Byer i Vandbalance notat 1

Notat om transport af vand på veje

Byer i Vandbalance

Indhold

Forord 3
Indledning 4
Afblænding af nedløbsbrønde 4
Kantstensopretning 4
Passage af lunker 6
Krydsning af veje med Irish Crossing 7
Erfaringer med Irish Crossing, baseret på Byer i Vandbalanceprojektet 9
Økonomi 11

Forord

Formålet med dette notat er at indsamle erfaringer om transport af vand på veje i forbindelse med afkobling af to veje i Vanløse, København i regi af innovationskonsortiet Byer i Vandbalances aktiviteter fra 2011 til 2014.

I forbindelse med innovationskonsortiet Byer i Vandbalance er der udgivet følgende notater:

Notat 1: Transport af vand på veje
Notat 2: Dobbeltporøst filter i København og Århus – anlæg og instrumentering
Notat 3: Anlæg af vejbede –erfaringer fra vejbede i Brøndby og København
Notat 4: Geologisk variation og LAR
Notat 5: Vurdering af regnafstrømningens kvalitet før og efter rensning
Notat 6: Renseeffektivitet af filterjord – danske erfaringer
Notat 7: Rensning af regnafstrømning med dobbeltporøs filtrering
Notat 8: Beplantning og drift af vejbede
Notat 9: Stormwater infiltration in Beder
Notat 10: Erfaringsopsamling på LAR-projekter udviklet under Byer i Vandbalance 2011-2014

Byer i Vandbalances ledelsesgruppe består af:

Ulrik Hindsberger, Teknologisk Institut
Ida Marie Knudsen, Teknologisk Institut
Marina Bergen Jensen, KU-Science
Peter Engelund Holm, KU-Science

Deltagende parter i Byer i Vandbalance:

HOFOR
Aarhus Vand
Vandcenter Syd
Spildevandscenter Avedøre
Københavns Kommune
Århus Kommune
Odense Kommune
Per Aarsleff A/S
Wavin
Orbicon
Københavns Universitet (KU)
Danmarks Tekniske Universitet (DTU)
Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser (GEUS)
Teknologisk Institut (TI)
DHI

Notatet er udarbejdet af Marina Bergen Jensen, Københavns Universitet og Ulrik Hindsberger, Rørcentret, Teknologisk Institut.

Maj 2015

Indledning

Når en by skal tilpasses til voldsommere nedbør, er afkobling en god måde at skabe mere plads i kloakken på. Her er det oplagt at fokusere på afkobling af vejnettet. Dels udgør vejarealet typisk fra 1/3-del til halvdelen af en bys samlede befæstede areal, dels har vejene en enklere ejerstruktur, i form af kommunale veje eller private fællesveje. I dette notat beskrives hvordan veje kan afkobles fra kloakken, hvis vejen har fald mod et passende areal, hvor regnafstrømningen kan håndteres. Notatet er baseret på erfaringer fra Innovationskonsortiet Byer i Vandabalance.

Veje, der har et fald mod eksempelvis grønne områder, større pladser, eller restarealer kan afkobles fra kloakken og regnvandet i stedet håndteres lokalt. For at det kan lade sig gøre skal vejene have et fald på mindst 0,3 %, og det tilstødende areal skal kunne håndtere vandet, enten via nedsivning eller via langsom udledning, eller en kombination hvor noget vand nedsives og andet blot forsinkes. Udledning kan foregå til kloak eller vandløb. I regi af innovationskonsortiet Byer i Vandbalance er to veje i Vanløse-bydelen i København, nemlig Harboørevej samt et stykke af Krogebjerg, i alt 0,4 ha, forsøgsvis afkoblet fra fælleskloakken, og regnafstrømning udledes nu til Harrestrup Å med højst 0,4 L/s efter rensning i et dobbeltporøst filter (læs om vandkvalitet i Byer i Vandbalance notat 5). De to veje repræsenterer i alt 5 ha vej, som kan kobles på samme grønne løsning.

Teknisk går det ud på at afblænde nedløbsbrønde, sikre tilstrækkelig kapacitet til transport af vandet på vejen, finde metoder til at overkomme lunker og krydsende veje.

