ORBICON



Vejdirektoratet

Differentieret udledning fra bassiner

VIDENS- OG DOKUMENTATIONSNOTAT

Vejdirektoratet

Differentieret udledning fra bassiner

VIDENS- OG DOKUMENTATIONSNOTAT

Rekvirent	Vejdirektoratet Niels Juels Gade 13 1022 København K Att. Ole Hardt
Rådgiver	Orbicon A/S Jens Juuls Vej 16 8260 Viby J
Projektnummer	1331600184
Projektleder	Lars Chr. Hjørnholt
Kvalitetssikring	Laura Horup Sørensen, Bjarne Moeslund
Revisionsnr.	Endelig version
Godkendt af	Flemming Berg
Udgivet	14-03-2017

FORORD

Afledning af regnvand fra veje sker typisk via regnvandsbassiner, der skal forsinke og rense vandet før udledning, ikke kun til vandløb, men også til andre typer af vandområder. Dette dokumentationsnotat omhandler problemstillinger i forbindelse med denne afledning med særligt fokus på vandløb. Notatet har til formål at opsamle og præsentere viden om emnet og gøre den tilgængelig for vejteknikere i regi af vejregelarbejdet.

Notatet "Differentieret udledning fra bassiner" er udarbejdet med baggrund i Vejdirektoratets behov for en mere differentieret tilgang til udledningerne i henseende til både anlægs- og miljømæssige forhold. Sigtet hermed er, at de økonomiske, arealmæssige og naturmæssige ressourcer forvaltes så hensigtsmæssigt som muligt.

Metoder til vurdering af vandløbs robusthed overfor udledning af regnvand og de tekniske løsninger til håndtering af regnvand, er i disse år genstand for en forsknings- og udviklingsmæssig indsats, der sigter mod at mindske de negative påvirkninger af de modtagende vandområder, først og fremmest vandløb. Notatet opsummerer den eksisterende viden på området med det formål at give vejteknikere og andre et grundlag for at foreslå løsninger, der er afvejet i forhold til natur-, miljø- og afvandingsmæssige interesser.

Udarbejdelse af notatet er igangsat af VRG-Afvanding, der har udpeget en følgegruppe med nedenstående sammensætning:

Civilingeniør Ole Hardt, Vejdirektoratet (VRS)
Civilingeniør Ulrik Mørch Jensen, Vejdirektoratet
Cand. Scient. Niels Krogh Kristensen, Vejdirektoratet
Teknikumingeniør Sofie Kraft, Vejdirektoratet

Orbicon der, foruden følgegruppen, har bidraget til notatets tilblivelse, har til opgaven sammensat følgende projektgruppe:

Projektchef Flemming Berg
Teknikumingeniør Lars Chr. Hjørnholt
Cand. Scient Nicolaj Thomassen
Cand. Scient John Vendelbo
Civilingeniør Anja Thrane Hejselbæk Thomsen
Cand. Polyt Brian Rosenkilde
Cand. Scient Bjarne Moeslund
Projektingeniør Laura Horup Sørensen

INDHOLDSFORTEGNELSE

1. INDLEDNING 6

2. BAGGRUND 8

3. ADMINISTRATIONSPRAKSIS 10

3.1. Baggrund 10

3.2. Anvendt praksis og afgørelser fra NMK 15

3.3. Anvendelse af differentieret udledning som ny administrationspraksis 18

4. VURDERING AF VANDLØBS KAPACITET OG ROBUSTHED 25

4.1. Metoder til vurdering af oversvømmelsesrisiko 25

4.2. Metoder til vurdering af erosionsrisiko 28

4.3. Datagrundlag og -kvalitet ved vandløbsanalyser 30

4.3.1 Nøjagtighed på vandspejlsberegninger 33

5. PÅVIRKNING AF VANDLØBENES ØKOLOGISKE TILSTAND 34

5.1. Hydraulisk belastning 34

5.2. De tre biologiske kvalitetselementer 35

5.2.1 Smådyr og DVFI 36

5.2.2 Fisk og fiskeindekset 37

5.2.3 Vandløbsplanter og vandløbsplanteindekset 38

5.3. Vandtemperatur 39

5.4. Den hydromorfologiske tilstand 41

6. PÅVIRKNING AF DE VANDLØBSNÆRE AREALER 42

6.1. Afledning af regnvand via rørlagte strækninger 43

7. REGNVANDSBASSINERS UDFORMNING OG DRIFT 44

7.1. Traditionelle bassiner 44

7.1.1 Yderligere tiltag i forbindelse med traditionel forsinkelse af regnvand 46

7.2. Alternativer til bassinløsninger 47

7.2.1 Alternativer eller supplerende virkemidler i forhold til basisløsninger 48
7.2.2 Anvendelse af alternative virkemidler....55

8. INTELLIGENT STYRING AF UDLEDNING FRA BASSINER 57
8.1. Nedbørens afstrømning fra befæstede og ubefæstede arealer 57
8.2. Intelligent styring af udledningen fra bassiner 58
8.2.1 Perspektiver ved intelligent styring....59

9. PERSPEKTIVER VED DIFFERENTIERET UDLEDNING 60

10. REFERENCER 62

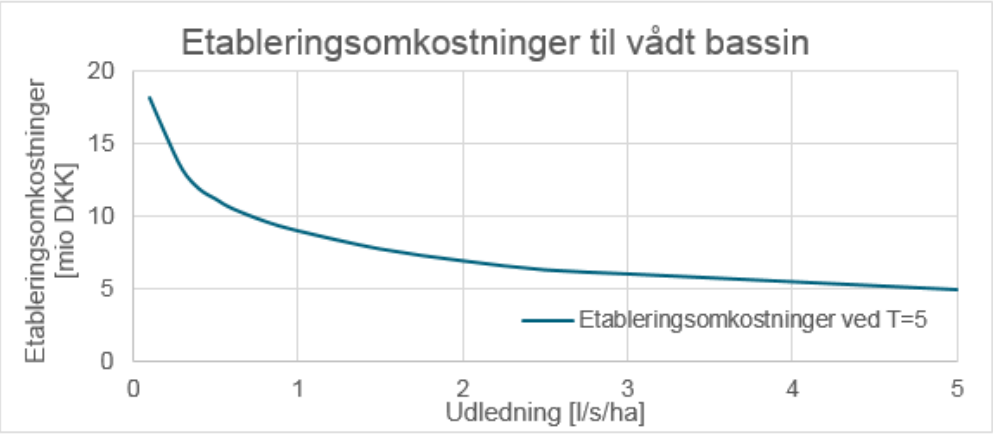
1. INDLEDNING

Nedbør, der falder på veje, afstrømmer uden særlige foranstaltninger til vandløbene med større hastighed, end nedbør der falder på jorden. Dertil kommer, at nedbør, der falder på veje, uden særlige renseforanstaltninger afstrømmer til vandløbene med indhold af forskellige potentielt miljøskadelige stoffer.

Afstrømningen af nedbør fra veje er derfor forbundet med to potentielt skadelige påvirkninger af vandløbene, nemlig hydraulisk overbelastning og belastning med miljøskadelige stoffer.

Foruden hensynet til vandløbenes økologiske tilstand er der også hensynet til afvandingsinteresserne omkring vandløbene, idet udledninger af nedbør fra veje ikke bør ske på en sådan måde, at de skaber ødelæggende oversvømmelser af følsomme arealer, hverken af bymæssige, beboelsesmæssige eller landbrugsmæssige arealer.

En utilstrækkelig afvanding og oversvømmelse af vejarealerne vil f.eks. kunne indebære en risiko for aquaplaning og deraf følgende trafikulykker. Der er således på den ene side kravet til den nødvendige vejafvanding og på den anden side hensynet til vandløbene samt deres omgivelser. Dette er der traditionelt taget hånd om gennem forsinkelse og rensning af nedbøren fra veje i bassiner, der er dimensioneret efter generelle retningslinjer fra miljømyndighedernes side, uden skelen til de konkrete vandløbs specifikke tålegrænser. Vejdirektoratet (i det følgende VD) oplever i den forbindelse, at der er en væsentlig risiko for overinvestering i regnvandsbassiner som følge af den generelt anvendte praksis ved udledningstilladelser, nemlig at kravene til udledningerne stilles ud fra en fast værdi på enten 1 l/s/ha eller vandløbets naturlige medianmaksimumsvandføring. Overinvesteringen består i merudgifter til arealerhvervelse og til udgravning af unødvendigt store regnvandsbassiner, herunder efterfølgende merudgifter til drift og vedligeholdelse af disse. Figur 1-1 illustrerer de økonomiske konsekvenser af at dimensionere regnvandsbassiner ud fra forskellige kravværdier.



Figur 1-1. Eksempel på etableringsomkostninger for regnvandsbassin ved forskellige udledningsværdier. Bassinet er i dette tilfælde dimensioneret i forhold til et oplandsareal på 200 ha med en befæstelsesgrad på 25%.

Det er desuden VD´s erfaring, at der i mange tilfælde ikke bliver skelnet til vandløbenes øvrige påvirkning af tilsluttede bebyggede eller på anden måde belagte arealer, variationer i årstidsbestemte vandføringer eller andet. Som det fremgår af Figur 1-2, kan udledning af regnvand involvere en lang række interessenter, der ud over VD bidrager til belastningen af et givet vandløb. Hertil kommer, at det kun er dele af udledningen der sker på et reguleret grundlag, og vel at mærke med udgangspunkt i miljømyndighedens praksis i den kommune hvor udledningstilladelsen søges.

Udledere til vandløbsrecipienter	Reguleret	Ureguleret
Forsyningsselskaber		
Bassinudledninger	X	
Overløb		X
Overløb (fælleskloak)		X
Uforsinkede udledninger		X
Renseanlæg	X	X
Skyllevand fra vandværker	X	
Vejdirektoratet		
Bassinudledninger	X	
Overløb	X [1)]	X
Uforsinkede udledninger		
Landbrug		
Drænudledninger		X
Regnvandsudledninger	X	X
Industri		
Procesvand	X	
Regnvandsudledninger	X	
Kommunens vejafdeling		
Bassinudledninger	X	
Overløb		X
Uforsinkede udledninger		X

1) Styret overløb.

Figur 1-2. Oversigt med udledningsinteresser i forhold til vandløb, samt i hvilket omfang disse er underlagt krav til maksimal udledning.

En utilstrækkelig viden om, hvordan udledninger af regnvand påvirker afvandingsforholdene omkring vandløb nedstrøms udledningspunkterne kan medføre en langvarig

og vanskelig dialog med myndighederne og berørte lodsejere. Usikkerhed om konsekvenserne af regnvandshåndteringen kan således resultere i uønsket langvarig sagsbehandling til ulempe for VD's gennemførelse af vejprojekter.

Det er derfor VD's holdning, at der fremover bør praktiseres en mere nuanceret tilgang til udledningskrav end det er tilfældet i dag.

Dette notat er udarbejdet for at opsamle og formidle den eksisterende viden på området, og dermed give vejteknikere og andre det bedst mulige grundlag for at tilvejebringe både miljø- og anlægsmæssigt bedre løsninger, hvor samfundskronerne bliver brugt bedst muligt. Herunder er det hensigten at notatet kan bruges som inspiration til mulige fysiske løsninger.

2. BAGGRUND

Vandløb har fra naturens side en størrelse og et fysisk miljø, der korresponderer med afstrømningens størrelse og variationsmønster. De fleste vandløb er inden for visse rammer robuste over for udsving i vandføringens størrelse, men uforsinket afledning af nedbør fra veje kan føre til overskridelse af vandløbenes fysiske og hydrauliske tålegrænser. Når det sker, vil der typisk ske en øgning af erosionen af bund og sider, hvilket kan forringe den fysiske vandløbskvalitet, der erfaringsmæssigt har afgørende betydning for hele den økologiske tilstand i vandløbene.

Tålegrænser og robusthed
Et vandløbs robusthed over for udledning af regnvand er bestemt af en række forskellige parametre, for hver af hvilke der gælder en bestemt tålegrænse. Robustheden er derfor et udtryk for, hvor stor påvirkning et vandløb samlet set kan tåle under iagttagelse af tålegrænserne for alle de faktorer, der har indflydelse på den økologiske tilstand og på oversvømmelse af de vandløbsnære arealer.

På samme måde kan belastningen af vandløbene med miljøskadelige stoffer fra veje forringe vandkvaliteten, og dermed den økologiske tilstand i vandløbene.

Det er disse to potentielt skadelige påvirkninger af vandløbene (og søerne) der, med baggrund i Vandområdeplanens målsætninger, er årsag til, at afledningen af nedbør fra veje skal ske under iagttagelse af vandløbenes tålegrænser i henseende til både fysisk robusthed og vandkvalitet.

Den fremgangsmåde har erfaringsmæssigt haft den ulempe, at der i nogle tilfælde sker en utilstrækkelig forsinkelse og/eller rensning, mens der i andre tilfælde sker en unødvendig omfattende forsinkelse/rensning.

Hverken over- eller underdimensionering af bassiner er således hensigtsmæssig. Som nævnt i indledningen er den mulige konsekvens af førstnævnte unødigt store anlægstekniske og -driftsmæssige omkostninger. Omvendt indebærer underdimensionering en risiko for, at vandløbets dyre- og planteliv ødelægges i et omfang, så vandløbet ikke opfylder eller kan opfylde det miljømål, som er opstillet i Vandområdeplanerne. Et andet væsentligt aspekt af underdimensionering er, at der opstår hyppigere og større oversvømmelser af natur- og landbrugsarealer. Sådanne risici ved underdimensionering kan medføre:

1) At der gives et påbud om at foretage nødvendige foranstaltninger for at eksisterende udledningsledningstilladelser overholdes.
2) At tilladelser trækkes tilbage og der udstedes en ny tilladelse med skærpede krav.

Både utilstrækkelig og unødvendig omfattende regnvandshåndtering taler for i fremtiden at forsinke og rense nedbøren fra veje med afsæt i vandløbenes og de vandløbsnære arealers specifikke tålegrænser (= differentieret udledning fra bassiner).

Differentieret udledning fra bassiner
Håndteringen af regnvand fra veje og andre befæstede arealer skal ideelt set ske på en sådan måde, at afstrømningen drosles til det niveau og det variationsmønster, der gælder for oplandet til udledningspunktet. Ved den fremgangsmåde vil etableringen af veje og de deraf følgende ændringer af afstrømningens størrelse og afstrømningsmønstrene have en høj grad af afstrømningsmæssig neutralitet i forhold til vandløbene.

I virkelighedens verden kan vandløbenes hydrauliske tålegrænser af forskellige årsager ligge både højere og lavere. Det er netop dette faktum, der taler for at dimensionere regnvandsbassiner langs veje og styre udledningerne med afsæt i vandløbenes konkrete tålegrænser, beskrevet og kvantificeret på grundlag af vandløbenes aktuelle og målsatte tilstand. Dertil kommer et behov for at dimensionere regnvandsbassinerne og styre udledningerne med afsæt i, hvad de berørte vandløbsnære arealer kan tåle i forhold til oversvømmelse.

Forudsætningen for at kunne foretage en differentieret udledning af regnvand fra regnvandsbassiner er, at det er muligt at kvantificere vandløbenes robusthed/tålegrænser i relation til udledninger af regnvand. Det er derudover en forudsætning, at man kan omsætte de identificerede tålegrænser til forskrifter for, hvordan vejafvandingen i VD regi håndteres i praksis i form af dimensionering af regnvandsbassiner, samt styring og regulering af udledningerne herfra. Dette gælder både udledninger i den permanente situation samt i overløbssituationer.

3. ADMINISTRATIONSPRAKSIS

Vejdirektoratets generelle praksis gennem de sidste 5 - 10 år har som udgangspunkt været, at ansøge om udledninger svarende til 1,0 l/s/ha eller 2,0 l/s/reduceret ha, en overskridelseshyppighed på én gang hvert 5. år og en minimum udledning på 5,0 l/s.

Dette kapitel giver en oversigt over udviklingen af administrationspraksis inden for regnvandshåndtering og udstedelse af tilladelser til udledninger af regnvand. Der sættes fokus på den nuværende administrationspraksis, der danner udgangspunkt for konceptet om differentieret udledning.

3.1. Baggrund

Lovgivning

Indtil 1973, da den første miljøbeskyttelseslov blev vedtaget, havde Landvæsenskommissionerne kompetencen til at træffe afgørelser om tilførsel af spildevand til dræn og primær afledning af spildevand efter Vandløbsloven.

Afgørelserne fra kommissionerne har i mange tilfælde været konkrete og projektorienterede og har pålagt grundejerne byrder og økonomiske forpligtelser, herunder til at medvirke økonomisk til realisering af spildevandsafledning og afståelse af areal. Afgørelserne har herudover også kunnet indeholde tildeling af ”rettigheder” for de berørte grundejere til at anvende anlæg i form af en slags udlednings-/tilslutningstilladelse. Afgørelserne kan hierarkisk bedst sammenlignes med de afgørelser, som træffes efter § 28 i Miljøbeskyttelsesloven i dag.

Ved vedtagelsen af den første miljøbeskyttelseslov og den deraf følgende konsekvensændring af Vandløbsloven i 1973 blev der ikke direkte taget stilling til spørgsmålet om retskraft af de tidligere landvæsenskommissioners afgørelser i medfør af de nye bestemmelser i Miljøbeskyttelsesloven. Ændringen i 1973 medførte, at reguleringen af spildevand blev indsat i Miljøbeskyttelsesloven med en samtidig ophævelse af reguleringen heraf i daværende vandløbslovs § 70-80.

Med vedtagelsen af Miljøbeskyttelsesloven i 1973 og den efterfølgende vedtagelse af spildevandsbekendtgørelsen overgik kompetencen til at træffe afgørelse om den primære afledning af spildevand til amter og kommuner. I den forbindelse har der været en konkret rollefordeling mellem amterne og kommunerne, som var defineret i den daværende lovgivning. Med nedlæggelse af amterne 31. december 2006 overgik amternes opgaver og kompetencer til Miljøstyrelsen.

I forhold til ovenstående noteres det, at afgivne tilladelser kun kan inddrages eller ændres af den kompetente myndighed på baggrund af den i dag gældende Miljøbeskyttelseslovs §28 eller §30.

Udledning

I forbindelse med udstedelse af udledningstilladelser er det den kompetente myndigheds opgave at fastsætte udledningens størrelse/afløbstal. I vejledning 11058 af 1. januar 1999 til bekendtgørelse om spildevandstilladelser mv. efter Miljøbeskyttelseslovens kapitel 3 og 4 anføres der ingen konkrete værdier for valg af afløbstallet, men det slås fast, at man gennem udledningstilladelsen skal respektere vandløbenes hydrauliske kapacitet, og at udledninger skal ske under hensyntagen til vandløbenes fysiske tilstand. Og endelig anføres det, at udledning af overfladevand ikke må medføre en forøgelse af hyppighed eller omfang af oversvømmelser omkring vandløbene.

I 1998 fastslog en rapport fra Spildevandskomiteen "Udledningskrav for regnbetingede udløb fra kloaksystemer i relation til fysiske forhold i vandløb", at der i nogle amter var opstået en praksis med at basere udledningstilladelsen på et fast afløbstal, f.eks. 1 l/s/ha. Rapporten fastslog også, at udledninger fra bassiner ikke bør medføre, at vandløbenes medianmaksimumsvandføring forøges. Rapportens anbefalinger har dog generelt ikke fundet indpas i sagsbehandlingen omkring vurdering af recipientens kapacitet.

Det har derfor i mange år været praksis, at udledningens størrelse generelt kunne sættes til 1 l/s/ha tilsluttet opland. Denne praksis er blevet forstærket af udtalelser fra blandt andet Miljøstyrelsen, der i en skrivelse af 10. april 2002 anfører følgende:

"Overordnet set betyder det, at udgangspunktet for en tilladelse til udledning af overfladevand til vandløb med risiko for hydrauliske problemer bør være et krav om neddrosling svarende til naturlig afstrømning, dvs. til 1-2 l/s/ha af hensyn til vandløbets hydrauliske kapacitet og til andre eventuelle fremtidige udledninger. Men ved vandløb med særlige hydrauliske problemer kan det være nødvendigt at neddrosle en udledning yderligere".

Denne opfattelse af udledning er senere blevet forstærket, da det blev indføjet i flere regionsplaner, og senest understøttet af lignende udtalelser fra Naturstyrelsen i forbindelse med vandplanerne.

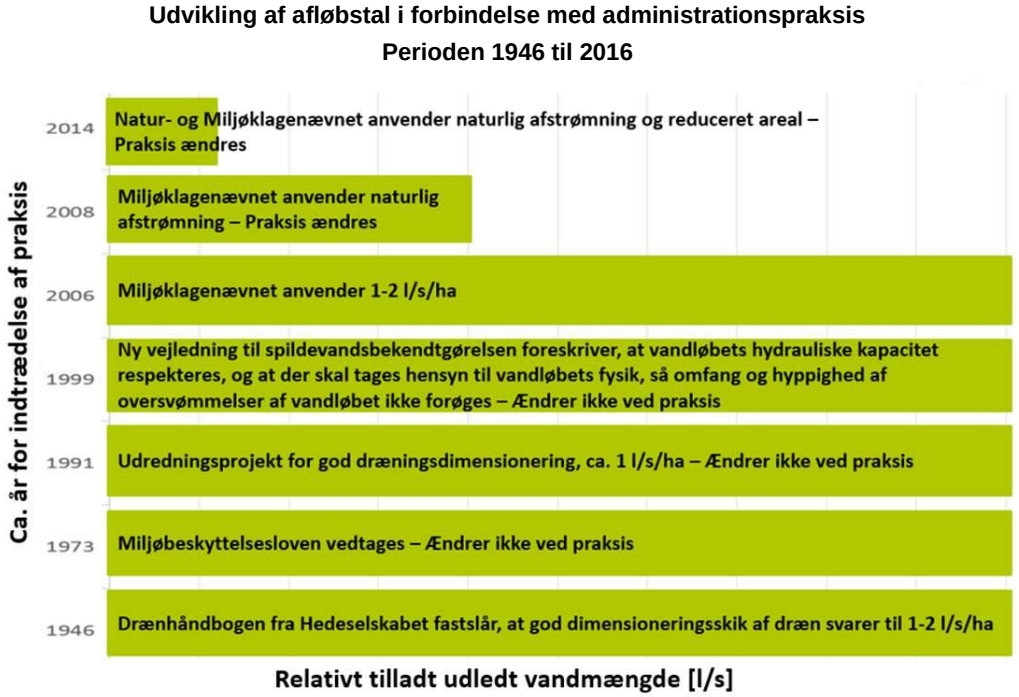
Derfor har det i mange år været praksis at fastsætte det tilladelige afløbstal i udledningstilladelser baseret på Miljøstyrelsens udmelding, (1-2 l/s/ha), da det har været det gængse bud på den naturlige afstrømning. En praksis som i flere tilfælde er "godsagt" i afgørelser i Miljøklagenævnet (afgørelser fra 6. december 2005 og 4. april 2006).

Ovenstående rejser et væsentligt spørgsmål: Hvad er naturlig afstrømning? En fuldstændig besvarelse af dette spørgsmål ligger uden for rammerne af dette notat, men man kommer ikke uden om at skulle forholde sig til spørgsmålet, når der skal planlægges regnvandshåndtering inden for rammerne af den praksis, Natur- og Miljøklagenævnet (NMK) lægger til grund for dets afgørelser.

