den nordøstlige del af Storåoplandet ved Hogager i området hvor Savstrup Å løber til Storå. (Data: Danmarks Miljøportal).

6.4 §3 beskyttet natur i ådalene

Indenfor ådalene findes i alt 4.159 beskyttede naturtyper der fordeler sig på søer/vandhuller, enge og moser, samt de tørrere naturtyper som hede og overdrev (Figur 6.9). Fordelingen på de forskellige typer er vist i Figur 6.10 og de terrestriske typers fordeling er vist i Tabel 6.1. Det totale §3 beskyttede areal der påvirkes af oversvømmelser stiger fra 4.000 ha til 4.200 ha ved det nuværende klima og tilsvarende er stigningen i år 2100 fra 4.100 ha til 4.350 ha.

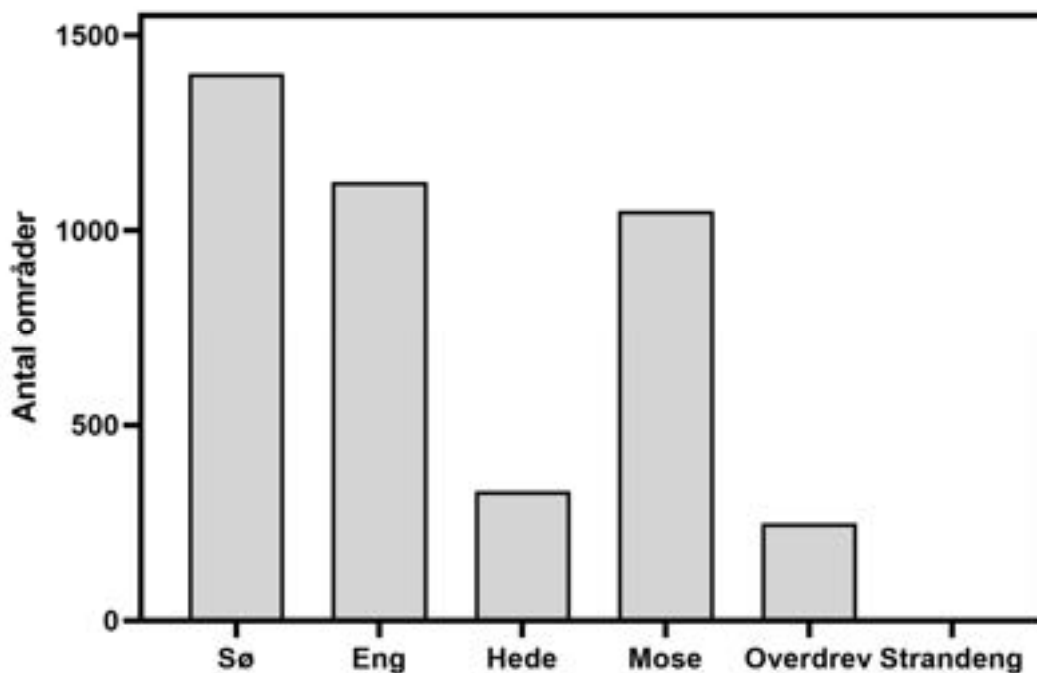


Figur 6.9: §3 beskyttede naturtyper i ådalene i Storås opland.

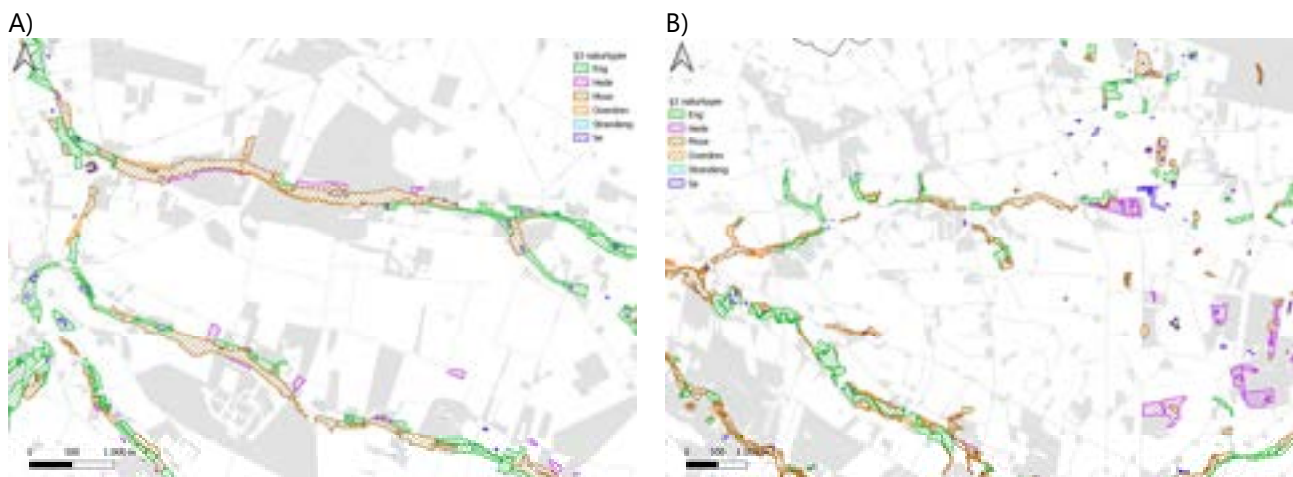
Tabel 6.1: Terrestriske naturtypers fordeling i ådalene i forbindelse med oversvømmelse fra en 10 års hændelse.

	2020	2100
Eng	49	49
Mose	45	44
Hede	2	2
Overdrev	4	5

Som det fremgår af ovenstående tabel, er langt de fleste forekommende naturtyper i ådalen afhængige af enten grundvand eller overfladevand. Den dominerende naturtype i ådalen er dog ikke terrestrisk, men akvatisk – søer/vandhuller.



Figur 6.10: Fordeling af de 33 beskyttede naturtyper i ådalene i Storås opland.



Figur 6.11: 33 beskyttede naturtyper i ådalene i Storås opland. A) udklip fra den centrale del af Storå-systemet ved Nybro og B) udklip fra den nordøstlige del af Storåoplandet ved Hogager i området hvor Savstrup Å løber til Storå.

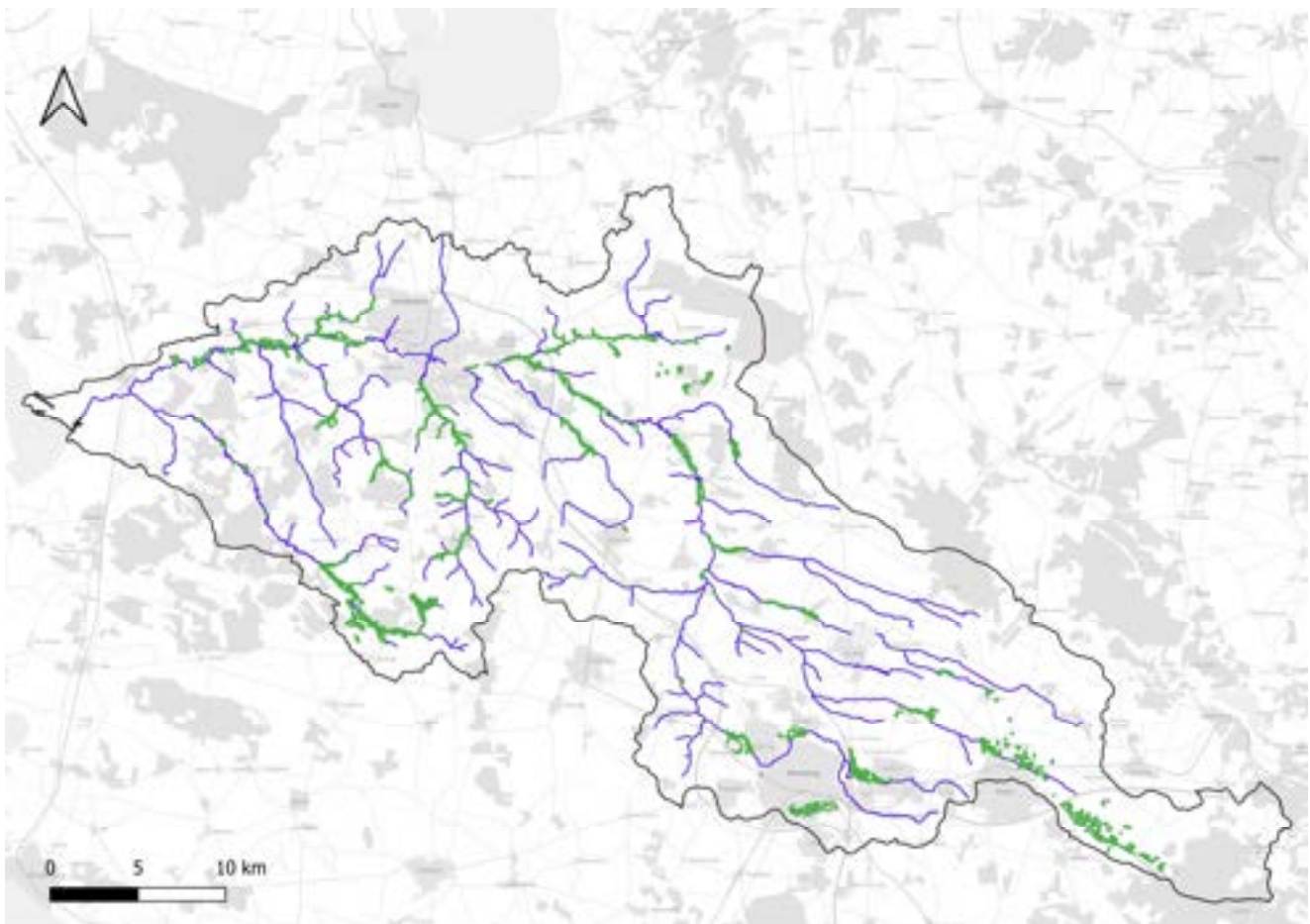
Der forekommer især enge og moser langs med vandløbene alt efter hvor våde arealerne er. Fugtigheden afhænger dels af vandtilførslen, da moser typisk forekommer hvor der udstrømmer store mængder grundvand til ådalen, mens enge forekommer på lidt tørrere arealer, som typisk forsynes fra både grundvand og vandløb.

En del af de beskyttede naturtyper vil være sårbare overfor oversvømmelser, da vandløbene typisk har en højere næringskoncentration end i naturtilstanden. Derfor kan der forekomme situationer, hvor oversvømmelsen er naturlig, men grundet det forhøjede indhold af næring i vandløbsvandet, så påvirkes naturtyperne negativt.

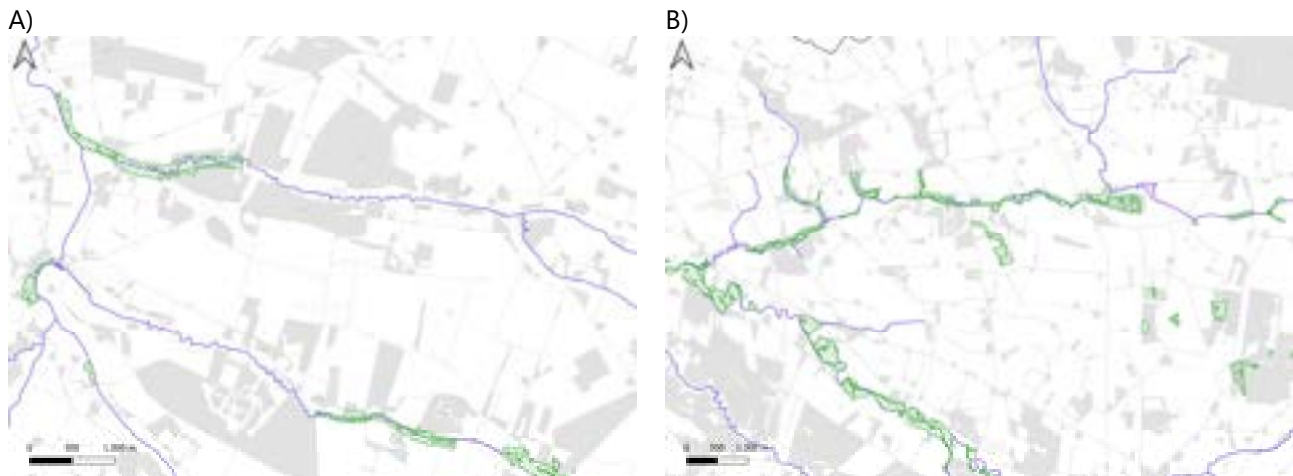
6.5 Besigtigelse af §3 arealer

Der er i alt foretaget 1287 besigtigelser af §3 beskyttede naturtyper i ådalene i Storå. Af disse er der en naturtilstandsvurdering på 798 lokaliteter. Der findes ingen vurderinger af tilstanden i søer og vandhuller, da der ikke findes en national standard for dette. Arealerne, der er besigtiget, er vist i Figur 6.12

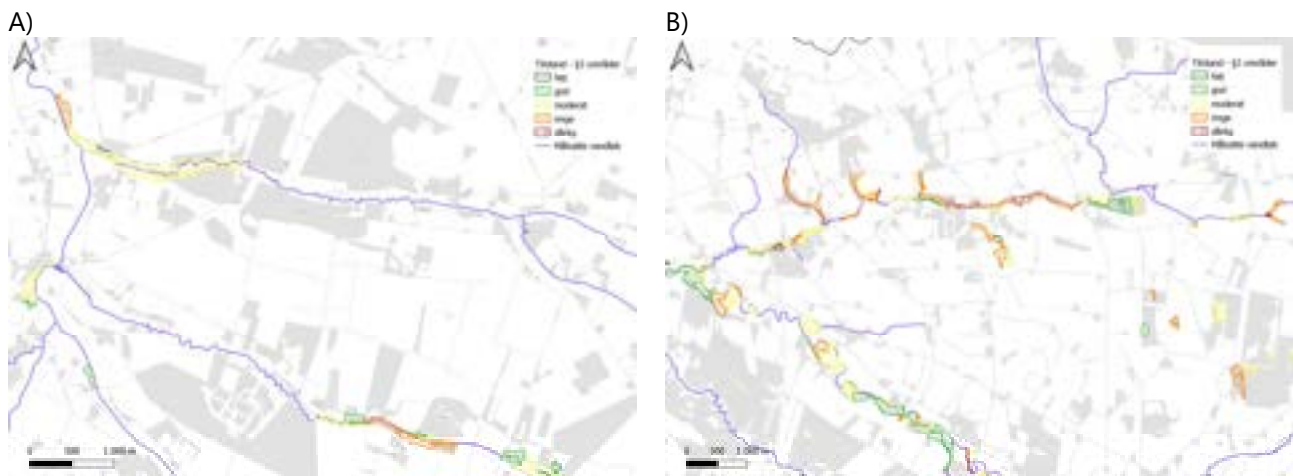
Der er foretaget 748 besigtigelser i Herning kommune, hvoraf der foreligger naturtilstandsdata for de 324. I Holstebro Kommune foreligger 345 besigtigelser, hvoraf der er naturtilstand på de 325, men tallene for Ikast-Brande Kommune er 194 besigtigelse og 149 tilstandsvurderinger.



