

"Q-hvad?" – Når vandbremsen bestemmer, om bassinet er helt eller skurk!

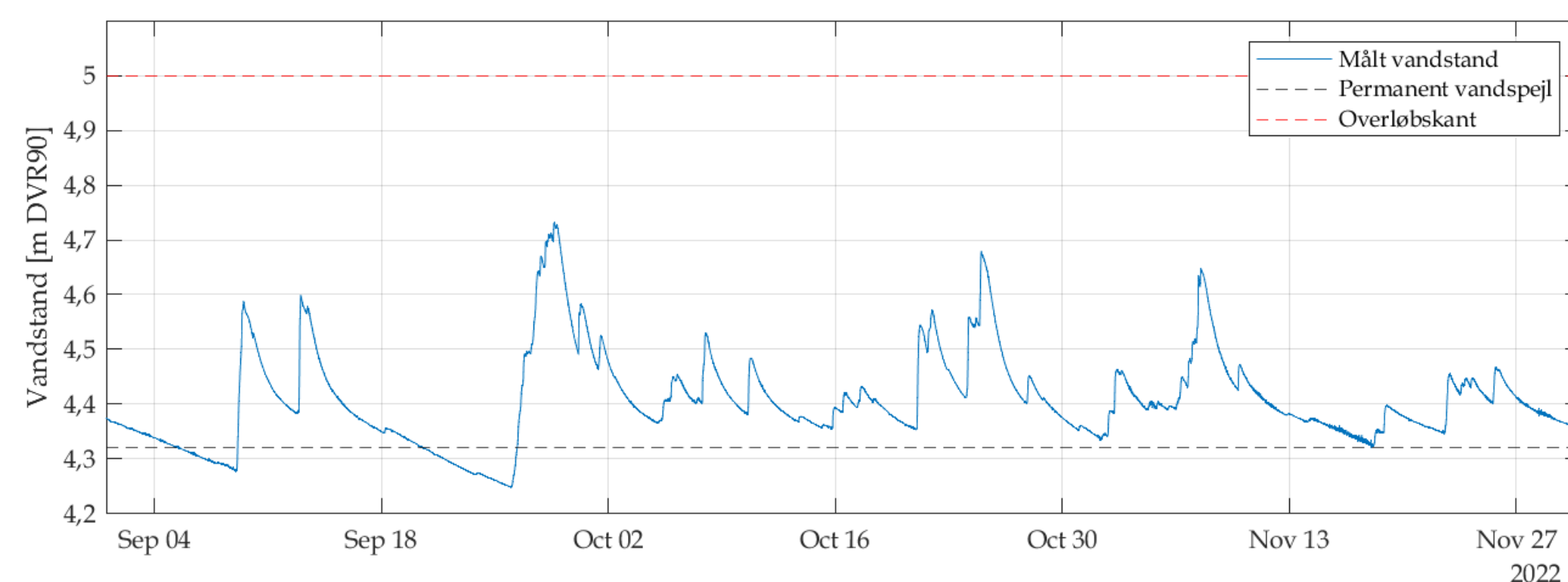
Anvendelse af vandstandsdata til analyse af regnvandsbassiners hydrauliske funktion

Esther Ritterbusch & Julie Bach

MOTIVATION

Landets forsyningsselskaber har i dag ansvaret for håndtering af overfladevand fra separatloakerede arealer. Gældende dimensioneringspraksis henviser til, at BAT siden udgivelsen af [1], er våde regnvandsbassiner, som både forsinker og i et hvis omfang renser overfladevandet. Bassinerne kræver også en udledningstilladelse, som stiller krav til beskyttelse af den naturlige recipient i form af en periode for gentagelse af nødoverløb samt en maksimal vandføring. Der stilles ikke krav til dimensionering af bassinet. Dette er op til den enkelte forsyning og vil i mange tilfælde gøres med Spildevandkomiteens Regionale Regnrækkeværktøj.

Er bassinet først idriftsat hører det til sjældenhederne, at dets hydrauliske funktion verificeres. Dette er udgangspunktet for det VUDP støttede projekt BASSinMonitorering til brug for design- og SystemEffektivisering (BAMSE), som har til hensigt at undersøge hvorvidt simple vandstandsmålinger kan bidrage til at afgøre, om eksisterende bassiner fungerer planmæssigt [2]. I tråd med BAMSE-projektet er der i dette speciale indsamlet og analyseret vandstandsmålinger fra tre våde regnvandsbassiner indenfor Aalborg Forsynings distributionsområde med henblik på, via en bassinmodel, at afgøre hvorvidt disse bassiner udnytter deres fulde kapacitet.