Gennem de senere år er der i afgørelser fra NMK lagt op til en markant ændring af praksis. Nævnet har i mange afgørelser indskærpet, at afløbstallet skal fastsættes på baggrund af en konkret vurdering af det specifikke vandløb, der udledes til, samt af påvirkninger nedstrøms. Mange tilladelser er således blevet hjemvist med den begrundelse, at der ikke er foretaget en konkret hydraulisk vurdering af recipienten.

Der opleves i dag en ny praksis i nogle kommuner, hvor man forsøger at forholde sig til det specifikke vandløbs kapacitet. Det gøres ved at betragte vintermedianmaksimumsafstrømningens størrelse for vandløbet, og herefter sidestille denne værdi med den "naturlige afstrømning". Ofte medfører den fremgangsmåde en vandmængde på 0,3-0,5 l/s/ha, altså svarende til en udledning på 30-50 % af de 1 l/s/ha. Set i relation til afgørelserne fra NMK er praksis med at anvende medianmaksimumsværdier dog potentielt lige så fejlagtigt som at anvende 1 l/s/ha, da værdierne ikke siger noget om vandløbenes reelle naturlige afstrømning, og dermed deres hydrauliske kapacitet.

Figur 3-1 viser udviklingen af administrationspraksis med hensyn til afløbstal. Som det ses af figuren, er der i løbet af det seneste årti sket en markant reduktion af afløbstallet.



Figur 3-1. Vandrette grønne søjler indikerer den forventede tilladte udledte vandmængde fra et bassin på baggrund af gældende administrationspraksis på tidspunktet. Eksemplet er opbygget med udgangspunkt i, at man tidligere fik tilladelse til at udlede 1 l/s/ha. Skiftet omkring år 2008 henviser til anvendelsen af naturlig afstrømning på 0,4 l/s/ha. Overgang omkring 2014 viser anvendelse af reduceret areal (her med en befæstelsesgrad på 30 %).

Opland

Som anført har tidligere praksis været brug af standardværdien 1 l/s/ha. Denne værdi er et udtryk for, at hele det hydrologiske opland afskæres, og alt overfladevandet ledes til recipienten via bassiner.

NMK har dog i flere afgørelser givet udtryk for, at vurderingen af en udledning skal baseres alene på det reducerede areal:

"At dette neddroslingskrav skal stilles for det reducerede areal og ikke for det totale areal skyldes, at der alene afledes overfladevand fra det reducerede (befæstede) areal, mens den øvrige del af arealet har naturlig afstrømning og dermed fortsat bidrager til vandføringen på naturlig vis".

Hvorvidt ovenstående udsagn er sagsspecifikt, har det desværre ikke været muligt at afklare, men ovenstående passus er anført i flere afgørelser, hvorfor den anses som værende udtryk for en generel holdning.

I forhold til VD og afvanding af veje er konsekvensen svær at kvantificere. Betragtes en vejmatrikel, er der både befæstede og ikke befæstede arealer. Hvor man tidligere ville kunne fastsætte udløbsflow på baggrund af et areal svarende til vejmatriklen, vil man nu konkret skulle vurdere befæstelsesgraden af matriklen. Dette vil i stort set alle tilfælde resultere i et lavere udløbsflow.

For en vejmatrikel bør man kunne argumentere for, at der ved store regnhændelser er fuld afstrømning fra hele vejmatriklen, da de grønne arealer er vandmættede og bidrager til afstrømningen. Desuden vil vejens drænsystemer opsamle og bortlede vandet, hvorfor det i praksis må formodes, at stort set al nedbør bortledes via regnvandssystemet.

Bliver sagspraksis fremadrettet, at der må udledes vand svarende til det reducerede areal (på baggrund af befæstelsesgraden), vil dette medføre en markant reduktion af udledningen.

Klimafaktor

Der er i dag et stort fokus på klimafaktorer for bassiner, mens dette aspekt ikke tidligere blev taget i regning. Der er ingen tvivl om, at vejret har ændret sig og fortsat ændrer sig, og at der skal tages hensyn til dette. For et normalt ledningssystem fastsættes levetiden generelt til 100 år. Dette er under hensyntagen til, at nedgravede afløbssystemer ofte er dyre at udvide. Med bassiner kan det forholde sig anderledes, og det kan diskuteres, om de bør have en generel levetid på eksempelvis 25-50 år? I forhold til fastsættelse af klimafaktor beregnes bassinstørrelsen på baggrund af årsmiddel-

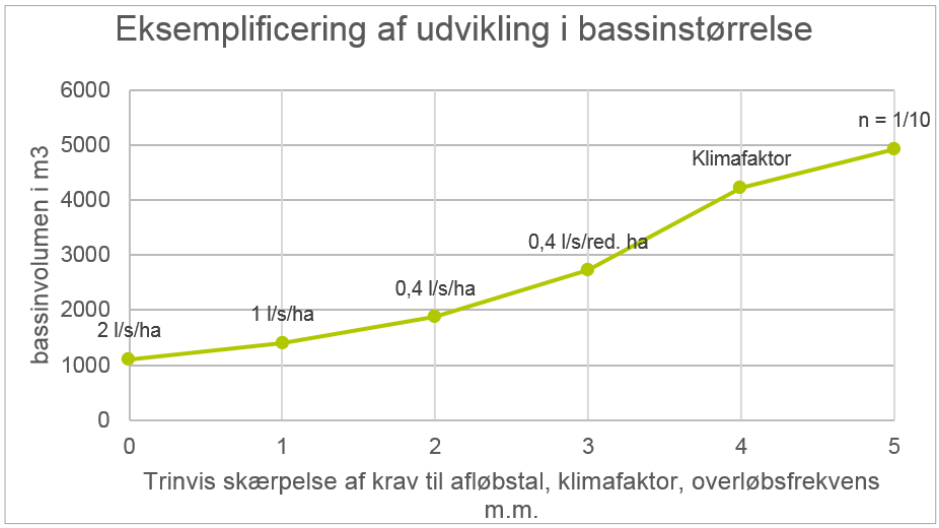
nedbøren, som udviser stigende tendens. Den stiger dog ikke så meget som ændringerne af regnintensiteten. Ofte ser man derfor klimafaktoren for regnintensiteten anvendt i bassindimensioneringen.

Overløbsfrekvens

Det er almindeligt accepteret, at et bassin ikke må gå i overløb og aflaste til recipienten mere end hvert 5. år (n = 1/5 eller T = 5). Denne tilgang til overløbsfrekvensen understøttes flere steder i NMK's afgørelser. Det er dog op til myndigheden at fastsætte krav til overløbsfrekvensen, og det ses i stigende grad, at kravet skærpes til 10 eller 20 år. Eksempelvis kan det nævnes, at Horsens kommune tidligere havde en praksis med n = 1/20 for alle bassiner. Efter samtaler mellem kommune, forsyning og rådgiver, er kravet nu lempet således at, n = 1/5, med mindre der er fare for oversvømmelse af bebyggelse, hvor kravet fastsættes til n = 1/10.

Figur 3-2 illustrerer udviklingen af bassinstørrelsen på baggrund af den ændrede praksis. Som regneeksempel er beregnet magasinvolumen af et bassin med et opland på 15 ha (befæstelsesgrad på 30 %). Bassinstørrelsen er beregnet på baggrund af Spildevandskomiteens regneark. Udgangspunktet er en overløbsfrekvens svarende til n = 1/5 (hvert 5. år), en klimafaktor på 1,0, en reduktionsfaktor på 1,0 og et udløbskrav svarende til 2 l/s/ha. Herefter skærpes kravene trinvis i forhold til den beskrevne praksis, afbildet i udviklingen af bassinvolumen:

1. Overgang fra 2 l/s/ha til 1 l/s/ha.
2. Overgang fra 1 l/s/ha til 0,4 l/s/ha (anvendelse af medianmaksimumsværdi).
3. Overgang fra 0,4 l/s/ha til 0,4 l/s/ha reduceret areal (befæstelsesgrad på 30 %).
4. Indføjelse af en klimafaktor på 1,4.
5. Forøgelse af overløbsfrekvens fra 5 til 10 år (1/5 til 1/10).



Figur 3-2. Beregnet eksempel på udviklingen af magasinvolumen ved trinvis skærpelse af udlederkravene i et regnvandsbassin beliggende på Fyn.

I afsnit 3.2 er afgørelser gennemgået, og konsekvenserne heraf er belyst, således at det er muligt at undgå eller begrænse konflikter i forbindelse med sagsbehandlingen.

3.2. Anvendt praksis og afgørelser fra NMK

I dette afsnit er den nuværende praksis beskrevet. Der vil desuden være henvisninger til afgørelser, der understøtter denne praksis. I bilag 1 er relevante dele af afgørelserne [1], [2], [3] og [4] ekstraheret. For de fulde afgørelser henvises til Natur- og Miljøklagenævnets hjemmeside www.nmkn.dk.

Det understreges, at praksis ændrer sig løbende i takt med ny lovgivning, forskning, fortolkninger og bedre datagrundlag m.m. Afgørelser, der er afsagt siden udfærdigelsen af dette notat, kan derfor have dannet præcedens og derfor ændret gældende praksis.

Ydermere bør det præciseres, at afgørelserne ved NMK ikke er prøvet i civilretslige retssager, hvorfor afgørelserne ikke har været afprøvet ved domstolene.

Det skal desuden noteres, at i forbindelse med etablering af bassiner for udledning af tag- og overfladevand er der tale om funktionspraksis. Det vil sige, at der ikke kan stilles krav til rensning eller udløbskoncentrationer i vandet. Årsagen til dette er, at udledning af tag- og overfladevand anses som en diffus udledning og ikke en punktudledning.

Formål med tilladelsen

Praksis er, at myndigheden skal foretage en vurdering af udledning, hvor:

- Udledningen ikke må være til hinder for målopfyldelse (Sag: NMK-10-00767)
- Udledningen skal ske under hensyntagen til vandløbets fysiske tilstand (Sag: NMK-10-00767)
- Udledningen må ikke medføre hyppigere eller større oversvømmelser af vandløbets omgivelser, end hvad der ville være tilfældet ved naturlig afstrømning fra vandløbets opland, hvorfor vurderingen af en udlednings indflydelse på et vandløbs hydrauliske kapacitet må indgå i forbindelse med en tilladelse til udledning af spildevand (Sag: NMK-10-00767).

Udløbsflow på baggrund af opland

Grundlaget for bestemmelse af den tilladelige udledte vandmængde fra bassiner er:

- Bestemmelse af udløbsflow skal være baseret på det reducerede areal (Sag NMK-10-00760)
- Hvis der er angivet en kapacitet i vandløbsregulativet, for hvad vandløbet kan modtage af vand, skal den overholdes (Sag NMK-10-00760). Ofte er der ikke angivet en sådan kapacitet

- Der skal foretages en hydraulisk analyse for bestemmelse af overløb fra vandløb og dermed bestemmelse af kapaciteten af vandløbet (Sag NMK-10-00760)
- Kan der ikke foretages en hydraulisk analyse af vandløbets kapacitet kan medianmaksimumsafstrømningen anvendes som udtryk for den naturlige afstrømning (Sag NMK-10-00760).

Minimumsflow

Det har tidligere været god skik, at der fra et bassin, uanset oplandets størrelse, som minimum kunne udledes 5 l/s, idet risikoen for tilstopning mv. erfaringsmæssigt øges markant ved neddrosling under denne grænse.

NMK har udtalt i denne sag, at der kan være forhold der begrunder en sådan minimumsvandføring, men at det principielt ikke er nogen nedre grænse for flow. (Sag NMK-10-00573). En begrundelse kan være tilsyn/vedligeholdelse, driftsfunktion, udløbstype m.m. Dog skal dette altid stå op mod vandløbets kapacitet.

I sag NMK-10-00573 udtaler NMK at VD i den aktuelle sag må udlede 5 l/s, selvom udledningen på baggrund af det reducerede opland beregnes til hhv. 4,8 l/s og 2,9 l/s. Årsagen anføres som:

"Ansøger ønsker at anvende drosselledninger i stedet for vandbremser, da drosselledninger kræver mindre drift og vedligeholdelse. Ansøger beskriver, at forudsætningen for at anvende drosselledninger er, at ledningerne dimensioneres til minimum 5 l/s.

Nævnet finder ikke grundlag for at tilsidesætte ansøgers ønske om - af hensyn til at holde drifts- og vedligeholdelsesudgifter på et så lavt niveau som muligt - at anvende drosselledninger med en udledning på ikke mindre end 5 l/s. Som følge heraf må der i dette konkrete tilfælde - på grund af risikoen for tilstopning af afløbet ved anvendelse af drosselledninger - accepteres en udledning på 5 l/s fra hvert af de to bassiner.

Nævnet understreger, at udledningen på 5 l/s fra hvert af de to bassiner accepteres på baggrund af de konkrete forhold i sagen, herunder især at udledningen sker til vandløb med en relativ høj hydraulisk kapacitet. Nævnets afgørelse er således ikke udtryk for, at der fremover ikke kan stilles krav om udledninger på mindre end 5 l/s."

Overløbsfrekvens

Det er normal praksis, at der anvendes n = 1/5 (Sag NMK-10-00760).

Ved højere overløbsfrekvens n > 1/5, skal det ved beregninger kunne dokumenteres at der ikke sker oversvømmelse langs vandløbet hyppigere end hvert 5. år (Sag NMK-10-00573).

Lavere overløbsfrekvens n < 1/5 kan komme på tale, hvis myndigheden vurderer at recipienten har særlige hydrauliske problemer. (Sag NMK-10-00573).

Klimafaktor

Den i spildevandsplanen angivne klimafaktor for dimensionering af regnvandssystemer kan anvendes som krav fra myndigheden (Sag NMK-10-00573).

Best Available Techniques (BAT)

Der er ofte mange diskussioner omkring hvad BAT er, og hvordan den udvikler sig. I forhold til bassiner, er der en opfattelse af, at våde bassiner renser bedre end nedsivningsbassiner. Denne forskel er ikke veldokumenteret. Årsagen er, at der foreligger relativt megen ny dansk forskning vedrørende våde bassiner, mens datagrundlaget for tørre bassiner er sparsomt.

Definitionen af BAT indebærer, at vurderingen af, hvad der er BAT for en virksomhedstype, bl.a. må anskues i forhold til virksomhedens størrelse og i forhold til, om der er tale om en ny eller en bestående virksomhed. Det er imidlertid ikke den enkelte ansøgers økonomiske forhold, der indgår i vurderingen. Fastlæggelse af BAT skal gennemføres i forhold til, hvad der i almindelighed er opnåeligt for den pågældende branche eller industrigren. BAT er hermed ikke en statisk størrelse, men derimod en retlig standard, der ændrer sig i takt med den teknologiske udvikling.

BAT

BAT-begrebet er nærmere fastlagt i det såkaldte IPPC-direktiv (Direktiv 2008/1/EF af 15. januar 2008 om integreret forebyggelse og bekæmpelse forurening). I direktivets artikel 2, nr. 12, defineres "BAT = den bedste tilgængelige teknik" som:
"det mest effektive og avancerede trin i udviklingen af aktiviteter og driftsmetoder, som er udtryk for en given tekniks principielle praktiske egnethed som grundlag for emissionsgrænseværdier med henblik på at forhindre eller, hvor dette ikke er muligt, generelt begrænse emissionerne og indvirkningen på miljøet som helhed, hvor:

a) "teknik" er både den anvendte teknologi og den måde, hvorpå anlæg konstrueres, bygges, vedligeholdes, drives og lukkes ned

b) "tilgængelig teknik" betyder teknik, der er udviklet i en målestok, der medfører, at den pågældende teknik kan anvendes i den relevante industrisektor på økonomisk og teknisk mulige vilkår, idet der tages hensyn til omkostninger og fordele, uanset om teknikken anvendes eller produceres i den pågældende medlemsstat eller ej, når blot driftslederen kan disponere over teknikken på rimelige vilkår

c) "bedste" betyder mest effektive til opnåelse af et højt generelt beskyttelsesniveau for miljøet som helhed."

For våde bassiner anses "Faktablad om dimensionering af våde regnvandsbassiner" [5], som værende BAT (Sag: NMK-10-00767). Dette skal overholdes stramt, da ankenævnet blandt andet udtaler:

- Det fremgår af kommunens afgørelse, at den permanente vanddybde vil blive 1,8 m. Dette lever efter nævnets opfattelse ikke op til BAT, idet vanddybden ifølge Nævnets praksis for BAT, skal være 1-1,5 m (Sag: NMK-10-00767)
- Det fremgår af landzonetilladelsens vilkår 11, at det våde volumen i det permanente vandspejl i regnvandsbassinet skal have en dybde på ca. 1,5 meter for at tilgodese iltforhold, undgå erosion, samt for at sikre at dyrelivet i søen overlever frostperioder. Nævnet finder, at en angivelse på ca. 1,5 meter er upræcist, og dermed ikke er i overensstemmelse med BAT-krav for forsinkelsesbassiner (Sag NMK-10-00760).

Ved bestemmelse af BAT fastslår NMK dog også, at rensning via eksempelvis sorptionsfiltre, udfældning eller andre teknologier, der er på udviklingsstadiet, ikke er at betragte som BAT (Sag NMK-10-00573).

Vilkår

Tidligere har det været uhørt, at der stilles krav til driften af bassinerne. Der er dog afsagt flere kendelser, hvor NMK har sagt god for dette. Nedenstående liste er eksempler.

- Myndigheden kan stille krav til funktionaliteten af bassiner. Dette kan eksempelvis ske ved at stille krav om maksimal fyldningsgrad før tømning af sandfang. Der kan dog ikke stilles krav til tømningsfrekvens (Sag NMK-10-00573)

- Myndigheden kan stille krav til frekvens af besigtigelse af bassinet (Sag NMK-10-00573).

3.3. Anvendelse af differentieret udledning som ny administrationspraksis

I de senere år har man i en række tilfælde undersøgt kapaciteten i vandløb og vandløbssystemer med sigte på at kunne differentiere udledningen i forhold til de lokale forhold og recipienters tålegrænser.

Anvendelsen af den praksis har typisk fundet sted i forbindelse med planlagte udledninger af regnvand fra kommende eller eksisterende boligområder, der står overfor at skulle kloakeres, eller hvor der skal ske en separering af regnvand og spildevand.

Også en ændring af renseanlægsstrukturen har givet anledning til, at recipienterne er blevet undersøgt for deres kapacitet i forhold til at kunne modtage regnvand fra befæstede arealer. Undersøgelserne har været igangsat og finansieret af kommuner og forsyningsselskaber, enten hver for sig eller i samarbejde.

Der er i det følgende givet en kortfattet præsentation af tre udvalgte og relevante eksempler, der dels anskueliggør, hvordan vandløbskapaciteten på forskellig vis er undersøgt, og som dels opsummerer resultaterne af de pågældende undersøgelser. For en nærmere gennemgang af undersøgelsesmetoder mv. henvises til kapitel 4.

Eksempel 1: Skallebækken, Haderslev Kommune
Undersøgelsen af Skallebæk-systemet [9], der er sammenfaldende med et byudviklingsområde umiddelbart vest for Haderslev, havde til formål at belyse, hvor stor en udledning fra nuværende og forventede fremtidige befæstede arealer, vandløbet ville kunne rumme og tåle. Undersøgelsen kan fremhæves i relation til regnvand fra veje, idet Skallebækken modtager neddroslet regnvand fra den Sønderjyske Motorvej og derfor kunne have defineret rammerne for differentieret udledning fra motorvejen.

Den samlede undersøgelse viste oversvømmelse af de ånære arealer flere steder langs vandløbet under naturlige forhold, men den viste samtidig, at der kunne udledes op til 1,5 l/s/ha fra de nuværende (herunder motorvejen) og planlagte befæstede områder, uden at flere arealer ville blive oversvømmet. Figur 3-3 viser hvorledes oversvømmelsen udvikler sig når udledningen gradvis øges til 2 l/s/ha.



Figur 3-3. Oversvømmelsesscenarier fra analysen af den nedre del af Skallebækken ved forskellige udledningsniveauer.

Undersøgelsen viste imidlertid også, at tålegrænsen i forhold til erosion af vandløbet lå ved et højere udledningsniveau end 1,5 l/s/ha. Her blev det vurderet, at risikoen for

skade på vandløbsstrækninger i Skallebækken først sker ved en udledning på mere end 2 l/s/ha befæstet opland (se også afsnit 4.2).

Det maksimalt acceptable udledningsniveau blev i dette tilfælde fastsat til 1,5 l/s/ha for at undgå yderligere oversvømmelse af de ånære arealer, uagtet at selve vandløbet kunne tåle et højere udledningsniveau.

Resultatet af undersøgelsen anvendes efterfølgende af forsyningsselskabet i Haderslev (Provas) i dialogen med kommunen i ansøgninger om udledningstilladelse til Skallebækken og tilløb til denne.

Eksempel 2: Vandløb i Vejle Kommune
I forbindelse med udarbejdelsen af spildevandsplanen for kommunen blev der gennemført en undersøgelse af 31 vandløb [10], for hvilke man forventede, at der i regi af spildevandsplanen skulle udledes regnvand i de kommende år. Undersøgelsen adskilte sig fra eksempel 1 bl.a. ved, at mange af vandløbene havde status som private vandløb, og at der derfor ikke forelå en regulativmæssig skikkelse eller opmåling af vandløbene (se notatets afsnit 4.2). I stedet anvendte man i de tilfælde en model af vandløbet genereret på grundlag af den digitale højdemodel.

Vejle Kommune valgte at acceptere den usikkerhed, der er forbundet med tilvejebringelsen af den anvendte skikkelse for vandløbene ud fra højdemodellen, og resultaterne af undersøgelsen danner på det grundlag udgangspunkt for en differentiering af den fremtidige udledning til de pågældende vandløb.

Undersøgelsen i Vejle Kommune adskiller sig desuden fra tidligere undersøgelser af vandløbskapaciteten ved to andre forhold. Det blev undersøgt, hvilken smådyrssammensætning, der var registreret i de undersøgte vandløb, og forekomsten af Bilag IV-arter og andre særligt følsomme/hensynskrævende smådyr blev anvendt som en skærpende omstændighed i forhold til fremtidige udledningstilladelser.

FAKTABOKS – Bilag IV-arter
En række danske arter af planter og dyr er optaget på Habitatdirektivets Bilag IV. Disse arter er strengt beskyttede både i og uden for Natura 2000-områder, hvilket betyder, at de ikke må plukkes, graves op eller slås ihjel, ligesom deres levesteder og levevilkår ikke må forringes eller ødelægges.

Derudover indgik der i undersøgelsen en vurdering af risikoen for reduceret vandføring og evt. udtørring af vandløbenes øvre dele. Hertil blev benyttet en simpel tilgang, hvor befæstelsesgraden af oplandet blev direkte relateret til manglende grundvandsdannelse og deraf følgende negativ påvirkning af vandløbenes medianminimumsvandføring.

