

Denna rapport har tagits fram inom DHI:s ledningsystem
för kvalitet certifierat enligt ISO 9001 (kvalitetsledning) av Bureau Veritas

ISO 9001
Management System Certification

BUREAU VERITAS
Certification Denmark A/S



Dagvattenlösning Erstorp Södra

Fördjupad dagvattenutredning för Erstorp Södra,
Lidköping

Framtagen för Eksjöhus AB
Kontaktperson Mikael Hedtjärn



Modelluppbyggnad av föreslaget dagvattensystem

Projektledare	Cecilia Wennberg
Kvalitetsansvarig	Cecilia Wennberg
Handläggare	Birthe Riisnes, Hanna Nordlander
Uppdragsnummer	12803711
Godkänd datum	2017-04-28
Version	0.1
Klassificering	Öppen

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Bakgrund	3
2	Förutsättningar.....	5
2.1	Dimensionerande flöden och volymer	5
3	Föreslagen utformning	7
3.1	Utformning av makadamdike	7
3.2	Fördröjning på tomtmark.....	8
4	Simulering av system i MIKE URBAN	9
5	Resultat.....	11
6	Slutsatser och rekommendationer.....	13

FIGURER

Figur 1.	Principskiss på en gatusektion med ett infiltrationsstråk med makadamfyllnad (Svenskt Vatten P105).	7
Figur 2.	Modelluppbyggnad i beräkningsmodellen MIKE URBAN.	9
Figur 3.	Exempel på utformning av makadamdike, Malmö (a: Rent Dagvatten; b: Svenskt Vatten).....	13
Figur 4.	Exempel på svackdike, Holland (DHI)	14

TABELLER

Tabell 1.	Uppskattad framtida reducerad area i området Erstorp Södra.	5
-----------	--	---

1 Bakgrund

Lidköping kommun planerar att exploatera området Erstorp i två etapper, Erstorp Södra respektive Erstorp Norra. Föreliggande utredning tillkommer som komplement till utredningen *12803485 Lidköping dagvattenutredning Erstorp, 2016-12-09* utförd av DHI, och ger en mer detaljerad systemlösning för området Erstorp Södra.

Lidköping kommun har formulerat ett krav på att dagvattensystemet inom exploaterat område i Erstorp Södra ska utformas så att det framtida dagvattenflödet ut från området vid ett 10-årsregn inte överstiger den befintliga avrinningen från oexploaterad mark.

I enlighet med trestegsmodellen (Svenskt Vattens publikation P105) förespråkas lokalt omhändertagande av dagvatten där 10 mm fördröjs inom tomtmark medan resterande fördröjning sker i varje enskilt led på gatemark och allmän platsmark, med möjlighet för ytterligare gemensam fördröjning i nedströms del av planområdet.

Målsättningen i denna utredning är att bestämma en utformning av dagvattensystemet så att fördröjningsvolymen nedströms kan minskas så långt det går. Genom att utjämna dagvattnet lokalt förlängs avrinningsområdets koncentrationstid och den erforderliga fördröjningen nedströms kan reduceras betydligt.

Arbetsgången med att ta fram erforderlig fördröjningsvolym har bestått av följande steg:

- Beskrivning av gällande förutsättningar i form av beräkning av framtida hårdgjord yta inom området
- Framtagning av erforderliga fördröjningsvolymerna för lokalt omhändertagande av dagvatten på tomtmark, gatemark och allmän platsmark
- Beslut om lämplig utformning av dagvattensystemet
- Uppbyggnad av dagvattensystemet i beräkningsmodellen MIKE URBAN för att beskriva samverkan av fördröjningsstegen
- Genomförandet av simuleringar med ett 10-årsregn för att ta fram behovet av ytterligare gemensam fördröjning nedströms innan avledning från planområdet

2 Förutsättningar

Nedan beskrivs dimensionerande flöden och volymer vilka är beräknade utifrån den uppskattade framtida reducerade arean inom området. Beräkningarna utgör grundförutsättningarna för utformningen av dagvattensystemet i Erstorp Södra.

