

Skövde Kommun

Trädgårdsstaden etapp 4

Dagvatten- och
skyfallsutredning till detaljplan



Uppdragsnr: 1070311 Version: 1
2020-06-01

Uppdragsgivare: Skövde Kommun

Uppdragsgivarens kontaktperson: Ingemar Frid

Konsult: Norconsult AB

Uppdragsledare: Malin Törnberg

Handläggare: Petter Mogenfelt

Bitr. handläggare: Fatemeh Shayan

Kvalitetsgranskare: Jennie Hilmersson Haag, Herman Andersson

1	2020-06-01	Dagvattenutredning	P.M, F.S, M.T	J.H.H	M.T
Version	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt

Detta dokument är framtaget av Norconsult AB som del av det uppdrag dokumentet gäller. Upphovsrätten tillhör Norconsult. Beställaren har, om inte annat avtalats, endast rätt att använda och kopiera redovisat uppdragsresultat för uppdragets avsedda ändamål.

Sammanfattning

På uppdrag av Skövde kommun har Norconsult AB utarbetat en dagvattenutredning till detaljplan Trädgårdsstaden etapp 4, i nordöstra delen av Skövde. Planområdet omfattar ca 16 ha befintlig naturmark och består av en höjdrygg med slänter främst i nord- och sydgående riktningar. Planerad exploatering inom planområdet omfattar totalt ca 7,8 ha och utgörs främst av bostäder i form av villor och radhus.

Ösan är recipient för planområdet Trädgårdsstaden etapp 4. Tidsundantag med hänsyn till konnektivitet och övergödning i Ösan innebär att målet för att uppnå god ekologisk status är framskjutet till 2027.

Geoteknisk utredning utförd år 2020 visar på generellt goda förhållanden med tillfredsställande släntstabilitet.

Projektering pågår för rening och fördröjning av dagvatten från gatemark i blågröngrått dagvattensystem. Avledning av dagvatten från tomtmark föreslås av Norconsult i form av ledningar. Rening och fördröjning föreslås i dagvattendammar samt lokal hantering med exempelvis stenkista för en tomt. Det föreslagna systemet innebär att dagvattnet avleds via skogsområde i norr samt Mellomkvarnsbäcken i söder innan dagvattnet når recipienten.

Det föreslagna dagvattensystemet är utformat för att avleda ett framtida 10-årsregn med 10 min varaktighet. Fördröjning är utformad så att flöden vid ett framtida 10-årsregn motsvarar befintligt 10-årsflöde.

Gator föreslås utformas för avledning av skyfall mot Gamla Törebodavägen i norr samt Mellomkvarnsbäcken i söder. Förslag ges på dämning av skyfall innan det når Mellomkvarnsbäcken. Uppdatering av befintlig skyfallskartering i Skövde pågår. Exploateringen planeras dock på en hög nivå, skador bedöms därmed inte kunna förekomma på planerad exploatering till följd av höga nivåer i Mellomkvarnsbäcken.

Koncentrationen av fosfor i dagvatten med föreslagna och planerade åtgärder förväntas motsvara ungefär befintlig genomsnittlig belastning till Ösan, när det når recipienten. Sammanfattningsvis bedöms inte planens genomförande försvåra arbetet med uppfyllande av MKN.

Begreppsförklaringar

Avrinningskoefficient: mått på hur stor del av ett område som bidrar till avrinning

Avrinningsområde: område från vilket vatten kan avledas genom självfall eller pumpning till en och samma punkt

Bräddning: alternativ avledning av vatten när ordinarie systems kapacitet överskrids

Dagvatten: ytligt avrinnande regn- och smältvatten

Dikningsföretag: en samfällighet som bildats för att förbättra markavvattning och vattenavledning, ofta för att skapa ny jordbruksmark

Dimensionerande varaktighet: en vald tid i minuter under vilken ett regn med en bestämd återkomsttid pågår, används för beräkningar och modelleringar

Dämning: avsiktlig eller oavsiktlig höjning av yt- eller grundvattennivå

Förbindelsepunkt: punkt där fastighetens ledningar kopplas till den allmänna anläggningen

Infiltration: Inträngning av vätska i poröst eller sprickigt material, till exempel vatten som tränger in i jord eller berg