Til det formål blev der foretaget beregninger af fordelingen mellem det naturlige vandløbsopland og den befæstede del af oplandet. Derudover blev der med baggrund i vandområdeplanerne taget udgangspunkt i vandløbenes målsætning om økologisk tilstand. Her accepteres en reduktion af medianminimumsvandføringen på op til 5 % for vandløb med målsætningen "høj økologisk tilstand" og op til 10 % for vandløb med målsætningen "god økologisk tilstand". Ved at antage at påvirkning af vandføringen er proportional med størrelsen af de befæstede arealer, blev der således taget udgangspunkt i, at befæstelsesgrader på hhv. 5 % og 10 % var kritiske øvre grænser i forhold til en negativ påvirkning af vandløbenes medianminimumsvandføring.

Figur 3-4, Figur 3-5 og Figur 3-6 illustrerer eksempler på vurderinger af et vandløb som led i arbejdet med differentieret udledning i regi af Vejle Kommunes Spildevandsplan, hvor det forventes, at der skal udstedes en eller flere udledningstilladelser de kommende år.

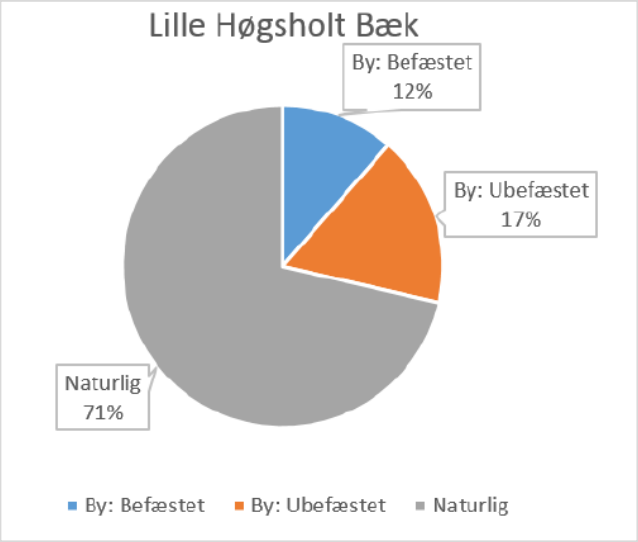
Biologiske forhold Lille Høgsholt Bæk

Bækken løber gennem løvskov med stort fald mod Vejle Å. De vandløbsfysiske forhold er meget varierede med sten, grus, sand og organisk materiale fra den omgivende skov. Langs bækken er der flere steder udsivende grundvand. Vandløbsfaunaen er typisk for et helt uforurenet østjysk skovvandløb. Der er registreret et stort antal af udprægede rentvandsarter indenfor insektgrupperne døgnfluer, slørvinger og vårfluer. De to gullistede arter billen *Hydraena nigrita* og vårfluen *Wormaldia occipitalis* er registreret i vandløbet. Derudover er flere arter af vårfluer som er karakteristiske for kilder og kildebække registreret fåtalligt i vandløbet. Lille Høgsholt Bæk har tilstanden DVFI 7. Dette er også vandløbets målsætning.

I hele sin fremtræden med det fysiske forløb gennem skoven, det hydrologiske samspil mellem vandløb og nære omgivelser, omgivelsernes vegetationsmæssige forhold, samt de vandløbsfysiske og vandløbsbiologiske forhold et enestående eksempel på et næsten helt uberørt mindre dansk skovvandløb.

Lille Høgsholt Bæk bør på grund af sin enestående karakter bevares i sin nuværende form og ikke påvirkes yderligere.

Figur 3-4. Eksempel på biologisk vurdering af vandløbet Lille Høgsholt Bæk, Vejle Kommune.



Figur 3-5. Oplandsfordeling i relation til Lille Høgsholt Bæk, udarbejdet med henblik på vurdering af påvirkning af vandføringen som følge af befæstede arealer.

Udledningsniveau		Medianminimum Q		Tilstand		
Maks.	Vurderings-parameter	Risiko for uacceptabel påvirkning	Påvirkningsgrad	Målopfyldelse	DVFI	Rød-/gul liste arter
1,0 l/s/ha	Erosionsrisiko	Ja	12 %	Ja	7	Ja

Figur 3-6. Eksempel på samlet vurdering af vandløbet Lille Høgsholt Bæk i forhold til differentieret udledning i regi af Vejle Kommunes Spildevandsplan. Bemærk at det maksimale udledningsniveau er fastsat til 1 l/s/ha, men at det samlede befæstede areal medfører en risiko for en uacceptabel påvirkning af vandløbets medianminimumsvandføring. Tilstedeværelsen af rødliste-arter kan være en skærpende omstændighed i forbindelse med, at vurderingerne skal omsættes i en konkret udledningstilladelse.

Eksempel 3: Stofudledning til vandløb

I de to foregående eksempler har fokus været på vandløbenes hydrauliske kapacitet, på påvirkningen af minimumsvandføringen og på, om der skulle tages særlige hensyn i forhold til flora og fauna. Det sidste eksempel, der her præsenteres anonymiseret, drejer sig om en differentiering af udledningen i forhold til recipientens følsomhed overfor stofbelastning.

I forbindelse med udarbejdelsen af en udledningstilladelse for udledning af renset processpildevand fra en privat virksomhed til et vandløb, undersøgte man vandløbets kapacitet til at modtage yderligere organisk stof (målt som BI_5) på to lokaliteter. Den ene

FAKTABOKS - BI_5

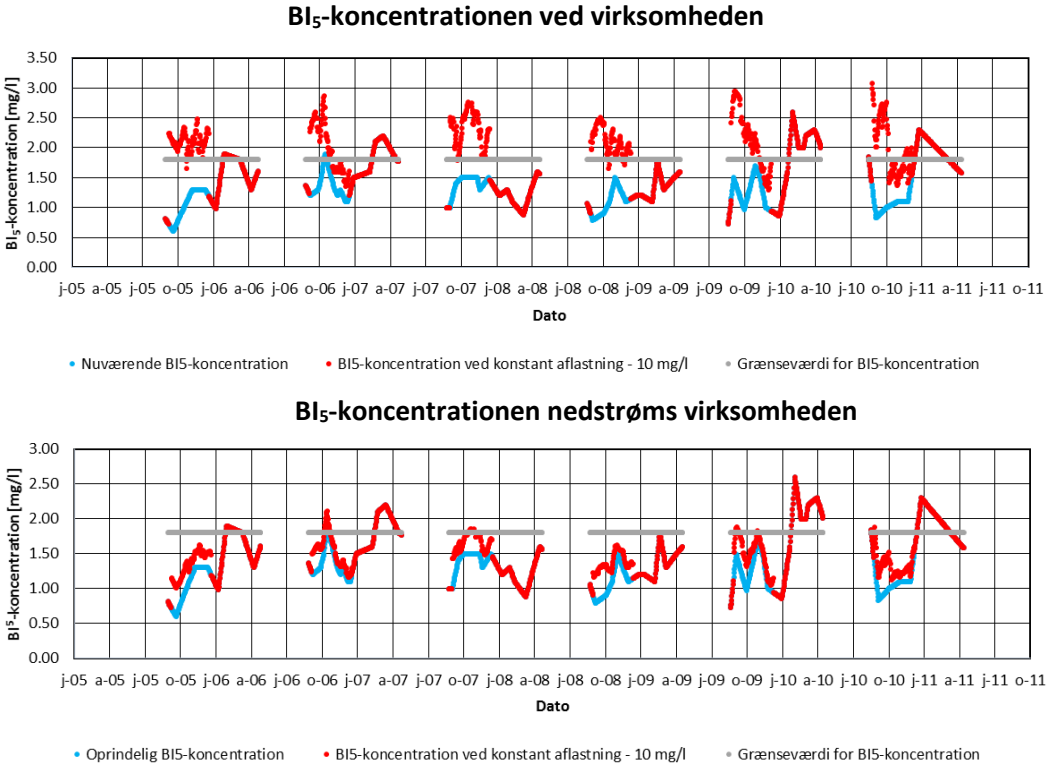
Vandets indhold af organisk stof, udtrykt som BI_5, er bestemmende for iltindholdet i vandløbene og især i de dele af vandløbene, hvor smådyrene opholder sig (bunden og grøden). Vandområdeplanerne fastsætter en øvre grænse for BI_5 på 1,8 mg/l for målsætningen god økologisk tilstand.

lokalitet er beliggende umiddelbart ved virksomheden, mens den anden lokalitet er beliggende ca. 4 km nedstrøms virksomheden.

På baggrund af eksisterende data blev der genereret en tidsserie med daglige værdier af BI_5 i vandløbet. Denne dannede, sammen med Vandplanens maksimumsværdi for BI_5 i vandløb med god økologisk tilstand (1,8 mg/l), grundlaget for en beregning af, hvor meget ekstra BI_5 vandløbet kunne tåle inden for rammerne af målopfyldelse. Kapaciteten til at modtage ekstra BI_5 viste sig at variere over tid, hvilket affødte et behov for at kunne regulere udledningen af BI_5 med det rensede spildevand, således at koncentrationen af BI_5 hele tiden kunne holdes under grænseværdien på 1,8 mg/l.

Konklusionen på udredningen er, at virksomheden har behov for ekstra rensning af processpildevandet, og at der samtidig er behov for at kunne regulere udledningen af dette i takt med vandløbets kapacitet (= differentieret udledning).

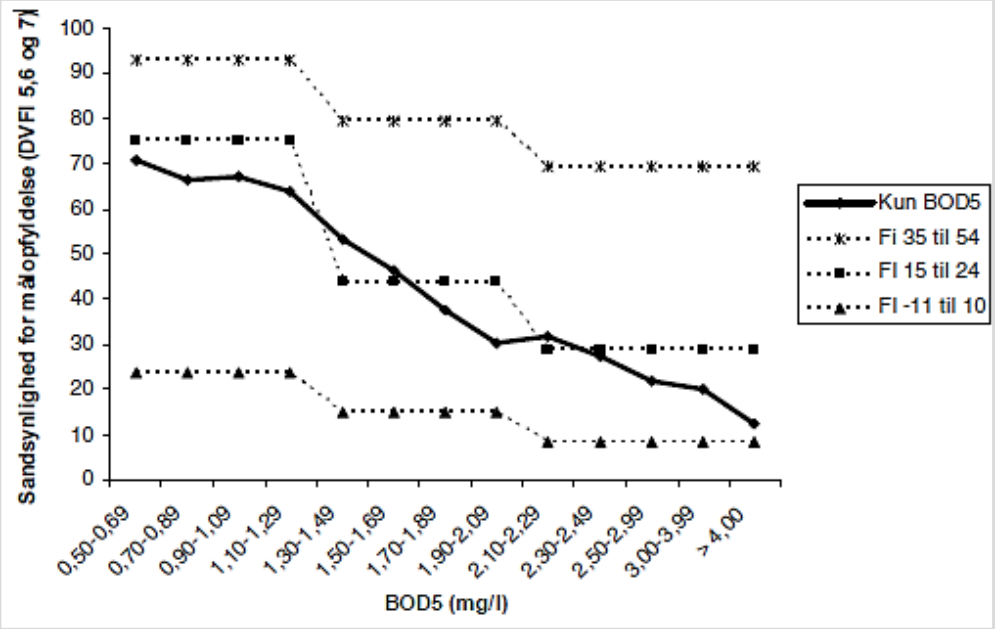
I udredningen om den fremtidige spildevandsrensning og -udledning indgik også analyser af udledningsstedets betydning, idet det viste sig, at kapaciteten til at modtage ekstra BI_5 var større nedstrøms virksomheden end ved virksomheden. Vanskeligheder med at holde koncentrationen af BI_5 under tålegrænsen (1,8 mg/l) kunne således mindskes markant ved at flytte udledningen nedstrøms, se Figur 3-7.



Figur 3-7. Oversigt over simulerede BI_5-koncentrationer i vandløbet i forbindelse med udledning af renset processpildevand ved virksomheden henholdsvis nogle kilometer nedstrøms denne. Graferne viser, at udledning af det rensede spildevand nedstrøms virksomheden ville bevirke færre og mindre overskridelser af vandløbets tålegrænse på 1,8 mg/l BI_5.

I undersøgelsen behandles endvidere årstidsvariationen i BI_5 i vandløbet med henblik på at tilrettelægge en reguleret og styret udledning af det rensede procesvand henover året. Det blev med baggrund i dette konkluderet, at man i perioden september-december har en forholdsvis lav BI_5-koncentration i vandløbet og dermed en mulighed for at udlede ved virksomheden uden yderligere rensning, mens man i resten af året enten skal tilbageholde og rense procesvandet til et lavere BI_5-niveau eller lede det ud længere nedstrøms, hvor vandløbet er mere robust.

Udover at undersøge vandløbets kapacitet mht. målt koncentration af BI_5 og målt vandføring, blev vandløbets fysiske tilstand undersøgt, idet vandløb med en høj fysisk vandløbskvalitet er mere robuste overfor høje koncentrationer af BI_5, jf. Figur 3-8. Vandløbet i dette eksempel har et Fysisk Indeks på 30-40 på en skala fra 1-100 og er derfor mindre robust overfor en tilledning af BI_5, jf. figuren.



Figur 3-8. Sandsynligheden for målopfyldelse i vandløb (DVFI = 5, 6 eller 7) som funktion af vandets indhold af organisk stof (BI_5) og vandløbets fysiske vandløbskvalitet udtrykt ved værdien af Fysisk Indeks. Efter [11].

Selvom om dette eksempel er specielt i forhold til udledning af regnvand, eksemplificerer det værdien af at anvende differentieret udledning som administrationspraksis. Der ses således på målte værdier af vandføring, BI_5, DVFI og Fysisk Indeks i recipienten (se afsnit 5.2), og disse værdier inddrages i en vurdering af den mest omkostnings- og miljøeffektive måde at udlede på i tid og rum (udledningspunkt), det vil sige i en optimeret udnyttelse af vandløbets kapacitet til at tåle yderligere belastning. Det er også vigtigt at bemærke, at de data der anvendes i undersøgelsen, er eksisterende og almindeligt tilgængelige data, som foreligger for mange af de danske vandløb, og som altså ikke er samlet ind i forbindelse med fastlæggelsen af vandløbets kapacitet.

4. VURDERING AF VANDLØBS KAPACITET OG ROBUSTHED

Som berørt i de foregående afsnit er en nærmere analyse af det specifikke vandløbs tålegrænser i forhold til både fysisk robusthed og vandkvalitet afgørende ved fastlæggelse af acceptable afløbstal i udledningstilladelser. Datagrundlaget for en sådan robusthedsanalyse vil naturligt variere fra område til område, herunder vil beregningerne være baseret på en række antagelser. I dette kapitel beskrives analysemetoder, der med fordel kan anvendes ved en vurdering af det enkelte vandløbs hydrauliske kapacitet samt robusthed overfor erosion. Herunder beskrives datagrundlagets betydning.

4.1. Metoder til vurdering af oversvømmelsesrisiko

Udledningen må som nævnt ikke hindre recipienten i at opnå målopfyldelse i fremtiden, eller medføre at landbrugsarealer og sårbar natur oversvømmes. Som udgangspunkt er kravet, at udledningen ikke må medføre hyppigere eller større oversvømmelser, end hvad der naturligt ville forekomme. Der findes forskellige metoder til at kvantificere vandløbets hydrauliske kapacitet, men grundlæggende handler det om at bestemme ved hvilket afstrømningsniveau, der vil opstå oversvømmelse.

For at kunne vurdere oversvømmelsesrisikoen er en beregning af vandføring og vandstand i vandløbet nødvendig. Dette kan gøres ved at benytte såvel dynamiske som stationære modeller. Ved stationære modeller (i modsætning til dynamiske), forstås modeller, der ikke tager hensyn til tidslige variationer. Når der udelukkende er tale om langvarige udledninger (som det er tilfældet med bassiner), kan det antages, at der når at indstille sig en ligevægt i systemet hvorfor det som udgangspunkt ikke er nødvendigt at arbejde med en tidslig variation.

Stationære betragtninger vurderes således i de fleste tilfælde at være velegnede når der er tale om udledning fra bassiner og den tilhørende maksimale effekt på recipienter, herunder fastlæggelse af et administrativt udledningsniveau. Dynamiske betragtninger derimod, er velegnede til at belyse risikoen for kortvarige, men skadevoldende oversvømmelser. Det bemærkes, at stationære modeller som udgangspunkt er mere konservative og til tider kan overvurdere de reelle konsekvenser. Fordelen ved en stationær model er, at den er hurtig og simpel at stille op i forhold til en mere kompleks dynamisk model.

I Figur 4-1 ses fordele og ulemper ved de forskellige modeltilgange.



Figur 4-1. Sammenfatning af principper og modelværktøjer ved hhv. stationære og dynamiske beregninger.

Stationære vandspejlsberegninger kan gennemføres med forskellige modelværktøjer som vist i Figur 4-1. Tilgangen til at fastlægge den kritiske udledningsmængde er grundlæggende at foretage beregninger med gradvist stigende vandføring i vandløbet, indtil man når en situation, hvor den beregnede vandspejlskote overstiger den laveste brinkkote nedstrøms i vandløbet. Vandføringen i vandløbet vil afhænge både af afstrømningen fra det topografiske opland (den naturlige afstrømning) og udledningen.

FAKTABOX – naturlig afstrømning

Afstrømningen er den overskydende vandmængde, der løber mod havet, når nedbøren i en periode er større end fordampningen. Afstrømningen angives i Danmark som mm/år, og som liter/sekund/km^2 topografisk opland. Regnvandsafledningen fra byer gøres op i liter/sekund/hektar kloakopland (bemærk at 1 km^2 = 100 hektar).

Ved naturlig afstrømning forstår man den afstrømning, der sker fra landbrugs, natur- og skovarealer i vandløbets topografiske opland.

Ved beregningen øges udledningen fra de bidragende bassiner gradvist, mens afstrømningen fra det naturlige opland holdes konstant – denne metode beskrives nærmere senere i afsnittet. Den udledningsstørrelse der netop ikke giver anledning til oversvømmelse, kan så betegnes som vandløbets nedstrøms udledningskapacitet udtrykt i l/s/ha. Altså netop den værdi, der bør anvendes som afløbstal og fastlæggelse af den maksimale udløbsvandføring fra bassinet.

Afstrømning fra befæstede og ubefæstede arealer

Der er stor forskel på den afstrømning, der finder sted i afløbssystemet, hvor regnvand afstrømmer fra befæstede arealer og så den afstrømning, der måles i vandløb.

Afstrømningen fra befæstede arealer består udelukkende af regnvand, og størrelsen på afstrømningen gøres derfor op ud fra en statistisk behandling af målt regnintensitet og varighed. Ud fra målte regndata er afstrømningen i DK på landsplan følgende:

Gentagelsesperiode	Varighed	Afstrømning	
(år)	(min.)	l/s/km^2	l/s/ha
1	10	1100	110
1	15	880	88
2	10	1400	140
2	15	1140	114
5	10	1900	190
5	15	1600	160

Tallene stammer fra [12], hvor der i øvrigt findes data på andre gentagelsesperioder og varigheder.

Afstrømningen fra vandløbsoplande, kan i hovedreglen sidestilles med afstrømningen fra ubefæstede arealer. Den angives ofte som en række statistiske værdier kaldet karakteristiske afstrømninger, der er udarbejdet på baggrund af 30-årige tidsserier af målte døgnmiddelværdier fra hydrometriske målestationer i vandløbene.

De karakteristiske afstrømninger man oftest anvender er følgende (typiske danske værdier):

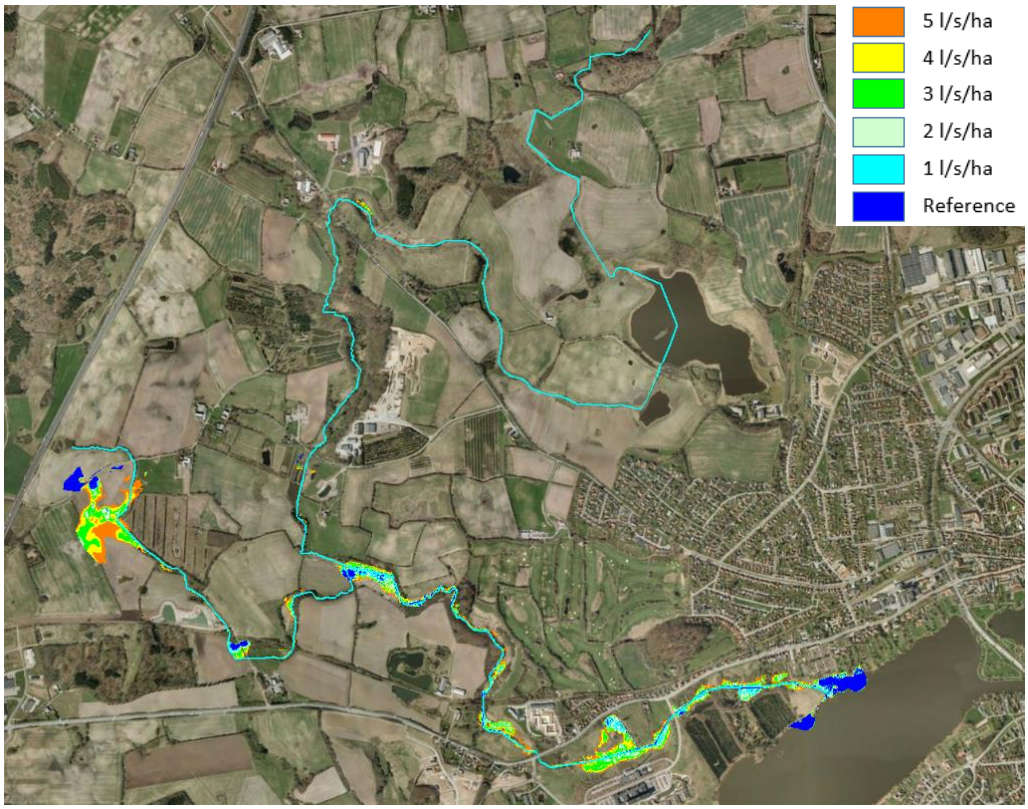
Statistisk værdi	Afstrømning	
	l/s/km^2	l/s/ha
Medianminimum	1 - 2	0,01 - 0,02
Sommermiddel	4 - 6	0,04 - 0,06
Vintermiddel	10 - 15	0,1 - 0,15
Sommer medianmaksimum	15 - 30	0,15 - 0,3
Vinter medianmaksimum*	30 - 60	0,3 - 0,6
5-års maksimum**	60 - 80	0,6 - 0,8
10-års maksimum	80 -120	0,8 - 1,2

* Svarer til en gentagelsesperiode for afstrømningen på 2 år

** Svarer til en gentagelsesperiode for afstrømningen på 5 år

Figur 4-2 viser et sådant eksempel på beregning af oversvømmelsesscenarier. Der er her lavet en terrænanalyse til vurdering af, hvor på terrænet der vil ske oversvømmelse i forbindelse med det beregnede vandspejl til hver af de angivne udledningsmængder. Konsekvenserne ved en gradvist større udledning kan på den måde formidles enkelt.

I beregningerne anvendes flere udledningsniveauer fra befæstede oplande, mens afstrømningen fra vandløbets naturlige opland holdes konstant. Afstrømningen fra de kloakerede/befæstede områder regnes, som referenceberegning, lig den naturlige afstrømning, hvorefter der regnes på gradvist øgede afstrømninger – eksempelvis med en forøgelse i hver ny beregning på 0,5 l/s/ha. Dette foretages normalt adskilt for hhv. vinter- og sommerperiode.