Figur 6.12: §3 beskyttede naturtyper hvor der er foretaget besigtigelser i Storås opland.

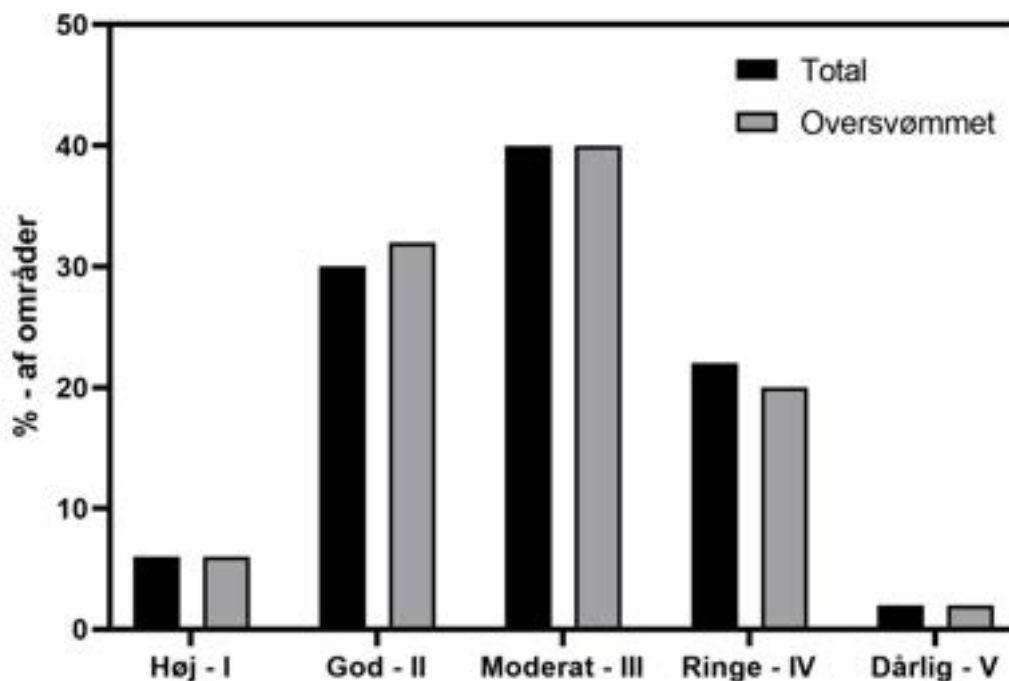


Figur 6.13: §3 beskyttede naturtyper hvor der er foretaget besigtigelser. A) udklip fra den centrale del af Storå-systemet ved Nybro og B) udklip fra den nordøstlige del af Storåoplandet ved Hogager i området hvor Savstrup Å løber til Storå.



Figur 6.14: Tilstanden på §3 beskyttede naturtyper – vurderet ved kommunernes besigtigelser på arealerne. A) udklip fra den centrale del af Storå-systemet ved Nybro og B) udklip fra den nordøstlige del af Storåoplandet ved Hogager i området hvor Savstrup Å løber til Storå.

Andelen af oversvømmede naturtyper tilstand er identiske med fordelingen i tilstanden for alle besigtigede naturtyper i hele ådalen. Ligeledes er der ikke forskel på fordelingen mellem arealer der oversvømmet ved en 2 års hændelse og arealer der er oversvømmet ved en 100 års hændelse. Ydermere ændrer fordelingen sig ikke ved fremtidigt klima.

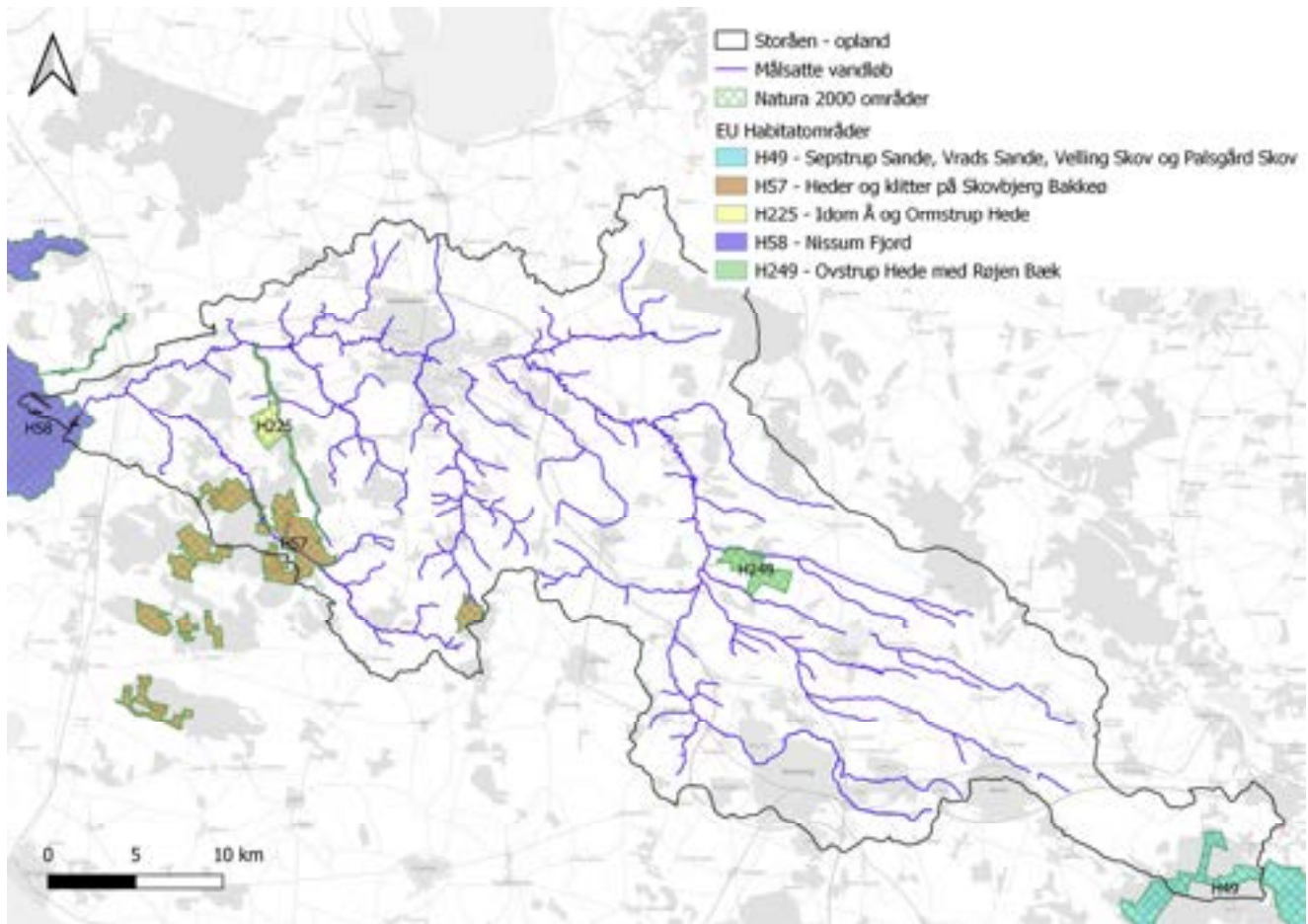


Figur 6.15: §3 beskyttede naturtypers tilstand for de oversvømmede arealer og det totale antal §3 arealer hvor der er foretaget besigtigelser i Storås opland.

6.6 Natura 2000 beskyttet natur

Indenfor Storås opland findes tre Natura 2000 områder (Figur 6.16). Natura 2000 områderne består af både habitatområder og fuglebeskyttelsesområder. De tre Natura 2000 områder er:

- N64 – Heder og klitter på Skovbjerg Bakkeø, Idom Å og Ormstrup Hede. Området omfatter habitatområde H57 - Heder og klitter på Skovbjerg Bakkeø og habitatområde H225 – Idom Å og Ormstrup Hede.
- N65 – Nissum Fjord. Området omfatter habitatområde H58 og fuglebeskyttelsesområde F38.
- N225 – Ovstrup Hede med Røjen Bæk. Området omfatter habitatområde H249.
- N53 – Sepstrup Sande, Vrads Sande, Velling Skov og Palsgård Skov. Området omfatter habitatområde H49 og fuglebeskyttelsesområde F34



Figur 6.16: Natura 2000 områder og habitatområder i Storåsen opland.

6.6.1 Natura 2000 område N64 - Heder og klitter på Skovbjerg Bakkeø, Idom Å og Ormstrup Hede

Natura 2000-området er sammensat af to habitatområder. Habitatområde H225 omfatter Ormstrup Hede og Idom Å der afgrænser heden mod øst. Habitatområde H57 består af mange geografisk adskilte arealer, herunder bl.a. Nørre- og Sønder Vosborg Heder og Vind Hede. I Figur 6.17 og Figur 6.18 er vist udpegningsgrundlaget for de to habitatområder.

Udpegningsgrundlag for Habitatområde nr. 57		
Naturtyper:	Visse-indlandsklit (2310)	Revling-indlandsklit (2320)
	Græs-indlandsklit (2330)	Søbred med småurter (3130)
	Kransnålalge-sø (3140)	Næringsrig sø (3150)
	Brunvandet sø (3160)	Vandløb (3260)
	Våd hede (4010)	Tør hede (4030)
	Enekrat (5130)	Surt overdrev* (6230)
	Tidvis våd eng (6410)	Hængesæk (7140)
	Tørvelavning (7150)	Kildevæld* (7220)
	Rigkær (7230)	Bøg på mor med kristtom (9120)
	Ege-blandskov (9160)	Stilkege-krat (9190)
	Skovbevokset tørvemose* (91D0)	Elle- og askeskov* (91E0)
Arter:	Bæklampret (1096)	Laks (1106)
	Stor vandsalamander (1166)	Odder (1355)

Figur 6.17: Udpegningsgrundlag for habitatområde H57 - Heder og klitter på Skovbjerg Bakkeø (Fra: Miljøstyrelsen 2021a).

Udpegningsgrundlag for Habitatområde nr. 225		
Naturtyper:	Visse-indlandsklit (2310)	Revling-indlandsklit (2320)
	Græs-indlandsklit (2330)	Søbred med småurter (3130)
	Næringsrig sø (3150)	Brunvandet sø (3160)
	Vandløb (3260)	Våd hede (4010)
	Tør hede (4030)	Surt overdrev* (6230)
	Tidvis våd eng (6410)	Hængesæk (7140)
	Rigkær (7230)	Stilkege-krat (9190)
Arter:	Bæklampret (1096)	Odder (1355)

Figur 6.18: Udpegningsgrundlag for habitatområde H225 – Idom Å og Ormstrup Hede (Fra: Miljøstyrelsen 2021a).

Hele natura 2000-området er domineret af indlandsklitter som er opstået ved sandflugt i slutningen af sidste istid. Flere steder inden for området findes der endnu aktive klitter. Indlandsklit-naturtyperne ligger i mosaik med tør hede og små arealer med våd hede og tørvelavninger. De lysåbne arealer i Natura 2000-området ligger omkranset af plantager. Idom Å munder ud i Storå umiddelbart øst for Bur og Råsted Lilleå, som også ligger i habitatområder løber til Storå ved Skærum Mølle syd for Vemb. Langs begge vandløb findes der overdrev, rigkær og hængesæk. Åerne og de omgivende arealer er levested for bæklampret, odder og laks og i et mindre antal vandhuller i området findes stor vandsalamander. Natura 2000-området har et areal på 3.452 ha, hvoraf størstedelen er statsejet.

6.6.2 Natura 2000 område N65 – Nissum Fjord

Natura 2000-området har et areal på ca. 11.061 ha, hvoraf Nissum Fjords vandflade udgør 6.313 ha og de store ferske søer 250 ha. Det er kun den alleryderste del af Storå, omkring Felsted Kog, lige før udmundingen i Nissum Fjord der ligger indenfor Natura 2000 området. I Storås opland forekommer surt overdrev og strandeng som de eneste lysåbne naturtyper

Natura 2000-området Nissum Fjord ligger som en lavvandet brakvandslagune bag den smalle klittange, Bøvling Klit. Indfjorden og Felsted Kog er omgivet af udstrakte rørskove, mens der i resten af området udenfor Storås oplande findes en række andre naturtyper, herunder klitnatur mv.

Udpegningsgrundlag for Habitatområde nr. 58		
Naturtyper:	Lagune* (1150)	Strandvold med enårige planter (1210)
	Enårig strandengsvegetation (1310)	Strandeng (1330)
	Grå/grøn klit* (2130)	Klithede* (2140)
	Havtomklit (2160)	Klitlavning (2190)
	Visse-indlandsklit (2310)	Græs-indlandsklit (2330)
	Lobeliesø (3110)	Søbred med småurter (3130)
	Kransnålalge-sø (3140)	Næringsrig sø (3150)
	Vandløb (3260)	Våd hede (4010)
	Tør hede (4030)	Surt overdrev* (6230)
	Tidvis våd eng (6410)	Hængesæk (7140)
	Rigkær (7230)	Stilkeke-krat (9190)
	Skovbevokset tørvemose* (91D0)	Elle- og askeskov* (91E0)
Arter:	Vandranke (1831)	Bæklampret (1096)
	Flodlampret (1099)	Havlampret (1095)
	Laks (1106)	Stavsild (1103)
	Odder (1355)	Bæver (1337)

Figur 6.19: Udpegningsgrundlag for habitatområde H58 (Fra: Miljøstyrelsen, 2021b).