LOD: Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD). En förkortning, som historiskt använts som ett samlingsnamn för olika typer av lokal hantering av dagvatten

Recipient: mottagare av dagvatten

Rinntid: Den maximala tid det tar för regn som faller inom avrinningsområdet att rinna till den punkt där allt dagvatten från området avleds. Rinntidens längd är en kombination av den sträcka det avrinnande vattnet skall tillryggälägga samt den hastighet vattnet har

Skibord/överfall: nivåreglerande konstruktion, där vatten rinner över en kant. Ett effektivt sätt att kunna reglera vattenytan uppströms

Återkomsttid: tidsintervall mellan regn- och avrinningstillfällen för viss given intensitet och varaktighet

Innehåll

Sammanfattning	3
Begreppsförklaringar	4
1 Inledning	7
1.1 Planerad exploatering	8
1.2 Underlag	8
1.3 Riktlinjer för dagvattenhantering	9
1.3.1 Dimensioneringsförutsättningar	9
2 Orientering	10
2.1 Recipient	10
2.2 Skyddsvärda intressen	10
2.3 Geoteknik	10
2.4 Infiltration	11
2.5 Grundvatten	12
2.6 Markavvattnings-/sjösänkingsföretag	12
2.7 Andra ledningar inom planområdet	12
3 Befintlig dagvattenhantering	13
3.1 Dike i sydväst	14
3.2 Dike utmed Gamla Törebodavägen	15
3.3 Mellomkvarnsbäcken	17
3.4 Befintlig damm	18
3.5 Befintliga dagvattenflöden	19
3.6 Befintlig föroreningsbelastning	21
4 Föreslagen dagvattenhantering	22
4.1 Föreslaget dagvattensystem	22
4.2 Framtida dagvattenflöden	23
4.3 Erforderlig fördröjningsvolym	23
4.4 BGG-system	24
4.5 Dagvattendammar	24
4.5.1 Damm 1 – våt damm	24
4.5.2 Damm 2 – torr damm	27
4.5.3 Utloppsanordning från dagvattendammar	28
4.6 Principlösningar för LOD	30
4.7 Framtida dagvattenföroreningar	30
4.7.1 Gator	31