Figur 4-2. Eksempel på oversvømmelse af de vandløbsnære arealer ved forskellige udledningsniveauer i en sommersituation. Referencesituationen svarer til den naturlige afstrømning. Orbicon 2016, [9].

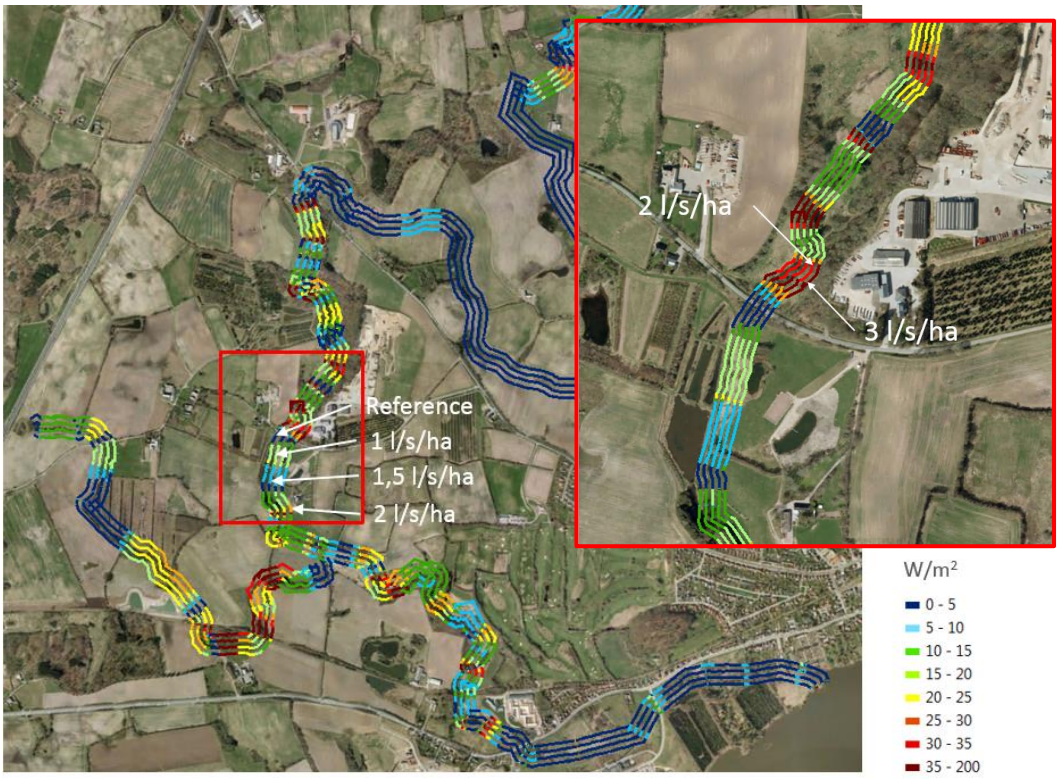
4.2. Metoder til vurdering af erosionsrisiko

I forhold til miljøtilstand og målopfyldelse i vandløb er det ikke tilstrækkeligt udelukkende at forholde sig til risikoen for oversvømmelse, idet påvirkningen af vandløbets morfologi og fysiske tilstand også spiller ind. En vurdering af vandløbets robusthed overfor erosion bør derfor også indgå i en analyse med henblik på at afdække acceptable maksimale udledningsniveauer.

I forbindelse med beregningen af vandspejlet ned gennem vandløbet, bliver der også genereret resultater for vandføring, vandhastighed mm. Dette kan udnyttes til at belyse erosionsrisikoen i vandløbet. Igen er princippet at øge udledningen fra de befæstede oplande (og dermed udledningen fra bassinerne) trinvist. Ud fra disse beregninger bestemmes et energiniveau for hver delstrækning ned gennem vandløbet. Der er tidligere lavet en række studier i danske vandløb, der viser hvor stor en energi i vandløbet, der resulterer i ustabile forhold – altså forhold hvor der sker erosion i vandløbet, og vandløbet dermed flytter sig [13]. Resultatet af disse undersøgelser viste, at der var en klar tendens til, at regulerede vandløb blev ustabile, når der blev observeret et energiniveau (her angivet som en specifik stream power-værdi), som oversteg 35 W/m^2.

Som udgangspunkt vurderes det derfor rimeligt, i forbindelse med vandløbsanalyser, at sætte en maksimal acceptabel grænse for energiniveauet på 35 W/m^2, da det forventes, at der vil opstå erosion, når denne værdi overskrides.

Figur 4-3 viser et eksempel på, hvordan stream power-værdien kan anvendes til vurdering af erosionsrisikoen ved øget udledning. I dette tilfælde er det vurderet at vandhastigheden bliver kritisk ved udledninger på mere end 2 l/s/ha.



Figur 4-3. Eksempel på beregnede stream power-værdier i et vandløbssystem når udledningsniveauet øges. På kortudsnittet til højre er der zoomet ind på en vandløbsstrækning hvor stream power-værdien overstiger 35 W/m^2 når der udledes mere end 2 l/s/ha. Orbicon 2016, [9].

Det bør tilføjes, at grænseværdien på 35 W/m^2 refererer til regulerede vandløb, som er anlagt med et åbent profil. Det vil sige vandløb, som er rettet ud og ikke længere slynger sig naturligt. Mange steder, hvor vandløbene enten er uregulerede, eller hvor profilet er låst fast af sten og trærødder, vil der i den naturlige referencesituation til tider kunne opleves stream power-værdier over 35 W/m^2 uden, at det medfører erosion i vandløbene. Bl.a. dette emne undersøges nærmere i forbindelse med det igangværende forskningsprojekt "Konsekvensvurdering ved påvirkning af vandløb" [14].

4.3. Datagrundlag og -kvalitet ved vandløbsanalyser

Datagrundlaget for analyser af vandløbs kapacitet og robusthed udgøres dels af specifik information om det konkrete vandløb og dels af vandføringsmålinger fra repræsentative målestationer. Beregningerne baseres også på en række erfaringsbaserede parametre.

Vandløbsdimensioner

For at kunne gennemføre hydrauliske beregninger på et vandløb skal der anvendes et udtryk for vandløbets form, dybde og bredde (vandløbsskikkelsen). Som udgangspunkt gennemføres beregningerne i offentlige vandløb på baggrund af vandløbsregulativet ("regulativmæssige profiler"). Dette er imidlertid ikke udtryk for den reelle vandløbsskikkelse, men en idealisering der danner grundlag for de lovmæssige dimensioner af vandløbet. Der findes flere former for regulativer, og det er ikke altid, at der foreligger et såkaldt skikkelsesregulativ for et offentligt vandløb. Eller der kan være tale om et privat vandløb, der dermed ikke er omfattet af et vandløbsregulativ. Normalt anvendes da den seneste opmåling af vandløbet. Såfremt der hverken er regulativ eller opmåling til rådighed for hele eller dele af vandløbet, kan skikkelsen også tilvejebringes gennem aflæsning på en digital højdemodel med tilstrækkelig nøjagtighed.

Vandløbsopland og naturlig afstrømning

Det naturlige opland findes som det topografiske opland, der bidrager til vandløbet. I praksis kan oplandet med fordel kortlægges ved en kombination af information om vandskel (f.eks. Orbicons vandskelsdatabase) og terrænanalyser baseret på en højdemodel.

Som nævnt i afsnit 4.1, anses den naturlige afstrømning fra vandløbsoplandet for referenceniveauet i analysen. Denne fastlægges ud fra median maksimum afstrømninger baseret på vandføringsmåleserier fra hydrometriske målestationer.

FAKTABOX – medianmaksimumsafstrømning
Medianmaksimumsafstrømning defineres som medianværdien af de største årlige døgnmiddelvandføringer målt over en længere årrække (som udgangspunkt ca. 30 år) og er en værdi, der set over en årrække i gennemsnit vil blive overskredet hvert andet år. Bemærk at der således er tale om 24-timersgennemsnit, dvs. at der f.eks. godt kan have været en større afstrømning fra vandløbsoplandet end 24-timersværdien, men da med en kortere varighed.

Den maksimale døgnvandføring kan variere meget (>100% fra år til år, og medianmaksimumsafstrømningen giver dermed ikke et fuldkomment billede af vandføringsmønstret i vandløbet.

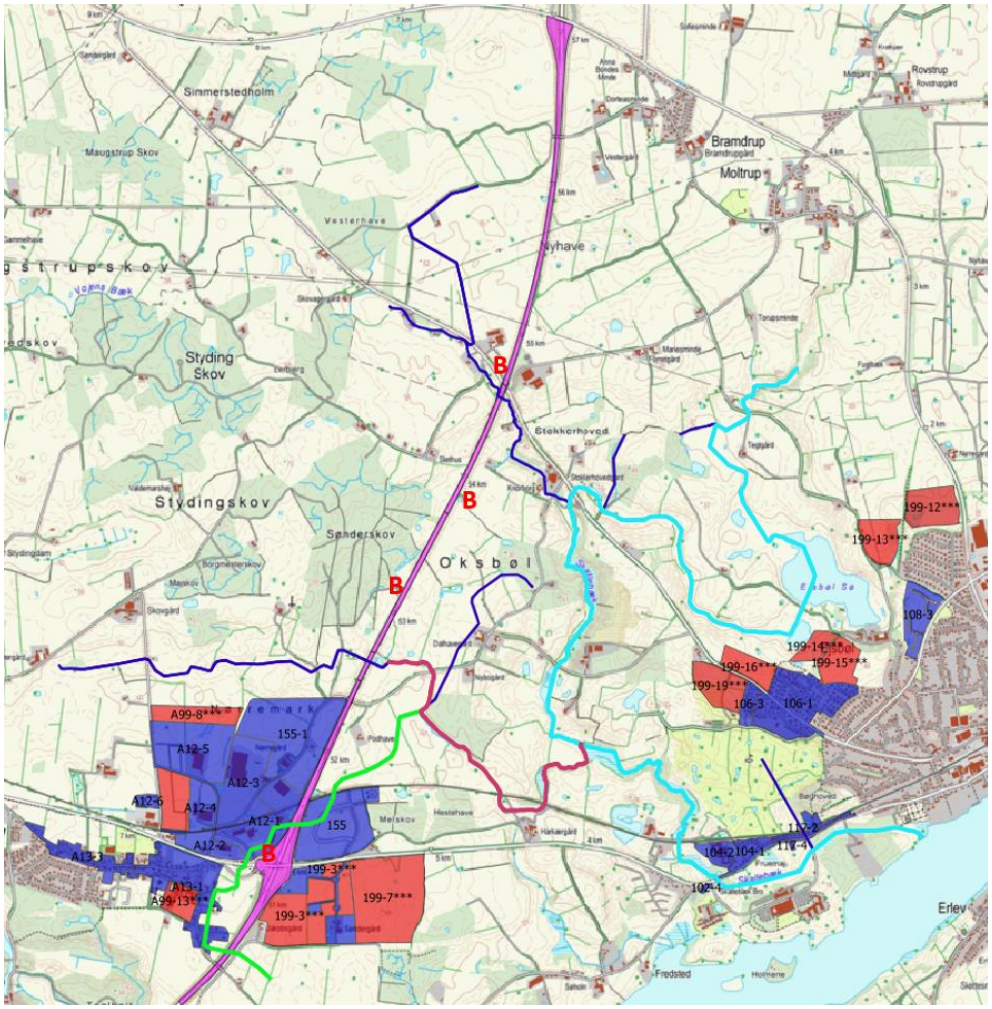
Der beregnes medianmaksimumsafstrømning for både en sommerperiode (maj-september) og for en vinterperiode (oktober-april).

Vandføringsdata er i det væsentlige tilgængelige via landsdækkende hydrometri-databaser (HYMER/DMU). I vandløbsanalyser som beskrevet ovenfor anvendes medianmaksimumsværdier – hhv. sommer- og vintermedianmaksimum afstrømning som udtryk for den naturlige afstrømning fra natur- og landbrugsarealer. Ret beset er dette en forsimpling, idet de benyttede værdier er statistiske værdier målt på ét sted i vandløbet. Når det vælges hvilken målestation, der benyttes som datagrundlag, bør der lægges vægt på at finde en målestation, der så vidt muligt er upåvirket af byafstrømning, og dermed er repræsentativ for den naturlige afstrømning. Det er dog ikke altid tilfældet, at det er muligt at finde en målestation, der ikke er påvirket af eksisterende udledninger fra byer i oplandet, i sådanne tilfælde er det nødvendigt at vurdere hvor stor betydning dette vil have for resultaterne og evt. korrigere herfor.

Den geografiske dækning af målestationer på landsplan er meget uensartet og ofte findes vandføringsdata fra stationer længst nedstrøms i vandløbssystemerne. Reelt set vil afstrømningen fra oplandet imidlertid variere ned gennem vandløbet. Direkte information om den lokale naturlige afstrømning i forhold til de vandløbsstrækninger/udløbspunkter der skal tages stilling til, er derfor sjældent til stede. Beliggenheden af målestationer, længden af de perioder hvor der er målt vandføring samt kvaliteten af vandføringsdata, er således af betydning for analyseresultatet.

Befæstede oplande
I robusthedsanalysen indregnes det totale oplandsareal for befæstede arealer, der bidrager med udledning til den aktuelle vandløbsstrækning. Udover det aktuelle vejareal indregnes alle relevante kloakoplande dvs. normalt både status-, plan- og evt. perspektivoplande for at sikre, at alle eksisterende og potentielle udledninger er taget med i vurderingen, se Figur 4-4. Dette er vigtigt, da analysen skal bruges til at give en udledningstilladelse, der også tager hensyn til eventuel fremtidig udledning fra bl.a. byudviklingsområder, og det skal derfor sikres, at der er plads til alt vandet, så der ikke opstår et ”først-til-mølle-princip”. Udgangspunktet for afgrænsning af befæstede

oplande (byoplande), der ved afledning belaster, og fremtidigt vil kunne belaste, recipienten vil således være spildevandsplanen for den pågældende kommune. For at sikre et ajourført input anbefales dog altid en indledende dialog og dataudveksling med kommunen inden vandløbsanalysen påbegyndes.



Figur 4-4. Eksempel på befæstede oplande fordelt på hhv. eksisterende (blå) og planlagte byoplande (rød) fra hvilke der er regnet udledningspotentiale for vandløbsstrækninger. Desuden er der her indregnet udledning fra bassin'er (markeret med "B") langs motorvejsstrækningen (pink). De undersøgte vandløbsstrækninger i dette tilfælde er fremhævet med hhv. lys blå og rød farve. Orbicon 2016, [9].

Manningtal

Når vand strømmer gennem et vandløb, vil der være en vis strømningsmodstand forårsaget af friktionen mod bund og brinker samt ikke mindst vegetationen i vandløbene (grøden), hvortil kommer turbulens ved ændringer af tværsnitsformen. Oftest benævnes denne strømningsmodstand som ruheden, og som et numerisk mål for ruheden anvendes det såkaldte Manningtal. I forbindelse med analysen af et vandløbs kapacitet indgår Manningtallet således som en væsentlig parameter.

Mængden af vand- og kantplanter i vandløbene varierer med årstiderne, hvilket resulterer i, at Manningtallet er årstidsvarierende. Et lavt Manningtal er udtryk for stor modstand (der er mange planter i vandløbene), mens et højt Manningtal er udtryk for lille modstand (der er få planter i vandløbene). I sommerperioden vil Manningtallet således være lavest, mens det i vinterhalvåret, hvor planterne stort set er fraværende i vandløbet, er væsentlig højere.

Hvilke eksakte værdier for Manningtallet der skal anvendes ved analyse af vandløbskapaciteten vurderes fra sag til sag.

Man skal være opmærksom på, at fastlæggelsen af den hydrauliske strømningsmodstand (udtrykt ved Manningtallet) er mange gange mere kompliceret i vandløb end i afløbssystemer. F.eks. kan strømningsmodstanden variere væsentligt i vandløbets længderetning og med vanddybden, udover at der som nævnt er en meget stor variation med årstiden pga. plantevækst i vandløbet.

4.3.1 Nøjagtighed på vandspejlsberegninger

Som det fremgår af afsnit 4.1 og 4.2, er vandspejlsberegninger grundlæggende for kapacitetsanalyser af vandløb. Disse er altid baseret på data om vandløbenes fysiske tilstand (opmålingsdata), vandføringsdata og data for grødens og profilets vandbremsende effekt (Manningtallet).

Samtlige af disse input-parametre er behæftet med en vis usikkerhed, som altid søges minimeret gennem omhyggelige opmålinger og bestemmelser af vandføringen. Det samme er tilfældet for Manningtallet, som imidlertid er den vanskeligste af samtlige parametre at kvantificere, dels fordi den ikke kan måles direkte, og dels fordi den udviser stor tidslig variation – både i de enkelte år og mellem årene.

Usikkerheden på vandspejlsberegningerne gør, at man i situationer, hvor oversvømmelser er særlig kritiske, bør arbejde med en sikkerhedsmargin, når man projekterer regnvandshåndteringen ud fra tålegrænserne for oversvømmelse omkring vandløbene. Det gælder, at jo bedre data man har til rådighed, desto mindre sikkerhedsmargin er der behov for at arbejde med.

5. PÅVIRKNING AF VANDLØBENES ØKOLOGISKE TILSTAND

Vandløbenes kapacitet til at modtage regnvand fra befæstede arealer er i meget vid udstrækning bestemt af de rammer og bindinger, som er besluttet i Vandområdeplanerne. Udgangspunktet for enhver udledning af regnvand er, at udledningen ikke må forringe den aktuelle tilstand eller være til hinder for opfyldelse af den besluttede målsætning.

Vandområdeplaner og målsætninger for vandløb
Vandløbenes økologiske tilstand er målsat i Vandområdeplanerne, hvis målsætninger er bindende, det vil sige at de skal opfyldes inden for en given periode.

Kravet om målopfyldelse betyder, at udledninger af regnvand fra veje skal ske på en sådan måde, at de ikke forringer tilstanden eller er til hinder for opfyldelse af målsætningerne.

Den økologiske tilstand er bestemt af en række forskellige parametre så som vandkvaliteten og det fysiske henholdsvis det hydrologiske vandløbsmiljø (den hydromorfologiske tilstand). Den samlede økologiske tilstand vurderes på grundlag af tilstanden for planter, smådyr og fisk (de tre primære biologiske kvalitetselementer) med vandkvaliteten og den hydromorfologiske tilstand som støtteparametre.

Opgaven med at fastlægge vandløbs kapacitet til at modtage regnvand fra befæstede arealer består i at omsætte Vandområdeplanernes målsætninger til operationelle mål for regnvandshåndteringen. Den opgave kræver, at man fokuserer på hver af de faktorer, der har indflydelse på den økologiske tilstand, og dermed på målopfyldelsen.

I afsnit 5.1-5.4 er der gjort rede for, hvordan udledninger af regnvand påvirker de biologiske kvalitetselementer gennem påvirkningen af den fysiske vandløbskvalitet, og dermed hvordan udledninger af regnvand påvirker den økologiske tilstand.

Det er i den forbindelse vigtigt at være opmærksom på, at man med Vandområdeplanerne som administrationsgrundlag skal tage afsæt i, hvad vandløbene kan tåle inden for rammerne af de besluttede målsætninger. Det er derfor vigtigt at vide, hvordan regnvandsudledninger påvirker forholdene i vandløbene.

5.1. Hydraulisk belastning

Man ved fra konkrete tilfælde, at utilstrækkelig forsinkelse af regnvandsafstrømningen i nogle vandløb har forårsaget ødelæggende erosion af bund og brinker og bevirket miljøforringende sedimenttransport. Men man har desværre ikke megen operationel

databaseret viden om, hvor store afstrømninger af regnvand forskellige typer af vandløb kan tåle inden for rammerne af målopfyldelse, herunder uden at der sker skade på vandløbets fysiske tilstand.

Den fysiske tilstand, også betegnet som den hydromorfologiske tilstand, har i den danske implementering af Vandrammedirektivet status som støtteparameter i forhold til de biologiske kvalitetselementer, men det er ikke desto mindre en kendsgerning, at stort set alle besluttede virkemidler til forbedring af den økologiske tilstand i vandløb retter sig mod den fysiske vandløbskvalitet, det vil sige mod hydromorfologien. Det har baggrund i den kendsgerning, at den fysiske habitatkvalitet i vandløb er bestemmende for eller har meget stor indflydelse på den samlede økologiske tilstand qua indflydelsen på de tre biologiske kvalitetselementer – planter, smådyr og fisk.

Relationen mellem den hydromorfologiske tilstand og disse tre biologiske kvalitetselementer er så stærk, at når man foretager vandløbsrestaurering med sigte på de tre biologiske kvalitetselementer, så sker det gennem målrettede forbedringer af den fysiske vandløbskvalitet. I erkendelse af at det er meget vanskeligt at påvirke den økologiske tilstand gennem foranstaltninger rettet direkte mod de tre kvalitetselementer.

Relationen mellem den hydromorfologiske tilstand og de tre biologiske kvalitetselementer, og dermed relationen mellem den hydromorfologiske tilstand og den samlede økologiske tilstand betyder omvendt også, at hvis der sker forringelser af den hydromorfologiske tilstand, så sker der forventeligt også forringelser i forhold til de tre biologiske kvalitetselementer og dermed af den samlede økologiske tilstand.

I afsnit 5.2-5.4 er det på generelt plan og overordnet niveau diskuteret, hvordan de biologiske kvalitetselementer i vandløb (smådyr, fisk og planter) formodes at reagere på forskellige afstrømningsværdier fra regnvandsbassiner som følge af afstrømningens påvirkning af den hydromorfologiske tilstand.

5.2. De tre biologiske kvalitetselementer

I Vandområdeplanerne for perioden 2015-2021 er det besluttet, at den økologiske tilstand skal bedømmes på grundlag af de tre biologiske kvalitetselementer – smådyr, fisk og planter. Bedømmelsen skal ske ved brug af de besluttede indices for de tre elementer:

- Smådyrsfaunaen, Dansk VandløbsFauna Indeks (DVFI)
- Fiskefaunaen, Dansk fiskeindeks for vandløb (DFFVa og DFFVø)
- Dansk vandløbsvandplanteindeks (DVPI).

Spørgsmålet er derfor, hvordan de tre kvalitetselementer påvirkes i almindelighed, og i særdeleshed hvordan værdierne af de tre besluttede indices påvirkes af udledninger af regnvand.

Det er i den forbindelse vigtigt at være opmærksom på, at påvirkningerne af de tre kvalitetselementer gennem udledning af regnvand dels er direkte og dels indirekte.

Den direkte påvirkning drejer sig primært om ændring af den vandkvalitet og den vandhastighed, som dyr og planter er udsat for.

Den indirekte påvirkning drejer sig om ændringer af det fysiske vandløbsmiljø i form af erosion af bund og sider, omlejring substratet og aflejringer af sediment.

Det er på grundlag af disse direkte og indirekte effekter, at udledninger af regnvand skal ses og vurderes. Det vil sige, at vurderingerne af effekterne sker med udgangspunkt i vurderingerne af, hvordan udledninger påvirker den hydromorfologiske tilstand.

