

ÖPPEN DAGVATTENLÖSNING MED SVACKDIKEN FÖR NORRA BORSTAHUSEN MODELLERAT MED MIKE SHE

Sustainable urban drainage using swales in Norra Borstahusen, a study made in MIKE SHE

av EMBLA J. MYRDAL¹ och ERICA STERNSÉN²

¹ Vintergatan 7C, 224 57 Lund

e-post: EmblaJM@gmail.com

² Hantverksgränd 2, 432 43 Varberg

e-post: erica.sternsen@gmail.com



Abstract

In the city of Landskrona the residential area Norra Borstahusen will be constructed. There is an interest to investigate the possibility of sustainable urban drainage for the area. The aim of this paper is to investigate if it is possible to use swales to avert water from roads and houses during extreme rain events. This has been done by using an existing hydrological model of the area created by DHI Sweden AB in the program MIKE SHE. Swales were placed next to roads and on properties in the model to avert water. The swales by the roads were connected as a system to lead water towards the recipient. In the present paper only swales were investigated and therefore this could be a one-sided solution. It is therefore recommended to use other types of sustainable urban drainage in combination with swales to create a more complete system.

Key words – Sustainable urban drainage, swale, hydrological modelling, MIKE SHE, DHI, Norra Borstahusen, 10-year rainfall, 100-year rainfall

Sammanfattning

I Landskrona ska bostadsområdet Norra Borstahusen byggas och Landskrona Stad är intresserade av att undersöka möjligheten till en öppen dagvattenlösning i området. Syftet med artikeln är att undersöka om det är möjligt att ha ett öppet dagvattensystem bestående av svackdiken för att avleda vatten från vägar och fastigheter vid extremregn. För att göra detta har en befintlig hydrologisk modell i MIKE SHE använts, vilken är skapad av DHI. Svackdiken placerades i modellen invid vägar men även på tomtmark. Svackdiken vid vägar skapades som ett system för att avleda vatten till recipienten. Resultaten visar att svackdiken kan avleda vatten ifrån vägar och fastigheter men i vissa fall krävs en ändrad höjdsättning för att undvika vatten stående mot byggnader. I artikeln användes endast svackdiken som lösning vilket kan bli en ensidig lösning. Det rekommenderas därför att använda andra typer av lösningar i kombination med svackdiken för att skapa en mer allsidig lösning.

Bakgrund

Landskrona ligger i västra Skåne vid Öresunds kust. Det finns ett stort intresse för strandnära tomter i regionen så Landskrona Stad har därför beslutat att bygga bostadsområdet Norra Borstahusen norr om stadskärnan. Det nya bostadsområdet kommer att byggas ut med ca 1000 nya bostäder och det finns intresse för en öppen dagvattenhantering i de nya kvarteren. (Landskrona Stad,

2013) Norra Borstahusen ligger vid kusten och genom området rinner Säbybäcken. Säbybäcken är idag delvis kulverterad men kommer att öppnas upp vid bygget av bostadsområdet. Översiktsplanen för det framtida kvarteret visas i Figur 1.

En tidigare studie av området är gjord av DHI. En hydrologisk modell har skapats för området i programvaran MIKE SHE och använts till att utreda översvämningssrisker (extrema regn och stigande hav) och grund-



Figur 1. Översiktsplan över Norra Borstahusens bostadsområde. Undersökningsområdet för examensarbetet är markerat innanför svart markering (Landskrona Stad, 2013).

vattennivåer för området till följd av förväntade klimatförändringar och förändrade avrinningsförhållanden vid den planerade nyexploateringen (DHI, 2012). Både en traditionell och öppen dagvattenlösning har studerats, dock har effekter av specifika lösningar inte modellerats.

MIKE SHE är ett program som simulerar de landbaserade huvudprocesserna av den hydrologiska cykeln så som nederbörd, infiltration, avdunstning, flöde på markytan och i den omättade samt mättade zonen. Området Norra Borstahusen har höga grundvattennivåer, ligger vid havet och en bäck rinner igenom området. Därför anses det lämpligt att använda en programvara som kan beskriva interaktionen och utbytet mellan olika vattenflöden (på markytan, i den omättade och mättade zonen) för att undersöka ett öppet dagvattensystem.

De huvudsakliga målen med studien har varit att utreda effekterna av svackdiken som öppen dagvattenlösning med befintlig hydrologisk modell för området och att optimera placering av svackdiken för att undvika översvämning av bostäder och vägar i samband med regn med återkomsttid på 10 och 100 år. Denna artikel är en sammanfattning av examensarbetet *Öppet dagvattensystem för Norra Borstahusen* (Myrdal & Sternsén, 2013). Examensarbetet gjordes i samarbete med DHI och Institutionen för Teknisk Vattenresurslära vid Lunds Tekniska Högskola.