2.1 Dimensionerande flöden och volymer

Enligt beräkningar gjorda i *12803485 Lidköping dagvattenutredning Erstorp, 2016-12-09* uppgår det befintliga avrinningen från Erstorp Södra vid ett 10-årsregn till 38 l/s vid en varaktighet på 10 min.

Uppgifter från Eksjöhus AB visar att tillkommande bebyggelse kommer att bestå av villa- och radhustomter inom vilka andelen hårdgjord yta (reducerad area) anges uppgå till 0,25 respektive 0,35. Andelen hårdgjord yta för gatumark respektive allmän platsmark antas i utredningen vara 0,80 respektive 0,20 i enlighet med Svenskt Vattens publikation P110. Den framtida reducerade arean uppgår således till 2,30 ha, se Tabell 1.

Tabell 1. Uppskattad framtida reducerad area i området Erstorp Södra.

Ytor	Area (ha)	Andel hårdgjord yta	Reducerad area (ha _{red})
Villatomter	3,51	0,25	0,88
Radhustomter	1,67	0,35	0,59
Gatumark	0,84	0,80	0,67
Allmän platsmark	0,92	0,20	0,18
Totalt	6,00	0,38	2,30

Den specifika avtappningen från området uppgår således till ca 16,5 l/s, ha_{red}. Erforderlig magasinvolym för ett 10-årsregn med 10 minuters varaktighet och en antagen klimatfaktor om 1,25 beräknas uppgå till ca 260 m³/ha_{red} (Svenskt Vatten P110 s. 119).

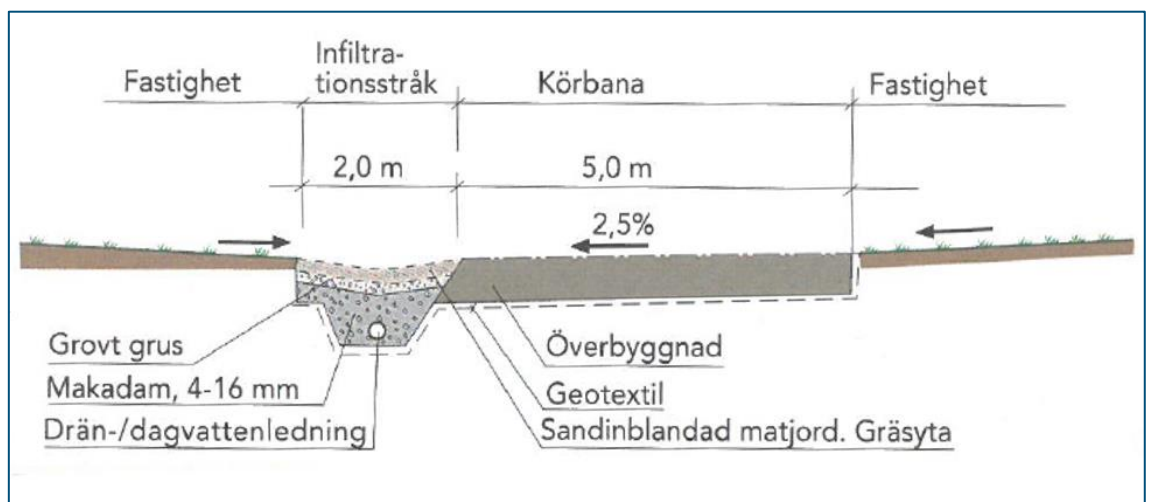
Förutsatt en konventionell utformning utan lokalt omhändertagande av dagvatten skulle dagvattendammen nedströms behöva rymma ca 600 m³ för att utjämna flödet till 38 l/s. Då 10 mm föreslås fördröjas på tomtmark och 260 m³/ha_{red} på gatu- och allmän platsmark kan denna volym reduceras betydligt.

3 Föreslagen utformning

Det öppna dagvattensystemet i Erstorp Södra föreslås utgöras av makadamfyllda diken längs gatorna i bebyggelsen vilka fungerar som huvudstråk för avledning av dagvattnet till nedströms utsläppspunkt. Makadamdikena fungerar även som fördröjningsvolym för gatemark respektive allmän platsmark. Fördröjning på tomtmark utgörs av magasin som avleds till närmsta belägna makadamfyllda dike via anslutning till dräneringsledningen. En yta belägen nära utsläppspunkten längst nedströms i området avsätts till samlad fördröjning för hela området.