5.2.1 Smådyr og DVFI

Mange smådyr er i vandløb meget nært knyttet til faste, hovedsageligt stationære overflader eller begrænsede dynamiske flader (bundsubstratet), dødt ved og planter mv., mens andre er knyttet til stabile aflejringer af blødt sediment så som sand. Disse stabile eller begrænset dynamiske flader og sedimenter forhindrer dels dyrene i at blive skyllet bort med strømmen og udgør samtidig deres fysiske levesteder.

Tilknytningen til de faste, stationære overflader beskytter dog ikke dyrene fuldstændigt mod at blive revet med af strømmen. I forbindelse med dyrenes normale adfærd sker der løbende det, at nogle mister ”fodfæstet” og bliver ført med strømmen indtil de igen finder fodfæste. Det sker både som følge af dyrenes adfærd og som følge af naturlige udsving i strømforholdene. Fænomenet betegnes som drift.

Når vandhastigheden i vandløbet øges i forbindelse med store afstrømninger, øges presset på smådyrene, og driften stiger, og den kan i forbindelse med meget store afstrømninger nå et omfang, der karakteriseres som katastrofedrift. Sidstnævnte optræder typisk i forbindelse med meget store afstrømningshændelser, hvor dyrene eksponeres for meget høje vandhastigheder og især hvor deres levesteder (de faste substrater) udsættes for erosion, omlejringer og aflejringer.

Det er vigtigt at være opmærksom på, at smådyrene og ikke mindst bestandene af smådyr i selv helt uforstyrrede vandløb er tilpasset til bredt interval af afstrømningshændelser (vandhastigheder) og ikke mindst de deraf afledte variationer af vandhastigheden og erosions- og sedimentationsprocesserne. Men det er også vigtigt at være opmærksom på, at denne tolerance over for variationer i afstrømningsmønsteret i vid udstrækning er betinget af andre karakteristika ved det uforstyrrede vandløb – det bugtede forløb, den høje beliggenhed i terrænet og det afstrømningsmæssige samspil med ådalen eller de ånære arealer. Disse karakteristika sikrer nemlig, at de for smådyrene potentielt skadevoldende kræfter (energier) i de store afstrømninger for en stor

dels vedkommende bliver neutraliseret på arealerne omkring vandløbene, og ikke gennem energikrævende erosionsprocesser nede i vandløbene.

I regulerede og dybt nedskårne vandløb vil en større andel af de potentielt skadevoldende afstrømninger finde sted nede i vandløbsprofilet og der have mulighed for at påvirke smådyrene direkte med højere vandhastigheder og mere udtalt substratomlejring, erosion og sedimentation.

Regulering og dyb nedskæring af vandløb betyder derfor i henseende til smådyrsfaunaen en potentiel reduktion af den fysiske habitats tolerance over for store afstrømninger. Spørgsmålet er imidlertid, hvor stor denne reduktion er, eller hvor følsom reguleringen har gjort vandløbet over for de ændringer af afstrømningen, som udledninger af regnvand medfører, målt på smådyrsfaunaen.

Det spørgsmål kræver en individuel vurdering i hvert enkelt tilfælde, men selvom reguleringen af vandløb betyder en øget følsomhed over for store afstrømninger, så er det værd at huske på, at vandløb fra naturens side er meget dynamiske og præget af stor hydrologisk og hydraulisk variation.

For smådyrenes vedkommende drejer det sig fortrinsvis om at undgå hydrauliske påvirkninger, der skaber ødelæggende erosion/sedimentation og fysiske omlejringer af smådyrenes levesteder, det vil sige ødelæggende forandringer af den fysiske vandløbskvalitet. I forhold til at beskytte smådyrsfaunaen drejer vurderinger af regnvandsudledninger sig derfor primært om vandhastigheder og erosion. Hvis man i forbindelse med udledninger af regnvand kan holde de resulterende vandhastigheder i vandløbene på niveauer, hvor der ikke sker kritisk forøgelse af erosionens omfang og hyppighed, vil man i vid udstrækning tilgodese smådyrsfaunaen for så vidt angår dennes levestedkvalitet.

Foruden den fysiske tilstand er smådyrene, og dermed den økologiske tilstand, afhængig af god vandkvalitet. Hvis man ser bort fra miljøfremmede stoffer med giftvirkning, er indholdet af organisk stof (BI_5, se også eksempel 3 i afsnit 3.3), den vigtigste vandkemiske parameter at tage i regning.

5.2.2 Fisk og fiskeindekset

I lighed med smådyrene har også vandløbets fisk en nær tilknytning til de faste substrater, men tilknytningen er på flere måder væsentlig anderledes.

Mange af vandløbenes fisk (f.eks. ørred og lampretter) benytter grus og sten som gydesubstrat, og for disse arter er det af afgørende betydning, at gydesubstratet ikke skylles bort eller omlejres, mens æggene er under udvikling, men lige så vigtigt er det, at gydesubstratet ikke begraves i eller infiltreres med sediment.

Det betyder, at det for mange fisk, i forbindelse med gydning og ægudvikling, har samme betydning som for smådyrene, at der ikke sker afstrømningsbetingede omlejringer af substratet og afstrømningsbetingede transporter af sediment, som kan infiltrere eller begrave gydesubstratet.

Små individer af fisk, såvel små arter som unge individer af store arter, er også i vid udstrækning afhængige af adgangen til stabile substrater og stabile skjulesteder og strømlæ. Også for denne gruppe af fisk har det derfor betydning, at der ikke skabes afstrømningsbetingede omlejringer eller fjernelse af substratet, herunder også planter.

Men fordi selv små fisk er i stand til at bevæge sig til nye opholdssteder, og gør det, hvis strømforholdene på deres opholdssteder bliver ugunstige, eller hvis der sker tab af opholdssteder, er de afstrømningsbetingede forandringer selv for små fisk ikke helt så kritiske, som de er eller kan være for gydesubstratet og ægudviklingen. Men kan alligevel være en stressfaktor og i yderste konsekvens en begrænsede faktor for fiskefaunaens kvalitative og ikke mindst kvantitative udvikling, særlig hvis adgangen til alternative eller midlertidige opholdssteder er begrænset af regulering og dyb nedskæring samt af grødeskæring.

For store individer af fisk er afstrømningsbetingede ændringer af vandhastigheden almindeligvis af mere begrænset betydning, med mindre der er tale om meget høje vandhastigheder, og med mindre adgangen til at opsøge alternative opholdssteder og strømlæ er begrænset af regulering, dyb nedskæring og/eller grødeskæring.

For fiskenes vedkommende skal det nævnes, at flere arter i løbet af deres levetid bevæger sig i vandløbenes længderetning. Det betyder eksempelvis, at hvis der sker ødelæggende påvirkning af gydeområderne, men ikke af opholdsstederne for yngel og større fiske længere nede ad vandløbene, så kan resultatet alligevel være en utilfredsstillende tilstand, målt på fiskene. Og tilsvarende omvendt, det vil sige, hvis problemet ikke er påvirkning af gydeområderne, men kritiske forhold for de senere stadier i fiskenes liv, så kan resultatet være forringet økologisk tilstand, målt på fiskene.

I henseende til fiskeindekset, der måler på flere dimensioner af fiskefaunaen (artssammensætning, individtæthed og aldersstruktur) kan sådanne scenarier betyde, at der på længere strækninger ikke er god økologisk tilstand, målt på fiskene, uagtet at der på delstrækninger er god fysisk vandløbskvalitet.

5.2.3 Vandløbsplanter og vandløbsplanteindekset

Vandløbenes planter er i kraft af deres stationære forekomst med skud og blade i det strømmende vand det af de tre biologiske kvalitetselementer, der er udsat for den største direkte påvirkning af det strømmende vand.

Når strømmende vand passerer hen over planternes overflader, sker der en opbremsning af vandet, og det skaber et træk i planterne.

De forskellige arter har forskellig evne til at modstå dette træk. Nogle er dårligt rodfæstede og har en form og bygning, der begrænser deres evne til at modstå høje vandhastigheder, mens andre arter har solid rodfæstning og en form og bygning, der gør dem i stand til at modstå selv høje vandhastigheder. Det er disse forskelle, der er med til at skabe artssammensætningen og arternes fordeling i vandløbene og i vandløbsprofilet.

Planternes direkte følsomhed over for vandhastigheden betyder, at høje vandhastigheder kan bevirke løsrivning af hele planter fra bunden eller afrivning af blade og skud. Høje vandhastigheder kan dermed være bestemmende for både artssammensætningen og de enkelte arters kvantitative udvikling. Derved kan høje vandhastigheder alene have betydning for værdien af vandløbsplanteindekset.

Planterne er imidlertid også påvirket af erosion og sedimentation.

Høje vandhastigheder kan i tillæg til trækket i planternes vandskud bevirke en erosion af det substrat, hvori planterne er rodfæstet, og afledt sedimenttransport kan bevirke hel eller delvis begravning af planterne i sediment. Begge dele kan virke begrænsende for såvel den kvalitative som den kvantitative udvikling af vandløbsvegetationen, og dermed for den talmæssige værdi af vandløbsplanteindekset.

I henseende til planter er det erfaringen, at så længe der er stabile substratforhold, vil der inden for de hastighedsregimer, man kender fra danske vandløb, være mulighed for forekomst af vandplanter. Man ser således ofte en veludviklet undervandsvegetation (grøde) i omløbsstryg o.l. med stor bundhældning og høje vandhastigheder. Problemerne for planterne opstår primært i det øjeblik, de høje vandhastigheder er ledsaget af erosion og tab af rodfæste. Det betyder, at så længe man holder vandhastighederne på niveauer, hvor der ikke eller kun i ringe omfang sker erosion, vil der ikke eller kun í ringe omfang være negative effekter på planterne (grøden).

5.3. Vandtemperatur

Håndtering af nedbør fra veje i regnvandsbassiner betyder i almindelighed, at regnvandet afledes til de modtagende vandløb med en anden temperatur, end hvis afstrømningen sker naturligt gennem jordlagene.

I sommerhalvåret vil temperaturen i regnvandet fra bassiner generelt være højere end temperaturen i vandløbene, hvilket kan have potentielt negative effekter på smådyrsfaunaen og især fiskefaunaen. Den reelle effekt afhænger af temperaturen i og flowet af regnvandet i forhold til temperaturen og vandføringen vandløbet. Bestemmelserne om temperaturpåvirkningen af vandløb er givet i Fiskevandsdirektivet.

Faktaboks
Fiskevandsdirektivet – temperatur

Fiskevandsdirektivet fastlægger følgende grænser for temperaturpåvirkning af vandløb ved termiske udledninger (= udledninger med temperaturer, der afviger fra vandløbenes):

Laksefiskevande = vandløb med ørred, laks og andre laksefisk
Maksimal temperaturstigning efter opblanding: 1,5 grader Celsius
Højeste tilladelige temperatur efter opblanding: 21,5 grader Celsius (i yngleperioden dog 10 grader Celsius).
Bratte temperaturforskelle skal undgås.
Der tillades overskridelse af temperaturgrænserne i 2 % af tiden.

Karpefiskevande = vandløb uden ørred, laks og andre laksefisk
Maksimal temperaturstigning efter opblanding: 3 grader Celsius
Højeste tilladelige temperatur efter opblanding: 28 grader Celsius (i yngleperioden dog 10 grader Celsius).
Bratte temperaturforskelle skal undgås.
Der tillades overskridelse af temperaturgrænserne i 2 % af tiden.

"Medlemsstaterne kan under særlige forhold tillade fravigelser af begrænset geografisk omfang, hvis de kompetente myndigheder godtgør, at fravigelserne ikke får skadelige følger for den harmoniske udvikling af fiskebestanden"

Den resulterende temperatur i et vandløb ved udledning af regnvand med afvigende temperatur kan beregnes efter følgende simple formel:

$$T_{nedstr} = ((T_{opstr} * Q_{opstr}) + (T_{rgv} * Q_{rgv}))/(Q_{opstr} + Q_{rgv})$$

hvor:

T_{nedstr} = temperaturen nedstrøms udledningen
T_{opstr} = temperaturen i vandløbet opstrøms udledningen
T_{rgv} = temperaturen i regnvandet
Q_{opstr} = vandføringen i vandløbet opstrøms udledningen
Q_{rgv} = vandføringen i udledningen af regnvand.

For at kunne beregne de resulterende temperaturer i vandløbene ved udledning af regnvand med afvigende temperaturer er det nødvendigt med følgende data:

- Temperaturen i regnvandet T, °C
- Flowet af regnvandet Q, l/s
- Temperaturen i vandløbet T, °C
- Vandføringen i vandløbet Q, l/s.

Hvis man skal overholde kravene i Fiskevandsdirektivet, er det nødvendigt at basere håndteringen af regnvand fra veje på retvisende beregninger af temperaturpåvirkningen. Det kræver tidsserier af data med høj opløsning, eksempelvis døgnværdier. Det er således ikke tilstrækkeligt at foretage beregninger af temperaturpåvirkningen på grundlag af karakteristiske værdier så som sommermiddelværdier af flow og vandtemperatur.

Risikoen for kritiske temperaturstigninger er størst i de tilfælde, hvor store mængder regnvand afledes til små vandløb med lille vandføring eller til større vandløb med lille sommervandføring.

5.4. Den hydromorfologiske tilstand

Som anført indledningsvis, og som beskrevet for hver af de tre biologiske kvalitetselementer, beror smådyrenes, fiskenes og planternes trivsel i vandløb i meget høj grad på den fysiske vandløbskvalitet. Det betyder, at den fysiske vandløbskvalitet er den parameter, der bør fokuseres på, når der skal foretages vurderinger af, hvor stor afstrømningsraten fra befæstede arealer til vandløb må være uden at være skadelig for den økologiske tilstand.

Det betyder helt konkret, at vurderingerne drejer sig om at få beregnet, hvor store afstrømninger der kan tillades, uden at de afføder kritisk øget erosion, øget omlejring af de faste substrater og sedimentet og øget aflejring af sediment.

Sådanne beregninger forudsætter kendskab til en række parametre så som vandløbenes hydrograf, dimensioner, faldforhold og jordbunden. Det er disse parametre, der lægges til grund for beregningerne af, hvad vandløbenes fysiske tilstand kan tåle, og dermed hvad de biologiske kvalitetselementer kan tåle inden for rammerne af målopfyldelse.

Det er også disse parametre, der er bestemmende for, om en given udledning af regnvand er kritisk for den økologiske tilstand. Det er baggrunden for, at der er grundlag for at foretage en differentieret udledning fra regnvandsbassiner, hvor afstrømningens størrelse og karakteristik dimensioneres efter, hvad det modtagende vandløb kan tåle.

6. PÅVIRKNING AF DE VANDLØBSNÆRE AREALER

Selvom forsinkelse af afstrømningen af regnvand fra veje og andre befæstede arealer er, og gennem mange år fortrinsvis har været, begrundet af hensynet til vandløbenes fysiske og miljømæssige tilstand, så ligger der i forsinkelsen af afstrømningen også en hensyntagen til de vandløbsnære arealer i forhold til oversvømmelse. Hensynet til de oversvømmelsesfølsomme arealer er fortrinsvis en positiv sidegevinst, idet kun få regnvandsbassiner er dimensioneret specifikt med sigte på at mindske risikoen for oversvømmelse.

Når det gælder oversvømmelse af de vandløbsnære arealer, er situationen mere kompliceret, end man umiddelbart skulle tro.

I forhold til erosion og sedimenttransport i vandløbene, er vinterhalvåret almindeligvis den mest kritiske periode, dels fordi det er i vinterhalvåret, at nedbøren og dermed også afstrømningen er størst, og dels fordi det er i vinterhalvåret, at vandløbene rent fysisk er mest følsomme på grund af hel eller delvist fravær af vandløbsplanter. Sidstnævnte betyder, at vandløbene om vinteren kan aflede større mængder vand ved givne vandstande, end de kan i sommerhalvåret, hvorfor afledningen af regnvand almindeligvis indebærer en mindre risiko for at forårsage oversvømmelser om vinteren end om sommeren. Samtidig med at de vandløbsnære arealer og anvendelsen af disse almindeligvis er mindre følsom overfor oversvømmelser om vinteren end om sommeren.

Når det gælder høje vandstande i vandløbene og risikoen for oversvømmelser, så er situationen om sommeren almindeligvis en anden. Her sker afledningen af regnvandet fra regnvandsbassinerne til vandløb, der på grund af veludviklet vegetation (grøde) på bund og brinker har en mindre vandføringsevne, end de har om vinteren.

Den mindre vandføringsevne er begrundet af grødens mindskelse af vandhastigheden i vandløbene. Det betyder, at vandstanden i vandløbene i mange tilfælde er højere for en given vandføring, end tilfældet er om vinteren.

Den højere vandstand i vandløbene og den mindre vandføringsevne betyder, at afledningen af regnvand fra regnvandsbassinerne i sommerhalvåret indebærer en højere risiko for at skabe oversvømmelser af de vandløbsnære arealer end i vinterhalvåret.

Denne større risiko for oversvømmelse af de vandløbsnære arealer er sammenfaldende med en større følsomhed på de vandløbsnære arealer over for oversvømmelse, eksempelvis på grund af dyrkning af afgrøder. I den forbindelse må det ikke glemmes, at også bebyggelser og byer er oversvømmelsesfølsomme arealer.

Risikoen for at skabe oversvømmelse af vandløbsnære arealer i sommerhalvåret er derfor en parameter, der skal tages i regning i forbindelse med udledninger af regnvand fra regnvandsbassiner langs veje. Og som det er tilfældet i forhold til den økologiske tilstand i vandløbene, er der også store forskelle i forhold til oversvømmelsesrisikoen. Men også oversvømmelsesrisikoen kan håndteres i relation til differentieret udledning af regnvand, hvis man kender vandløbenes vandføringsevne og hvis man kender det omgivende terræn samt arealanvendelsen og arealanvendelsens følsomhed over for oversvømmelser.

Også disse parametre kan man kvantificere og derigennem tage i regning, når det skal afgøres, hvor store mængder regnvand, der kan afledes til vandløbene under hensyntagen til både miljøtilstanden i vandløbene og arealanvendelsen omkring vandløbene.

Håndteringen af oversvømmelsesrisikoen fra regnvand fra veje kræver viden om arealanvendelsen på de vandløbsnære arealer. Er der tale om fugtige eller våde enge, er følsomheden almindeligvis mindre end hvis der tale om dyrkede marker. Og blandt dyrkede marker kan det have betydning, hvilken afgrøde, der er tale om. Nogle afgrøder tåler således kortvarige oversvømmelser, mens andre er følsomme over for oversvømmelser. Der kan også være tale om, at afgrøderne er mere følsomme over for oversvømmelser i bestemte perioder af vækstsæsonen end i andre.

Foruden den landbrugsmæssige følsomhed over for oversvømmelser af de vandløbsnære arealer skal også følsomheden af bebyggelser og byer tages med i betragtning, når regnvandsudledninger skal differentieres med sigte på at minimere konflikten med interesserne omkring vandløbene.

Når det gælder vurdering af oversvømmelsesrisikoen i forbindelse med udledning af regnvand fra veje er det nødvendigt at være opmærksom på, at terrænforholdene omkring nogle vandløb er sådan, at oversvømmelserne fra vandløbene sker over kort tid, mens den efterfølgende udtørring er mere langvarig. Det er typisk tilfældet i vandløbsnære lavninger.

6.1. Afledning af regnvand via rørlagte strækninger

Hvis regnvandet fra veje skal kunne afledes til vandløb (og søer) via rørlagte strækninger af vandløb og via eksisterende drænledninger, er det afgørende, at rørene har den fornødne kapacitet til at aflede både den eksisterende afstrømning og afstrømningen af regnvand. Er det ikke tilfældet, kan oversvømmelser opstrøms de rørlagte strækninger og overfladeafstrømning forbi disse være konsekvensen. Sidstnævnte kan være forbundet med erosion af jordoverfladen og tilførsel af sediment til vandløbene, hvilket kan være til skade for både de berørte arealer og for vandløbenes økologiske tilstand. En nærmere undersøgelse af eventuelle rørlagte strækningers kapacitet er derfor tilrådelig i forbindelse med bassin-/forsinkelsesløsninger.

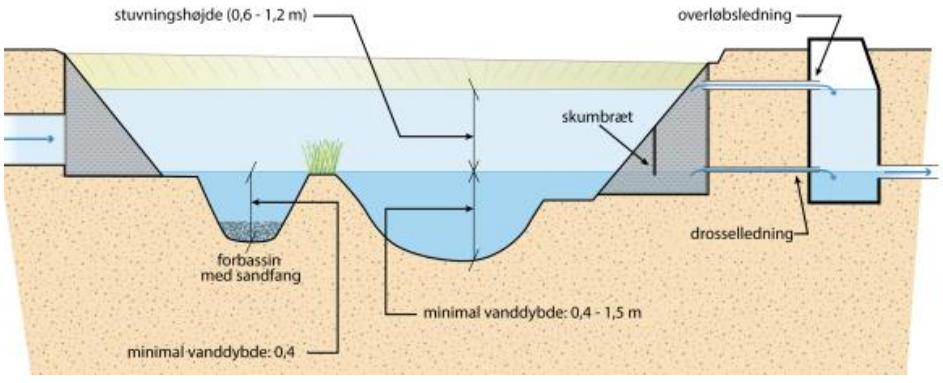
7. REGNVANDSBASSINERS UDFORMNING OG DRIFT

Udformning, beregningsforudsætninger, drift, renseeffekt mm. for regnvandsbassiner er behandlet nærmere i [15]. Med henvisning til håndbogen behandles traditionelle bassinløsninger helt kortfattet i afsnit 7.1, mens vægten i afsnit 7.2 er lagt på alternativer til traditionelle bassiner.