Figur 1: Målt vandstand i case-study bassin på Frejlev Skolevej i Frejlev.



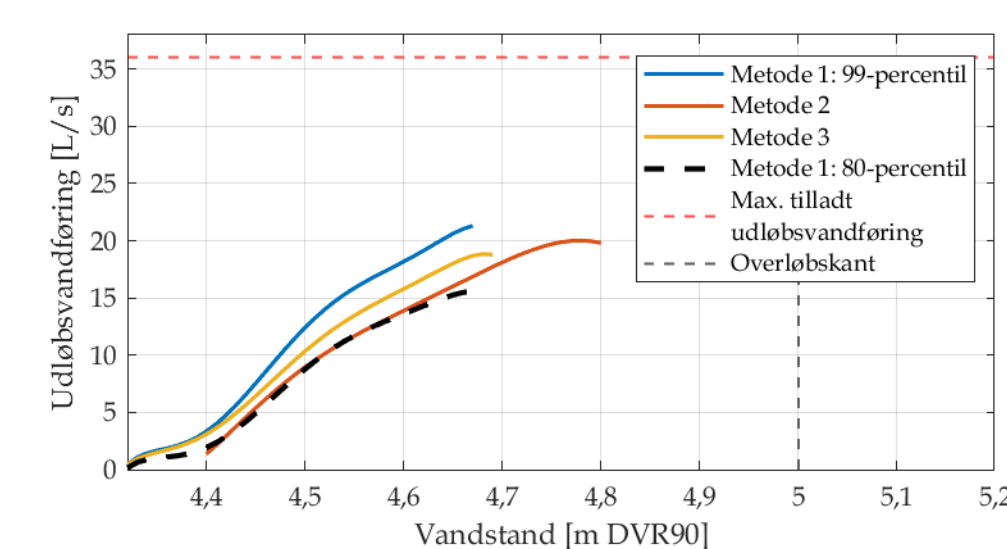
Figur 2: Egne billeder taget 23.04.2025

METODE

Arbejdet bygger på en simpel massebalance. Forskellen mellem vand ind og vand ud af bassinet er en magasinering i bassinet. Mængden af vand ud af bassinet afgøres af vandbremsen i udløbsbrønden. Dennes tilladte kapacitet bestemmes af udledningstilladelsen. Mængden af vand ind i bassinet afgøres af nedbøren i oplandet samt dets karakteristika.

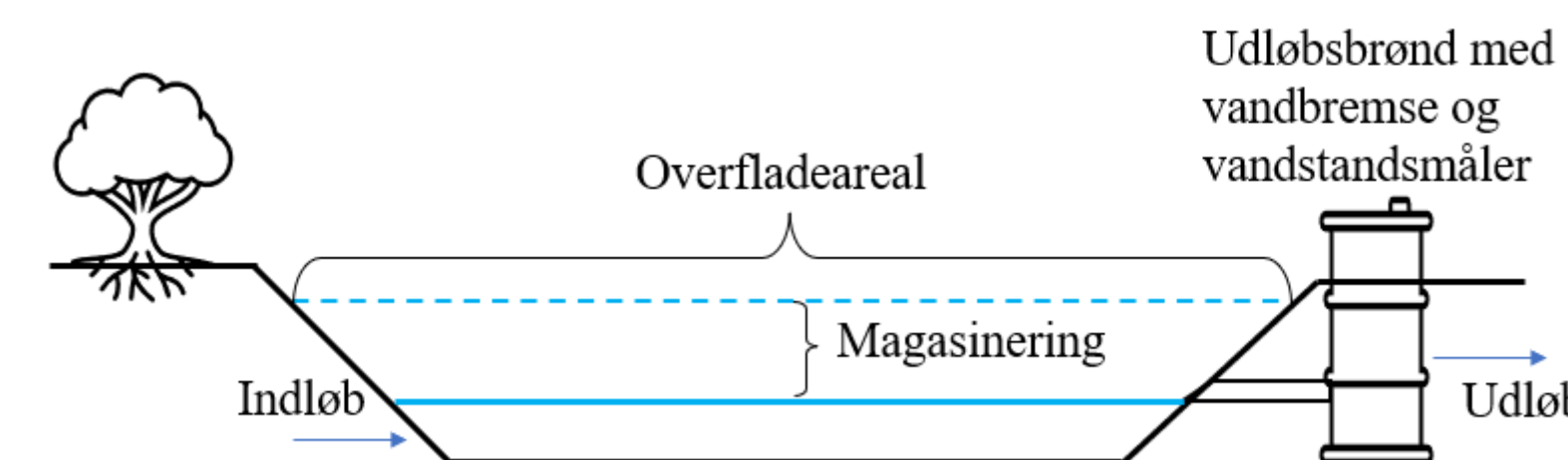
Med udgangspunkt i et vådt regnvandsbassin på Frejlev Skolevej som case-study udvikles en simpel model hvor ind- og udløbsvandføring bestemmes for efterfølgende at modellere vandstanden.