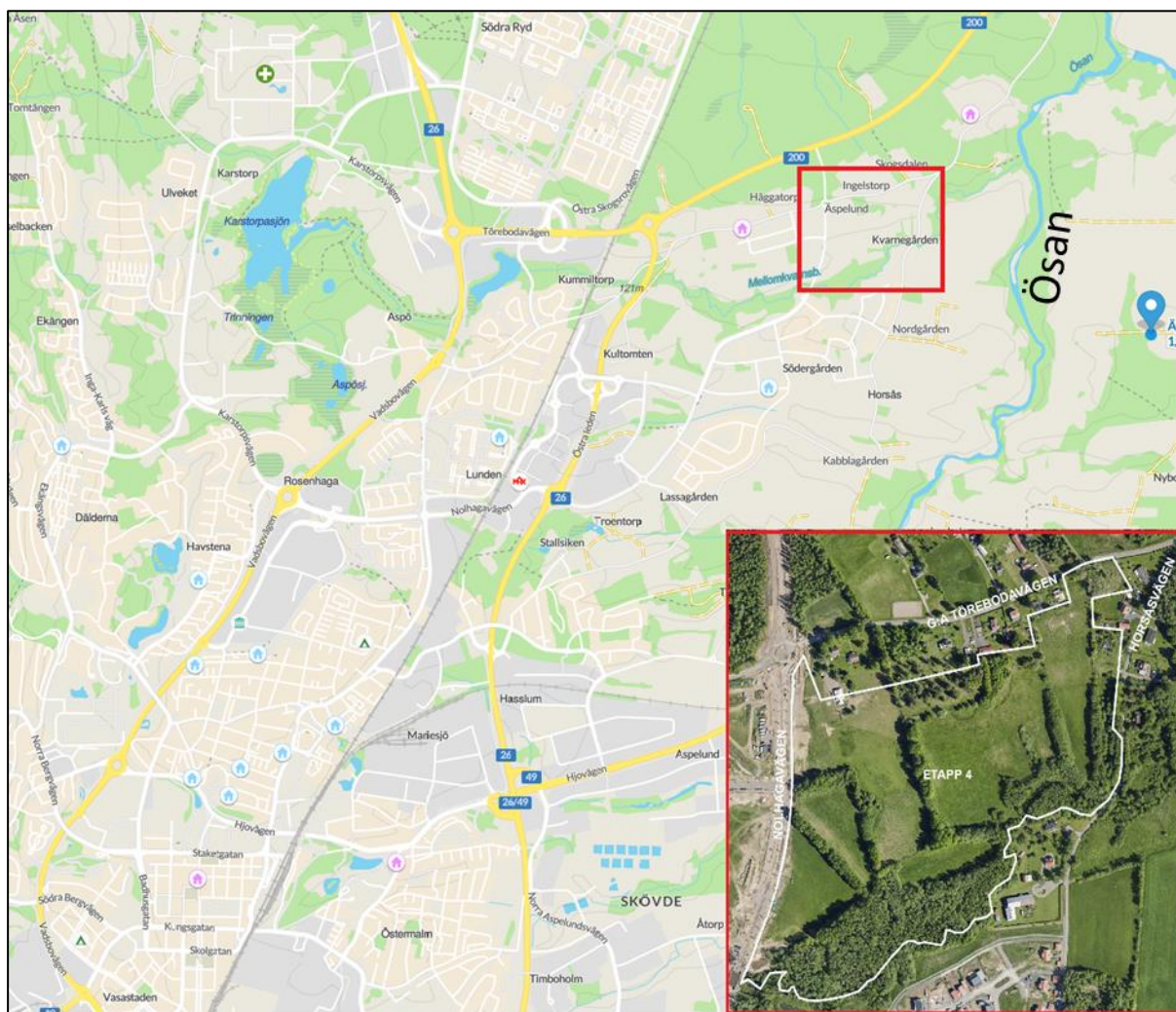
4.7.2	Damm 1	31
4.7.3	Damm 2	32
4.7.4	Fastighet i nordöst	32
4.7.5	Hela planområdet	33
4.8	Höjdsättning	33
4.9	Avrinningsvägar vid extrem nederbörd	34
5	Slutsats	36
5.1	Dagvattensystem	36
5.2	Skyfall	36
5.3	Dagvattenföroreningar	36
6	Litteraturförteckning	37

Bilagor

Bilaga 1	Befintligt dagvatten
Bilaga 2	Föreslaget dagvattensystem
Bilaga 3	Principlösningar – Lokalt omhändertagande av dagvatten

1 Inledning

På uppdrag av Skövde kommun har Norconsult AB utarbetat föreliggande dagvattenutredning till detaljplan Trädgårdsstaden, etapp 4. Etapp 4 omfattar ca 16 ha befintlig naturmark och är beläget i nordöstra delen av Skövde. Planområdet begränsas av befintlig bebyggelse och gamla Törebodavägen i norr, Nolhagavägen i väster och Mellomkvarnsbäcken i söder. Av Figur 1 framgår planområdets läge samt recipienten Ösan.



Figur 1. Karta över Skövde och planområdet för Trädgårdsstaden etapp 4 (hitta.se, 2020). Planområdets läge är markerat med rött i större karta. Planområdesgräns är markerad med vitt i inzoomning.

1.1 Planerad exploatering

Skövde kommun har tagit fram en övergripande illustrationsplan för etapp 4. Planen kommer främst utgöras av bostäder i form av villor och radhus. Exploateringen omfattar totalt ca 7,8 ha. Illustrationsplanen visas i Figur 2.