Metod

Svackdiken

Svackdiken är en variant av öppen dagvattenhantering. Öppen dagvattenhantering syftar till att avleda dagvatten genom öppna system så som dammar och diken i

stadsmiljön för att vattenflöden från nederbörd utjämnas och fördröjs. På detta vis efterliknas naturens egna sätt att omhänderta vatten (Bonn, 2000; Svenskt Vatten, 2011).

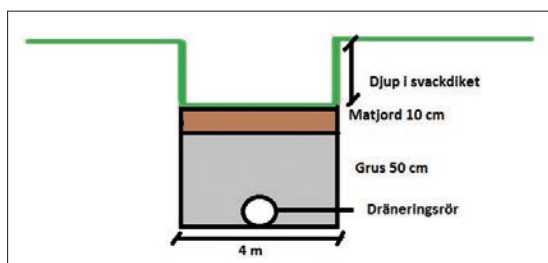
Ett svackdike är till skillnad från ett vanligt dike flackare med svagt sluttande slänter och relativt större dikesbotten. Diket är konstruerat för att leda bort och infiltrera det vatten som når diket och de flacka slänterna minskar risken för erosion av dikets kanter (Bäckström, 2002; Clar, 2004; Djerv, 2010). Svackdiken placeras vanligen i en gräsmatta i anslutning till en hårdgjord yta, exempelvis väg, och har svag lutning i flödesriktningen (Vägverket, 2003).

Modellbeskrivning

Modellen består av ett 1,1 km² stort område med cellstorlek fyra gånger fyra meter. Svackdikena i modellen är därför fyra meter breda men djupet kan varieras. Djupet sätts till mellan 30–50 cm beroende på lutning och avledningsbehov. Svackdikets utformning i MIKE SHE-modellen visas i Figur 2.

Den geologiska beskrivningen (jordlagerföljden) i den ursprungliga modellen har ändrats längs svackdikenas sträckning. Detta för att beskriva den förbättrade infiltrationsförmågan och dränerande funktionen i svackdiken (Myrdal & Sternsén, 2013). Botten består av 10 cm matjord följt av ett 50 cm tjockt gruslager och ett dräneringsrör, se figur 2. Dräneringsröret i modellen representeras av en dräneringsfunktion som blir aktiverad då grundvattennivån når upp till nivån för röret.

Svackdiken bör luta 0,5–2 % i flödesriktningen. Vid lägre lutning risker vatten att ligga kvar i dikesbotten och vid högre lutning riskerar höga flödes hastigheter att



Figur 2. Illustration av svackdike i genomskärning i modellen.

erodera dikesbotten (Svenskt Vatten, 2011). I undersökningsområdet är en låg lutning vanligt förekommande och därför har detta kompenseras för på flera platser genom att sänka svackdikets lägre ände i modellen. Alla svackdiken i modellen ligger innanför det rekommenderade intervallet.

Svackdikena har placerats så att de följer vägbanorna i modellområdet. Svackdiken inkluderas i modellen som ett sammanlänkat system och avleder vatten mot Säbybäcken eller havet. När svackdiken korsar en väg i modellen skapas en sänka i vägbanan för att illustrera den verkliga transporten av vatten genom exempelvis en vägtrumma. Avleds inte vattnet blir det stående i diket till dess att det har infiltrerats och dränerats bort. Några enskilda svackdiken har placerats på tomtmark för att hindra att vatten blir stående mot byggnader.

Den valda metoden att beskriva svackdikets ytvattenavledande och dränerande funktion direkt i MIKE SHE är ett förenklat alternativ som är lämpligt om fokus ligger på att utvärdera effekterna på omgivande ytvatten, markavrinning och grundvatten, vilket var fallet i före-

liggande studie. Om de kapacitetsmässiga förhållandena i själva svackdiket även är av intresse beskrivs svackdiket lämpligen i MIKE URBAN (med koppling till MIKE SHE). MIKE URBAN är ett GIS-baserat modelleringsprogram som kan beskriva flöde i rör och öppna kanaler. Där kan detaljerade tvärsektioner och eventuella vägtrummor och ledningssträckor läggas in och de hydrodynamiska förhållandena kan studeras i detalj. Detta förfaringssätt är dock mer tidskrävande, varför denna metod inte valdes i denna studie.

Resultat

Resultaten i artikeln visar en del av de resultat som presenteras i examensarbetet. För ytterligare resultat eller förslag på åtgärder hänvisas den intresserade till examensarbetet.