I Frejlev er der målt vandstand i en periode på godt tre år. Bassinets geometri hentes i den digitale højdemodel. Disse målinger benyttes til at afdække hvordan Q-h relationen for udløbsvandføringen bedst estimeres. Der arbejdes med tre forskellige metoder hvorefter én endelig relation bestemmes.



Figur 4: Estimerede Q-h kurver med tre metoder for vandbremsen i case-study bassin.

Modellering af vandstanden i bassinet kræver også en hydrologisk reduktionsfaktor, ϕ , og afstrømning. ϕ bestemmes som hældningen på en rainfall-runoff graf mens afstrømningen bestemmes på baggrund af tre afstrømningsmodeller med stigende grad af kompleksitet. Efter at have undersøgt en simpel bassinmodel, en simpel rørmodel og en MIKE URBAN overflade- og rørmodel afgøres det, at den simple bassinmodel med fordel kan anvendes til at modellere vandstanden i case-study bassinet. Under validering af modellen lægges der vægt på statistisk at modellere samme vandstande i stedet for korrekt dynamisk modellering hvorfor parametre som NSE og PBIAS beregnes inden vandstanden modelleres med historisk og klimafremskrevet regn. [3]

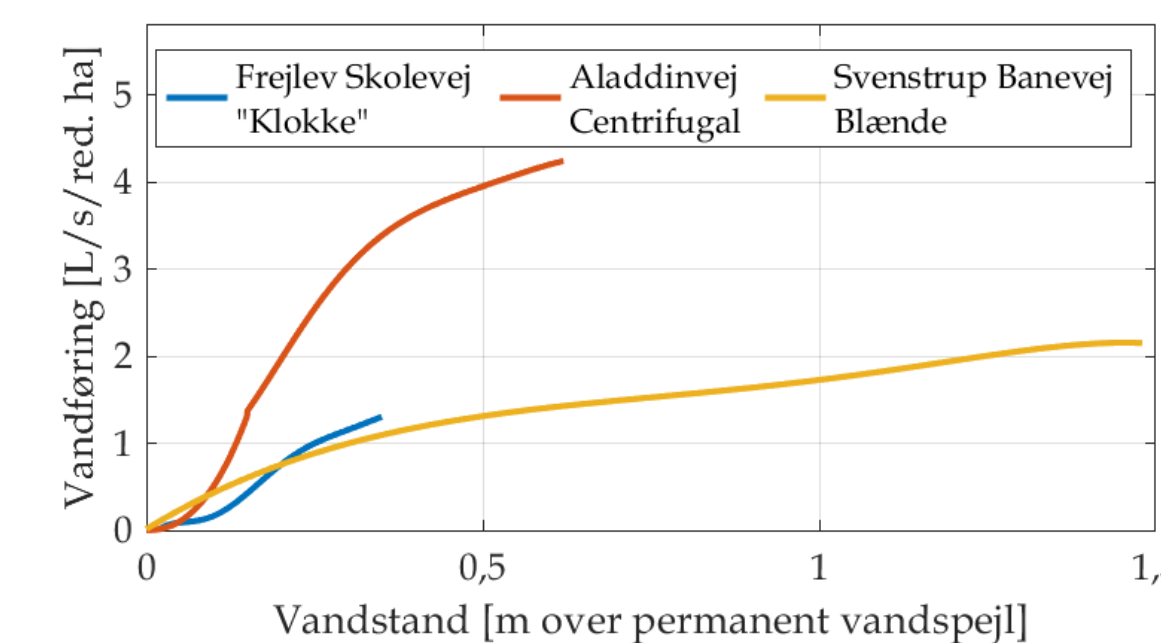


Figur 3: Konceptuel skitse af bassinets massebalance hvor forskellen mellem ind- og udløb er en magasinering i bassinet. I forbindelse med BAMSE er bassinernes vandstand målt inde i udløbsbrønden.