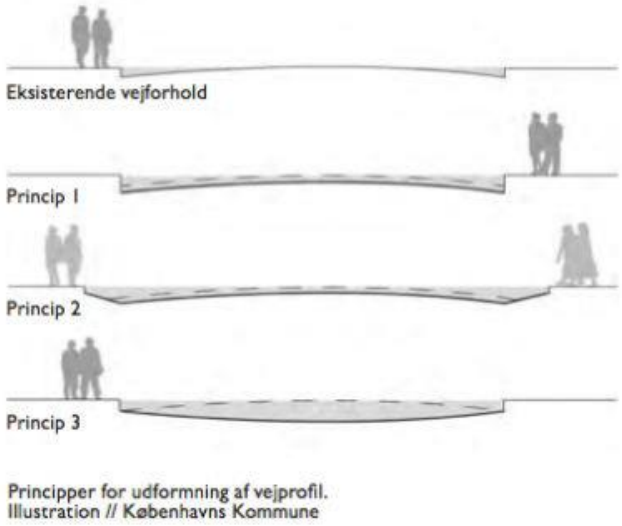
Afblænding af nedløbsbrønde

Regnafstrømningen forhindres i at løbe i kloakken ved at blænde vejens nedløbsbrønde af. Der kan skelnes mellem permanent og midlertidig afblænding. Ved permanent afblænding lægges asfalt henover risten, og man rottesikrer ind mod hovedledningen med en strømpeforing, enten punktvis ud for hver brønd, eller ved at strømpefore hele røret og dermed nedlægge alle nedløbsbrønde samtidig. Normalt er man i et fælleskloakeret område og strømpeforing af hele røret kræver derfor en efterfølgende opskæring ind til spildevandsinstallationen i husene. Ved en midlertidig afblænding, hvilket er tilfældet i Byer i Vandbalance-projektet, er der først lagt en grusfyldt sæk i nedløbsbrønden som rottesikring, og derefter er en stålplade lagt henover risten (Figur 1). Det kan være relevant at lave en midlertidig afblænding i forsøgssammenhæng, eller hvis man på anden måde er usikker på løsningens levetid.

Figur 1: Midlertidig afblænding af nedløbsbrønd i vej. Projekt i Gentofte i 2010. Foto: Teknologisk Institut.

Kantstensopretning

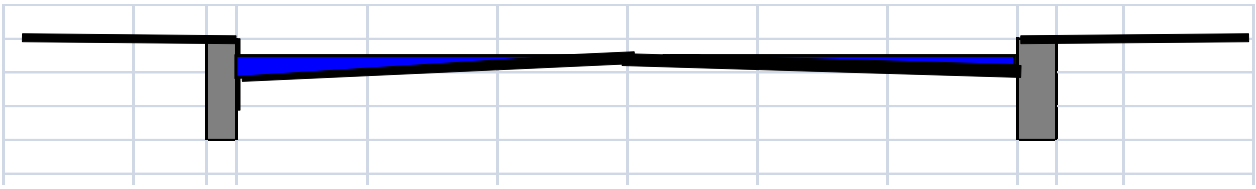
Veje i Danmark er normalt anlagt med en vis pilhøjde på midten og fald mod begge sider. I villakvarterer er der typisk et fortov, adskilt fra vejen med en kantsten. Det enkleste er derfor at føre vandet langs kantsten. Denne mulighed samt to andre er illustreret i figur 2.



Figur 2: Principper for udformning af vejprofiler til transport af vand på veje. Illustration udarbejdet af Københavns Kommune. I Byer i Vandbalance afprøves princip I.

Ved transport af vandet langs kantstenen skal det sikres at kapaciteten er tilstrækkelig. Hvis lysningen (tværsnitsarealet) mellem kantsten og kørebane ikke er stor nok må kantstenen gøres højere, eller der må skabes en fordybning i vejen foran kantstenen, eller begge dele. Jo længere vejen er desto mere vand vil der akkumuleres ved enden af vejen (Figur 3).

For en vej på 500 m længde, med en bredde på 5 m og med et fald på 0,5 % vil transport af en 10 års regn kræve lysninger, der kan transportere ca. 30 l/s begge sider af vejen,



Figur 3: Transportkapacitet. Ved transport af regnafstrømning på vej langs kantsten skal lysningen, dvs. tværsnitsarealet mellem kantstenen og vejen (markeret med blåt) være tilstrækkeligt. Det er vigtigt at kantstenen er tæt, ellers kan den ekstra vandmængde føre til at fuger udvaskes og vandet kan forårsage utilsigtede skader. Dette sikres ved at kantstenen har en tilstrækkelig tæt bagstopning, hvilket skal kontrolleres, hvis det ikke er en ny kantsten der etableres.

I Byer i Vandbalance-projektet blev kantsten rettet op for at sikre tilstrækkelig lysning. For enden af den ca. 260 m lange Harboørevej, der har et gennemsnitligt fald på 0,3 %, er kantstenshøjden op til 15 cm (Figur 4).

Grundejerforeningen betalte kantstensopretningen i 2011, se også afsnittet om økonomi.