7.1. Traditionelle bassiner

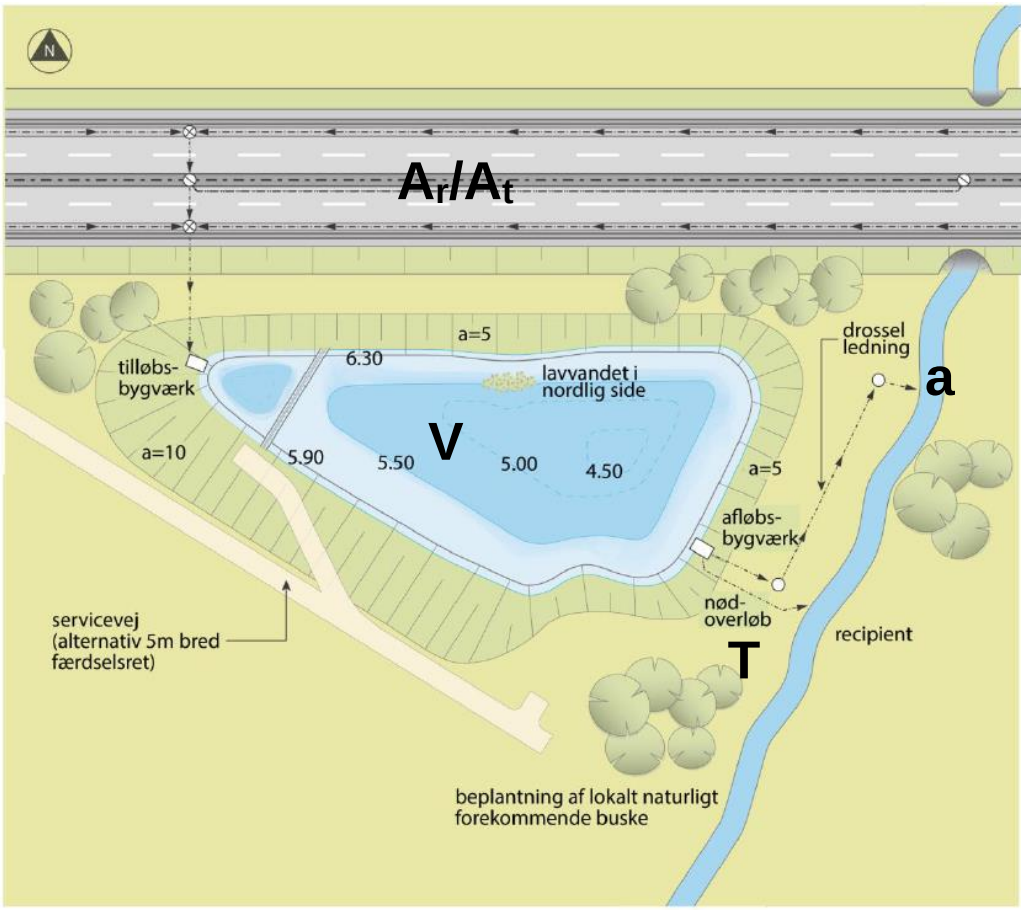
Traditionelt anlægges der ved vejafvanding åbne bassiner til forsinkelse og rensning af regnvandet. Hvis dette af pladshensyn ikke er muligt, kan rørbassiner anvendes som alternativ, men generelt foretrækkes åbne jordbassiner fremfor betonbassiner af hensyn til anlægsomkostningerne. Hvor nedsivning er problematisk i forhold til grund- og drikkevandsinteresser, etableres bassiner med permanent vandspejl.
Udformning og design af åbent bassin følger ofte nedenstående retningslinjer (se også Figur 7-1):

- Bassinet tilpasses omgivelserne med hensyntagen til højdekurver, dyrknings-retning- og grænser, skel mv.
- Længden bør være mindst 2-4 gange bredden
- Maksimal dybde under afløbsniveau (min. vandspejl) bør være 1,0-1,5 m for at sikre aerobe (iltholdige) forhold på bunden
- Den minimale vanddybde bør være 0,4-1,5 m
- Det nødvendige volumen beregnes dels som et stuvningsvolumen over afløbets niveau, dels som et opholdsvolumen under afløbets niveau
- Det anbefales, at der tilvejebringes et rumfang med en stuvningshøjde, der typisk varierer fra 0,6-1,2 m
- Stuvningsvolumen fastlægges efter opland, afstrømning, overskridelseshyppighed, sikkerheds- og klimafaktor samt koblede regn jf. [16]
- Opholdsvolumenet bør være så stort, at vandet opholder sig længe nok (som udgangspunkt 3 døgn) i bassinet til, at den væsentligste del af forureningen kan nå at bundfælde sig.



Figur 7-1. Princip for traditionelt regnvandsbassin. Kilde [15].

Forsinkelseseffekten i regnvandsbassinet opnås principielt enten ved en drosselledning, en vandbremse eller ved pumpning. Figur 7-2 viser en principskitse for afledning, neddrosling og udledning gennem et åbent bassin.



Figur 7-2. Eksempel på udformning af åbent bassin. Faktorer der har betydning for bassindimensionering (voluminet = V) er angivet som hhv. reduceret eller total oplandsareal (A_r/A_t), gentagelsesperiode (T) og afløbstal (a). Kilde [15].

Den relative afledning fra regnvandsbassinet, benævnt afløbstallet a, kan defineres på baggrund af det reducerede opland A_r, eller det samlede ureducerede opland A_t, som vejanlægget dækker (se også diskussionen vedr. dette i notatets afsnit 3.1. Det maksimalt acceptable afløbstal afhænger af den aktuelle recipients robusthed overfor udledning som beskrevet i tidligere afsnit.

Den hydrauliske dimensionering af regnvandsbassiner skal desuden overholde godkendelsesmyndighedens krav til gentagelsesperiode for bassinoverløb (T), herunder krav i en given lokal spildevandsplan jf. afsnit 3.2.

Bassinets volumen (V) kan da fastlægges ved hjælp af Spildevandsteknisk Forenings regneark under: www.ida.dk for vilkårlige afløbstal og gentagelsesperioder. Regnearkene er baseret på regionalmodellen som beskrevet i SVK28 [16].

Der tages i bassindimensioneringen også højde for den statistiske usikkerhed, der ligger i regndata og øvrige forudsætninger samt klimafaktoren (tillæg for forøget regnintensitet som følge af klimaændringer). Afhængigt af hvor godt oplandet og beregningsværdier er defineret og regndata er fastlagt, vil den samlede usikkerhedsfaktor ofte ligge i intervallet 1,1-1,5. I SVK29 [17] anbefales at usikkerhedsfaktoren fastsættes afhængigt af gentagelsesperiode, f.eks.1,2 for T = 2 år og 1,4 for T = 100 år.

Ved den endelige fastlæggelse af sikkerhedsfaktoren anbefales det at vurdere, om det givne projekt er særligt følsomt over for nedbørspåvirkninger, eller på anden måde har behov for ekstra sikkerhed, som der bør tages højde for.

Endelig skal det til ovenstående tilføjes, at indholdet af forurenende stoffer efter passage gennem et regnvandsbassin skal være nedbragt til et niveau, så kravene i udledningstilladelsen overholdes.

7.1.1 Yderligere tiltag i forbindelse med traditionel forsinkelse af regnvand

Ud over traditionelle åbne regnvandsbassiner, findes der i dag tekniske løsninger som kommer i spil, hvis der f.eks. er pladsproblemer eller andre forhold som har indflydelse på udformningen af bassiner.

Rørbassiner er et ofte anvendt alternativ, hvor pladsforholdene er begrænsede, og er mest anvendt i tætte byområder. Rørbassiner har den ulempe, at man ikke opnår sedimentation eller rensning af afløbsvandet foruden at de er omkostningstunge.

Spunsede og dybe bassiner kan også være et nødvendigt alternativ i byområder og hvor pladsen er trang ligesom underjordiske bassiner med låg (tanke) også bruges i stort omfang.

Desuden har kombinationsbassiner fundet indpas de seneste år, og designet består her af en primær nedsivningsdel (med olieudskiller) og en del med tæt bund, så der kan opretholdes et permanent vandspejl hele året.

Endelig skal det nævnes, at selve udledningen fra bassinerne typisk sker med en drosselledning eller en afløbsregulator (dvs. en driftskrævende mekanisk styring) der ikke kan ændres på uden at bygge afløbet om. Her vil der være et perspektiv i en intelligent styring med elektriske ventiler som kan udnytte en evt. overkapacitet i bassinet bedre, så en mindre vandmængde udledes under regnhændelsen og en større mængde udledes når der er kapacitet i vandløbet (se også kapitel 8).

7.2. Alternativer til bassinløsninger

I afsnit 7.2 beskrives forskellige alternativer og supplementer til traditionelle bassinløsninger, herunder mulighederne for at inddrage og udnytte naturgivne forhold i håndteringen af udledninger. De beskrevne løsningsmetoder til forsinkelse af vejvand, er desuden interessante, da de ofte vil være økonomisk mere rentable end traditionelle bassiner.

Der gives i det følgende et overblik over proces og virkemidler i forhold til at afstemme udledninger med recipienternes kapacitet.

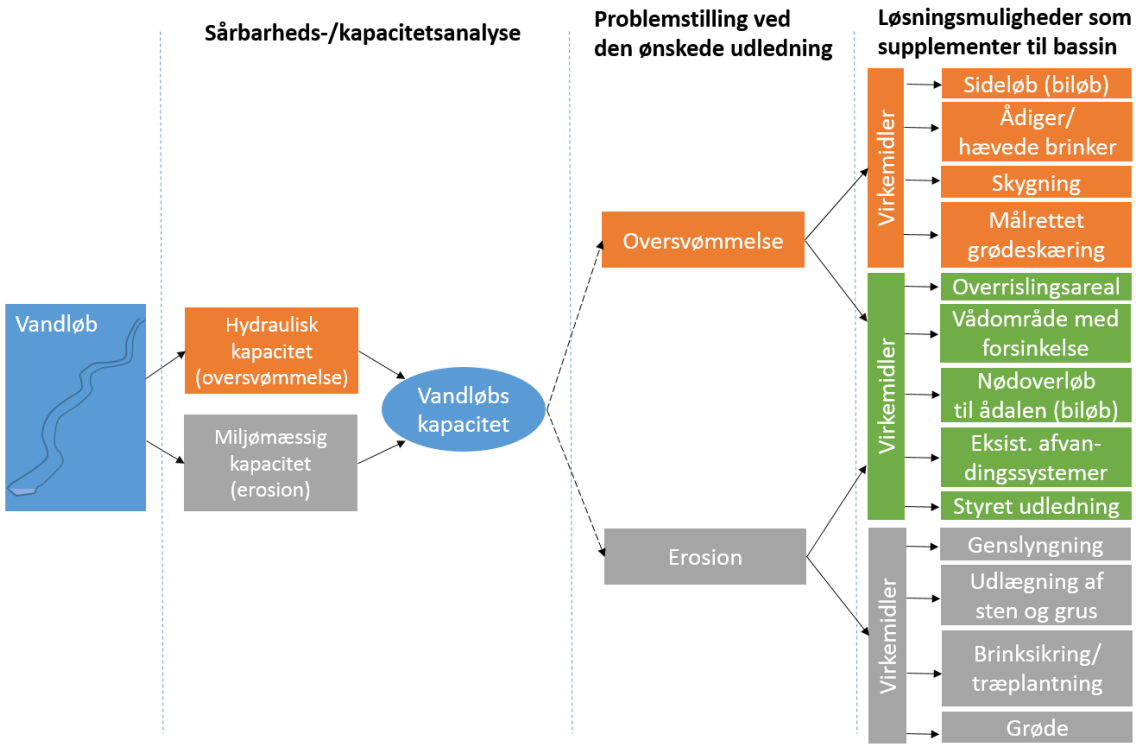
Processen ved anvendelse af differentieret udledning fra bassiner vil afhænge af det konkrete projekt, herunder beliggenheden af den vejstrækning der ønskes afvandet i forhold til recipienter, terrænmæssige forhold mm. Overordnet vil følgende trinvise proces være en mulighed:

1) **Sårbarheds-/kapacitetsanalyse:** En analyse af, hvor stor belastning det modtagende vandløb kan tåle i henseende til økologisk tilstand og målopfyldelse og/eller i henseende til oversvømmelse af vandløbsnære arealer.
2) **Problemstillinger:** En analyse af de problemer og udfordringer, der kan være knyttet til at udlede på et bestemt niveau i forhold til vandløbets kapacitet.
3) **Løsningsmuligheder:** En vurdering af, hvilke virkemidler der kan tages i brug for at forsinke/rense regnvandet under de givne bindinger.

Som det fremgår af Figur 7-3, eksisterer der en række virkemidler, der kan tages i brug som supplementer eller alternativer til bassinløsninger. Diagrammet i figuren kan ses som et hjælpeværktøj i forbindelse med beslutning om brug af alternative eller supplerende virkemidler, og i givet fald hvilke, til sikring af, at udledninger foregår inden for rammerne af vandløbenes kapacitet. I praksis vil det oftest kun være et enkelt eller nogle få af virkemidlerne, der kommer i spil i det enkelte projekt.

Forudsætningen for at finde den optimale løsning er at kende kapaciteten af det pågældende vandløb, både i forhold til erosion og i forhold til oversvømmelse af de vandløbsnære arealer. Som det fremgår af figuren, er der i begge tilfælde mulighed for at vælge blandt flere forebyggende virkemidler.

Det kan, på grundlag af en analyse af terrænet omkring, og forholdene i, vandløbene vise sig hensigtsmæssigt eller oplagt at vælge særlige alternativer til den traditionelle bassinløsning, f.eks. i form af risleenge eller vådområder, der til sammen giver mulighed for den ønskede forsinkelse og rensning af regnvandet.



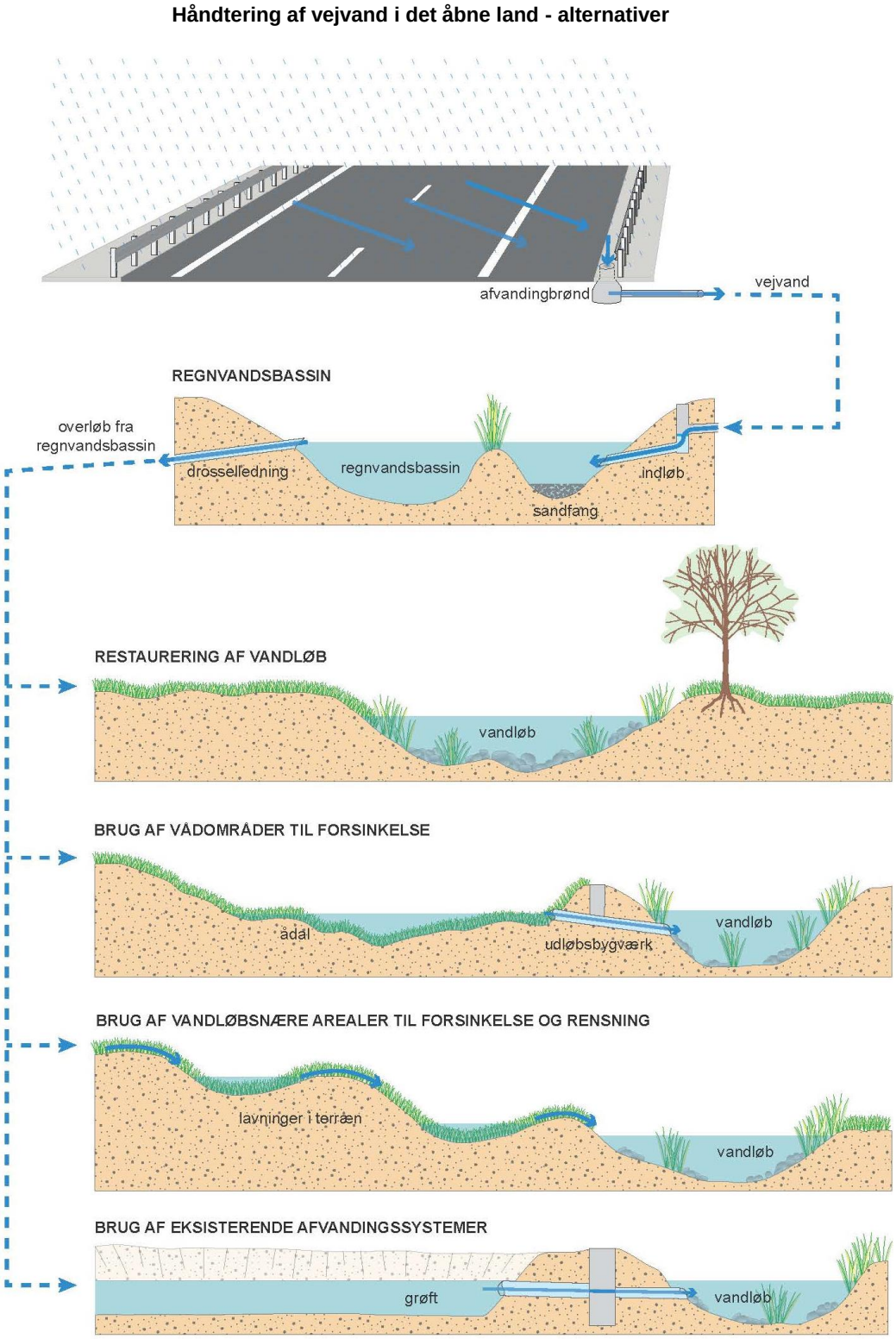
Figur 7-3. Grafisk fremstilling af overordnet koncept for fastlæggelse af vandløbskapacitet i forhold til at modtage vand fra bassiner samt valg af virkemidler til brug ved alternative eller supplerende løsninger.

7.2.1 Alternativer eller supplerende virkemidler i forhold til basisløsninger

Overordnet gælder, at man enten kan forsinke vandet, inden det når frem til vandløbet, eller at man kan øge vandløbets robusthed over for øget hydraulisk belastning.

Efter at vandet fra vejstrækningen har passeret regnvandsbassinet, er der flere muligheder for at påvirke vandets videre forløb frem til vandløbet (recipienten) på en sådan måde, at vandløbets kapacitet ikke overskrides, se figur 7-4.

I det følgende beskrives en række eksempler på virkemidler nærmere, herunder anlægsmæssige forhold og anbefalinger som er knyttet til gennemførelsen af disse.



Figur 7-4. Eksempler påvirkemidler, der kan tages i brug som alternativer eller supplementer til bassinløsninger. Virkemidlerne kan benyttes individuelt eller flere sammen.

Restaurering af vandløb

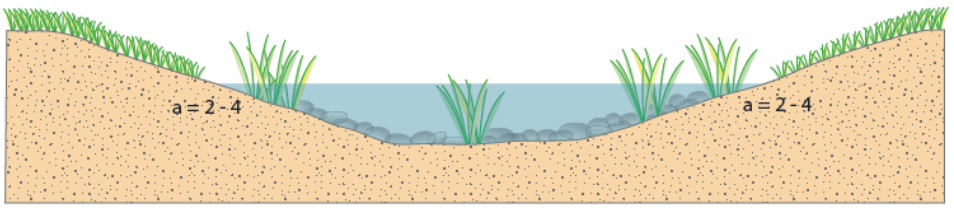
Hvis vandet fra regnvandsbassinet står over for at skulle ledes direkte til vandløbet, og analysen viser, at dette ikke er robust nok til at tåle den resulterende hydrauliske belastning pga. risiko for erosion, kan der ved hjælp af forskellige specifikke virkemidler foretages en forbedring af den fysiske vandløbskvalitet, og dermed af robustheden over for hydraulisk belastning.

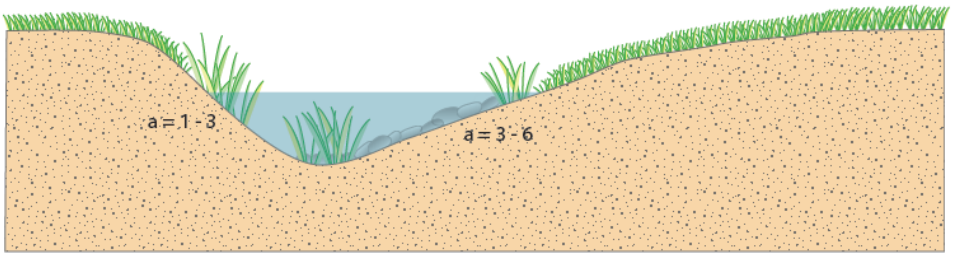
Omlægning af vandløbet (genslyngning)

For at gøre et reguleret vandløb mere robust mod erosion, kan man vælge at omlægge det i et mere naturligt, mæandrerende forløb og sikre det omlagte forløb med sten e.l. på udsatte steder. Ved omlægning af vandløbet opnås ofte mindre fald og dermed mindre vandhastighed. Energien i vandet vil dermed mindskes, og stream power-værdien jf. afsnit 4.2 vil dermed også mindskes.

Ved omlægning af et reguleret forløb til et mæandrerende forløb skal man være opmærksom på at skabe varierede forhold:

- Varierede skråningsanlæg med stejle skråninger (a = 1 til a = 3) i ydersiden af svingene og flade skråningsanlæg (a = 3 til a = 6) i indersiden af svingene. På lige vandløbsstrækninger kan skråningsanlæggene være ens. Profilet i sving vil typisk være skævt med største vanddybde i ydersiden af svinget og mindste vanddybde i indersiden pga. energiforskellen i det strømmende vand, se Figur 7-5 og Figur 7-6. Det naturlige skråningsanlæg afhænger desuden af jordtypen i området
- Et naturligt vandløb har varierede bundforhold med høller og stryg. Høllerne, som er fordybninger i vandløbsbunden, udgraves oftest i svingene, og strygene ligger på de mere lige vandløbsstrækninger mellem høllerne. Vandløbet skal gerne ligge terrænnært og have varierende bundbredde. Der kan med fordel udlægges gydegrus på de lige vandløbsstrækninger mellem høllerne, afhængig af faldforholdene. Gydegruset udlægges lokalt og i tykkelser på ikke mindre end 20-30 cm og med et fald på 1,5-3 ‰. Gruset udlægges med variation i overfladen
- Hvis vandløbet ønskes fastholdt i det udgravede tracé, kan det stensikres på de strækninger, der er udsat for størst erosion, hvilket typisk er i ydersiden af svingene (også sikring af selve brinken med sten er en løsningsmulighedFigur 7-3.), se Figur 7-7
- Plantning af træer langs vandløbet: Det er naturligt, at der vokser træer langs vandløb. Træerne giver skygge, hvilket begrænser grødevæksten og holder vandtemperaturen nede. Træernes rodnet holder desuden på brinkerne, og bladene kan være en vigtig fødekilde for mange smådyr. Naturligt forekommende træer langs vandløb er rødel og ask. Brinksikring ved hjælp af træplantning samt beskygning af vandløbet er således begge virkemidler som anført i Figur 7-3.





Figur 7-5. Princip af tværsnit for lige strækninger og sving i vandløb (modelskitse).



Figur 7-6. Foto af sving i vandløb, hvor der fremgår, at der er stejle brinker på ydersiden og flade brinker på indersiden af svinget.

Sikring af vandløbsprofilet (udlægning af sten og grus)
På vandløbsstrækninger, hvor der er risiko for erosion, kan robustheden desuden øges ved at udlægge grus og sten for at give svage, erosionstruede dele af vandløbsprofilet et mere robust sediment, og for derudover at skabe god fysisk variation i vandløbet. Der kan desuden placeres større enkeltsten på vandløbsbunden som skjul for fisk.

Det skal sikres, at den stensammensætning, man anvender til erosionssikring, kan modstå de forventede afstrømningshændelser, så stenene bliver liggende. Der kan være stor variation i behovet for stensikring på forskellige vandløbsstrækninger, afhængig af de lokale jordbundsforhold, faldforholdene i vandløbet og af, i hvor høj grad vandløbet skal fastholdes i det eksisterende tracé. Det vil erfaringsmæssigt være i anlægsfasen, at den endelige beslutning om placeringen af stensikringen afgøres.

På særligt følsomme områder i vandløbet, eksempelvis steder med flydesand, kan der med fordel udlægges fiberdug under stenene. Anvendelse af fiberdug bør dog begrænses. Et eksempel på brinksikring af et vandløb ses på Figur 7-7.



Figur 7-7. Brinksikret vandløb. Det skal bemærkes, at sikring af vandløb af den viste størrelse sjældent vil være aktuel i forbindelse med udledning fra bassiner. Foto VD.