Udpegningsgrundlag for Fuglebeskyttelsesområde nr. 38		
Fugle:	Rørdrum (Y)	Knopsvane (T)
	Pibesvane (T)	Sangsvane (T)
	Kortnæbbet gås (T)	Bramgås (T)
	Lysbuget knortegås (T)	Spidsand (T)
	Pibeand (T)	Krikand (T)
	Toppet skallesluger (T)	Stor skallesluger (T)
	Rørhøg (Y)	Plettet rørvagtel (Y)
	Klyde (TY)	Hvidbrystet præstekrave (Y)
	Pomeransfugl (T)	Almindelig ryle (Y)
	Brushane (Y)	Lille Kobbersneppe (T)
	Dværgterne (Y)	Splitterne (Y)
	Fjordterne (Y)	Havterne (Y)
	Blåhals (Y)	

Figur 6.20: Udpegningsgrundlag for fuglebeskyttelsesområde F38 (Fra: Miljøstyrelsen, 2021b).

6.6.3 Natura 2000 område N225 - Ovstrup Hede med Røjen Bæk

Det 494 ha store Natura 2000-område domineres af et stort hedelandskab med spredte plantageområder. Store områder domineret af fugtigbundsarter som klokkelyng og/eller smalbladet kæruld vidner om et ubrudt allag. Heden afgrænses mod nord af et engområde, der gennemskæres af det uregulerede vandløb Røjen Bæk. Ovstrup Hede består af betydelige arealer med veludviklet hedevegetation, og store partier er domineret af hedelyng, klokkelyng eller revling. På de lavereliggende arealer findes blåtopdominerede plantesamfund samt en del små vandhuller og småsøer. Langs Røjen Bæk findes områder med Sphagnum-hængesæk. I Sunds Nørreå lever odder og bæklampret.

Miljøtilstanden i den lille del af Røjen Bæk, der ligger inden for Natura 2000 området, er forringet som en følge af sandvandring. Faunaen i vandløbet er også arts- og individfattig, og der er tydelig indikation på en kraftig belastning med okkerholdigt, surt vand. I området findes flere interessante ynglefuglearter, bl.a. rødrygget tornskade og hedelærke. Udpegningsgrundlaget for habitatområdet er vist i Figur 6.21.

Udpegningsgrundlag for Habitatområde nr. 249		
Naturtyper:	Brunvandet sø (3160)	Vandløb (3260)
	Våd hede (4010)	Tør hede (4030)
	Surt overdrev* (6230)	Tidvis våd eng (6410)
	Hængesæk (7140)	Kildevæld* (7220)
	Rigkær (7230)	
Arter:	Grøn kolleguldsmed (1037)	Bækklampret (1096)
	Odde (1355)	

Figur 6.21: Udpegningsgrundlag for habitatområde H249 (Fra: Miljøstyrelsen, 2021c).

6.6.4 Natura 2000 område N53 – Sepstrup Sande, Vrads Sande, Velling Skov og Palsgård Skov

Natura 2000 området dækker den sydlige del af Storås opland og strækker sig ind i Gudenåens opland og oplandet til Karup Å. I Storås opland er landskabet domineret af smeltevandssletter, mens det mod øst består af kraftigt kuperet morænelandskab og tunneldale.

Området er hovedsageligt skovbevokset, og især i den sydlige del er meget store arealer tilplantet med nåletræsplantager som Skærbæk, Snabegård og Kongsø Plantager. Palsgård Skov rummer både løv- og nåletræsskov. I den østlige del ligger Velling skov, hvor store dele er udlagt som urørt skov, som har en særlig høj naturværdi i kraft af skovens alder og den lange skovkontinuitet.

I slettelandskabet findes de store markante hede- og indlandsklitområder Kolpendal, Sepstrup Sande og Vrads Sande i den nordlige del og Kongsø Hede længere mod syd. I landskabet forekommer mange lavninger med hængesæk af tørvemosser, og særligt i Palsgård Skov findes flere forekomster af højmoser. Indenfor Storås opland, forekommer våd og tør hede. Udpegningsgrundlaget for habitat området er vist i Figur 6.22 og Figur 6.23. Det samlede areal er på 6.522 ha. En beskedent del af Natura 2000 området forekommer indenfor Storås opland og hele arealet indenfor oplandsgrænsen er også dækket af fuglebeskyttelsesområde, F34.

Udpegningsgrundlag for Habitatområde nr. 49		
Naturtyper:	Visse-indlandsklit (2310)	Revling-indlandsklit (2320)
	Græs-indlandsklit (2330)	Lobeliesø (3110)
	Søbred med småurter (3130)	Kransnålalge-sø (3140)
	Næringsrig sø (3150)	Brunvandet sø (3160)
	Vandløb (3260)	Våd hede (4010)
	Tør hede (4030)	Enekrat (5130)
	Surt overdrev* (6230)	Tidvis våd eng (6410)
	Højmose* (7110)	Nedbrudt højmose (7120)
	Hængesæk (7140)	Tørvelavning (7150)
	Kildevæld* (7220)	Rigkær (7230)
	Bøg på mor (9110)	Bøg på mor med kristtom (9120)
	Bøg på muld (9130)	Ege-blandskov (9160)
	Stilkege-krat (9190)	Skovbevokset tørvemose* (91D0)
	Elle- og askeskov* (91E0)	
Arter:	Blank seglmos (6216)	Gul Stenbræk (1528)
	Bæklampret (1096)	Stor vandsalamander (1166)
	Odder (1355)	Damflagermus (1318)

Figur 6.22: Udpegningsgrundlag for habitatområde H49 (Fra: Miljøstyrelsen 2021d).

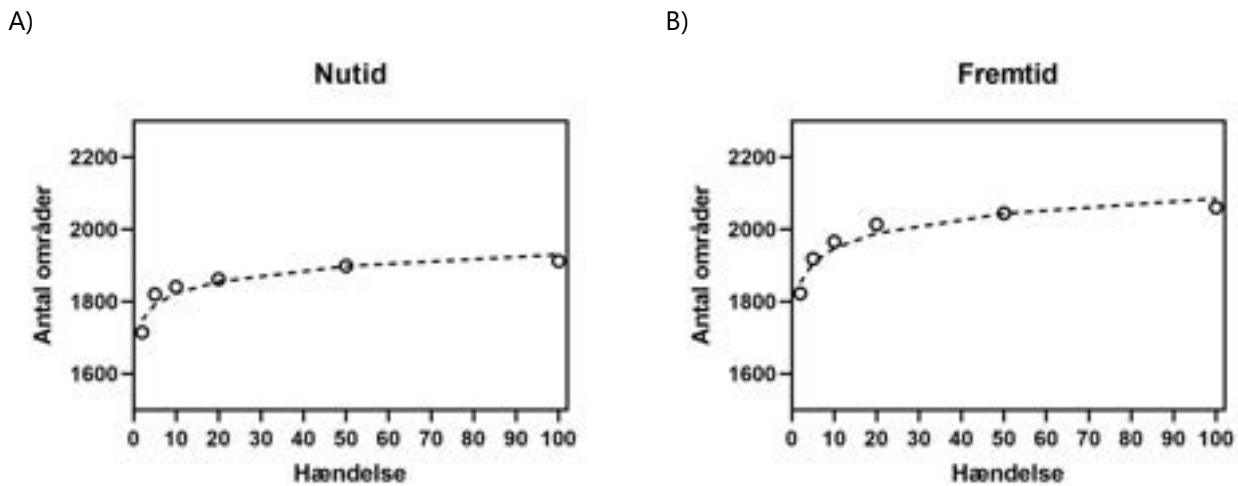
Udpegningsgrundlag for Fuglebeskyttelsesområde nr. 34		
Fugle:	Hvepsevåge (Y)	Trane (Y)
	Stor hornugle (Y)	Natravn (Y)
	Isfugl (Y)	Sortspætte (Y)
	Hedelærke (Y)	Rødrygget tomskade (Y)

Figur 6.23: Udpegningsgrundlag for fuglebeskyttelsesområde F34 (Fra: Miljøstyrelsen 2021d).

6.7 Analyse af oversvømmede arealer

De opstillede oversvømmelseskort er efterfølgende projiceret ovenpå kort med arealanvendelse og beskyttet natur (både §3 og Natura 2000) for at identificere hvilke arealer der bliver påvirket og hvor store arealer der er tale om for hvert scenarie. Analyserne viser hvilke arealer der påvirkes med det nuværende klima, samt det fremskrevne klima og hvis der ikke gennemføres tiltag til reduktion af strømningen eller tilbageholdelse af vand i oplandet. Det bedes bemærket at arealerne der er medtaget ikke nødvendigvis står under vand, men der frit vand på en mindre del af det arealer der benyttes til landbrugsdrift. Derfor er det påvirkede landbrugsarealer større end det egentlig oversvømmede areal.

6.7.1 Oversvømmelse af §3 beskyttede områder



Figur 6.24: Oversvømmede §3 beskyttede naturtyper i ådalene i Storås opland. A) i nutidigt klima og B) i fremtidigt klima.

Som tilfældet var for de oversvømmede arealer, stiger antallet oversvømmede områder med når oversvømmelsesmægtigheden stiger. Stigningen følger en logaritmisk sammenhæng, hvor den ved større oversvømmelser går asymptotiske mod en maksimalværdi. Denne maksimalværdi flyttes opad ved fremtidigt klima, svarende til at en større del af ådalen og dermed de beskyttede naturtyper bliver påvirket i fremtiden.

6.7.2 Oversvømmelse af natura 2000 områder

Indenfor Natura 2000 områderne findes en lang række naturtyper på udpegningsgrundlaget. Der er her foretaget en analyse af hvilke af disse, der er knyttet til ådalen, som samtidig bliver påvirket af oversvømmelser.

6.7.2.1 Habitatområde 57 – hede og klitter på Skovbjerg Bakkeø

I alt påvirkes 25 naturtyper ved en 2 års hændelse. Dette stiger til 27 naturtyper ved en 100 års hændelse og nutidigt klima. I alt 30 naturtyper påvirkes ved en 100 års hændelse i år 2100. I alt forekommer ni forskellige naturtyper indenfor ådalen. De vandafhængige naturtyper er generelt i god tilstand, men enkelte også i moderat tilstand. Naturtyperne der bliver påvirket forekommer omkring Råsted Lilleå og toppen af Vegen Å. En række mere tørre naturtyper bliver også påvirket.

Tabel 6.2: Påvirkninger af forskellige naturtyper (antal) på udpegningsgrundlaget ved forskellige hændelser. Her er vist påvirkningen ved en 2-års hændelse og nutidigt klima samt en 100 års hændelse for nutidigt og fremtidigt klima.

	2 års hændelse - 2020	100 års hændelse - 2020	100 års hændelse - 2100
Enekrat	1	1	1
III. Moderat tilstand	1	1	1
Hængesæk	7	7	8
II. God tilstand	6	6	7

	2 års hændelse - 2020	100 års hændelse - 2020	100 års hændelse - 2100
III. Moderat tilstand	1	1	1
Revling-indlandsklit	2	2	2
II. God tilstand	2	2	2
Rigkær	1	1	1
II. God tilstand	1	1	1
Surt overdrev	1	1	1
II. God tilstand	1	1	1
Tidvis våd eng	3	5	5
II. God tilstand	3	5	5
Tør hede	3	3	4
I. Høj tilstand			1
II. God tilstand	2	2	2
III. Moderat tilstand	1	1	1
Våd hede	7	7	8
I. Høj tilstand	1	1	2
II. God tilstand	6	6	6
Enekrat	1	1	1
III. Moderat tilstand	1	1	1
TOTAL	25	27	30

6.7.2.2 Habitatområde 57 – Idom Å

I alt påvirkes 8 naturtyper ved en 2 års hændelse. Dette stiger til 10 naturtyper ved en 100 års hændelse og nutidigt klima. I alt 12 naturtyper påvirkes ved en 100 års hændelse i år 2100. De vandafhængige naturtyper er generelt i god eller moderat tilstand. Naturtyperne der bliver påvirket forekommer omkring den centrale del af Idom Å. En række mere tørre naturtyper bliver også påvirket.

Tabel 6.3: Påvirkninger af forskellige naturtyper (antal) på udpegningsgrundlaget ved forskellige hændelser. Her er vist påvirkningen ved en 2-års hændelse og nutidigt klima samt en 100 års hændelse for nutidigt og fremtidigt klima.

	2 års hændelse - 2020	100 års hændelse - 2020	100 års hændelse - 2100
Hængesæk		1	2
II. God tilstand			1
III. Moderat tilstand		1	1
Rigkær	5	5	6
II. God tilstand	3	3	4
III. Moderat tilstand	2	2	2

	2 års hændelse - 2020	100 års hændelse - 2020	100 års hændelse - 2100
Surt overdrev	1	1	1
II. God tilstand	1	1	1
Våd hede	2	3	3
II. God tilstand	2	2	2
III. Moderat tilstand		1	1
TOTAL	8	10	12

6.7.2.3 Habitatområde 245 – Ovstrup Hede med Røjenkær Bæk

I alt påvirkes 5 naturtyper (enten hængesæk eller kildevæld) ved samtlige hændelser. Naturtyper er høj eller god tilstand, Naturtyperne der bliver påvirket forekommer omkring Røjenkær Bæk.