Figur 2 Planillustration framtagen av Skövde kommun (20-02-03)

1.2 Underlag

- Höjdkurvor (DWG), mottaget 2020-02-03
- Grundkarta (DWG), mottaget 2020-02-03
- Nolhagavägen - höjdsättning plus VA (DWG), mottaget 2020-02-03
- Planillustration (DWG), mottaget 2020-02-03
- Ortofoto (jpg), mottaget 2019-12-12
- Höjddata DEM (TIF), mottaget 2020-02-05
- PM och MUR Geoteknik (PDF) mottaget 2020-03-11

1.3 Riktlinjer för dagvattenhantering

Skövde kommun har utvecklat tydliga riktlinjer för hur dagvattnet ska hanteras inom kommunen (Skövde kommun, 2011). Vid exploatering ska inte dagvattnets kvalitet påverka människan eller naturen negativt. Föroreningar ska därmed begränsas i så stor omfattning som möjligt. Hänsyn måste tas till vattenbalansen så att inte grundvattennivåer riskerar att drastiskt förändras. För att uppnå ovannämnda mål ska dagvatten hanteras så nära källan som möjligt, med betoning på LOD-tekniker (lokalt omhändertagande av dagvatten). Valet av LOD-tekniker ska ta hänsyn till samtliga förutsättningar för optimal dagvattenhantering. Följaktligen strävar Skövde kommun efter utförlig och regelbunden skötsel av gator, parkeringar, parker och dagvattenanläggningar för att uppnå en god miljö och effektiv drift av dagvattensystem. Framtidsvisionen inkluderar att dagvatten ska utgöra en resurs vid kommunens byggande och att närhet till naturen eftersträvas. Förutsatt att markförhållanden eller andra förutsättningar inte förhindrar LOD-teknik vid nyexploatering bör inte dagvatten avledas i ledningar. Är LOD inte möjligt att tillämpas, ska dagvatten avledas i öppna lösningar och inkludera fördröjning. Skövde kommun har tagit fram en bedömningsmatris som väger markanvändning mot recipientens känslighet, och som rekommenderar hur omfattande rening som krävs, se Tabell 1.

Tabell 1. Bedömningsmatris för behandling av dagvatten före utsläpp till recipienter (Skövde kommun, 2011).

Markanvändning	Mycket känsliga recipienter	Känsliga recipienter	Mindre känsliga recipienter
<u>Låga föroreningshalter</u> Villaområden och parker, naturmark och mindre P-platser med liten omsättning.	Ej behandling	Ej behandling	Ej behandling
<u>Måttliga föroreningshalter</u> Bostadsområden (flerfamiljshus) samt verksamhetsområden med liten miljöpåverkan	Viss behandling	Ej behandling	Ej behandling
Trafikytor utom huvudvägnätet	Viss behandling	Viss behandling	Ej behandling
P-ytor ca: > 50 P-platser med liten omsättning	Behandling	Viss behandling	Viss behandling
<u>Höga föroreningshalter</u> Genomfarter/Huvudvägnät	Behandling/ oljeavskiljning	Behandling	Viss behandling
P-ytor > 50 P-platser med stor omsättning samt verksamhetsområden med stor miljöpåverkan	Behandling/ oljeavskiljning	Behandling/ Oljeavskiljning	Behandling

1.3.1 Dimensioneringsförutsättningar

Föreslaget dagvattensystem ska klara av att avleda ett framtida 10-årsregn med 10 min varaktighet. Fördröjning ska utformas så att flöden vid ett framtida 10-årsregn inte ger ökad belastning på befintligt nedströms dagvattensystem, jämfört med dagens situation.

2 Orientering

I följande avsnitt ges en beskrivning av aktuella recipienter, markförhållanden och eventuella skyddsvärda områden inom och i anslutning till planområdet.

2.1 Recipient

Ösan är recipient för planområdet Trädgårdsstaden etapp 4.

År 2000 införde Europaparlamentet ramdirektivet för vatten (2000/60/EC), även kallat Vattendirektivet med målsättningen att uppnå vattenkvalitet av god status inom hela EU. För att uppnå god vattenstatus sätts kvalitetsmål i form av så kallade Miljökvalitetsnormer (MKN) för vattenförekomster.

I Sverige har Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna samt Havs och vattenmyndigheten utarbetat MKN för de vattenförekomster som är definierade inom vattenförvaltningsarbetet. MKN uttrycker den ekologiska och kemiska kvalitet som ska ha uppnåtts vid en viss tidpunkt. Den tidigare målsättningen var att alla definierade vattenförekomster skulle ha uppnått en god kemisk och ekologisk status år 2015. Detta har dock inte uppfyllts, varvid ytterligare åtgärder behövs i det fortsatta arbetet. Arbetet med vattenförvaltningen drivs i förvaltningscykler om ca sex år, vilket bland annat innebär att nya kvalitetskrav ställs ca vart sjätte år. Den första cykeln avslutades år 2009, den följande år 2016 och nästkommande cykel avslutas år 2021.