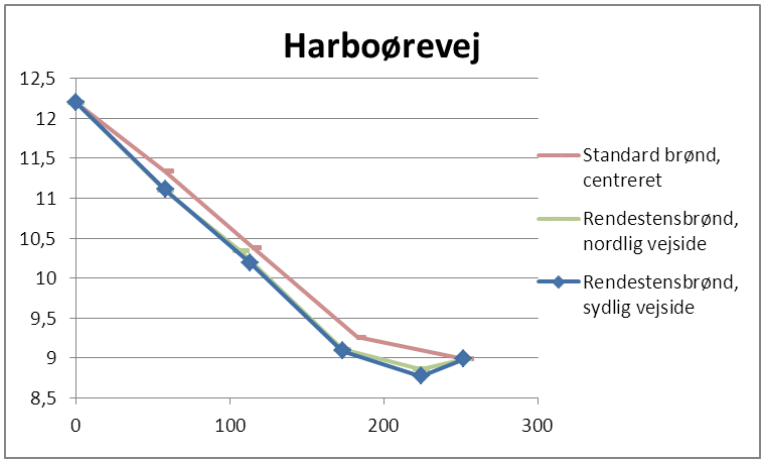
Figur 4: Kantstensopretning på Harboørevej i 2011. Foto: Grundejerforeningen.

Passage af lunker

Selv om vejen har et overordnet fint fald, kan der være lokale lunker, hvor vandet samles, og ikke kan komme videre. I regi af Byer i Vandbalanceprojektet blev der brainstormet på muligheder for at passere lunker:

1. Hvis der er tale om en mindre lunke, der ikke forhindrer den samlede afstrømning af vandet, men blot betyder at der står en vandpyt på vejen efter regn, kan dette i nogle tilfælde oprettes med asfalt eller vandafledes lokalt til et lavereliggende punkt, evt. i en privat forhave via regnbed eller faskine. Nedsivning kræver tilladelse fra Miljømyndighederne.
2. Nedsives via lille vejbed placeret i lunken. Nedsivning kræver tilladelse fra Miljømyndighederne.
3. Efter lunken graves en rende langs med kantstenen. Renden skal være dyb nok til at lunken tømmes, og løbe så langt at vandet kommer ud af lunken og kan strømme videre af sig selv. Renden må enten fyldes op med skærver, eller der må lægges en rist over for sikkerheden.
4. Alternativ føring, f.eks. langs skel mellem private have, hvorved vandet løber i terræn men via alternativ rute til håndteringsområdet. Kræver dog at der indgås en række aftaler med private grundejer, hvorved afkoblingen kompliceres.
5. Lunken kan afvandes via et rør, der udmunder så snart der igen er fald.

I Byer i Vandbalance var der en lunke på den ene afkoblede gade, der blev håndteret via løsning 5. Løsning 3, med transport i dyb rende blev kraftigt overvejet ud fra ambitionen om at holde vandet synligt, men blev opgivet i forsøgssammenhæng, da der var usikkerhed om hvorvidt en skærvefyldt rende ville stoppe til. På figur 5 ses et længdeprofil af Harboøreveje, som har en del hældning i begyndelsen, men flader ud mod krydset ved Krogebjerg.



Figur 5: Længdeprofil af Harboørevej. Bemærk at vejen flader ud ved krydset mod Krogebjerg, hvor der er etableret en Irish Crossing.