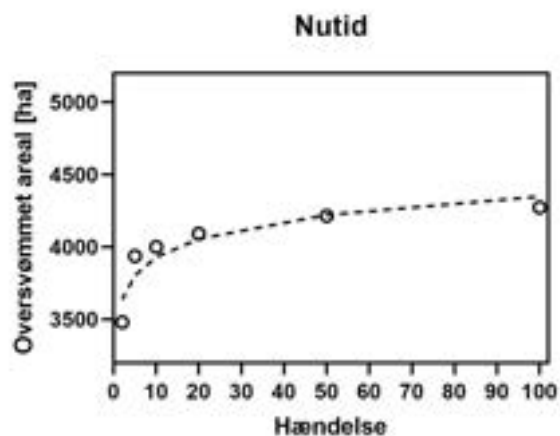
Tabel 6.4: Påvirkninger af forskellige naturtyper (antal) på udpegningsgrundlaget ved forskellige hændelser. Her er vist påvirkningen ved en 2-års hændelse og nutidigt klima samt en 100 års hændelse for nutidigt og fremtidigt klima.

	2 års hændelse - 2020	100 års hændelse - 2020	100 års hændelse - 2100
Hængesæk	4	4	4
I. Høj tilstand	1	1	1
II. God tilstand	3	3	3
Kildevæld	1	1	1
II. God tilstand	1	1	1
TOTAL	5	5	5

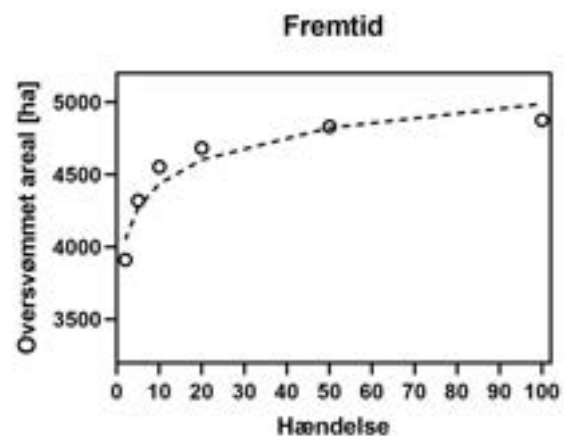
6.7.3 Oversvømmelse af landbrugsområder

En betragtelig del af ådalene udgøres af landbrugsområder, som enten dyrkes intensivt eller bruges til mere ekstensiv drift, som afgræsning eller høslæt. I nedenstående figurer er vist hvor stort et landbrugsarealer der bliver påvirket af oversvømmelserne ved forskellige hændelser. Det bedes bemærket at arealerne, der er medtaget, ikke nødvendigvis står under vand, men der frit vand på en mindre del af det arealer der benyttes til landbrugsdrift. Derfor er det påvirkede landbrugsarealer større end det egentlig oversvømmede areal.

A)



B)

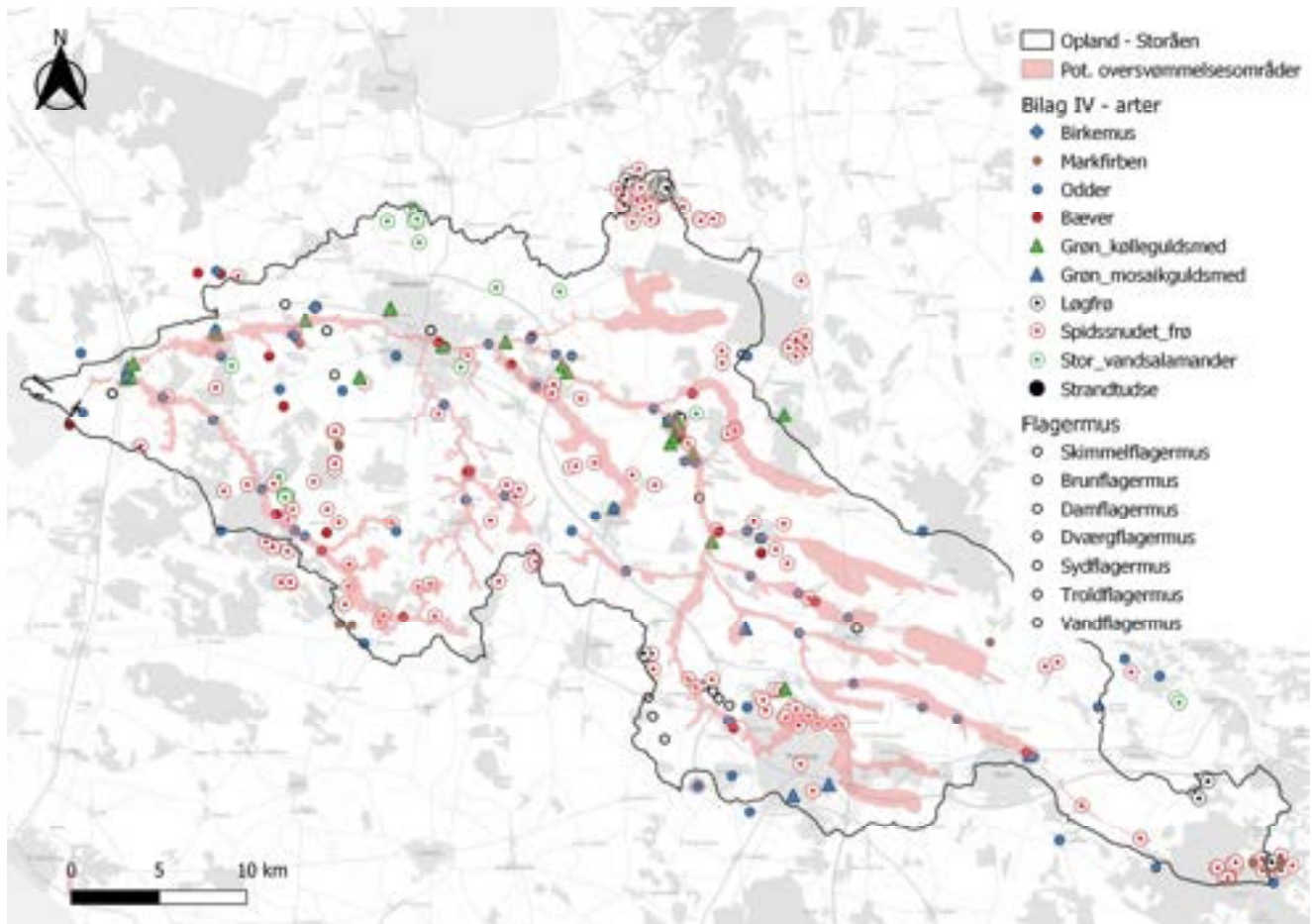


Figur 6.25: Oversvømmingspåvirkede landbrugsarealer i ådalene i Storås opland. A) i nutidigt klima og B) i fremtidigt klima.

Det samlede oversvømmingspåvirkede landbrugsareal stiger fra 3.500 ha til 4.300 ha ved nutidigt klima og tilsvarende fra 3.900 ha til 4.900 ha i år 2100. Disse arealer svarer i store træk til det samlede areal af beskyttet natur der ligeledes påvirkes af oversvømmelser.

6.8 Forekomst af Bilag IV arter i området

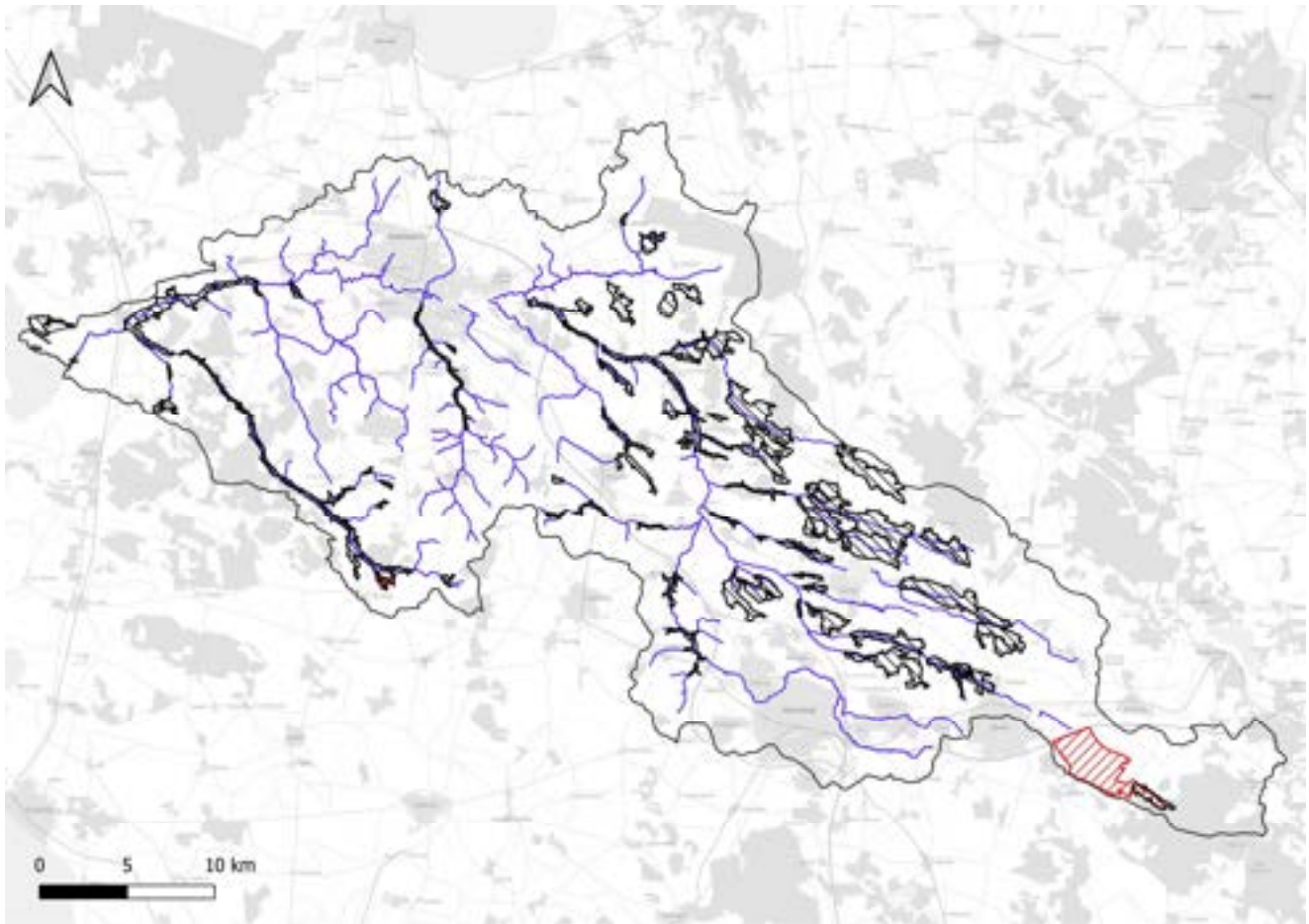
Der forekommer en lang række arter fra Habitatdirektivets Bilag IV i Storås opland. Forekomsten er vist i Figur 6.26. Som det kan ses, vil eventuelle projekter der sigter på at tilbageholde vand på udvalgte arealer skulle forholde sig konkret til hvad effekten vil være på de forskellige forekommende arter. Nogle arter vil trives mens andre qua deres livscyklus, med vandring mellem tørre og mere våde områder, vil kunne blive negativt påvirket. Dette vil også være tilfældet for de rent terrestriske arter, der lever på tørre arealer. Hvis disse arealer vådsættes vil det påvirke den økologiske funktionalitet af enten yngle- eller rasteområder eller måske begge dele. Dette vil i sidste ende skulle vejes op imod bestandens størrelse og udbredelse for at afgøre om der vil være tale om u hensigtsmæssige påvirkninger.



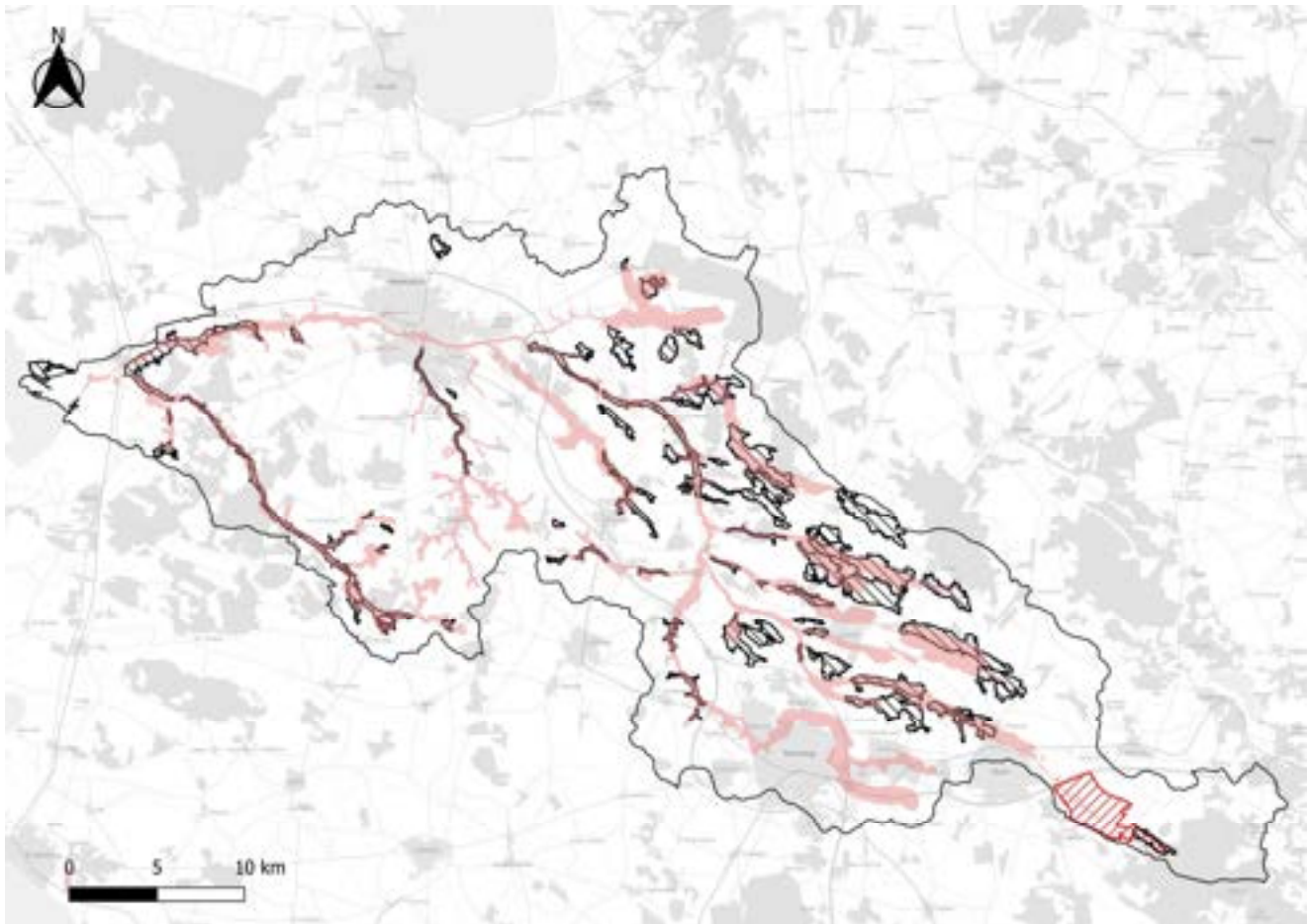
Figur 6.26: Bilag IV arter der er fundet i området (data fra: Miljøportalen og arter.dk).