Enligt Vatteninformationssystem Sverige är den ekologiska statusen i Ösan klassad som måttlig (Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna och Havs- och vattenmyndigheten, 2020). Utslagsgivande är kvalitetsfaktorerna fisk och näringsämnen. Tidsundantag till 2021 har medgivits för att uppnå god ekologisk status med hänsyn till konnektivitet och övergödning, målet är att istället uppnå god ekologisk status 2027. God status har fått tidsundantag på grund av att administrativa resurser bedöms otillräckliga.

Konnektiviteten i Ösan är påverkad av människan. Dammar och andra hinder hindrar fiskar från att vandra i vattensystemet.

Observerad halt av fosfor i Ösan är 43 µg/l baserat på 12 provtagningar under 2016. Referensvärdet är 14,6 µg/l vilket ger ekologisk kvot 0,34 (Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna och Havs- och vattenmyndigheten, 2020). Genomsnittlig total fosforkoncentration till Ösan är ca 65 µg/l för åren 2004–2018 enligt uppgifter från SMHI vattenwebb (SMHI, 2020).

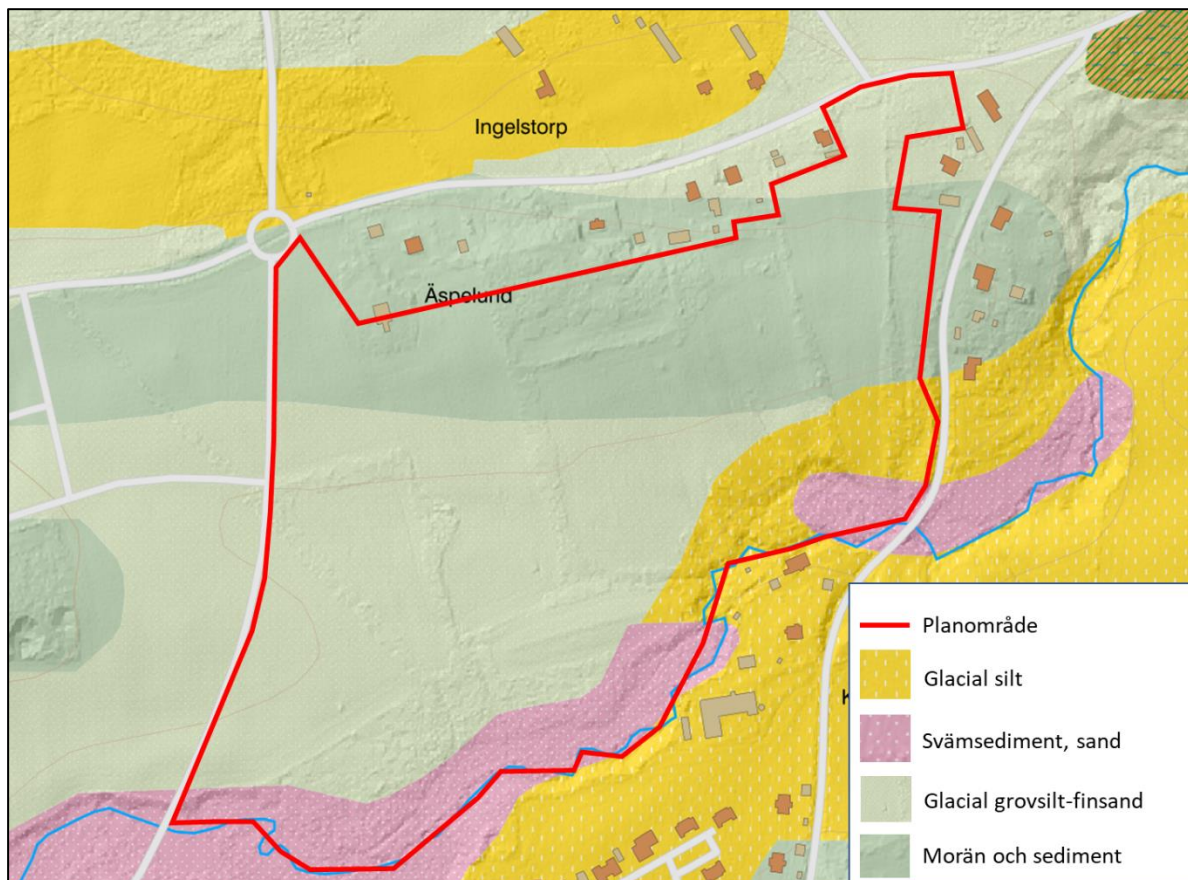
Den kemiska statusen uppnår ej kravet om god kvalitet. Undantag har medgivits med mindre stränga krav för den kemiska statusen avseende kvicksilver och bromerad difenyleter på grund av atmosfärisk deposition. Det anses vara tekniskt omöjligt att sänka dessa halter med lokala åtgärder. Den kemiska statusen, exklusive kvicksilver och bromerad difenyleter, är ej klassad.