Ådale (brug af vådområder til forsinkelse)
Hvis man ønsker at forsinke vandet i vandløbet, kan de ånære arealer benyttes som tidvise ”parkeringspladser”. Der er dog flere forhold, som skal være opfyldt på den pågældende vandløbsstrækning, for at dette kan lade sig gøre, herunder:

- Ådalen skal være bred til den ene eller begge sider, for at tilstrækkeligt forsinkelsesvolumen kan opnås
- Ved hævning af vandløbsbunden skal påvirkningen af de opstrøms liggende arealer og evt. tekniske anlæg undersøges
- Faldforholdene i vandløbet skal være så gode, at oversvømmelser af de ånære arealer kan begrænses til bestemte arealer
- Arealanvendelsen og mulige bindinger på de vandløbsnære arealer, f.eks. udpegninger i henhold til Naturbeskyttelseslovens § 3, skal undersøges.

I brede, flade ådale er der et godt udgangspunkt for etablering af et stort forsinkelsesvolumen. Dette kan gøres på flere måder afhængig af de aktuelle forhold og bindingerne for området. Forsinkelsen af vandet i ådale mindsker den hydrauliske belastning af vandløbet, og samtidig fjernes fosfor og kvælstof efter de samme principper, som kendes fra traditionelle vådområdeprojekter.

De anlægstiltag, der skal til for forsinkelse af regnvand i ådale, kan være følgende:

- Sløjfning af dræn og tilkastning af grøfter
- Terrænregulering for afgrænsning af arealet
- Særlige foranstaltninger for at opnå tilstrækkeligt forsinkelsesvolumen, eksempelvis tværgående terrænforhøjninger i forening med vandbremser e.l.

Da det terrænnære grundvandsspejl i de vandløbsnære områder med forsinkelse kan blive højere efter etablering, skal man være særligt opmærksom på, om der er behov for afværgeforanstaltninger for omkringliggende ejendomme eller tekniske anlæg. Arealerne vil dog ofte kun blive påvirket få dage om året.

I projektet skal desuden beskrives, hvorledes vandet ledes ud over arealet, og hvor det i fremtiden skal have afløb. Der kan etableres en lille, forhøjning langs vandløbet tilpasset det omgivende terræn. Forhøjningen vil sikre, at regnvandet, der ledes til området, ikke vil passere dette og fortsætte direkte ud i vandløbet.

<u>Overrisling af vandløbsnære arealer</u>
Der kan også etableres arealer, som regnvandet ledes hen over på vejen mod vandløbet, og hvor der, ud over en forsinkelse af afstrømningen, kan ske en rensning af vandet.

Brug af de vandløbsnære arealer på denne måde (også kaldet risleenge) har en række fordele, idet de kan etableres med relativt simple anlægselementer, hvilket gør dem økonomisk interessante. De anlægstiltag, der skal til for at etablere risleenge, er meget lig anlægstiltagene ved anvendelse af vådområder i ådale.

Idet det antages, at overrisling af vandløbsnære arealer er forenelige med naturbeskyttelseshensyn, er løsningen almindeligvis ikke i så stor konflikt med arealanvendel-

sen som vådområder kan være det. Selvom engen anvendes til forsinkelse og rensning af vand, vil arealerne stadig i de fleste tilfælde kunne benyttes til de oprindelige formål.

Udledning gennem eksisterende afvandingssystemer
Eksisterende afvandingssystemer, herunder grøfter, kanaler og rørsystemer, kan i nogle tilfælde benyttes som virkemidler til forsinkelse og afledning af vand fra regnvandsbassiner. Der kan være "ledig" kapacitet i f.eks. grøftesystemer, som kan udnyttes.

Biløb (brug af overløb som aflastning af vandløb)
Etablering af parallelle løb (biløb) kan benyttes til aflastning af vandløb. De træder kun i funktion ved store afstrømninger.

Biløb kan etableres på forskellige måder. Der kan udgraves eller terrænreguleres lavninger i terrænet med flade anlæg, som vandet kan løbe i. Biløb kan f.eks. etableres på et eksisterende markarealer med flade skråningsanlæg. Et realiseret eksempel kan ses i Lystrup ved Århus, udført i forbindelse med et stort klimatilpasningsprojekt, se Figur 7-8.



Figur 7-8. Biløb til Ellebækken etableret i forbindelse med klimatilpasningsprojekt ved Lystrup i Århus. Foto Orbicon.

7.2.2 Anvendelse af alternative virkemidler

Som beskrevet kan forskellige virkemidler tages i brug for at muliggøre et højere udledningsniveau fra et bassin, uden at der sker skade på vandløbet. Hvilke virkemidler, der konkret skal bruges, vil bero på en afvejning af flere parametre og hensyn, eksempelvis de givne naturlige forhold omkring vandløbet, forskellen mellem den udledningsmængde, man ønsker at opnå, og den beregnede kapacitet i recipienten. Ikke mindst vil en økonomisk afvejning af forskellige virkemidler, herunder erstatning ved inddragelse af arealer, holdt op mod omkostninger til traditionelle bassiner/anlæg kunne være afgørende for valget af virkemidler.

Såfremt den beregnede kapacitet af vandløbet er stor nok til at tåle den planlagte udledning, bør der umiddelbart ikke være nogen problemer, og processen som er vist i Figur 7-3, slutter her.

Er den beregnede kapacitet til gengæld utilstrækkelig til at vandløbet kan tåle den planlagte udledning, er det nødvendigt at identificere, hvilke forhold, der ligger til grund for den begrænsende kapacitet. Er det kapaciteten i forhold til erosion, der er begrænsende, kan f.eks. genslyngning og udlægning af sten og grus overvejes som supplement til det planlagte bassin.

Ekspropriation og erstatning

Ekspropriation: Ved etablering af ådale med forsinkelse og risleenge mv. antages det, at inddragelse af arealet finder sted som del af den øvrige arealerhvervelse til vejanlægget, og at retten til udledning sikres ved pålæg af servitut. Anlæggets udformning og vilkår forhandles med de berørte lodsejere under detailprojekteringen evt. i forbindelse med forhandling om jordfordeling og får retsvirkning ved ekspropriationskendelsen.

Fastsættelse af erstatning: Ekspropriationskommissionen fastsætter erstatningen ved etableringen af anlægget som led i den øvrige erstatningsudmåling ved ekspropriationen. Erstatning vil omfatte både værditab på det berørte areal samt ulemper i det konkrete tilfælde, for eksempel de-figurering af tilstødende landbrugsareal.

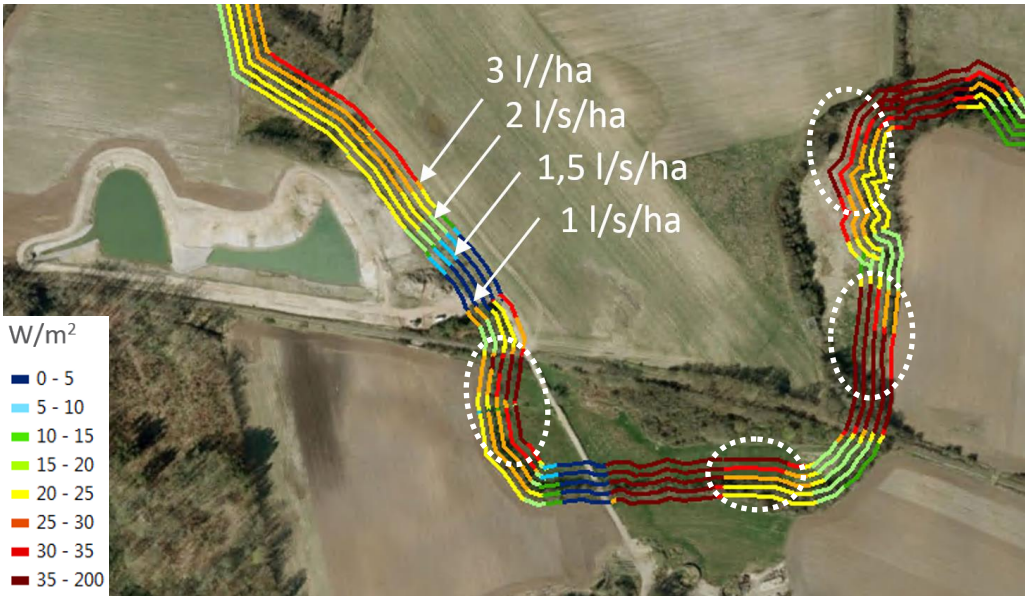
Erstatningens omfang: Det værditab, som etableringen af anlægget medfører skal erstattes. Det er forskellen på værdien før og efter. Efterværdien vil være på niveau med værdien af et naturareal. Førværdien afhænger af den eksisterende anvendelse med udgangspunkt i prisniveauet for den bedste landbrugsjord og herfra trinvist ned alt efter det konkrete areals beskaffenhed. Hertil kommer ulemper alt efter omstændighederne. For eksempel, defigurering, hvis udledningsarealet tages ud af en ellers regulær mark.

Hvor på vandløbsstrækningen det er nødvendigt med brug af supplerende virkemidler, kortlægges i kapacitetsanalysen. Som eksemplet i Figur 7-9 viser, er det muligt at identificere de mest sårbare strækninger og målrette indsatserne mod disse. Der kan

også være tilfælde, hvor det ønskede udledningspunkt for udledning af regnvandet ligger uhensigtsmæssigt i forhold til robustheden af den pågældende vandløbsstrækning. I sådanne tilfælde bør det overvejes, om udledningspunktet skal flyttes.

Hvilket tiltag, der bør vælges, afhænger af såvel de fysiske forhold, som af, hvor meget man ønsker at forøge kapaciteten. Skal kapaciteten kun forøges lidt, kan det være nok at lave sikring med sten og grus på de sårbare steder, men skal kapaciteten øges yderligere, kan det være nødvendigt at kombinere en genslyngning med sikring af profilet med sten og grus.

På samme måde er det muligt, at identificere indsatsbehov og den nødvendige placering af brugen af virkemidlerne, hvis den begrænsende faktor er oversvømmelse. Skulle det ske, at der er problemer med kapaciteten i forhold til både oversvømmelse og erosion, er det ligeledes muligt at vurdere, hvor det vil være mest optimalt at placere forskellige tiltag, og hvilken kombination af tiltag, der vil give det bedste resultat.



Figur 7-9. Resultat af kapacitetsanalysen for vandløbsstrækning, hvor der udledes fra bassiner. Streampower værdier (se også afsnit 4.2) er vist som parallelle linjer, hvor farverne afspejler energiniveauet i vandløbet ved forskellige udledningsniveauer. Hvid stiplet afgrænsning angiver, hvor der er identificeret strækninger med erosionsrisiko ved øget udledning. Orbicon 2016, [9].

Sammentænkning af løsninger

Det skal understreges, at virkemidlerne beskrevet i det foregående ofte kan kombineres og sammentænkes efter de aktuelle forhold. Der er således ikke tale om enten eller løsninger. Man kan altså f.eks. forestille sig, at vandløb restaureres og gøres mere robuste, samtidig med at vejvandet forsinkes i en ådal og renses ved overrisling af de vandløbsnære arealer.

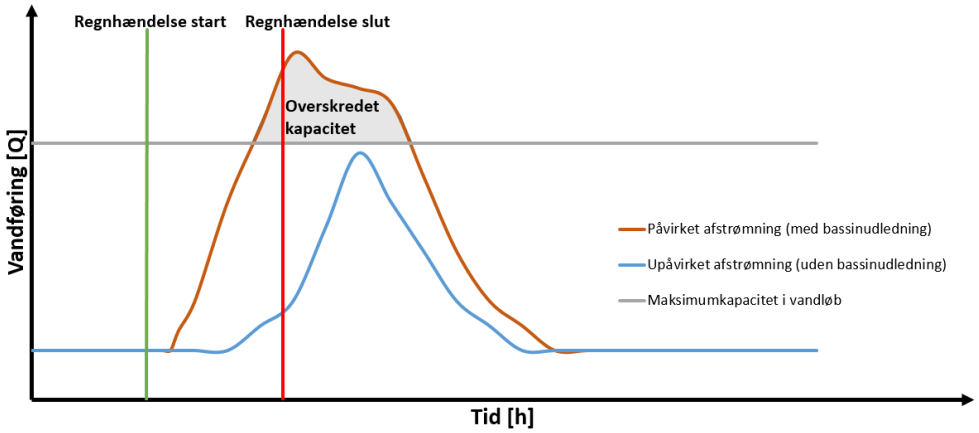
8. INTELLIGENT STYRING AF UDLEDNING FRA BASSINER

Intelligent styring af udledningen af regnvand fra bassiner er et spørgsmål om at styre udledningen ud fra data og viden om, hvad vandløbet til enhver tid kan tåle i forhold til måden, hvorpå nedbøren afstrømmer fra ubefæstede henholdsvis befæstede arealer.

8.1. Nedbørens afstrømning fra befæstede og ubefæstede arealer

Ved nedbør over et opland sker afstrømningen fra de befæstede arealer uden (eller med utilstrækkelig) forsinkelse hurtigere end afstrømningen fra de ubefæstede arealer. Det hænger sammen med, at nedbøren over de befæstede arealer bevidst afledes hurtigt og effektivt gennem rør og grøfter, mens nedbøren over de ubefæstede arealer først skal trænge ned i jorden og videre gennem jorden frem mod vandløbene, hvilket sker meget langsommere end afstrømningen gennem rør og grøfter. Med til billedet hører dog, at afstrømningen fra ubefæstede arealer i nogle situationer sker hurtigere, nemlig hvis en stor del af nedbøren i forbindelse med skybrud afledes på overfladen.

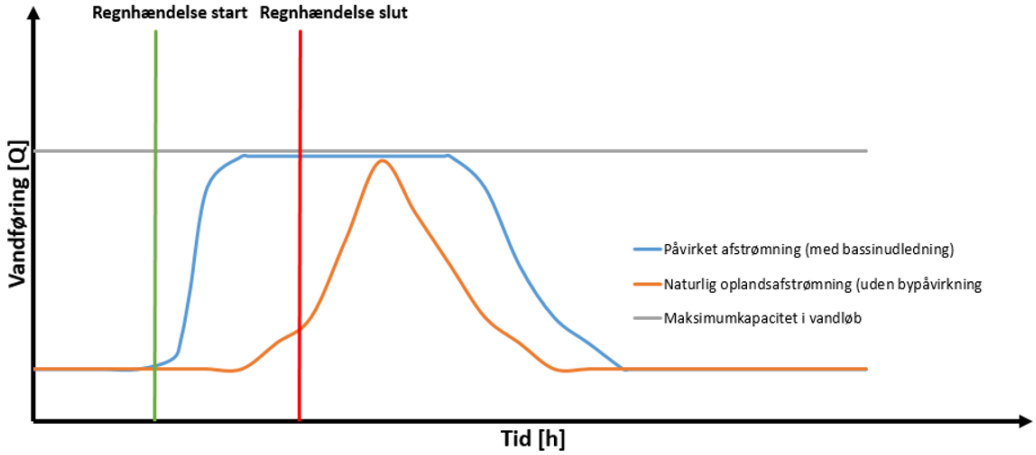
Ser man bort fra sidstnævnte tilfælde, er det generelle billede, at når der i et opland forekommer befæstede arealer, hvorfra nedbøren afledes med en hurtigere afstrømningskarakteristik end nedbøren over de ubefæstede arealer, så sker der en tidsmæssig fremrykning af stigningen af vandføringen i vandløbene, ofte tillige med en øgning af maksimumsvandføringen. Dette forhold er illustreret i Figur 8-1.



Figur 8-1. Figuren illustrerer, hvorledes vandføringen i vandløb i reagerer på nedbør fra oplande uden henholdsvis med befæstede arealer (uden eller med utilstrækkelig forsinkelse). Befæstede arealer bevirker en tidsmæssig fremrykning af vandføringens respons på nedbør og kan derudover forårsage en øgning af maksimumsvandføringens størrelse.

8.2. Intelligent styring af udledningen fra bassiner

Øgningen af maksimumsvandføringen er den faktor, der kan bevirke hydraulisk overbelastning, og det er derfor en faktor, der er fokus på i forbindelse med intelligent styring af udledningen. Det fremgår af Figur 8-1, at man inden for rammerne af bestemte vandføringer har mulighed for at udlede regnvandet fra de befæstede arealer med en høj afledningsværdi (l/s) i tidsrummet frem til at vandløbets vandføring når maksimum, mens man er nødsaget til at aflede med en lav værdi omkring det tidspunkt, hvor vandføringen i vandløbet er i maksimum. Det betyder i praksis, at hvis man kender vandføringen i vandløbet tillige med vandløbets vandføringsmæssige tålegrænse, så kan man til at begynde med i en nedbørshændelse udlede store mængder regnvand og derefter drosle udledningen ned i takt med at vandføringen i vandløbet stiger op mod tålegrænsen som følge af afstrømningen fra de ubefæstede arealer.



Figur 8-2. Figuren illustrerer, hvorledes vandføringen i vandløb i reagerer på nedbør fra oplande uden henholdsvis med befæstede arealer, når bassinudledningen styres på baggrund af vandløbets maksimale kapacitet. I starten af regnhændelsen udledes en større mængde regnvand end ellers, mens udledningen holdes tilbage, når den store afstrømning fra de ubefæstede arealer forekommer. På denne måde sikres det, at den maksimale kapacitet i vandløbet ikke overskrides.

På den måde har man mulighed for at "gemme" forsinkelseskapaciteten i bassinerne til det tidspunkt, hvor den er nødvendig for at undgå overskridelse af vandløbenes tålegrænse, om nødvendigt ved helt at standse afløbet i et kort tidsrum. Måden hvorpå bassinet kan styres, er ved at beregne den maksimale kapacitet i vandløbet, og når denne er kendt, og der kontinuerligt måles i både vandløbet og i bassinet, er det muligt at beregne, hvor meget vand der kan udledes til vandløbet, før der vil ske en overskridelse af den maksimale kapacitet, se Figur 8-2. Selve styringen af den varierende udledningsmængde kan eksempelvis foregå ved hjælp af en pumpe eller et regulerbart spjæld.

Alternativet er, at man får fyldt bassinerne op ved nedbørshændelsens begyndelse, hvorefter bassinerne går i overløb på det tidspunkt, hvor afstrømningen fra de ubefæ-

stede arealer har bragt vandføringen i vandløbene op til maksimum. Det betyder i realiteten, at man med et bassin kan komme til at gøre større skade på vandløbet end uden et bassin.

Den intelligente styring af udledningen fra bassiner kan umiddelbart raffineres yderligere ved at tage udledningspunkterne i vandløbene i betragtning.

Det er almindeligvis oplagt, at foretage udledningen til vandløbene i så kort afstand fra bassinerne som muligt. Det kan imidlertid betyde, at udledningerne kommer til at ske på steder, hvor vandløbenes robusthed og/eller de vandløbsnære arealers følsomhed over for oversvømmelse er mindre, end den er længere nedstrøms. Det betyder, at man på grundlag af en kortlægning af vandløbenes robusthed (som beskrevet i kapitel 4) kan flytte udledningspunkterne til steder, hvor vandløbene kan tåle højere udledningsværdier fra bassinerne. Der kan også være tale om at flytte udledningspunkterne til steder, hvor regnvandet kan udledes på ånære arealer, der kan tåle tidvise oversvømmelser, jf. afsnit 7.2.

På lidt længere sigt er det planen at udvide grundlaget for intelligent styring med nedbørsprognoser og vejrmodeller. Det giver mulighed for at forudsige behovet for forsinkelse og derigennem forudsige den styring, der bliver behov for samt de forberedelser, der kan være nødvendige, eksempelvis øgning af forsinkelseskapaciteten gennem sænkning af vandstanden i bassinerne.

Intelligent styring af udledningen fra bassiner er dermed et koncept, der samlet set baserer sig på både lavteknologiske og højteknologiske elementer, men hvor valget af elementer og fremgangsmåde i de enkelte tilfælde er bestemt af de lokale forhold og bindinger. Intelligent styring kan derfor i nogle tilfælde være meget enkel, og i andre tilfælde mere kompleks.

8.2.1 Perspektiver ved intelligent styring

Perspektiverne ved den intelligente styring er flere.

1. Man kan på grundlag af data om vandføringen i de modtagende vandløb styre afledningen af regnvand fra befæstede arealer via bassiner på en sådan måde, at man udnytter forsinkelseskapaciteten på de tidspunkter, hvor behovet er størst.
2. Man kan på grundlag af nedbørsprognoser og vejrmodeller forbedre grundlaget for styring af udledningen af bassiner, således at bassinerne er optimeret forud for nedbørshændelserne.
3. Man kan på grundlag af viden om vandløbenes robusthed placere udledningspunkterne fra bassinerne på steder, hvor vandløbenes robusthed er størst, og hvor der derfor er flere frihedsgrader til at foretage intelligent styring af udledningerne.
4. Man kan på grundlag af kendskab til terrænforholdene og arealanvendelsen i oplandene gøre brug af de bedst egnede arealer til at imødegå de negative effekter af overløbshændelser gennem kontrollerede oversvømmelser.

5. Man undgår eller begrænser behovet for at skulle anlægge meget store bassiner. Sådanne giver tilmed ikke altid sikkerhed for ikke at skabe ødelæggende overløbshændelser.

9. PERSPEKTIVER VED DIFFERENTIERET UDLEDNING

Perspektiverne ved differentieret udledning af regnvand fra veje er flere.

I forhold til vandløbene (og søerne) er de vigtigste perspektiver, at differentieret regnvandshåndtering tager afsæt i, hvad de konkrete vandområder kan tåle af både hydraulisk belastning og belastning med miljøfremmede stoffer samt i, hvad de vandløbsnære arealer kan tåle i henseende til oversvømmelse. Herved undgår man at lave utilstrækkelig såvel som unødvendig omfattende regnvandshåndtering.

Vandområdeplanerne kræver differentieret udledning
Mens man tidligere har udledt regnvand med afsæt i bestemte udlederværdier, er situationen i dag en anden, nemlig at udledningerne skal dimensioneres og styres på en sådan måde, at de ikke gør skade på den økologiske tilstand i de modtagende vandområder. Det betyder, at udledningerne må differentieres ud fra, hvad de enkelte vandområder kan tåle. Kravene til udledningerne er dermed bestemt af Vandområdeplanerne, der fastsætter bindende krav til både den økologiske tilstand og til tidshorisonten, inden for hvilken kravene skal være opfyldt.

I forhold til håndteringen af regnvandet fra veje er de vigtigste perspektiver, at regnvandshåndteringen med differentieret udledning som princip kan dimensioneres målrettet mod det niveau, der er nødvendigt i forhold til de modtagende recipienter.

Desuden medfører de igangværende klimaforandringer et stadig ændret nedbørsmønster med en forøget overløbsfrekvens fra eksisterende regnvandsbassiner til følge. Det er derfor tænkeligt, at udledningstilladelserne for disse, vil blive taget op til revision, hvis de modtagende vandløb ikke opfylder målsætningerne. I den forbindelse vil en revurdering af et (differentieret) afløbstal baseret på en konkret vurdering af recipientens kapacitet komme i spil.

Betydningen af overløb
Bassiner dimensioneres almindeligvis på en sådan måde, at overløb sker med en given frekvens. Frekvensen er i udstrakt grad bestemt af økonomiske forhold, men den vil i fremtiden i højere grad være bestemt af de bindende miljømål for de modtagende recipienter. Det er i den forbindelse vigtigt at være opmærksom på, at overløb kan ødelægge virkningen af en tilstrækkelig regnvandshåndtering i perioderne mellem overløbene. Overløbsfrekvensen er derfor også en vigtig parameter i forbindelse med differentieret udledning. Når det gælder økologisk tilstand kan man ikke anlægge gennemsnitsbetragtninger, men må se på ekstremhændelserne, hvortil overløb hører.