Krydsning af veje med Irish Crossing

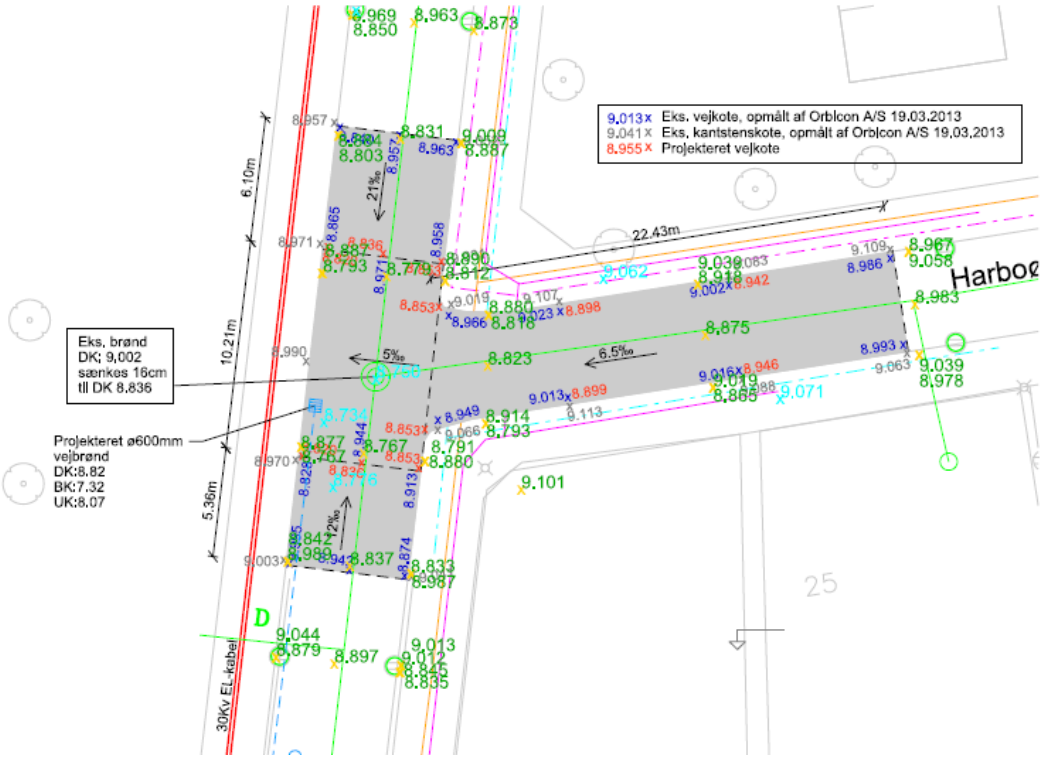
Når en afkoblet vej krydser en anden vej skal der tages særlige forholdsregler både for at styre vandet sikkert over den tværgående vej, og for at undgå farlige situationer trafikalt. I Byer i Vandbalance-projektet tilstræbtes som nævnt en synlig håndtering af vandet, og for at finde alternativer til underjordisk rørføring blev vejfolkene i Københavns Kommune konsulteret. Her kom man i tanke om en metode, der går under betegnelsen Irish Crossing, hvor vandet føres i en bred strøm over den tværgående vej via en bred fordybning. Denne løsning skal være udbredt i Irland hvor mange små vandløb skal krydse veje. Hvis Irish Crossing benyttes i en bymæssig sammenhæng, skal det sikres at vandet kan føres sikkert videre på den anden side af krydsningen, enten ved at fortsætte sit løb langs en kantsten, eller ved at ledes til nedsivningsareal eller udledningspunkt. Hvordan dette kan gøres er vist i Figur 6.

Figur 6: Fortsættelse af vandføring efter fordybning i vej. Fotoet stammer fra internettet og hvorvidt der er tale om et T-kryds, eller blot en afvanding af en vej via en fordybning vides ikke, men det ses tydeligt hvordan vandet fanges fra vejen og ledes via en rende ind i den tilstødende park. Fordybningen er udført i et andet materiale end resten af vejen, hvilket kan have en god signalvirkning over for bilister.

I Byer i Vandbalance-projektet blev det besluttet at udføre Harboørevejs krydsning af Krogebjerg med en Irish Crossing. Krogebjergs normale vejprofil blev sænket over et bredt stykke, så vandet nu ledes på tværs af vejen og derfra ind mod Krogebjergparken (Figur 7).

Figur 7: Irish Crossing på Krogebjerg udført i regi af Byer i Vandbalance. Til venstre under regn, set fra Krogebjerg med Harboørevej til venstre i billedet. Til højre efter regn, set fra Krogebjergparken mod Harboørevej. Under regn strømmer vandet fra Harboørevej ud på Krogebjerg, hvor det fanges i en lokal vejbrønd (ø600, ses først for i foto til højre) og føres via et underjordisk rør til grøften langs Harrestrup Å, hvor det renses før udledning. På grund af fredningsbestemmelserne omkring Krogebjergparken blev det opgivet at søge tilladelse til at få vandet til at løbe synligt i en rende gennem parken. Irish Crossing'en er udført i asfalt, og over et bredt stykke, sådan at man som bilist kan nå at få begge hjulsæt ned før man kører op igen. De høje kantsten fra Harboørevej er sænket ved mødet med Irish Crossing'en for at gøre det lettere for gående og kørestolsbrugere at benytte fortovet. Foto: marts 2014, Teknologisk Institut, Rørcentret.

I Figur 8 er der vist en arbejdstegning for udførelse af Irish crossing.



Figur 8. Arbejdstegning for Irish Crossing ved krydset Harboørevej/Krogebjerg inden anlæg, som er udarbejdet af Orbicon.