Max- och minlösning

Området simulerades för två extremregn, ett 10-årsregn och ett 100-årsregn, utan dagvattenlösningar för att kartlägga översvämningsutsatta vägar och byggnader. Placering av svackdiken i modellen gjordes utifrån resultat från de två regnen. Detta resulterade i två olika lösningar; en maxlösning och en minlösning. Maxlösningen är skapad för att avleda ett 100-årsregn medan minlösningen är anpassad för ett 10-årsregn. Anledningen till att både ett 10- och ett 100-årsregn studerats är för att upptäcka var i det nya bostadsområdet översvämnningar kan ske vid extremregn med olika intensitet. I Figur 3 visas placeringen av svackdiken i max- och minlösningen (gröna och röda linjer).



Figur 3. Max- och minlösning för dagvattenhantering med svackdiken i Norra Borstabusen. Gröna linjer visar placeringen av svackdiken i max- och minlösningen och röda linjer visar där ytterligare svackdiken finns i maxlösningen. Säbybäcken visas som blå linje.



Figur 4. Modellresultat för bostadskvarteren närmst kusten simulerat utan dagvattenhantering. Till vänster visas området simulerat för ett 10-årsregn och till höger med ett 100-årsregn. Blå markering visar vatten över 5 cm djup.

I maxlösningen finns fler diken uppströms och diken har gjorts djupare i modellen för att öka kapaciteten, se röda linjer i Figur 3. Svackdikena är sammankopplade som ett system för att avleda vatten mot recipienten.

Max- och minlösningen simulerades med både ett 10- och ett 100-årsregn vilket ger totalt fyra resultat. Resultaten från lösningarna samt den andel vägar och det antal byggnader som är utsatta för mer än 5 cm stående vatten visas i tabell 1 och 2 nedan för 10- respektive 100-årsregnet. Tabellerna visar också resultaten för de två regnen utan dagvattenhantering för att visa utgångsläget.

Max- och minlösningen avleder vatten från vägbanor och vatten mot byggnader i ungefär samma ut-

sträckning. I resultaten av simuleringar med 10-årsregn (Tabell 1) är det samma byggnader som påverkades av vatten i både max- och minlösningen.

För 100-årsregnet tar det längre tid för minlösningen att avleda vatten från vägar än i maxlösningen eftersom kapaciteten är mindre. Därför är en större andel av vägbana täckt av vatten i minlösningen under de två första timmarna (Tabell 2). Tre timmar efter regnets maxintensitet är ungefär lika stor andel av vägbanan avvattnad både för max- och minlösningen. Vid både 10- och 100-årsregnet står vatten mot byggnader. Kring dessa fastigheter är det snarare en planerad höjdsättning än svackdiken som bör användas för att hindra vatten från att nå byggnaderna.

Tabell 1. Sammanställning av resultat för 10-årsregn. Resultaten visar områden med >5 cm vattendjup mot byggnader eller procentandel vägar tre timmar efter regnets maxintensitet.

Timmar efter regnets maxintensitet	10-års utan hantering			Minlösning med 10-årsregn			Maxlösning med 10-årsregn		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Byggnader	56	49	49	14	13	13	14	11	11
Väg (%)	43	32	27	3	1	1	2	1	1

Tabell 2. Sammanställning av resultat för 100-årsregn. Resultaten visar områden med >5 cm vattendjup mot byggnader eller procentandel vägar tre timmar efter regnets maxintensitet.

Timmar efter regnets maxintensitet	100-års utan hantering			Minlösning med 100-årsregn			Maxlösning med 100-årsregn		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Byggnader	140	101	86	69	46	37	62	38	23
Väg (%)	66	55	49	20	7	4	9	4	3

Figur 5. Modellresultat för bostadskvarteren närmst kusten. Vänster bild visar minlösningen med 10-årsregn och höger med 100-årsregn. Bilderna visar området två timmar efter regnens maxintensitet. Svackdiken visas som skuggade områden och markeringar beskrivs i text.



Ett delområde av Norra Borstahusen visas som exempel av svackdikesutformningar. Liknande beskrivningar gjordes för övriga områden i Norra Borstahusen. Området visas först utan dagvattenhantering i Figur 4 och sedan visas minlösningen simulerad för både ett 10- och ett 100-årsregn i Figur 5. Området som visas är bostadskvarteren närmast kusten i Norra Borstahusens västra del. Kvarterets lutning är mot havet, dit den huvudsakliga avledningen sker.