RESULTATER

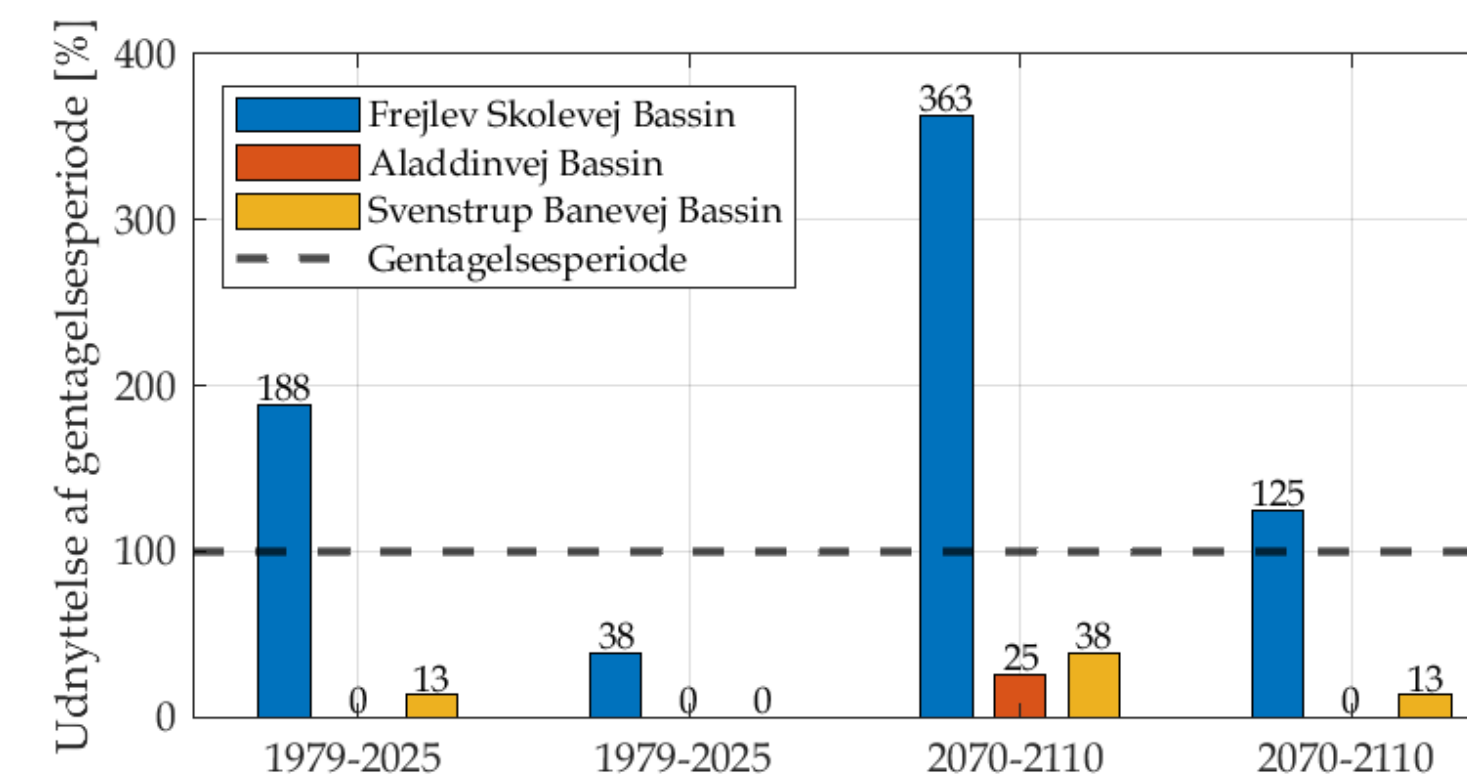
Arbejdet med vandstandsmålingerne viser vandbremsernes reelle Q-h relationer i figur 5. Bremserne leverer ikke en fast, konstant vandføring som det antages i gældende dimensioneringspraksis. Desuden ses det, at udledningstilladelser gives på forskellige grundlag, da kurverne ikke har samme forløb.