6.9 Eksisterende projekter og kommunernes egne identificerede potentielle projektområder

De tre kommuner har opgjort mulighederne for etablering af områder der potentielt kan fungere som kvælstoffjernelsesområder. Disse er vist i Figur 6.27 sammen med det potentielle klima-lavbundsprojektområder der er udpeget i Ulkær Mose i samarbejde mellem Ikast-Brande Kommune og Naturstyrelsen. Der er i alt 8.259 ha potentielle kvælstofvådområder i Storåne opland og hertil kommer de 1.047 ha i Ulkær Mose som potentielt klima-lavbundsprojektområde.

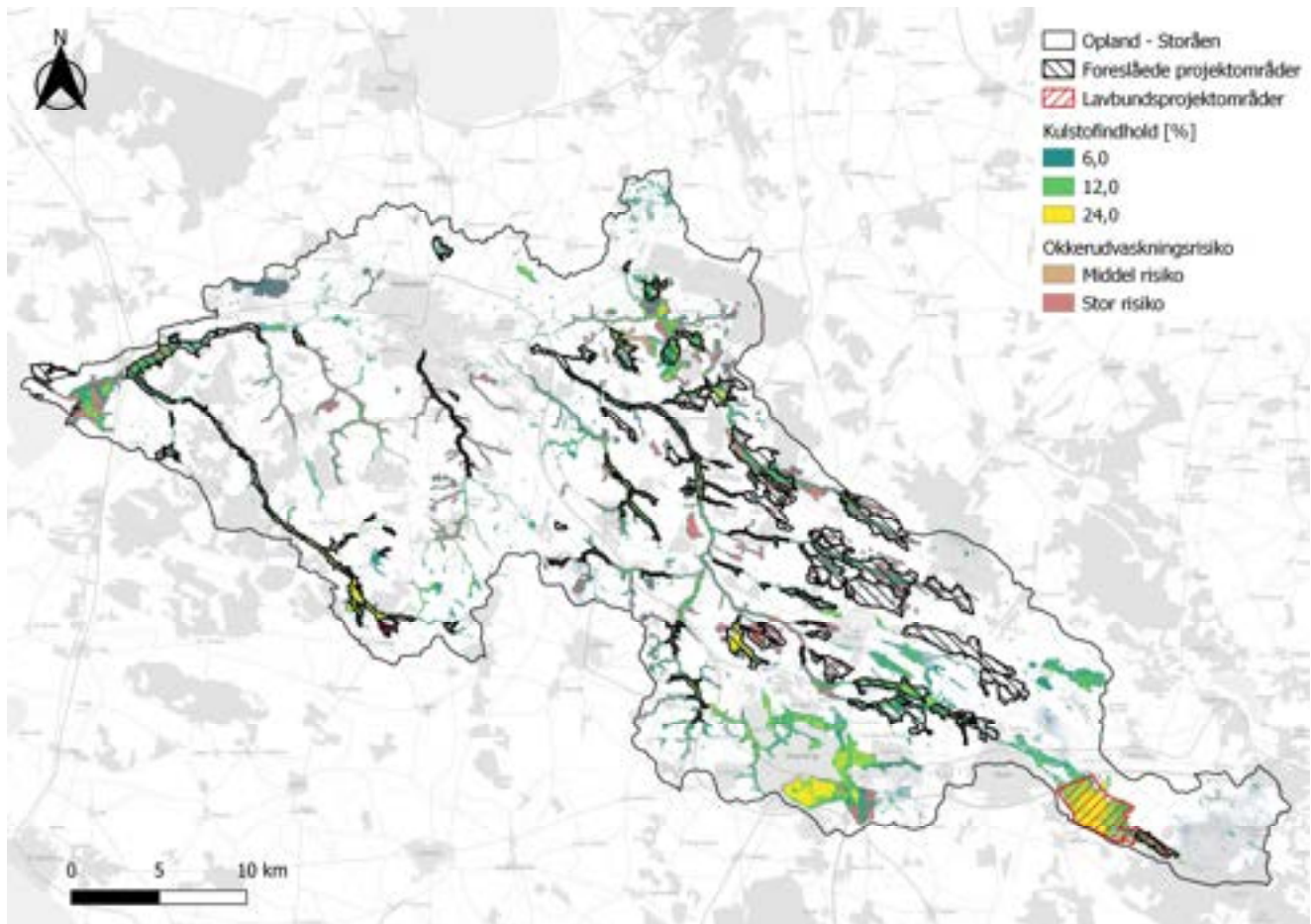


Figur 6.27: Potentielle kvælstoffjernelsesområder (sort) og klima-lavbundsprojektet i Ulkær Mose (rød) (Data: Holstebro Kommune, Herning Kommune, Ikast-Brande Kommune og Naturstyrelsen).



Figur 6.28: Potentielle kvælstoffjernelsesområder (sort) og klima-lavbundsprojektet i Ulkær Mose (rød) og områder der er identificeret som værende mulige oversvømmelsesområder. (Data: Holstebro Kommune, Herning Kommune, Ikast-Brande Kommune og Naturstyrelsen).

Som det kan ses af Figur 6.28 og Figur 6.29 er der et vist overlap mellem de områder som kommunerne allerede havde identificeret i forhold til kvælstofreduktion og så de nye områder der er fremkommet ved oversvømmelsesbetragtningerne og mulige synergier til områder med højt kulstofindhold og risiko for okkerudvaskning. Det er således nødvendigt at udvide områderne, fra de af kommunerne afsøgte til kvælstofprojekter til at omfatte et større areale, således at vandtilbageholdelse og synergi til okker og kulstof kan inddrages. Samtidig skal der også tages højde for at der i disse områder netop er en lang række beskyttede naturtyper som skal håndteres i forhold til om der vil ske en tilstandsændring eller en påvirkning af de den aktuelle tilstand i negativ retning. Dette vil kræve dispensationer fra §3 beskyttelsen og/eller afvigelsesprocedure hvis det drejer sig om Natura 2000 beskyttede arter eller naturtyper.



Figur 6.29: Overlap mellem potentielle kvælstoffjernelsesområder (sort) og klima-lavbundsprojektet i Ulkær Mose (rød) og områder med højt kulstofindhold og risiko for okkerudvaskning. (Data: Holstebro Kommune, Herning Kommune, Ikast-Brande Kommune og Naturstyrelsen).

6.10 Muligheder for projekter

Som det fremgik af den samfundsøkonomiske analyse vil det koste 370 mio. kroner i samfundsmæssigt værditab ikke at indføre tiltag i Storås opland for at imødegå oversvømmelserne. Dette betyder med andre ord at alle tiltag der kan afhjælpe de forøgede oversvømmelser i Storå vil være en samfundsøkonomisk besparelse.

6.10.1 Samtænkning i byer og i åbent land

I denne analyse er der ikke inddraget viden om den indsats der sker i både kommuner og forsyninger i forhold til tilbageholdelse af vand fra befæstede arealer i større byområder. Er findes en række strækninger / vandløb som allerede i dag er voldsomt udfordret af tilledning af vand fra byerne. Der arbejdes i hver kommune og hver forsynings dækningsområder med strategier til håndtering af dette ligesom der udarbejdes DK2020 planer og klimatilpasningsplaner.

DK2020 er er frivilligt samarbejde med Kommunernes Landsforening, Realdania, Danske Regioner og Concito samt C40, som er et netværk af verdens mest klimaambitiøse byer. Som en del af DK2020 forløbet skal hver kommunen udvikle en ambitiøs klimahandleplan. Klimahandleplanen skal både vise hvordan kommunen senest i 2050 vil opnå netto nul-udledning af CO₂ og hvilke tiltag kommunen vil igangsætte for på en robust måde, at tilpasse sig klimaforandringerne. Målsætningerne gælder således både reduktion af drivhusgasudledninger og

tilpasning til klimaforandringerne. Kommunen forpligtiger sig derfor gennem DK2020 samarbejdet til at tage de nødvendige skridt for at blive klimaneutral og modstandsdygtig senest i 2050.

Klimatilpasningsplanerne er en bunden opgave for kommunerne og blev gennemført i 2013, hvor der også blev indgået en økonomisk aftale mellem da daværende regering og Kommunernes Landsforening. Kommunerne er således forpligtet til at gennemføre en risikokortlægning og indføre de nødvendige tilpasningstiltag således at der sker en reduktion i omfanget af oversvømmelser og skadesomkostningerne i forbindelse med disse. Opgaven er således tæt koblet med kommunes spildevandsplanlægning, da en stor del af vandet i byen håndteres i denne, men opgaven stiller også krav om vurdering og indtænkning af oversvømmelser fra hav og vandløb.

Analyserne i denne rapport skal indtænkes i denne sammenhæng og resultaterne bruges til at målrette samtænke indsatsen i både byer og i det åbne land. Der kan være tilfælde hvor det vil være for omkostningstungt eller fysisk umuligt at omlægge med afløbssystemet i en by, men hvor et nedstrøms ådalsområde kan fungere som forsinkelsesområde. På denne måde opnås en samtænkning og effekt gennem en holistisk samtænkning. Det er dog samtidig vigtigt at pointere at regnbetingede udløb som udgangspunkt skal håndteres og drosles inden de når vandløb og søer, men at ådalene kan inddrages hvis omfang eller mulighederne i byen er udtømte.

6.10.2 Væsentlige områder

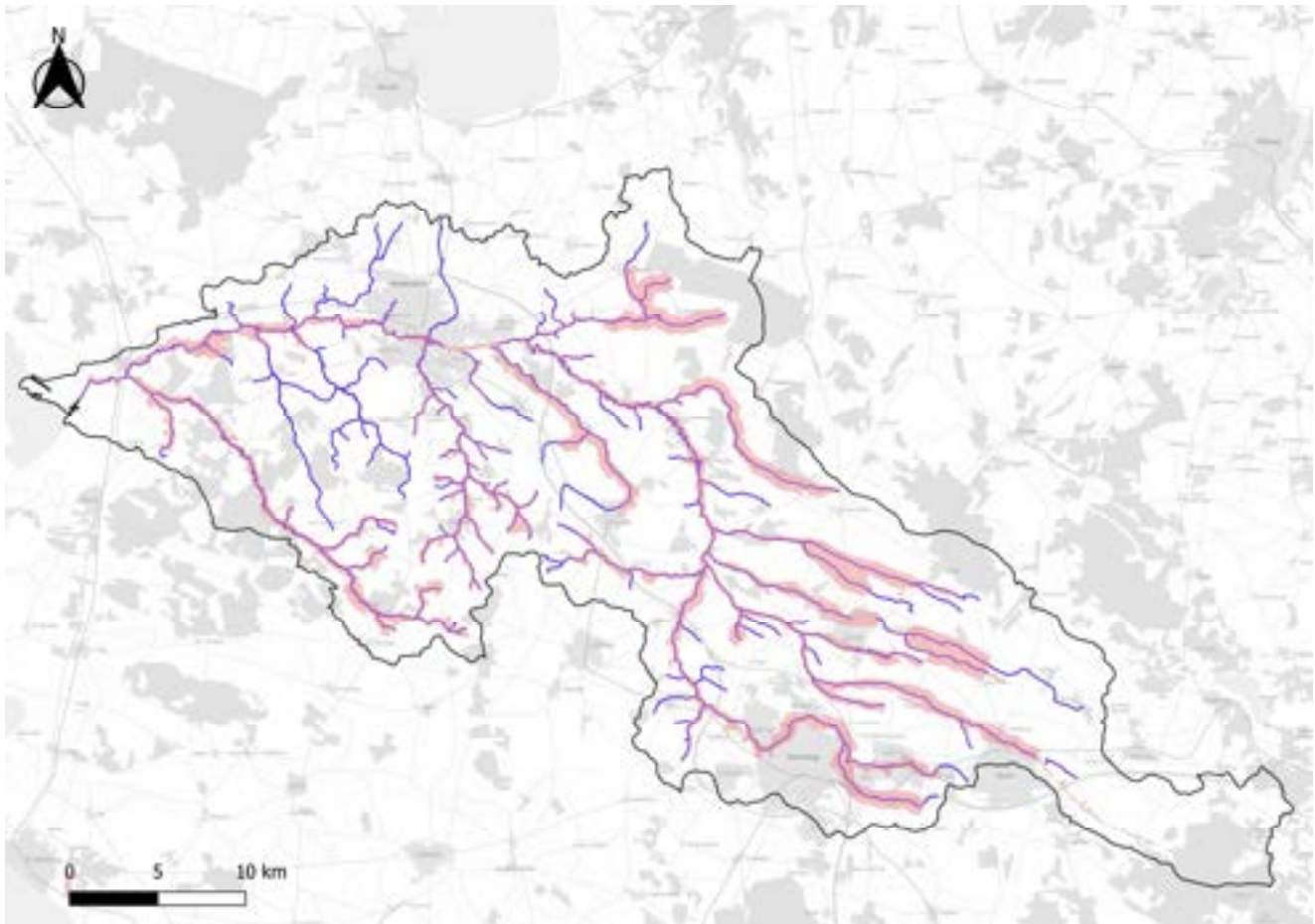
I det videre arbejde med helhedsplanen kander med fordel fokuseres på de områder hvor der er synergi mellem den potentielle oversvømmelse og enten en mulig reduktion i okkerudvaskningen eller reduktion i afgasningen af klimagasser fra lavbundsområder. I disse områder er der et potentiale fordi de har sat sig og dermed kan de naturligt fungere som oversvømmelsesarealer. Disse områder er identificeret på Figur 6.30 og Figur 6.31. Dette er dog kun en del af mulighederne. En række områder med enten stor risiko for okkerudvaskning eller højt kulstofindhold ligger uden for de områder der har sat sig og vil primært ligge i toppen af mindre ådale. Her kan det med fordel overvejes at afskære drænen for at reducere udstrømningshastigheden og dermed afhjælpe problemerne længere nede i systemet. Disse områder optræder typiske i sidegrenen til store vandløb (Figur 6.31).