2.2 Skyddsvärda intressen

Vid kontroll i Naturvårdsverkets GIS-databas har inga skyddsvärda intressen eller naturvärden upptäckts inom eller intill planområdet för Trädgårdsstaden etapp 4 (Naturvårdsverket, 2020).

2.3 Geoteknik

Uppgifter från Sveriges geologiska undersökning visar att jordarterna för det aktuella planområdet består främst av glacial grovsilt-finsand samt morän och sediment, se Figur 3 (SGU, 2020a).



Figur 3. Jordarter inom planområdet (SGU, 2020a) Planområdet är markerat med röd linje.

År 2020 utförde BohusGeo en geoteknisk utredning för Trädgårdsstaden etapp 4 (Bohusgeo, 2020).

Utredningen visade på att jordlagren inom området är skiktade och utgörs främst av friktionsjord samt skikt av varierande tjocklek, bestående av siltig lera eller lerig silt (Bohusgeo, 2020). Tester av vattenkvoter och skjvghållfasthet indikerar att leran inte är särskilt sättningkänslig men att det inte kan uteslutas att sättningkänsliga skikt förekommer.

Släntstabiliteten vid nuvarande förhållanden har bedömts vara tillfredsställande och den planerade bebyggelsen kan utföras utan att stabiliteten blir otillfredsställande (Bohusgeo, 2020). Endast måttlig erosion pågår vid Mellomkvarnsbäcken, vilket inte påverkar området i nämnvärd omfattning.