Erfaringer med Irish Crossing, baseret på Byer i Vandbalanceprojektet

- En ret stor del af vejkassen under Krogebjerg skulle udskiftes, da der flere steder skulle skrabes op til 16 cm af asfalten for at etablere det nødvendige fald på tværs af vejen. Irish Crossing skal have et fald på minimum 5 ‰ og helst 10 ‰.
- Jo større strækninger der afkobles opstrøms for Irish Crossing des mere vand skal passere på tværs af vejen. I Byer i Vandbalance blev det besluttet at bevare to vejbrønde på Harboørevej inden Irish Crossing til at afvande ved mindre regn. Det blev gjort fordi der er en sidevej til Harboørevej (Nordbyvej), som hører til samme grundejerforening. Hvis ikke vejbrøndene var blevet bevaret skulle der være etableret en løsning for at vandet kunne passere sidevejen (Nordbyvej. De to vejbrønde ligger opstrøms for krydset med sidevejen. Eventuelle vejbrønde kan både være eksisterende eller nye brønde.
- Til brug for myndighedsbehandlingen i Københavns Kommune blev der udarbejdet detaljerede tegninger af Irish Crossing i plan og snit (Figur 8), samt en detaljeret højdekurveplan med 5 cm kurver.
- Asfalten blev lagt så vandet samler sig i en bred svagt dybere rende (anes på Figur 7) for at vandet styres så sikkert som muligt over Krogebjerg, og først ved større regn benytter et bredere areal.
- Skiltning er vigtig af hensyn til trafikal sikkerhed. Skiltningen skal godkendes af både myndighed og politi. Vejmyndighederne i Københavns Kommune anbefalede hvilken type skiltning, der skulle bruges (Figur 9). I projektet er der placeret skilte de tre sider i T-krydset, hvor bilister kan komme fra. Skiltene gør opmærksom på at der kan forekomme vand på vejen.
- For cyklister virker en vandfyldt Irish Crossing som en stor vandpyt, som man må acceptere at køre igennem. Se foto i Figur 10.

Figur 9: Skiltning på Harboørevej før Irish Crossing med teksten: Risiko for vand på vejen. Skiltningen er godkendt af politi og Københavns Kommune.

Figur 10: Cyklister krydser Irish Crossing under regn. Foto: Orbicon.

Økonomi

Priserne i dette afsnit er baseret på, hvis anlægget skulle etableres påny dvs. de fleste udviklingsomkostninger er blevet taget ud. Priserne er bedste skøn.

Kantstensopretning

En billig kantstensopretning, som kun omfatter kantstensopretningen dvs. uden at nedenstående betragtninger tages i regning, vil kunne udføres for ca. **300 kr./meter**, svarende til ca. 160.000,- for 260 meter villavej.

Udfordringen er imidlertid ofte, at når kantstenen bliver hævet, skal fortovet også hæves, hvorved der bliver en bagkantsproblematik, som gør at bl.a. indkørsler skal lægges om og der kan blive højdeforskel mellem fortovsfliser og grundene, som kan kræve en udligning. Disse arbejder er ofte langt dyrere end selve kantstensopretningen, hvorved kantstensopretningen hurtigt kan løbe op i **1000-1500 kr./meter**.

Irish Crossing

Etablering af en Irish Crossing svarende til krydset Harboørevej/Krogebjerg skønnes at have nedenstående omkostninger, som ikke omfatter kantstensopretning på Harboørevej, men kun i selve Irish Crossing:

1.	Etablering af byggeplads, afspærring, projektledelse mv.:	50.000,- Kr.	
2.	Afblænding af nedløbsbrønde på Harboørevej, i alt 8 stk.:	20.000,- Kr.	
3.	Opbygning af ny vejkasse på ca. 50 cm iht. vejregler:		150.000,- Kr.
4.	Afløbsarbejder inkl. brønde rør, samlinger mv.	30.000,- Kr.	
5.	Udlægning af asfalt med koter som på tegning:	100.000,- Kr.	
6.	Opretning af kantsten inkl. nedsænkede hjørner:	30.000,- Kr.	
7.	Skilte og andet inventar		20.000,- Kr.
8.	I alt (alle priser er excl. moms):	400.000,- Kr.	

Prisernerne er excl. eventuel opmåling, projektering og tilsyn, som vurderes at være yderligere 10-20 %

Alternativ som overvejes mange steder vil være , at punkt 1 og 2 udføres som ovenfor, men i stedet udføres afvanding med 2 stk. liniedræn, som føres på tværs af Krogebjerg:

- Pris i alt for punkt 1 og 2 som ovenfor og udførelse af liniedræn: 90.000,- Kr.