De i analyserne udpegede områder er valgt med fokus på at de kan oversvømmes med vandløbsvand eller kan vådsættes ved at sløjfe drænen og lade vadet enten sive gennem områderne eller lade drænene overrisle lavbundsområderne. Det bør her bemærkes at områder som typisk skal fungere som midlertidigt vandmagasin fra opstrøms kommen vandmængder ikke samtidig kan fungere som et væsentlig område for tilbageholdelse af drænvand. Her vil der være en konflikt, fordi man typisk ønsker reducere kvælstof ved at afskære drænen og vådsætte områder, så denitrifikation kan forløbe i de organiske jorde. Hvis arealer sættes under vand med vandløbsvand vil dette reducere fjernelsen af kvælstof fra drænvandet. Dette betyder at der skal besluttes hvad det primære formål med at afsætte et areal skal være; skal det overrisles med drænvand og være et lokalt projekt, eller skal det tilbageholde vand fra opstrøms strækninger og dermed være et mere regionalt projekt, der oversvømmelsessikrer nedstrøms.

I Figur 6.32 er der identificeret en række større sammenhængende områder hvor der med fordel kan gennemføres projekter. Nogle af områderne er dækket af eksisterende projekter under udarbejdelse, mens der vil være mulighed for at udlægge arealer hvor der med synergi kan tilbageholdes okker og samtidig opbygges mere organisk jord og dermed imødegå udledning af drivhusgasser og samtidig benyttet arealet til oversvømmelser i perioder med høj vandføring. I andre delområder kan der måske ikke nå sammen grad af synergi og derfor må

der fokuseres et enkelt eller måske to elementer der spiller sammen. Disse områder kan identificeres ud fra de GIS lag der leveres med rapporten.

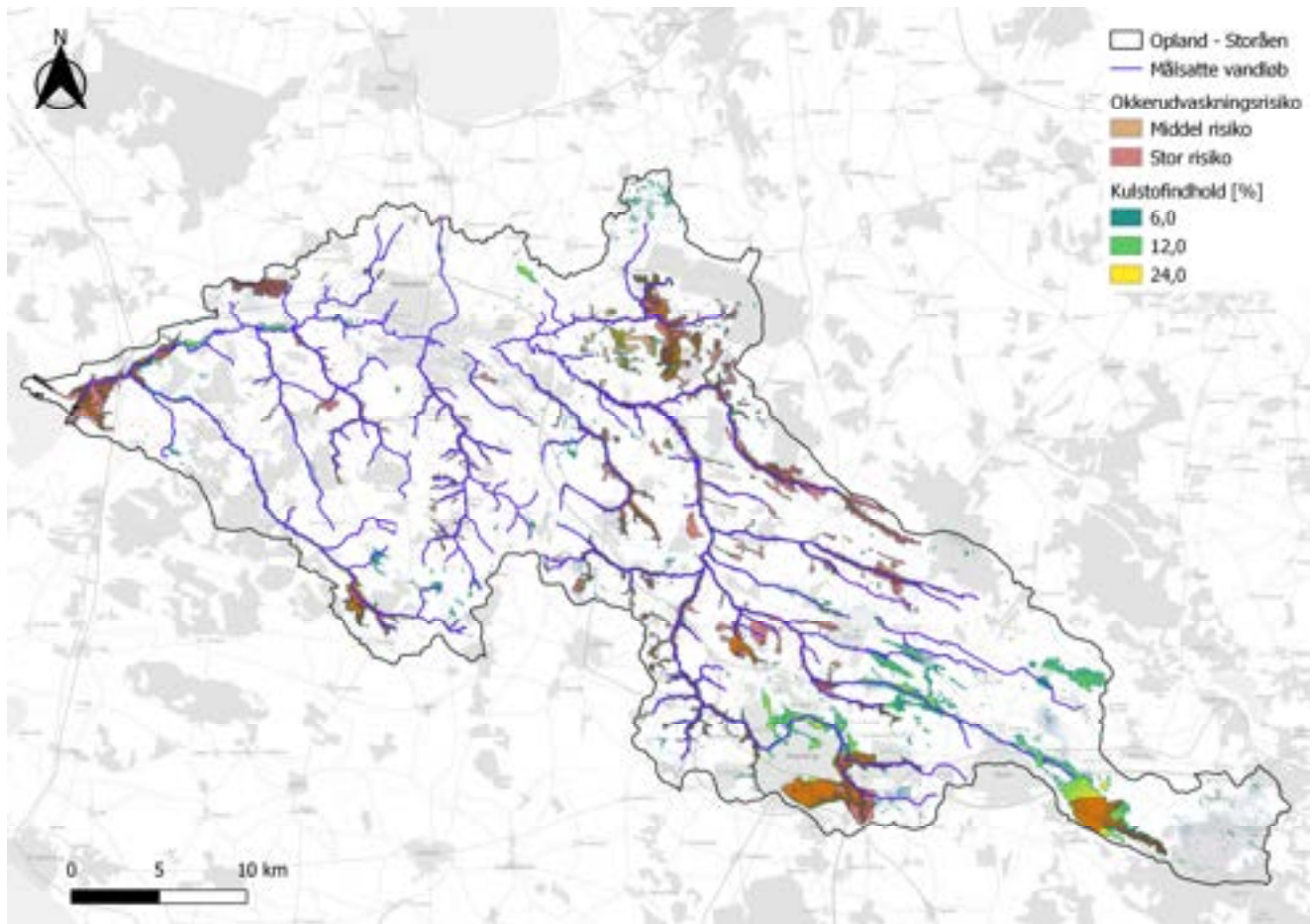
Det vil vise sig særligt nyttigt at undersøges mulighederne for oversvømmelsesområder langs hovedløbet af Storå, samt i toppen af de mindre vandløb, hvor lavbundsområder er blevet drænet og dermed fører vandet for hurtigt til vandløbene. Her vil en langsomme afstrømning også hjælpe på forholdene i Storå, samtidig med at der i disse områder findes okkerholdig eller kulstofholdig jord, så projektet også vil have en synergieffekt.



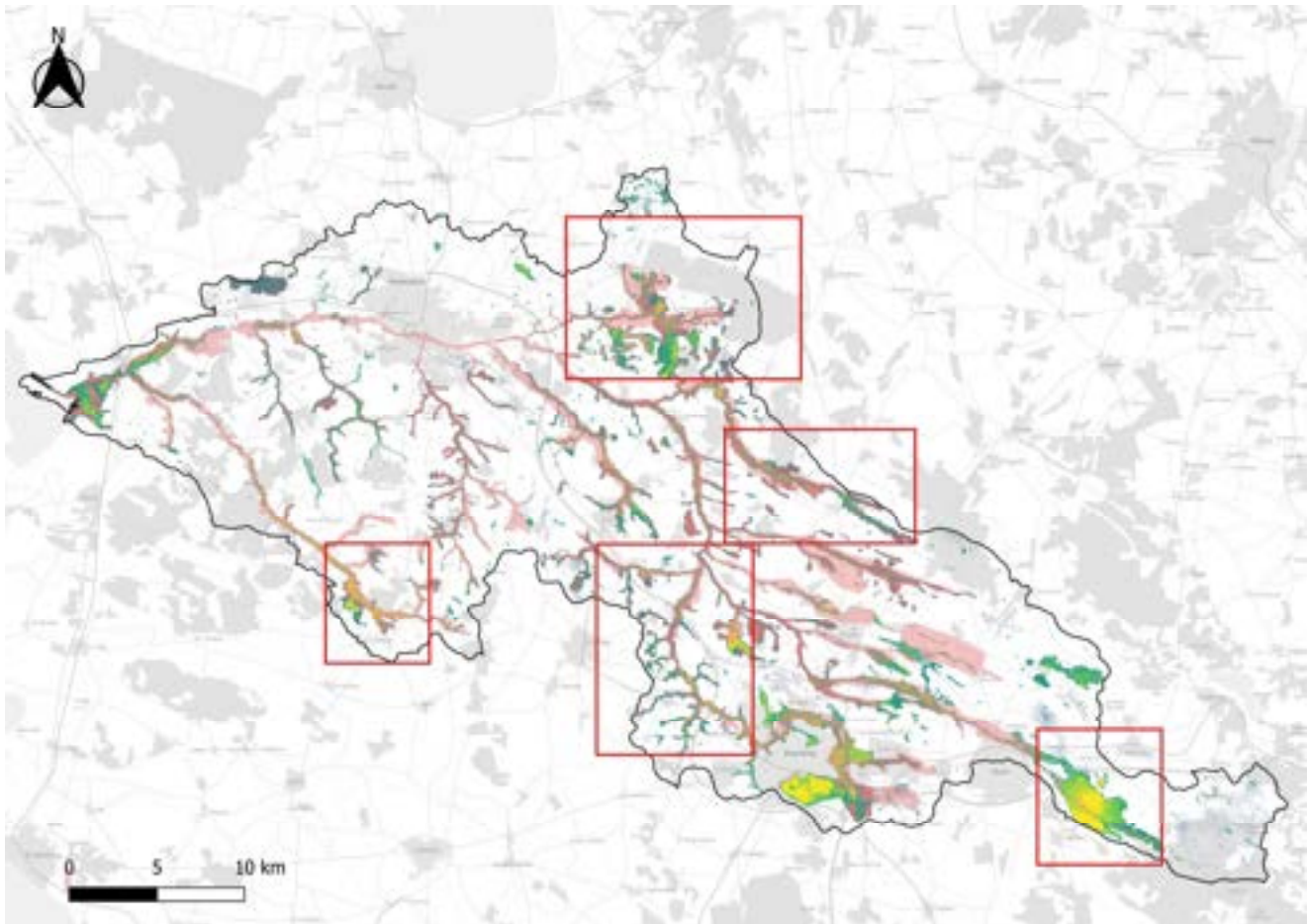
Figur 6.30: Områder der potentielt kan fungere til tilbageholdelse af vand.

I de store moseområder hvor der kan opmagasinere vand ved at sløjfes dræn og grøfter vil effekten på selve afstrømningen i Storå ikke være af betydning, men til gengæld vil disse projekter kunne hjælpe på både okker problemer og på reduktion i næringsudvaskning og klimagas emission. Dermed vil de også kunne bidrage og hjælpe til målopfyldelse på vandløbsstrækninger hvor okker er problematisk.

Samlet set vil projekter med udgangspunkt i ovenstående områder ikke direkte hjælpe i forhold til målopfyldelsen i vandløbene, dog vil forbedrende forhold i vandløbet gennem genslyngning og bedre interaktioner mellem vandløbet og ådalen kunne bevirke at især plantesamfundene kan udvikles sig mere naturligt. Dette vil især være muligt hvis man i projektet indtænker ophør af vedligeholdelse og grødeskæring. Dette vil i sig selv hjælpe med at holde på vandet på strækningen og dæmpe afstrømningshydrografen, både til gavn for nedstrøms strækninger men også til gavn for strækningen der ikke grødeskæres, fordi der her vil være mindre risiko for at vandløbet tørrer ud grundet den højere vandstand.



Figur 6.31: Områder hvor der er synergi mellem mulighed for reduktion i okkerudvaskning og højt kulstofindhold.



Figur 6.32: Områder hvor der er flere synergistiske muligheder for at gennemføre projekter i Storårs oplands.

Med udgangspunkt i ovenstående analyse foreslås det at arbejde videre med en række projektområder der er kategoriseret ud fra de ovenstående analyse:

1. Områder i selve Storås ådal hvor der kan tilbageholdes vand, med mulig synergi til okkertilbageholdelse og kulstof lagring - her er det primære fokus at forsinke vand fra opstrøms dele af oplandet
2. Områder i spidserne af de mindre tilløb hvor der er mulighed for at holde vand tilbage og reducere drænudstrømningen og samtidig reducere okkerudvaskning og/eller lagre kulstof – dette er typisk projekter der kan forsinke drænvandet, men vil ikke umiddelbart have betydning for forsinkelse i selve Storå. Ved disse projekter kan der være en yderligere gevinst ved kvælstofreduktion.
3. Lavbundsprojekter der primært har til formål at vådsætte større sammenhængende moseområde og genskabe hydrologien med henblik på at holde vandet i moserne og reducere okkerudvaskning og binde kulstof og reducere næringsudvaskningen. Disse har mindre betydning for tilbageholdelsen i forhold til oversvømmelser i Storå, da de typisk ligger i udkanten af oplandet.
4. Projekter med et lokalt sigte der fokuserer på tilbageholdelse, hvor der ikke nødvendigvis er synergier og udelukkende holdes vand tilbage. Disse vil typiske være mindre områder med høj vandbelastning. Dette kan være fra dræn eller udledninger fra byer.