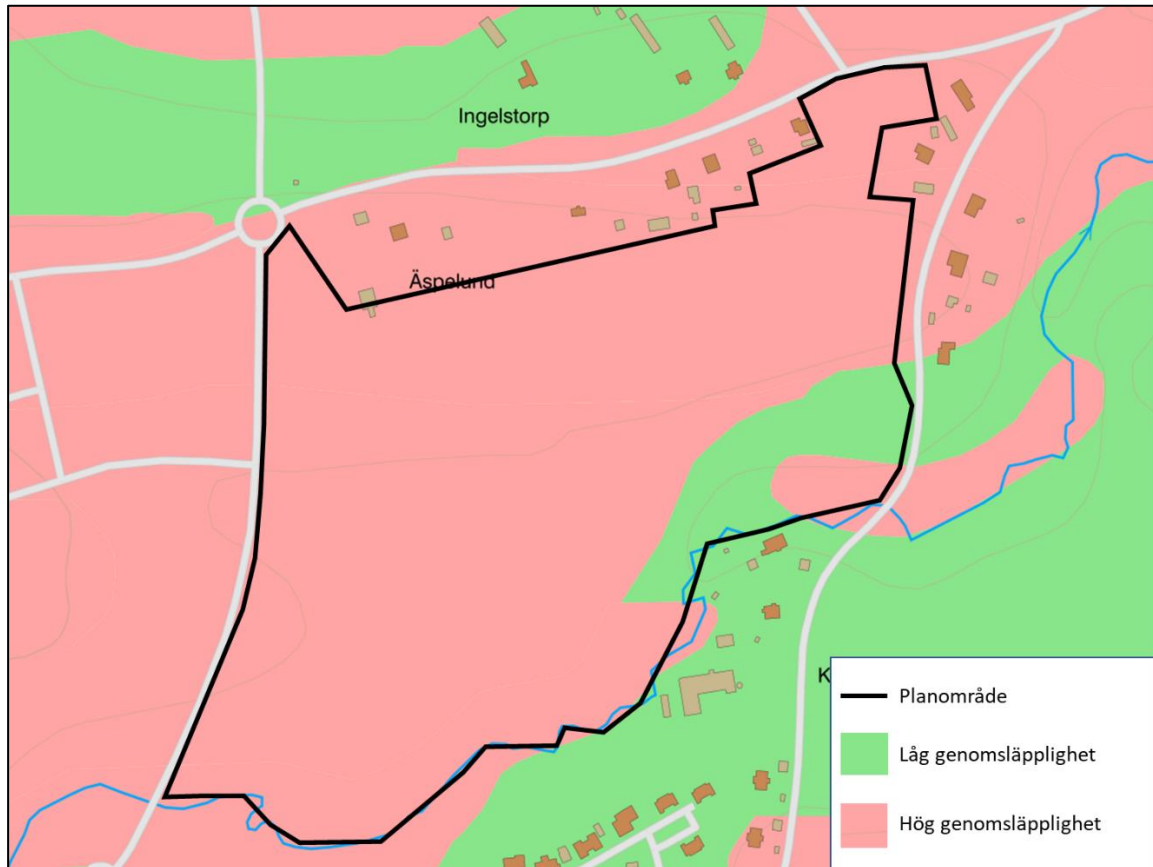
För att förhindra att ledningsgravar orsakar en utdränning kommenterar Bohusgeo (2020) att man kan utföra strömningsavskärande fyllningar, beroende av ledningarnas djup.

Generellt bedömer Bohusgeo (2020) att en släntlutning av 2:1 erfordras vid schaktdjup av ca 2 m. Flackare schakter och/eller erosionsskydd kan dock erfordras vid schakt under grundvattennivån eller vid riklig vattentillrinning.

2.4 Infiltration

Enligt uppgifter från Sveriges geologiska undersökning har marken generellt hög genomsläpplighet i planområdet, se Figur 4 (SGU, 2020b).

För att inte minska grundvattenbildningen rekommenderar Bohusgeo (2020) att överväga infiltration genom anläggande av exempelvis rörgravsmagasin på tomtmark.



Figur 4 Genomsläpplighet i planområdet (SGU, 2020b) Planområdet är markerat med svart linje.

2.5 Grundvatten

Underlag saknas för grundvattendjup i dagsläget. Grundvatten- och portrycksmätningar pågår dock enligt uppgift från Skövde kommun.

2.6 Markavvattnings-/sjösänkingsföretag

Inget markavvattnings- eller sjösänkingsföretag har hittats inom eller nedströms planområdet för Trädgårdsstaden etapp 4 (Länsstyrelsen, 2020).