Figur 4 visar att vatten lägger sig på vägar och invid bostäder både vid ett 10- och ett 100-årsregn. Det är främst byggnader närmast kusten som påverkas. Byggnaderna står tätt och är placerade mot flödesriktningen och bildar ett hinder för vattnet i sin väg mot havet. Vägar utgör lågpunkter i området och därför ansamlas vatten på vägbänor.

Minlösningen avleder vatten från vägar och byggnader i samband med ett 10-årsregn vilket visas i den vänstra bilden i Figur 5. Svackdiken på tomtmark hindrar vatten från att ligga mot bostäder. I höger bild visas motsvarande resultat för ett 100-årsregn. Vatten från vägar avleds väl med svackdiken i området även vid ett 100-årsregn. Inringning markerad med A visar där vatten ligger mot bostäder trots svackdiken på tomten. Svackdiket i markering A har ingen yttavledande funktion i modellen utan fungerar som ytmagasin och dränerande stråk. Det rekommenderas att skapa avledande stråk invid cykelbanor och småvägar mellan fastigheter närmast kusten för att möjliggöra en avledning av vatten från fastigheterna. I markering B visas byggnader som påverkas av 1–5 cm vatten mot huskroppen både vid ett 10- och ett 100-årsregn. Här rekommenderas att anlägga en lågpunkt eller avvattande stråk invid cykelbanan som löper genom området för att hindra vatten från att lägga sig mot bostäderna.

Sammanställning av resultat

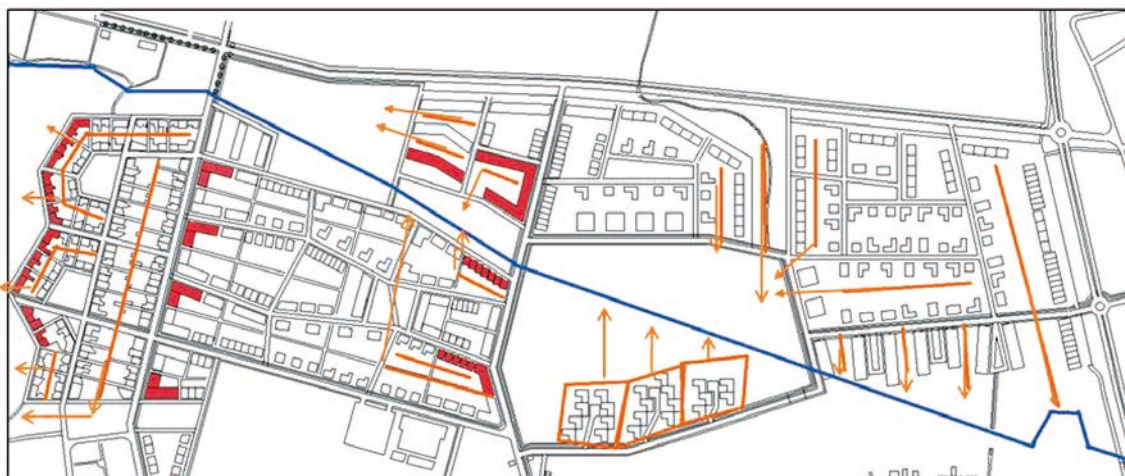
I Figur 6 visas en sammanställning av utsatta byggnader i rött och orangea linjer visar områden där särskild åtanke bör läggas till höjdsättning för att avleda vatten mot recipienten.

Rödmarkerade byggnader visar de byggnader som återkommande översvämmades vid modelleringen. Lösningen vid dessa byggnader är inte alltid ett svackdike utan snarare en bättre planerad höjdsättning med en lutning från byggnaderna. De orangea linjer visar på områden där lågpunkter i terrängen bör anläggas för att hindra vatten mot byggnader och vägar. Dessa skulle också kunna underlätta för vattnet att nå ett nedströms placerat svackdike eller recipienten. På vissa platser fungerar lågpunkterna även på så vis att de avlastar särskilt belastade svackdiken som då skulle kunna dimensioneras mindre.

Diskussion och slutsats

Modellresultaten visar att svackdiken kan användas för att avleda extremregn från vägar och tomter i Norra Borstahusen. I minlösningen kan man se att konsekvenserna vid ett 100-årsregn blir större än vid maxlösningen. Minlösningen har en mindre kapacitet och svackdikena är färre till antalet än maxlösningen. Antalet fastigheter som drabbas av stående vatten kan minskas genom att i flera fall justera höjdsättningen kring fastigheterna.