3.1 Utformning av makadamdike

Ett makadamdike kan utformas med utgångspunkt i Figur 1, där den nedre delen fylls med makadam och den övre delen är skålformad och fungerar som ett avrinningsstråk. Avrinningsstråket kan utformas med en sådan kapacitet att det även fungerar som en säker avledningväg vid skyfall. Makadamdiket kan med fördel förses med dräneringsledning i botten för en jämn avtappning av infiltrerat dagvatten. På så sätt kan makadamdikena fungera som en kedja av ihopkopplade fördröjningsmagasin. Makadamdikets fördröjande effekt ökas om infiltrationsegenskaperna i omkringliggande mark är goda. Inom området Erstorp Södra utgörs marken i stort av lera varför möjligheten till infiltration är mycket begränsad.



Figur 1. Principskiss på en gatusektion med ett infiltrationsstråk med makadamfyllnad (Svenskt Vatten P105).

I linje med beräkningarna ovan behöver makadamdikets sektion dimensioneras så att den tillgängliga volymen i diket motsvarar $260 \text{ m}^3/\text{l,ha}_{\text{red}}$ multiplicerat med den anslutande avrinningsområdets reducerade area. Totalt krävs en volym om 230 m^3 för gatemark och allmän platsmark. Makadamdikets volym nyttjas genom att lägga en dräneringsledning som tillåter maximalt $16,5 \text{ l/s,ha}_{\text{red}}$ multiplicerat med den totala reducerade arean som ansluter till diket.

Om makadamdiket utformas med en bottenbredd 0,6 m, ett djup på 0,8 m och släntlutning 2:1 uppgår toppbredden till 1,4 m. Med en typisk porositet på 30 % i makadamfyllnaden fås en effektiv volym i makadamfyllnaden på $0,24 \text{ m}^3$ per meter sträcka. Avrinningsstråket ovanpå makadamfyllnaden fungerar som en fri yta där dagvattnet kan tillåtas stiga. Med en höjd på 0,3 m från (räknat från makadamytan) och en släntlutning 1:1 uppgår makadamdikets toppbredd till 2 m. Med en sådan utformning ökas den totala effektiva volymen till $0,5 \text{ m}^3$ per meter sträcka.

Den erforderliga längden på makadamdiket med en sektion enligt ovan uppgår till ca 950 m för endast den makadamfyllda delen och till 460 m^3 inklusive den fria ytan uppe på makadamfyllnaden. I jämförelse är den tillgängliga väglängden inom området ca 1 km.

3.2 Fördröjning på tomtmark

Enligt formulerat krav från Lidköping kommun ska dagvattnet från tomtmark fördröjas med 10 mm innan vidare avledning. Med aktuella förutsättningar inom planområdet innebär detta en volym om 2,5 m³ per villatomt respektive 3,5 m³ per radhustomt.

Avtappningen från magasinet sker via en dräneringsledning med anslutning till makadamdiket i gatan. Ledningen strypas till att motsvara avtappningen 16,5 l/s, ha_{red} multiplicerat med tomtens reducerade area. När magasinet går fullt bräddar dagvattnet och avleds via markytan till makadamdiket i gatan.

4 Simulering av system i MIKE URBAN

För att beräkna den sammanlagda effekten av den lokala utjämningen som sker i magasin på tomtmark och makadamdike i gatan har dagvattensystemet byggts upp i beräkningsmodellen MIKE URBAN. Alla dimensioner som beskrivits ovan har använts i modellen. Modelluppbyggnaden visas i Figur 2 och beskrivs kort nedan.

Planområdet har indelats i avrinningsområden enligt Figur 2 med en förenkling där grupper av villatomter (House) och radhustomter (Townhouse) har slagits ihop. Från tomterna avleds dagvattnet till ett magasin med ett strypt utflöde till makadamdiket. När magasinet går fullt avleds dagvattnet till makadamdiket via en bräddfunktion.