Den simple bassinmodel anvendes til at analysere bassinerne på Frejlev Skolevej, Aladdinvej og Svenstrup Banevej. Resultaterne for modellerede overløb i bassinerne er normaliseret således at 100% betyder maksimalt tilladt antal overløb jævnfør den gældende udledningstilladelse.



Figur 5: Q-h relationer for de tre bassiner, normaliseret ift. reduceret areal.

Hver tidsperiode er modelleret med den til bassinet hørende empirisk bestemte Q-h relation og med en tænkt fuldt udnyttet udlednings-tilladelse, FUU, hvor udløbsvandføring er konstant – som i Regnrækkeværktøjet. Resultaterne illustreret i figur 6 viser, at Frejlev Skolevej Bassin er underdimensioneret med den installerede vandbremse, og vil have 3,5 gange så mange overløb end der er tilladt i år 2070-2110. Er FUU derimod en mulighed, vil bassinet udnytte sin kapacitet acceptabelt. Derimod er både Aladdinvej- og Svenstrup Banevej Bassin overdimensionerede selv med anvendelse af en reel Q-h relation.



Figur 6: Resultater for udnyttelse af gentagelsesperioden for de tre undersøgte bassiner. Q-h er resultater modelleret med den empirisk bestemte Q-h kurve, og FUU modelleret med en tænkt fuldt udnyttet udledningstilladelse.

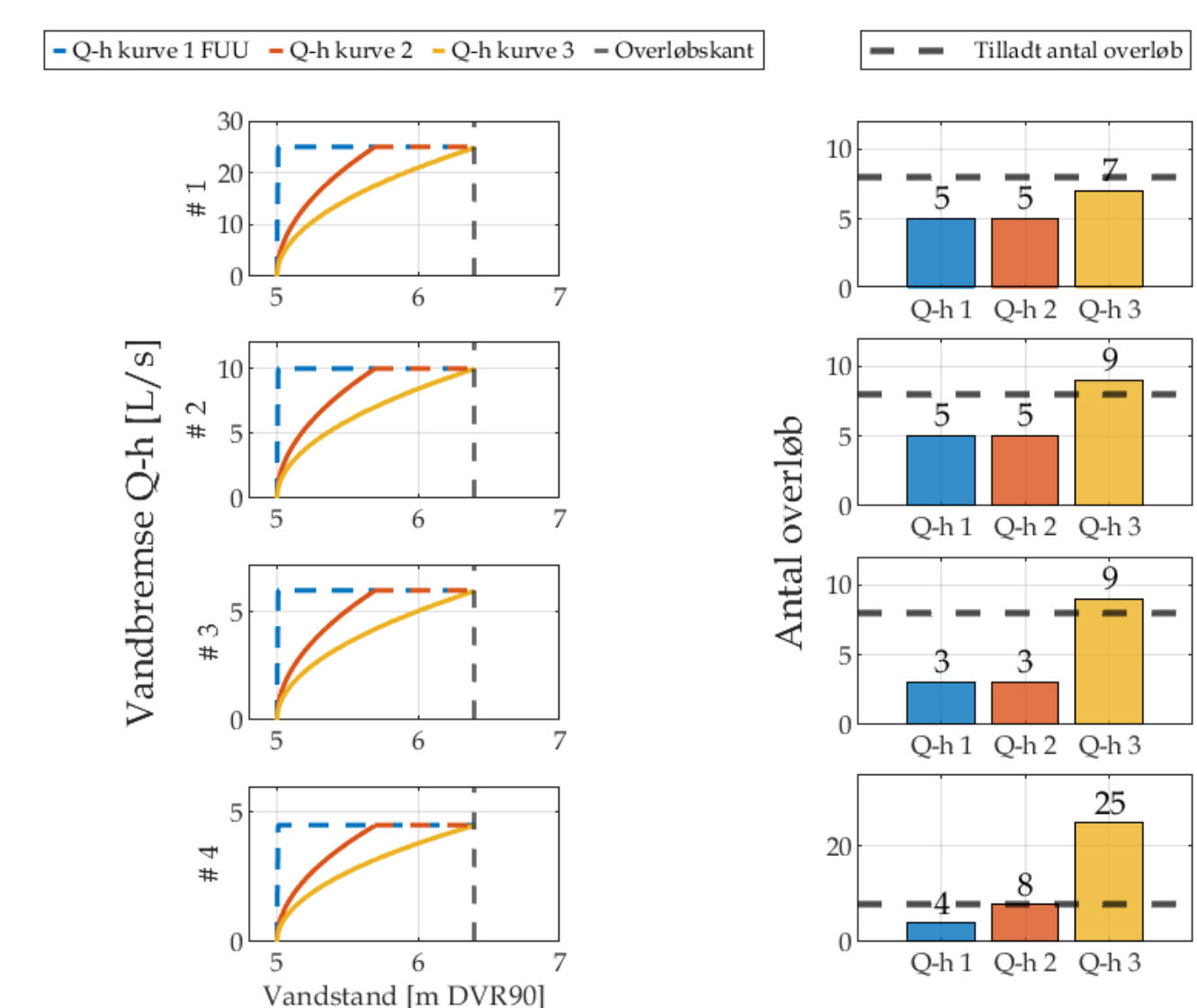
I fremtidige klimaforhold, og med bibeholdelse af de respektive installerede vandbremsere, kan Aladdinvej Bassin tilkobles yderligere 20-30% større befæstet areal og Svenstrup Banevej Bassin kan tilkobles yderligere 15% større befæstet areal.