En tilsvarende udvikling må forventes at kunne ske med hensyn til en vurdering af behovet for oprensningen af eksisterende bassiner. I takt med at bassinerne fyldes med sediment, nedsættes volumenet og dermed bassinernes evne til at rense (og forsinke) regnvandet. Dermed opstår behov for oprensning af bassinerne. Viser en undersøgelse af recipienterne, at kapaciteten i disse er så stor, at udledningen fra bassinerne kan øges, vil oprensningen kunne udskydes, og frekvensen, hvormed den fremover skal gennemføres, kan nedsættes.

En mere detaljeret viden om recipientens kapacitet kan sammen med bl.a. moderne teknologi og dataindsamling anvendes i en realtidsstyret udledning af vandet fra bassiner, hvor udledningerne differentieres i tid og omfang efter den øjeblikkelig kapacitet i vandløbene, afstemt i forhold til andre samtidige udledninger. Denne tilgang rummer samme perspektiver som beskrevet ovenfor, dvs. en mere omkostningseffektiv og vidensbaseret vandplanlægning.

10. REFERENCER

[1] Afgørelse fra Natur- og Miljøklagenævnet, Sag NMK-10-00767

[2] Afgørelse fra Natur- og Miljøklagenævnet, Sag NMK-10-00760

[3] Afgørelse fra Natur- og Miljøklagenævnet, Sag NMK-10-00573

[4] Afgørelse fra Natur- og Miljøklagenævnet, Sag NMK-10-00654

[5] ”Faktablad om dimensionering af våde regnvandsbassiner”. Vollertsen et. al. Aalborg Universitet, 2012. Link til dokumentet

[6] Notat vedrørende spildevandskendelser fra landvæsenskommissioner, af KLIKOVAND/ Advokat Pia Lisbeth Nielsen. Link til dokumentet

[7] Artikel EVA blad nr. 1 2016, ” Udledninger fra regnvandsbassiner”, Af: Civ.ing.Ph.D. Kristian Vestergaard, Ingeniørhøjskolen, Aarhus Universitet. Link til hele bladet

[8] Artikel EVA blad nr. 2 2016, ” Udledninger fra regnvandsbassiner”, Af: Civ.ing.Ph.D. Kristian Vestergaard, Ingeniørhøjskolen, Aarhus Universitet. Link til hele bladet

[9] Robusthedsanalyse af Skallebækken. Notat udarbejdet af Orbicon for PRO-VAS, august 2016.

[10] Sårbarhedsanalyse af recipienter i forbindelse med byudviklingsområder i Vejle Kommune. Notat udarbejdet af Orbicon for Vejle Kommune, juli 2016.

[11] Virkemidler til forbedring af de fysiske forhold i vandløb. Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt center for Miljø og Energi. Nr.86, 2014. Kristensen et al.

[12] ”Afløbsteknik” af Leif Winther, Jens Jørgen Linde, H. Thorkild Jensen, Leo Lund Mathiasen og Niels Bent Johansen. Lærebog fra Polyteknisk Forlag. 2006.

[13] Recommendations Bearing on the Sinuosity of Danish Stream Channels: consequences of realignment, spatial extent of natural channels, processes and techniques of natural and induced restauration. National Agency of Environmental Protection. Brookes, A., 1984.

[14] Intelligent styring af udledninger. Konsekvensvurdering ved påvirkning af vandløb – Nyt koncept. 3-årigt erhvervs Ph.d. forløb v. Anja Thrane Hejselbæk Thomsen, Aalborg Universitet/Orbicon. 2015 – 2018.

[15] Afvandingskonstruktioner – Bassiner. Anlæg og planlægning. Håndbog Vejdirektoratet (Vejregler), november 2015.

[16] Spildevandskomiteens Skrift nr. 28, "Regional variation af ekstremregn i Danmark – ny bearbejdning (1979-2005)". Ingeniørforeningen i Danmark, IDA. 2006.

[17] Spildevandskomiteens Skrift nr. 29, "Forventede ændringer i ekstremregn som følge af klimaændringer". Ingeniørforeningen i Danmark, IDA. 2008.

Bilag 1

I det følgende fremgår uddrag af afgørelser fra Natur- og Miljøklagenævnet. For yderligere oplysninger om de enkelte sager henvises til Natur- og Miljøklagenævnet's hjemmeside.

Sag:	**NMK-10-00767 (Middelfart Kommune)**

Afgørelse:

- Ved meddelelse af tilladelse efter lovens § 28, stk. 1, skal kommunen navnlig påse, at udledningen ikke er til hinder for, at målsætningen for det vandområde, hvortil der udledes, kan opfyldes. Vandkvalitetsmålsætningen er fastsat i de statslige vandplaner.
- Den endelige vurdering af udledningers indflydelse på vandløbenes fysiske tilstand vil skulle ske i forbindelse med, at amtsrådet/kommunalbestyrelsen meddeler udledningstilladelse for tag- og overfladevand. Her er tilladelsesmyndigheden forpligtet til at sikre, at udledningen sker under hensyn til vandløbets fysiske tilstand.
- Det fremgår også af spildevandsvejledningen, at en udledning ikke må medføre hyppigere eller større oversvømmelser af vandløbet, end hvad der ville være tilfældet ved afstrømning fra vandløbets naturlige opland.
- Vejledningens retningslinjer må efter nævnets opfattelse forstås således, at vurderingen af en udlednings indflydelse på et vandløbs hydrauliske kapacitet må indgå i forbindelse med en tilladelse til udledning af spildevand.
- Nævnet finder ikke, at den afstrømning, som erhvervsområdet hidtil har bidraget med, bør indgå som en del af afstrømningen fra vandløbets naturlige opland.
- Nævnet finder på baggrund af sagens oplysninger ikke, at kommunen har foretaget en tilstrækkelig vurdering af vandløbenes hydrauliske kapacitet. Nævnet har navnlig lagt vægt på, at vurderingen er nødvendig for at klarlægge, om der af hensyn til vandløbenes hydrauliske kapacitet er behov for yderligere neddrosling for at sikre, at udledningen ikke medfører hyppigere eller større oversvømmelser af vandløbene, end hvad der ville være tilfældet ved afstrømning fra vandløbenes naturlige opland.
- I forhold til BAT skal vådvolumen i forsinkelsesbassiner ifølge den nyeste forskning i Danmark dimensioneres til at udgøre 200-300 m3 pr. reduceret oplandsareal og med en permanent vanddybde på 1-1,5 m, for at bassinet kan opnå den ønskede renseeffekt. (11Jf. Faktablad om dimensionering af våde regnvandsbassiner, Aalborg Universitet, 2012. Faktabladet indeholder BAT-kravene til regnvandsbassiner.) Det fremgår af kommunens afgørelse, at den permanente vanddybde vil blive 1,8 m. Dette lever efter nævnets opfattelse ikke op til BAT, idet vanddybden ifølge Nævnets praksis for BAT, skal være 1-1,5 m. Det bemærkes i den forbindelse, at et dybere bassin øger risikoen for iltfrie forhold på bunden, hvilket kan medføre bundvendinger og dertilhørende frigivelse af forurenende stoffer.Kommunen skal således ved den fornyede behandling af sagen sikre, at bassinet lever op til nyeste viden om BAT, herunder med en permanent vanddybde på 1-1,5 meter.

Sag:	NMK-10-00760 (Odder kommune)

Afgørelse:

- Ved meddelelse af tilladelse efter lovens § 28, stk. 1, skal kommunen navnlig påse, at udledningen ikke er til hinder for, at målsætningen for det vandområde, hvortil der udledes, kan opfyldes. Vandkvalitetsmålsætningen er fastsat i de statslige vandplaner.
- Der findes ikke et regulativ for Stampmøllebækken, idet vandløbet er privat, hvorfor det må vurderes konkret, om vandløbets hydrauliske kapacitet giver mulighed for den angivne udledning. En sikring af, at der sker en neddrosling, således at udledningen svarer til afstrømning fra vandløbets naturlige opland, vil i den forbindelse som udgangspunkt være tilstrækkeligt. Vurderingen af udledningens indflydelse på Stampemøllebæks hydrauliske kapacitet skal indgå i afgørelsen om udledning.
- Kommunen har indsendt data for afstrømningshændelserne i Odder Å, et vandløb, der ligger nedstrøms Stampemøllebækken. Værdierne er baseret på 30 års målinger i vandløbet fra 1971-2000. Medianmaksimum er angivet til 0,34 L/s/ha og 5 års maksimum er angivet til at være 1,14 L/s/ha. En neddrosling til 0,5 L/s/ha forventes af kommunen at svare til en naturlig afstrømning ved en afstrømningshændelse mellem median maksimum8 og 5 års maksimum. Idet kommunen angiver, at vandløbet allerede i dag er hydraulisk belastet, er det imidlertid nævnets opfattelse, at det ikke kan afvises, at en afstrømning, der ligger over medianmaksimum kan give anledning til hyppigere eller større oversvømmelser.
- Oplandet til regnvandsbassinet er 22 ha og det reducerede oplandsareal er 8,74 ha. Kommunen har - baseret på et opland på 22 ha og et neddroslingskrav på 0,5 L/s/ha - tilladt en udledningsmængde svarende til 11 L/s fra bassinet. Det bemærkes i den forbindelse, at det ved beregning af udledt vandmængde efter nævnets praksis skal være det reducerede areal, der lægges til grund, dvs. i dette tilfælde det reducerede oplandsareal på 8,74 ha og ikke de 22 ha opland. At neddroslingskravet skal stilles for det reducerede areal og ikke for det totale areal skyldes, at der alene afledes overfladevand fra det reducerede (befæstede) areal, mens den øvrige del af arealet har naturlig afstrømning og dermed fortsat bidrager til vandføringen.
- Et beregnet neddroslingskrav baseret på naturlig afstrømning svarende til medianmaksimum på 0,34 L/s/ha, og et reduceret oplandsareal på 8,74 vil derfor svare til en neddrosling til en udledningsmængde på 2,97 L/ s
- I forhold til klagepunktet om, at der som følge af udledningen af vejvand vil ske udledning af miljøfremmede stoffer og salt, er nævnet enig med kommunen i, at et regnvandsbassin renser vandet, og belastningen af miljøfremmede stoffer reduceres væsentlig i forhold til den nuværende belastning, og at det vil være muligt at afspærre regnvandsbassinet i tilfælde af akut forurening. Forsinkelsesbassinet skal imidlertid i den forbindelse leve op til kravene om BAT (bedst tilgængelige teknik) for at have denne funktion.
- I forhold til selve dimensioneringen af forsinkelsesbassinet konstaterer nævnet, at vilkår 3 i udledningstilladelsen er i overensstemmelse med nævnets praksis, hvorefter forsinkelsesbassiner ifølge nævnets opfattelse som udgangspunkt mindst skal dimensioneres med n = 1/5, dvs. således at der beregningsmæssigt højst sker en oversvømmelse hvert 5. år.I forhold til BAT bør vådvolumen i forsinkelsesbassiner ifølge den nyeste forskning10 om våde regnvandsbassiner i Danmark dimensioneres til at udgøre 200-300 m3 pr. reduceret oplandsareal og med en permanent vanddybde

på 1-1,5 m, for at bassinet kan opnå den ønskede renseeffekt. Det fremgår af landzonetilladelsens vilkår 11, at det våde volumen i det permanente vandspejl i regnvandsbassinet skal have en dybde på ca. 1,5 meter for at tilgodese iltforhold, undgå erosion, samt for at sikre at dyrelivet i søen overlever frostperioder. Nævnet finder, at en angivelse på ca. 1,5 meter er upræcist, og dermed ikke er i overensstemmelse med BAT-krav for forsinkelsesbassiner.

- Kommunen skal ved den fornyede behandling af sagen sikre, at den udledte vandmængde neddrosles i et sådant omfang, at vandløbets hydrauliske kapacitet respekteres. En neddrosling således at udledningen svarer til afstrømning fra vandløbets naturlige opland, vil i den forbindelse som udgangspunkt være tilstrækkeligt. I herværende sag finder nævnet, at et beregnet neddroslingskrav baseret på naturlig afstrømning svarende til medianmaksimum på 0,34 L/s/ha, og et reduceret oplandsareal på 8,74, vil være tilstrækkelig. Alternativt skal kommunen foretage en konkret vurdering af vandløbets hydrauliske kapacitet med henblik på at fastsætte et krav om neddrosling, der sikrer, at udledningen ikke medfører hyppigere eller større oversvømmelser af vandløbet, end hvad der ville være tilfældet ved afstrømning fra vandløbets naturlige opland. Kommunen bør ved vurderingen inddrage al tilgængelig viden om vandløbene, herunder bl.a. lokale afstrømningsdata.

Sag:	NMK-10-00573 (Greve)

Afgørelse:

- Nævnet har konstateret, at regulativerne for Hulbækken/Karlslundebækken, Møllebækken og Karlstrup Mosebæk ikke indeholder specifikke oplysninger om den arealspecifikke afstrømning fra oplandet. I regulativet for Vildmoseløbet, der løber til Karlstrup Møllebæk, er det imidlertid angivet, at vinter 5 års maksimum afstrømningen fra oplandet er 40 l/(s*km2) svarende til 0,4 l/(s*ha), mens det af faglig rapport nr. 340 fra DMU 13, kortbilag D, fremgår, at den arealspecifikke afstrømning fra oplandet angivet som medianmaksimum ligger i intervallet 30-50 l/(s*km2), svarende til 0,3-0,5 l/s/ha. Det må på denne baggrund forventes, at en udledning på henholdsvis 10 l/s/red. ha fra bassin 3.a og 2 l/s/red. ha fra bassin 4a vil medføre en markant højere udledning end hvad der svarer til den naturlige afstrømning fra oplandet.
- Henset til vandløbenes hydrauliske kapacitet set i forhold til størrelsen på de reducerede oplande til bassinerne og størrelsen på bassinernes udledninger finder nævnet ikke grundlag for at tilsidesætte ansøgers ønske om - af hensyn til at holde drifts- og vedligeholdelsesudgifter på et så lavt niveau som muligt - at anvende drosselledninger med en udledning på ikke mindre end 5 l/s. Som følge heraf må der i dette konkrete tilfælde - på grund af risikoen for tilstopning af afløbet ved anvendelse af drosselledninger - accepteres en udledning på 5 l/s fra hvert af de to bassiner. Nævnet understreger, at udledningen på 5 l/s fra hvert af de to bassiner accepteres på baggrund af de konkrete forhold i sagen, herunder især at udledningen sker til vandløb med en relativ høj hydraulisk kapacitet. Nævnets afgørelse er således ikke udtryk for, at der fremover ikke kan stilles krav om udledninger på mindre end 5 l/s. Der vil således i hvert enkelt tilfælde skulle foretages en konkret vurdering under hensyntagen til bl.a. den hydrauliske kapacitet i det konkrete vandløb, overordnede mål om miljøbeskyttelse og eventuelle mål for klimatilpasning for et givent område.
- I relation til tilladelsens vilkår om kontrolleret overløb og ingen overløb over bassinernes kanter bemærker nævnet, at et kontrolleret overløb fra et regnvandsbassin må forventes at reducere risikoen for at der ved overløbshændelser opstår erosionsskader af bassinets skråninger og i vandløbet, og nævnet finder derfor ikke anledning til at tilsidesætte Greve Kommunes vurdering af, at der kan fastsættes vilkår herom
- Af Spildevandskomiteens skrift 27 fremgår, at det anbefales, at minimumskravet for gentagelsesperioden for opstuvning til kritisk kote for separatkloakerede bolig- og erhvervsområder fastsættes til T = 5 år, og at en kommune kan vælge at opstille skærpede krav, såfremt de er gældende for hele kommunen. I Miljøstyrelsens skrivelse af 10. april 2002 er bl.a. anført følgende om gentagelsesperioden: "Desuden finder Miljøstyrelsen som udgangspunkt at bassiner bør etableres i en størrelse, så der højst sker et gennemsnitligt overløb fra bassin en gang hvert 5. år, dvs., at overløbshyppigheden som minimum ikke bør overstige n = 1/5. Alternativt skal det ved beregninger kunne dokumenteres at der ikke sker oversvømmelse langs vandløbet hyppigere end hvert 5. te år. Igen kan særlige hydrauliske problemer i et vandløb berettige til at overløb bør begrænses yderligere, som det ligeledes var situationen i den konkrete sag." Nævnet finder herefter, at Greve Kommunes fastsættelse af en gentagelsesperiode på T = 10 år for begge bassiner opfylder Miljøstyrelsens vejledende minimumskrav til udledninger og er i overensstemmelse

med retningslinjerne angivet i Spildevandskomiteens skrift 27 samt Greve Kommunes spildevandsplan 2004-2008.

- Klimafaktor. Kravene til bassinernes stuvningsvolumen er stillet på baggrund af en beregning hvori der bl.a. indgår en klimafaktor på 1,3, jf. Greve Kommunes serviceniveau for regnvandssystemer og vandløb fastsat i tillæg nr. 3 til Greve Kommunes spildevandsplan 2004-2008. Af tillæg nr. 3 til spildevandsplanen fremgår, at klimafatoren på 1,3 er fastsat i henhold til spildevandskomiteens skrift 29. Af Spildevandskomiteens skrift 29, side 10, fremgår følgende: "Det skal bemærkes, at Skrift 27 er begrænset til at definere god praksis i forbindelse med stuvningsberegninger i byområder under regn. For andre anvendelser, herunder beregninger af aflastningsmængder og -hyppigheder, gælder anbefalingerne fra tidligere skrifter fortsat. Det indebærer blandt andet, at beregninger af miljøbelastninger generelt udføres uden usikkerhedstillæg." Af Spildevandskomiteens Skrift 29 fremgår endvidere, at klimafaktoren for en gentagelsesperiode på 10 år fastsættes til 1,3, mens det af Spildevandskomiteens Skrift 27 fremgår, at funktionskravene til afløbssystemet i form af en kombination af veldefinerede kritiske koter og en mindste gentagelsesperiode for opstuvning til dette niveau skal gælde overalt i afløbssystemet. Det er nævnets opfattelse, at Spildevandskommissionens skrift 29 kan anvendes på bassiner, der indgår i et afløbssystem, som sikrer mod opstuvninger. Da Greve Kommunes anvendelse af en klimafaktor på 1,3 er i overensstemmelse med retningslinjerne angivet i Spildevandskomiteens skrift 29 samt Greve Kommunes spildevandsplan 2004-2008 finder nævnet derfor ikke anledning til at tilsidesætte Greve Kommunes vurdering af, at fastsættelse af bassinvolumener kan ske ved en beregning, hvori der indgår en klimafaktor på 1,3.
- De i tilladelsens vilkår 1.2b og 2.2b fastsatte minimumskrav til stuvningsvolumen for bassin 3a og bassin 4a er fastsat på baggrund af bl.a. vilkår om en maksimal udledning på 4,8 l/s fra bassin 3a og 2,9 l/s fra bassin 4a. Det følger heraf, at en ændring af disse vilkår til en maksimal udledning på 5 l/s fra begge bassiner, jf. ovenstående bemærkninger, for begge bassiners vedkommende medfører et reduceret krav til størrelsen af stuvningsvolumen. Nævnet konstaterer dog, at bassin 3a og 4a allerede er etableret med de volumener, der er angivet i udledningstilladelsen, og finder på denne baggrund ikke anledning til at ændre i tilladelsens vilkår for bassinernes stuvningsvolumener.
- BAT
- Nævnet finder dog, at BAT for regnvandsbassiner bedst repræsenteres i de bassinløsninger, der er beskrevet i dokumentet "Faktablad om dimensionering af våde regnvandsbassiner, Aalborg Universitet, 2012". Note 3 til tilladelsens vilkår 1.2 og 2.2 ændres i overensstemmelse hermed.
- Nævnet finder i overensstemmelse med kommunen, at det er almindelig praksis, at sandfang i driftsfasen skal tømmes, når 50 % af lagervolumen er fyldt op. I forhold til anlægsfasen finder nævnet ikke grundlag for at tilsidesætte kommunens vurdering af, at tømning skal ske, når 50-75 % af lagervolumen er fyldt op. Det er nævnets opfattelse på baggrund af sandfangets kapacitet, at en sådan tømningsfrekvens sikrer, at sandfangets optimale funktion bibeholdes. Nævnet finder herefter, at det ikke er nødvendigt også at fastsætte krav om regelmæssig tømning en gang årligt. Nævnet finder dog, at der er hensyn til sikring af overholdelse af vilkår om, at sandfang i

driftsfasen skal tømmes, når 50 % af lagervolumen er fyldt op, bør stilles vilkår om at sedimentmængden i sandfang inspiceres årligt med et interval på maksimalt 12 måneder mellem hvert tilsyn.

Sag:	NMK-10-00654

Afgørelse:

- Af Vandplan 1.2, Limfjorden, fremgår følgende af retningslinje 9:

9) Hvor der er risiko for hydrauliske problemer, skal regnbetingede udledninger som udgangspunkt reduceres til 1-2 L/s pr. ha (totalt areal), svarende til naturlig afstrømning. Bassiner på såvel separate regnvandsudløb som på overløbsbygværker skal i disse situationer have en størrelse, så der som gennemsnit højst sker overløb fra bassinet hvert 5. år (n=1/5 pr. ar).

Naturstyrelsen har i forbindelse med besvarelse af 6. juli 2015 [9] af en henvendelse fra Aarhus Kommune vedrørende vandplanernes retningslinjer for udledning af overfladevand bl.a. anført:

Naturstyrelsen kan oplyse, at vandplanernes retningslinjer udelukkende er vejledende og ikke tilsidesætter tilladelsesmyndighedens konkrete vurderinger i forhold til gældende lov m.v. I retningslinje nr. 9 tages der udgangspunkt i, at regnbetingede udledninger ikke må medføre hyppigere eller større oversvømmelser af vandløbet, end hvad der ville være tilfældet ved afstrømning fra vandløbets naturlige opland. Det er derfor Naturstyrelsens overordnede generelle holdning, at udløbsflowet til hydraulisk overbelastede vandløb som udgangspunkt bør reduceres til 1-2 l/s/ha, hvilket svarer til den naturlige afstrømning.

Det er dog samtidig Naturstyrelsens opfattelse, at udledningstilladelsen for en konkret udledning i alle tilfælde skal respektere vandløbets kapacitet. Derfor vil forudsætningerne i f.eks. vandløbsregulativet for det konkrete vandløb skulle respekteres. Hvis vandløbet ikke er omfattet af et regulativ, skal tilladelsesmyndigheden ud fra en konkret faglig vurdering af vandløbets hydrauliske kapacitet fastsætte krav, der sikrer, at udledningen ikke medfører overbelastning af vandløbet. Det er således ikke afgørende, om tilladelsesmyndigheden anvender enheden l/s/ha (totalt opland) eller l/s/red. ha, idet der bør tages udgangspunkt i belastningen i l/s på vandløbet.

Nævnet forstår retningslinjen i Vandplanen samt Naturstyrelsens skrivelse af 6. juli 2015 således, at de 1-2 L/s/ha er et udgangspunkt, der skal ses i forhold til vandløbets hydrauliske kapacitet, da der af hensyn hertil kan være behov for at neddrosle en udledning yderligere.