I beräkningsmodellen är makadamdiket utformat som flera makadamfyllda magasin som ansluter till ett gemensamt ledningssystem. Förutom att det kopplar ihop dagvattensystemet är ledningsnätet ett modelltekniskt sätt att beskriva hur vattnet i realiteten avleds på markytan till nedströms översvämningssyta.

Varje makadammagasin har ett delavrinningsområde kopplat till sig och ansluter till ledningsnätet via en brunn. För att beskriva dräneringsledningen i botten strypts utflödet från makadammagasinet till att motsvara det befintliga flödet från den belastande ytan. När makadammagasinet går fullt avleds dagvattnet till ledningssystemet via en bräddfunktion.



Figur 2. Modelluppbyggnad i beräkningsmodellen MIKE URBAN.

5 Resultat

Vid genomförda beräkningar har MIKE URBAN-modellen belastats med ett 10-årsregn av CDS-karaktär och en klimatkfaktor 1,25. Beräkningsmotorn MIKE 1D har använts tillsammans med avrinningsmodellen *Kinematic Wave*.

Resultatet från simuleringen med 10-årsregn visar att en samlad volym om ca 100 m³ bräddar från makadamdiket. Detta betyder att nedströms fördröjningsmagasin behöver dimensioneras för en volym motsvarande 100 m³ för att det maximala utflödet ej ska överstiga det befintliga 10-årsflödet om 38 l/s.

För att testa vad som händer i systemet vid skyfall har modellen körts med ett 100-årsregn. Volymen som bräddas i systemet och som måste hanteras nedströms uppgår till ca 1000 m³. Notera att flödet som för släppas från planområdet vid en sådan situation sannolikt får ökas vilket skulle ge en något mindre översvämningvolym.

6 Slutsatser och rekommendationer

Resultatet från simuleringen i MIKE URBAN visar att fördröjningsmagasinet nedströms kan reduceras till 100 m³ om dagvattensystemet utförs med lokal fördröjning och yttlig avledning enligt föreslagen utformning. Denna volym motsvarar en sjättedel av volymen som skulle krävas vid konventionell utformning. Resultatet bygger på förutsättningen att makadamdikena utformas enligt kapitel 3 med en dikesbredd på 2 m samt 10 mm fördröjning på tomtmark.

Vid design av makadamdikena bör följande beaktas:

- Se till att hela den tillgängliga volymen utnyttjas, detta kan t.ex. lösas genom att sätta upp mindre dämningar i diket, se Figur 3a.
- Se till att flödesvägarna inte bryts av korsande vägar eller infarter. Detta kan lösas genom att sätta brunnar eller trummor mellan dikena under det aktuella hindret.
- Placera ej träd precis i direkt anslutning till makadamdiket då det kan medföra rotinträngning i dike och längsgående ledning.
- För att ej förorsaka skada på byggnader och miljö är det viktigt att makadamdikets släntkrön anläggs åtminstone 0.5 m lägre än färdigt golvnivå på kringliggande byggnader (Svenskt Vatten P105). I Figur 3b visas hur ett makadamdike, med placering i ett tydligt lågstråk, kan ingå i ett grönområde inom bostadsbebyggelse.



Figur 3. Exempel på utformning av makadamdike, Malmö (a: Rent Dagvatten; b: Svenskt Vatten)



Figur 4. Exempel på svackdike, Holland (DHI)

Fördröjningsmagasinet nedströms kan exempelvis utformas som en översvämningsyta med en kupolbrunn i mitten där dagvattnet kan tillåtas stiga när trycklinjen i utloppsledningen stiger över marknivå. Grovt uppskattat kan en cirkulärformad översvämningsyta med ett medeldjup på 0.5 m och släntlutning 1:7 kunna rymma en volym om 100 m³ och uppta en yta om ca 300 m².

För att kunna hantera volymen som genereras vid skyfall utan att det medför materiella skador behöver det säkerställas att dagvattnet kan bräddas över en större yta än den huvudsakliga översvämningsytan om 300 m². Därför är det viktigt att lämna ett större område kring översvämningsytan obebyggt med en lutning ner mot magasinets utlopp. Magasinet behöver även förses med en bräddfunktion som kan avleda ett större utflöde än det befintliga 10-årsflödet om 38 l/s.