Herudover bør man forholde sig til mulige barrierer for gennemførelsen. De typiske forhindringer er:

- Forøget fosforudledning som følge af projektet – fosfor kan frigives ved vådsætning af jorde
- Der findes ikke kulstofholdig jord nok til at opfylde krav om kulstofeffektivitet.
- Lodsejermøstand
- Kvælstofreduktionen for lille i forhold til bekendtgørelsens krav
- Der sker en påvirkning (typisk vandstandshævning) på arealer, der ligger uden for projektgrænsen.

6.11 Virkemidler og projekttyper

I dette afsnit gennemgås kortfattet en række muligheder for at gennemføre projekt og der opstilles en oversigt over de deres omtrentlige omkostninger ved gennemførelse af forskellige projekttyper ligesom tilskudsmulighederne også kortfattet gennemgås.

6.11.1 Vandløbsrestaurering

6.11.2 Lavbundsprojekter

I forbindelse med lavbunds- og vådområder kan der søges om tilskud til etablering af områder hvor der kan tilbageholdes, fosfor, kvælstof eller kulstoftilbageholdelse. Der kan hjem søges midler til nedenstående typer af projekter (jf. BEK, nr. 236 15/2/2022).

1. Forundersøgelse af vådområdeprojekter til fjernelse af kvælstof eller fosfor
2. Etablering af vådområdeprojekter til fjernelse af kvælstof eller fosfor
3. Forundersøgelse af lavbundsprojekter
4. Etablering af lavbundsprojekter

Denne bekendtgørelse anvendes tilskud til Naturstyrelsens og kommuners projekter om forundersøgelser og etablering af vådområdeprojekter til fjernelse af kvælstof og lavbundsprojekter til reduktion af drivhusgasudledning, fjernelse af kvælstof og forbedring af natur.

Ved ordningen kan der søges tilskud til:

- Den direkte lønudgift til tilsagnshavers personale, der er beskæftiget med projektet, tillagt 15 pct. overhead
- Undersøgelser
- Information og møder
- Konsulenter, dog højest til en timepris på 1.200 kr. alt inklusive

Etableringsomkostninger, fordelt som:

- Køb af varer og tjenesteydelser, herunder entreprenørydelser.
- Anlægsarbejde
- Tinglysning af servitut om et vådområdeprojekt eller et lavbundsprojekt
- Udgifter til løn til tilsagnshavers personale, der er beskæftiget med projektet, er tilskudsberettigede, hvis opgaverne ikke normalt finansieres af offentlige institutioner, offentlige virksomheder eller kommunale fællesskaber, og udgifterne kan dokumenteres.

Der gælder følgende restriktioner på de udlagte projektområder:

For vådområdeprojekter gælder, at arealerne permanent skal henligge som vådområde og fastholdes som græs- eller naturarealer med naturlig vandstand i overensstemmelse med tilsagnet.

For lavbundsprojekter gælder, at arealerne permanent skal henligge som lavbundsområde og fastholdes som græs- eller naturarealer med naturlig vandstand i overensstemmelse med tilsagnet.

Der gælder i øvrige følgende for projektområderne:

- Arealerne må ikke omlægges.
- Arealerne må ikke tilføres gødning, bortset fra den gødning, der efterlades af græssende husdyr.
- Arealerne må ikke tilføres jordforbedringsmidler eller plantebeskyttelsesmidler.
- Arealerne må ikke anvendes til etablering af skov eller energi-, lav- eller stævningskov.
- Arealerne må ikke anvendes til dyrkning af afgrøder, herunder ikke anvendes til frøproduktion og til dyrkning af energiafgrøder, prydvækster, pyntegrønt og juletræer, hvilket dog ikke er til hinder for, at græs og anden plantevækst på arealerne kan anvendes til græsning, slæt, røorskær, høst af biomasse eller lignende.
- Der må ikke tilskudsfordres på arealerne.

Projekterne skal opfylde visse krav i forhold til effektiviteten med hensyn til tilbageholdelse af N, P eller CO₂. De gennemførte projekter har medført omkostninger i størrelsesorden 50.000 og 130.000 kr. per ha.

6.11.3 Klima-lavbundsprojekter

Projekter der sigtger på at udtage kulstofrige lavbundsjorder af landbrugsmæssig drift og gennem afbrydning af dræn, lukning af grøfter m.v. genoprette den naturlige hydrologi er omfattet af bekendtgørelsen om klimalavbundsprojekter. (BEK, nr. 211 8/2/2022). Projekterne gennemføres i lavbundsområder med følgende kriterier for tilskud:

Mindst 60 % af projektarealet skal være beliggende på kulstofrige lavbundsjorder med minimum 6 % organisk kulstofindhold og projektarealet skal være mindst 10 hektar. Hertil kommer at projekter, der har opnået samtykke eller betinget samtykke til fri jordfordeling efter reglerne i bekendtgørelsen om multifunktionel jordfordeling, prioriteres forud for andre ansøgninger.

Projekterne prioriteres efter følgende kriterier:

Klimapotentiale, dvs. kulstoftilbageholdelse

1. Arealets størrelse.
2. Projektparathed.
3. Projektets understøttelse af en eller flere af følgende nationale interesser:
 - 3.1. Rent vandmiljø
 - 3.2. Rent drikkevand.
 - 3.3. Natura 2000 og Bilag IV-arter, jf. habitatdirektivet.
 - 3.4. Klimatilpasning.
 - 3.5. Natur og biodiversitet.
 - 3.6. Friluftsliv.
 - 3.7. Økologisk landbrug

Det forventes fra statens side at den gennemsnitlige omkostning for klima-lavbundsprojekterne vil være ca 128.000 kr per ha.

6.11.4 Vandløbsrestaurering

Det har under 1. og 2. vandplanperiode været muligt at søge om tilskud til vandløbsrestaurering betalt delvist af EU. Det forventes at en tilsvarende ordning vil åbnes i 3. planperiode. Tilsvarende findes en nationalt finansieret ordning om vandløbsrestaureringen med samme økonomiske ramme som den EU finansierede tilskudsordning (BEK nr. 649 13/04/2021).

Tilskudsordningen giver kommunerne mulighed for at søge om tilskud til i alt 11 restaureringstyper. Med anvendelse af en eller flere restaureringer skal den miljømæssige tilstand forbedres til gavn for planter, fisk og smådyrsfauna. Det er kommunen, der konkret vurderer, hvordan de nødvendige tiltag gennemføres og doseres for at opnå den ønskede miljøtilstand, hvo det i denne sammenhæng kun er genslyngning der er behandlet

Større genslyngningsprojekt kan opnå tilsagn om støtte på mellem 68.000 og 275.000 kr./km til forundersøgelse og etablering, alt efter størrelse og omfang. Hertil kommer at der kan opnås tilskud ved fjernelse af spærringer på cirka 46.000 kr. per km opstrøms strækning åbnet. Erfaringstal fra danske projekter er at større restaureringer som i Holme Å ved Varde og Skjern Å koster mellem 500.000 og 1.000.000 kr. per km.

6.12 Anbefaling og konklusion

På baggrund af forskellige kortlægninger er der identificeret en række områder som der med fordel kunne arbejdes videre med når Storåkomiteen skal videre med helhedsplanen. Der er identificeret en række områder med synergi og også områder hvor der ikke er synergi mellem forskellige projektformål.

Analyserne har dokumentet at der vil ske en væsentlig påvirkning af både beskyttet natur og landbrugsområder hvis der arbejdes med oversvømmelsesprojekter. Påvirkningerne sker dog allerede i dag og resulterer i at både sårbar beskyttet natur og væsentlige landbrug områder oversvømmes, også ved ganske beskedne hændelser.

Der er dokumenteret væsentlige påvirkninger i ådalene ved oversvømmelser, men også at der findes muligheder ved oversvømmelserne. Blandt andet kan der tilbageholdes okker når områder oversvømmes og grundvandsspejlet hæves. Ydermere kan der bindes kulstof i de organiske jorde, hvorved udledningen af drivhusgasser reduceres, ligesom kvælstof kan tilbageholdes.

Der er identificeret fem større områder hvor der indenfor disse kan findes projekter der kan hjælpe med tilbageholdelse af vand og samtidig skabe synergi.

Der er foretaget en gennemgang af de muligheder der er i forhold til at opnå tilskud til gennemførelse af projekter. Denne gennemgang er kortfattet og støttemulighederne kan ændres ved politisk beslutning. Så disse skal under alle omstændigheder ages som inspiration til finansiering og prissætning af mulige løsninger.

Det anbefales derfor at arbejde videre med at fine områder hvor der kan gennemføres projekter, på trods af de vanskeligheder der er forbundet med naturbeskyttelse og landbrugsarealer i ådalene. Der skal arbejdes med løsninger der e forankret lokalt og hvor nytten synliggøres for alle aktører.

7. Samlet konklusion

Der er gennemført en lang række analyser som en del af udarbejdelsen af dette tekniske grundlag for helhedsplanen for Storå. Der er i rapporten fokuseret på:

- Analyse og beskrivelse af udviklingen i vandføring og afstrømning i oplandet
- Fastlæggelse af en afstrømningstypologi for oplandet
- Modellering af oversvømmelsesudbredelse ved forskellige gentagelsesperioder fra T=2år til T=100 for nutidigt og fremtidigt klima
- Analyse af udvikling i næringstransport og koncentrationer fra målestationer i oplandet
- Beskrivelse af oplandstab af kvælstof og fosfor samt kildeopsplitning i oplandet
- Samfundsøkonomisk analyse af konsekvenserne ved at der sker oversvømmelser i oplandet i nutidigt og fremtidigt klima
- Beskrivelse af oversvømmelsernes udbredelse og påvirkning af natur og landbrugsarealer
- Forslag til mulige fokusområder for fremtidige projekter og identifikation af hvilke synergier der kan opnås ved projekter i forskellige områder
- Beskrivelse af handlemuligheder og virkemidler der kan bringes i spil og foreløbige økonomiske vurderinger af omkostninger implementeringen

Den overordnede konklusion på arbejdet og analyser er at der er en række uudnyttede muligheder i oplandet med hensyn til muligheder for eventuel oversvømmelse for at sikre nedstrømningsområder. Dog er en stor del af kapaciteter allerede brugt og dette giver relativt få handle muligheder, hvis der kun fokuseredes på oversvømmelse og vandtilbageholdelse. Inkluderes muligheden for reduktion i okkerudvaskning og kulstofbinding er der en lang række områder der kan bringes i spil. Det vurderes samlet at cirka 11.000 ha kan bringes i spil til projekter der fokusere på vand, CO₂ binding og generelt forbedret hydrologi

Med denne rapport og de tilhørende GIS analyse og GIS lag kan Storåkomiteen forsætte arbejdet med en helhedsplan, da der nu er tilvejebragt en datateknisk grundlagt der kan bruges til at træffe beslutninger vedr. handlemuligheder og konkretet projekter i oplandet.

Det anbefales at der opstilles et netværk af målestationer, så både den øvre, mellemste og nedre del af systemet overvåges. Der skal overvåges i mindre tilløb og i hovedløbet i Herningsholm Å, Storå inden Holstebro, samt i væsentlige sidetilløb i det omfang Miljøstyrelsen ikke driver målestationer her. Det er især vigtig at få dækket den øvre og mellemste del af systemet, hvor der mangler stationer og hvor vandføringstilvæksten er stor. I alt 20-30 bør ideelt set benyttes i oplandet.

Det er i rapporten anslået at der samfundsøkonomisk vil være tale om en udgift på cirka 370 mio. kr. frem mod år 2100, hvis der ikke gøres noget ved oversvømmelserne i oplandet. Der er med andre ord et potentiale til investering i beskyttelse mod oversvømmelser i denne størrelsesorden. Denne kan bringes i spil i forholde til at gennemføre projekter i en række af de områder der peges på i rapporten. Arbejdes der i disse områder vil det ikke kun tilgodese oversvømmelserne, men også klimaet og vandmiljøet. Dog skal man være opmærksom på at de foreslåede tiltag alle vil påvirke beskyttet natur og dermed kan der opstå en konflikt mellem naturbeskyttelse og klimasikring, næringsudvaskning og reduktion af emissionen af klimagasser. Der bør derfor fremadrettet arbejdes med at afklare hvor vægten på de forskellige områder bør være. I dette krydsningsfelt er både EU-domstolens og Miljø- og Fødevareklagenævnets mulige inspirationskilder og afgørende for hvordan balance kan være. Unde ralle omstændigheder er det en umulighed ikke at påvirke dele af naturen ved at gennemføres projekter i de foreslåede områder.

Det anbefales at arbejde vide med projekter indenfor en forståelsesmæssig ramme der omfatter:

1. Områder i selve Storås ådal hvor der kan tilbageholdes vand, med mulig synergi til okkertilbageholdelse og kulstof lagring - her er det primære fokus at forsinke vand fra opstrøms dele af oplandet
2. Områder i spidserne af de mindre tilløb hvor der er mulighed for at holde vand tilbage og reducere drænudstrømningen og samtidig reducere okkerudvaskning og/eller lagre kulstof – dette er typisk projekter

der kan forsinke drænvandet, men vil ikke umiddelbart have betydning for forsinkelse i selve Storå. Ved disse projekter kan der være en yderligere gevinst ved kvælstofreduktion.

3. Lavbundsprojekter der primært har til formål at vådsætte større sammenhængende moseområde og genskabe hydrologien med henblik på at holde vandet i moserne og reducere okkerudvaskning og binde kulstof og reducere næringsudvaskningen. Disse har mindre betydning for tilbageholdelsen i forhold til oversvømmelser i Storå, da de typisk ligger i udkanten af oplandet.
4. Projekter med et lokalt sigte der fokuserer på tilbageholdelse, hvor der ikke nødvendigvis er synergier og udelukkende holdes vand tilbage. Disse vil typiske være mindre områder med høj vandbelastning. Dette kan være fra dræn eller udledninger fra byer.

Økonomien i de enkelte projekter kan alt efter projektets karakter finansieres, helt eller delvist, af vådområde støtteordningerne administreret af Miljøstyrelsen eller Naturstyrelsen. Finansieringen vil afhænge af det specifikke formål med projektet.