Resultaterne fra de tre bassiner er ikke entydige, hvorfor en analyse af det Regionale Regnrækkeværktøj er udført. Der er modelleret antal overløb med simpel bassinmodel for fire fiktive regnvandsbassiner, med tre forskellige udformninger af Q-h kurven for udløbsvandføringen.

Analysen viser, at det Regionale Regnrækkeværktøj overdimensionerer regnvandsbassiner, når der anvendes en FUU Q-h relation (blå stiplet) jævnfør figur 7. Modelleres der med en mere virkelighedsnær Q-h relation (gul linje), vil værktøjet ved de høje afløbstal udjævne overdimensioneringen. Modelleres med lavt afløbstal og virkelighedsnær Q-h relation, bassin #4, bliver regnvandsbassinet i stedet underdimensioneret.

Tabel 1: Inputdata til Regionale Regnrækkeværktøj til fiktive bassiner.

#	$A_{b,f}$ [m ²]	ϕ [-]	T [år]	Operational faktor [-]	Kap. [L/s]	a [L/s/red.ha]	V [m ³]
1	15	0,6	5	1,3	25	2,8	4.596
2	15	0,6	5	1,3	10	1,1	6.362
3	15	0,6	5	1,3	6	0,7	7.617
4	15	0,6	5	1,3	4,5	0,5	8.428



Figur 7: Modellerede overløb med volumen output fra Regionale Regnrækkeværktøj. Beregninger er udført med tre forskellige Q-h relationer.

KONKLUSION

- Vandstandsmålinger kan anvendes som driftsovervågning og kan belyse hvorvidt regnvandsbassinet fungerer som projekteret og udført, herunder om bassinet er påvirket af ind- og udsivning eller det omkringliggende grundvandsspejl.
- Vandstandsmålinger kan benyttes til at estimere vandbremsers Q-h relation. Det konkluderes, at disse ikke leverer vand med fast vandføring og ofte leverer mindre end tilladt af den gældende udledningstilladelse.
- Frejlev Skolevej Bassin er, med henblik på fremtiden, underdimensioneret med den reelle vandbremse om end det er korrekt dimensioneret med en fuldt udnyttet udledningstilladelse.
- Svenstrup Banevej og Aladdinvej Bassin er overdimensionerede, med henblik på fremtiden, både med den reelle vandbremse og med fuldt udnyttet udledningstilladelse.
- Gældende dimensioneringspraksis for regnvandsbassiner er mangelfuld idet der ikke tages hensyn til reelle Q-h relationer og dynamisk klimaregn.

Referencer

- [1] Vollertsen, J., Hvitved-Jacobsen, T. og Nielsen, A. H., 2012. Faktablad om dimensionering af våde regnvandsbassiner, https://separatvand.dk/download/Faktablad_V%C3%A5de%20bassiner_3.pdf
- [2] VUDP, 2025. BAMSE – Bassinmonitorering til brug for design- og systemeffektivisering, <https://vudp.dk/projekter/bamse.aspx>
- [3] Thorndahl, S. og Andersen, C. B., (2021). Climaacs: A method for stochastic generation of continuous climate projected point rainfall for urban drainage design. Journal of Hydrology, 602:126776