Att använda svackdiken som öppen dagvattenlösningen vid extremregn är en effektiv lösning för att avleda vatten från vägar då de har en yttavledande förmåga. Vid mer vanligt förekommande regn är det en kombination av yttavledning och infiltration som avleder vatten. Denna kombination skapar en flödesfördröjande och



Figur 6. Sammanställning av resultat från detaljstudie av minlösning. Byggnader ifyllda med rött visar de byggnader som har visat sig vara särskilt översvämningsutsatta vid modelleringen. Orangea pilar visar på områden där hänsyn bör tas till höjdsättning för att undvika vatten stående på närliggande vägar eller mot byggnader i kombination med minlösningen. Pilarna visar den riktning vattnet kan ta sig till recipienten.

reducerande effekt vilket kan vara positivt för vattenbalansen i området. Svackdiken kan även utformas med olika design för att passa in i bostadsområdet. Svackdiken är inte platskrävande på samma sätt som många andra öppna dagvattenutformningar och är därför att bra val då flera områden är tätt bebyggda. Svackdiken är en bra lösning då de inte kräver en hög lutning. Området som studerades är överlag flackt. Vid för låg lutning kan svackdiken lutning justeras genom att ändra djupet i svackdiken.

I studien har enbart svackdiken använts som dagvattenlösning. Då en öppen dagvattenlösning syftar till att efterlikna naturens egna sätt att fördröja och avleda vatten blir det ensidigt att bara använda en utformning. Flera olika lösningar bör kombineras med svackdiken för att skapa ett mer hållbart och allsidigt system. I vissa områden skulle möjligtvis en annan utformning passa bättre men detta har inte undersökts i vår studie.

Som rekommendation föreslås att minlösningen används i området. Detta förutsatt att förslagen angående höjdsättning och andra öppna dagvattenlösningar också används i kombination med svackdiken. I kvarter som visat sig vara hårt belastade vid regn och där skada av egendom kan uppstå kan diken dimensioneras större, detta genom att exempelvis använda dimensioner från maxlösningen. Vid vägar där svackdiken inte anläggs måste någon form av ytavledande funktion användas för att avvattna vägen. Exempel på detta kan vara mindre sänkor eller kanaler som kopplas samman med svackdikeslösningen utmed vägar för att avleda vatten även från dessa vägar.

Att använda en hydrologisk modell vid planeringen av svackdiken har gjort att man tydligt kunnat se effekterna på översvämningsituationen då svackdiken har placerats i området. Då området ännu inte har bebyggts ger resultaten värdefull information om var man bör vara extra noggrann med höjdsättningen och var svackdiken lämpligen placeras för att lindra översvämningsituationen i samband med ett extremregn.

Tack

Vi vill tacka våra handledare Erik Mårtensson på DHI och Johanna Sörensen på avdelningen för Teknisk vattenresurslära, LTH för råd och hjälp under examensarbetet. Utan er hade examensarbetet inte varit möjligt.

Referenslista

- Bonn, C. (2000) Ekologisk dagvattenhantering i våra nordiska grannländer, [Elektronisk] http://www1.vaasa.fi/vitalvaasa/fin/dagvatten_forord.htm, använd 6 februari 2013.
- Bäckstöm, M. (2002) Grassed Swales for Urban Storm Water Drainage, Luleå Tekniska Universitet, Luleå.
- Clar, B.O. (2004) Stormwater Best Management Practice Design Guide, Volume 2 Vegetative Biofilters, Cincinnati: National risk management research laboratory, Cincinnati, USA.
- DHI (2012) Översvämningsutredning Norra Borstahusen – Hantering av dagvatten och effekter av framtida klimat, DHI, Lund.
- Djerv, H. (2010) Torra Svackdiken – Känslighetsanalys genom hydrologisk modellering av påverkansfaktorer för avrinning och vattenbalans, Examensarbete TVVR 10/5011,

- Avdelningen för Teknisk Vattenresurslära, Lunds Universitet, Lund.
- Landskrona Stad (2013) [Elektronisk] <http://www.landskrona.se/OM-Landskrona.aspx>, använd 17 maj 2013.
- Myrdal, E., Sternsén, E. (2013) Öppet Dagvattensystem för Norra Borstahusen – Modellering med MIKE SHE med fokus på svackdikens effekter på översvämningsrisker i ett framtida bostadsområde, Examensarbete TVVR 13/5014, Avdelningen för Teknisk Vattenresurslära, Lunds Universitet, Lund.
- Svenskt Vatten (2011) Hållbar dag- och dränvattenhantering – Råd vid planering och utformning, Svenskt Vatten, Malmö.
- Vägverket (2003) Vägdikenas funktion och utformning – En beskrivning av multifunktionella diken, Trafikverkets teknikavdelning, Borlänge.