Der bør kigges ind i at benytte sig af både nationale projektmidler til genskabelse af lavbundsområder, vådområder, naturlig hydrologi og i visse tilfælde genslyngning. Der er rige muligheder for at udlægge projektområder i oplandet. Grundet omkostningerne med mange som projekter bør der også undersøges om enkelte større projekter kan gennemføres i oplandet.

8. Referencer

Bekendtgørelse om nationalt tilskud til kommunale projekter vedrørende vandløbsrestaurering, 2021. Miljøministeriet. BEK nr. 649 af 13/04/2021

Bekendtgørelse om udtagning af kulstofrige lavbundsjordter med henblik på genopretning af naturlig hydrologi (klima-lavbundsprojekter), 2022. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri. BEK nr. 211 af 08/02/2022

Bekendtgørelse om tilskud til vådområdeprojekter og lavbundsprojekter, 2022. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri. BEK nr. 236 af 15/02/2022.

Blicher-Mathiesen, G., Holm, H., Houlborg, T., Rolighed, J., Andersen, H.E., Carstensen, M.V., Jensen, P.G., Wienke, J., Hansen, B. & Thorling, L. 2019. Landovervågningsoplande 2018. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 241 s. - Videnskabelig rapport nr. 352. <http://dce2.au.dk/pub/SR352.pdf>

Conover, W.J. 1999. Practical Nonparametric Statistics, 3rd Edition. John Wiley & Sons New York. 584 pp.

Danmarks Miljøportal, 2022. PULS. Weblink: <https://puls.miljoportal.dk/>

GEUS, 2022. FOHM - Fælles offentlig hydrologisk model.

Huh, S., Dickey, D.A., Meador, MR., & K.E. Ruhl, R.E. 2005. Temporal analysis of the frequency and duration of low and high streamflow: years of record needed to characterize streamflow variability. Journal of Hydrology 310: 78-94.

Højberg, A.L., Thodsen, H., Børgesen, C.D., Tornbjerg, H., Nordstrøm, B.O., Troldborg, L., Hoffmann, C.C., Kjeldgaard, A., Holm, H., Audet, J., Ellermann, T., Christensen, J.H., Bach, E.O. & Pedersen, B.F. 2021. National kvælstofmodel – version 2020, Metode rapport. De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland. GEUS Specialrapport.

Larsen, S.E. & Ovesen, N.B. 2021. Ekstremværdianalyser af vandføringsdata 1990 - 2019. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 15 s. – Fagligt notat nr. 2021|13.

Miljøstyrelsen, 2021a. Natura 2000 plan 2022-2027. Heder og klitter på Skovbjerg Bakkeø, Idom Å og Ormstrup Hede. Natura 2000 område N64. Habitatområder H57 og H225. Udkast. Miljøstyrelsen, Miljøministeriet.

Miljøstyrelsen, 2021b. Natura 2000 plan 2022-2027. Nissum Fjord. Natura 2000 område N65. Habitatområder H58 og Fuglebeskyttelsesområde F38. Udkast. Miljøstyrelsen, Miljøministeriet.

Miljøstyrelsen, 2021c. Natura 2000 plan 2022-2027. Ovstrup Hede med Røjen Bæk. Natura 2000 område N225. Habitatområder H249. Udkast. Miljøstyrelsen, Miljøministeriet.

Miljøstyrelsen, 2021d. Natura 2000 plan 2022-2027. Sepstrup Sande, Vrads Sande, Velling Skov og Palsgård Skov. Natura 2000 område N53. Habitatområder H49 og Fuglebeskyttelsesområde F34. Udkast. Miljøstyrelsen, Miljøministeriet.

The Nature Conservancy, 2022. Indicators of Hydrologic Alteration (IHA): Software for Understanding Hydrologic Changes in Ecologically-Relevant Terms (Weblink:

<https://www.conservationgateway.org/ConservationPractices/Freshwater/EnvironmentalFlows/MethodsandTools/IndicatorsofHydrologicAlteration>).

Olden, J.D. & Poff, N.L. 2003. Redundancy and the choice of hydrologic indices for characterizing streamflow regimes. *River Research and Applications* 19 (2) 101-121.

Poff, N.L. & Ward, J.V. 1989. Implications of Streamflow Variability and Predictability for lotic Community Structure: a Regional Analysis of Streamflow Patterns. *Canadian Journal of Aquatic Sciences* 46: 1805-1818.

Poff, N.L., Allan, J.D., Bain, M.B., Karr, J.R., Prestegard, K.L., Richter, B.D., Sparks, R.E. & Julie C. Stromberg, J.C. 1997. The Natural Flow Regime - A paradigm for river conservation and restoration. *BioScience*, 47 (11): 769-784.

Region Midtjylland, 2022. Håndtering af tørke, hede og vind i kommunernes klimatilpasning. Notat.

Richter, B.D., Baumgartner, J.V., Powell, J. & Braun, D.P. 1996. A method for assessing hydrologic alteration within ecosystems. *Conservation Biology* 10: 1163-1174.

Richter, B.D., Baumgartner, J.V., Wigington, R. & Braun, D.P. 1997. How much water does a river need? *Freshwater Biology*, 37: 231-249.

Richter, B.D., Baumgartner, J.V., Braun, D.P. & Powell, J. 1998. A Spatial Assessment of Hydrologic Alteration Within a River Network. *Regulated Rivers: Research & Management*, 14: 329-340.

Styczen, M., Hansen, S., Jensen, L. S., Svendsen, H., Abrahamsen, P., Børgesen, C. D., Thirup, C. & Østergaard, H. S. 2004. Standardopstillinger til Daisy-modellen. Vejledning og baggrund. Version 1.2, april 2006. DHI Institut for Vand og Miljø. 62 pp.

Styrelsen for dataforsyning og effektivisering (SDFE), 2022. Hydrologisk informations- og prognosesystem (HIP).

Weblink: <https://hip.dataforsyningen.dk/>

Thodsen, H., Tornbjerg, H., Rolighed, J., Baattrup-Pedersen, A., Larsen, S.E., Ovesen, N.B., Blicher-Mathiesen, G. & Kjeldgaard, A. 2021. Vandløb 2020. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 82 s. - Videnskabelig rapport nr. 473. <http://dce2.au.dk/pub/SR473.pdf>

WSP 2022. Sætningsanalyse i oplandet til Storå, Rapport til Storåkomiteen, juli 2022.

Bilag 1

Oversigt over GIS lag

Kapitel 1-4 og 6-7

QGIS-fil "Storå_samletGIG.qgz»:

Oplande

- Opland_Storå_samlet.shp (oplandsgrænse Storå)
- Storå_ID15opland.shp (ID 15 oplande i Storåoplandet)
- BESToplande_Storå.shp (Detaljeret oplandstema – Storå)

Arealanvendelse

- ID15arealanvend.shp (Arealanvendelse på ID oplandsniveau)

Punktkilder

- Dambrug_storå.shp (placering af dambrug i oplandet)
- Regnbetingedeudløb.shp (placering af dambrug i oplandet)
- Rensningsanlkæg.shp (placering af dambrug i oplandet)

Afstrømningskort

- ID15mafstrømning.shp (afstrømningsværdier på ID oplande)

Jord

- Storå_jordklasser.shp (Jordklassifikation i oplandet)
- Storå_jordart.shp (Jordartskort for oplandet)

Sætningsanalyse

- DEM1871.tif (digital terrænmodel for 1871)
- DEM2015.tif (digital terrænmodel for 1871)
- DEM2050.tif (digital terrænmodel for 1871)
- Fremtid.tif (rastermodel, fremtidige sænkninger)
- Historisk.tif (rastermodel, fremtidige sænkninger)
- Sætningsanalyse.tif (WSPs Sætningsanalyse)

Oversvømmelse

- T2_2020 (Oversvømmelsesdybde og udbredelse for 2års hændelse i 2020)
- T5_2020 (Oversvømmelsesdybde og udbredelse for 5års hændelse i 2020)
- T10_2020 (Oversvømmelsesdybde og udbredelse for 10års hændelse i 2020)
- T20_2020 (Oversvømmelsesdybde og udbredelse for 20års hændelse i 2020)

- T50_2020 (Oversvømmelsesdybde og udbredelse for 50års hændelse i 2020)
- T100_2020 (Oversvømmelsesdybde og udbredelse for 100års hændelse i 2020)
- T2_2100 (Oversvømmelsesdybde og udbredelse for 2års hændelse i 2100)
- T5_2100 (Oversvømmelsesdybde og udbredelse for 5års hændelse i 2100)
- T10_2100 (Oversvømmelsesdybde og udbredelse for 10års hændelse i 2100)
- T20_2100 (Oversvømmelsesdybde og udbredelse for 20års hændelse i 2100)
- T50_2100 (Oversvømmelsesdybde og udbredelse for 50års hændelse i 2100)
- T100_2100 (Oversvømmelsesdybde og udbredelse for 100års hændelse i 2100)

Naturlig hydrologi

- Potentielle.tif (Områder der potentielt kan oversvømmes – udabrejet ud fra sænkning og oversvømmeseskort for år 2100)
- Fix_merge_vector.shp (Shape-version af ovenstående)
- Genslyng_nat_hydrologi.shp (Områder der vil kunne oversvømmes ved genslyngning)

Projekter

- Storå-oplandet VOS - potentielle vådområder .shp (Kvælstofprojektområder i Storå)
- Storå_-_Projekter_og_status.shp (Status for projekter i Storå)
- Lavbundsområder.shp (Klimalavbundsprojekter i Storå)

Beskyttet natur

- Ådal_besigt_mtilstand.shp (besigtigede §3 områder med tilstandsvurdering)
- P3iådal.shp (§3 områder i ådalene)
- np3h2021_soer_over5ha.shp (Natura 2000 søer over 5ha)
- np3h2021_habitatsoer_u5ha.shp (Natura 2000 søer under 5 ha)
- np3h2021_skov.shp (Natura 2000 skonaturtyper)
- np3h2021_lysaaben_natur2016_2019.shp (Natura 2000 lysåbne naturtyper med tilstand)
- np3h2021_natura_2000_omraader.shp (afgrænsning af Natura 2000 områder)
- np3h2021_habitatomr.shp (afgrænsning af habitatområder områder)
- np3h2021_fugle_beskyt.shp (afgrænsning af fuglebeskyttelsesområder)
- np3h2021_fredskov.shp (fredskov i oplandet)
- Para3_natur.shp (§3 beskyttede naturtyper i oplandet)

Vandløb

- vp3h2021_vandloeb_samlet.shp (Vandplan 3 høringstema med vandløb i oplandet)
- P3_vandløb.shp (paragraf 3 beskyttede vandløbsstrækninger)

Næringstoffer

- ID_15_næring.shp (Kvælstof og fosforudvaskning på ID 15 oplands niveau)

- ID15_Ptab.shp (Fosfortab på ID oplands niveau)
- storaarid15opland.shp (kvælstofretentionskort på ID oplands niveau)

Tørkeindex

- StoråTørke.tif (raster med kategoriseret tørkeindeks)

Hydrometri

- Vandføring_oversigt.csv (Oversigt over vandføringsmålestationer med antal målinger)
- Vandføring_RAmedmin.shp (Oversigt over stationer målt i Ringkøbing Amt ifbm medmin bestemmelse)
- Stationer2018.shp (Stationer hvor Holstebro Kommune fik målt vandføring i sommeren 2018)
- storaaen - statistik - samlet.gpkg (Udtræk fra DK modellen med vandløbsQ statistik)

Vandkemi

- Totp.shp (stationer med målinger af total P i oplandet)
- TotN.shp (stationer med målinger af total P i oplandet)

Søer

- vp3h2021_soe_samlet.shp (Vandplan 3 høringstema med søer i oplandet)

Bilag IV arter

- Brikemus.shp (lokaliteter med fund)
- Markfirben.shp (lokaliteter med fund)
- Odder.shp (lokaliteter med fund)
- Bæver.shp (lokaliteter med fund)
- Grøn_kølleguldsmed.shp (lokaliteter med fund)
- Grøn_mosaikguldsmed.shp (lokaliteter med fund)
- Løgfrø.shp (lokaliteter med fund)
- Stor_vandsalamander.shp (lokaliteter med fund)
- Spidssnudet_frø.shp (lokaliteter med fund)
- Strandtudse.shp (lokaliteter med fund)
- Brunflagermus.shp (lokaliteter med fund)
- Damflagermus.shp (lokaliteter med fund)
- Dværgflagermus.shp (lokaliteter med fund)
- Sydflagermus.shp (lokaliteter med fund)
- Trolldflagermus.shp (lokaliteter med fund)
- Vandflagermus.shp (lokaliteter med fund)

Diverse

- Naturtypologi_storeå.tif (raster med hydrologisk tilstrømningstolkning/typologi)
- Kulstof_Storå.shp (raster med kulstof)
- Total_ådal.shp (Shapefil med Storådalen)
- Lavbund_Storå.shp (lavbundsrealer og okkerpotentielle områder i Storå)

Kapitel 5.

QGIS-fil "QGIS_risikokortlægning.qgs":

- projektomraade.shp (Afgrænsning af projektområde)
- Vandloebslinjer_samlet.shp (Vandløb i Storå-systemet)
- VandloebOversvoemmelse_RCP8.5_events.GT.10cm.tif (Oversvømmelse for RCP8.5 2071-2100)
- afgroeder_arealer.shp (Afgroedefordeling på landbrugsarealer)
- bygninger_EAD.shp (EAD på bygningsniveau)
- matrikler_EAD.shp (EAD på matrikelniveau)
- vandoplande_EAD.shp (EAD på vandoplandsniveau)
- vaerdikort_bygninger.shp (Værdikort for bygninger)
- vaerdikort_arealer.shp (Værdikort for arealer)

QGIS-fil "QGIS_samfundsøkonomi.qgs":

- projektomraade.shp (Afgrænsning af projektområde)
- Vandloebslinjer_samlet.shp (Vandløb i Storå-systemet)
- vandoplande_break-even.shp (Resultater for break-even i vandoplande)
- VandloebOversvoemmelse_RCP8.5_events.GT.10cm.tif (Oversvømmelse for RCP8.5 2071-2100)