2.7 Andra ledningar inom planområdet

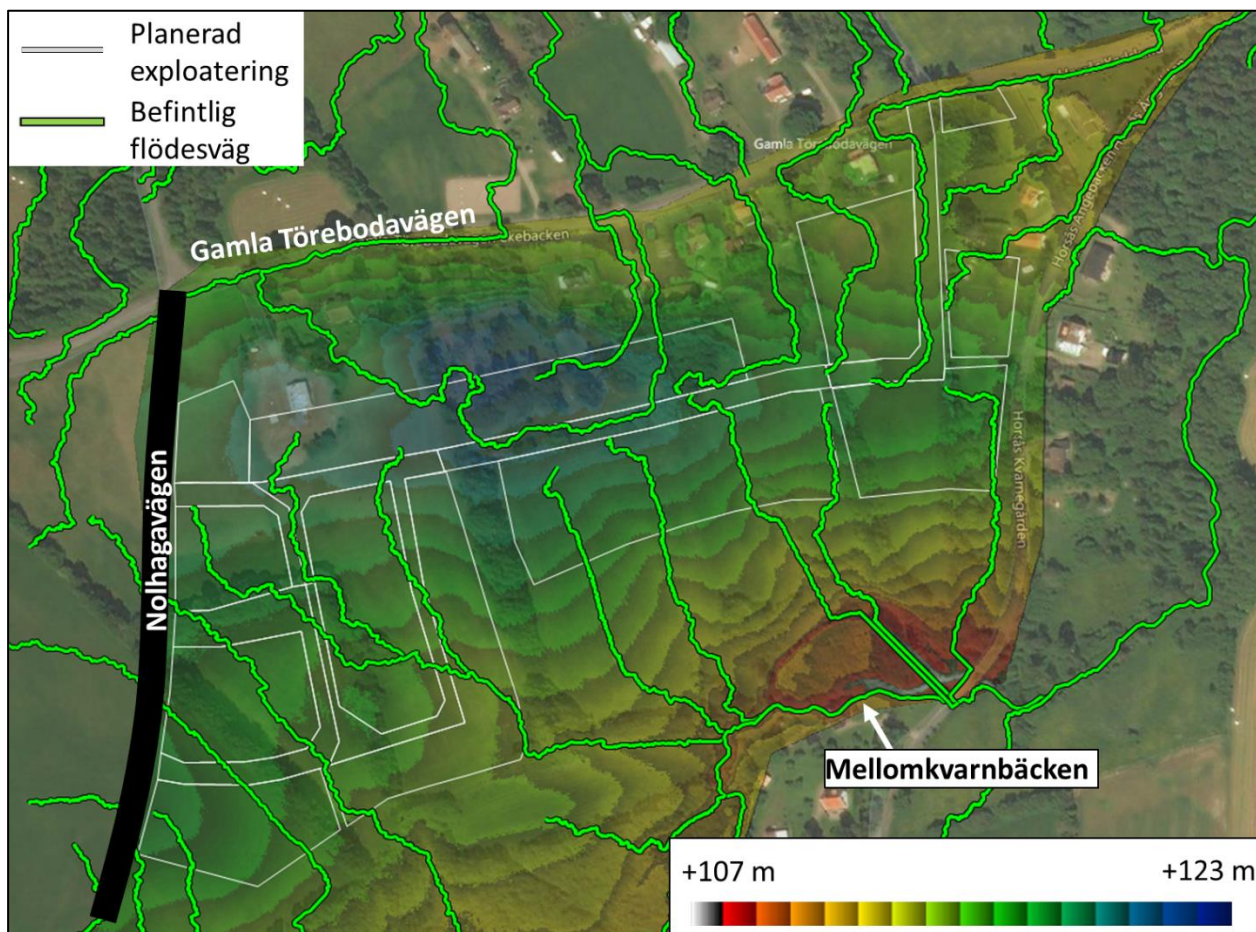
Ingen uppgift finns om befintliga ledningar inom planområdet.

3 Befintlig dagvattenhantering

Planområdet är totalt ca 16 ha varav ca 7,8 ha planeras att exploateras. Planområdet består av en höjdrygg med slänter främst i nord- och sydgående riktningar, se Figur 5. Befintlig dagvattenhantering presenteras även i Bilaga 1. I Bilaga 1 presenteras även läge för de, av Norconsult tagna, bilder som visas i figurer i föreliggande rapport.

Området består främst av naturmark, med ett fåtal befintliga fastigheter. Den befintliga avvattningen i området sker främst genom infiltration och ytlig avrinning. Väster om planområdet har Nohlagavägen anlagts vars avvattning skapar en vattendelare. Inga kringliggande områden avvattnar därmed till planområdet.

Den norra delen av planområdet avvattnas i dagsläget via ett östgående dike utmed Gamla Törebodavägen till skogsområden norr om vägen, se kapitel 3.2. I söder avvattnas planområdet till Mellomkvarnbäcken som avrinner i östlig riktning, kapitel 3.3. Hela planområdet har Ösan som recipient.



Figur 5. Planerad exploatering samt modell över befintliga marknivåer inom planområdet med befintliga flödesvägar.

3.1 Dike i sydväst

I ett skogsområde i den sydvästra delen av planområdet observerades ett mindre dike med en 300 mm trumma som delvis var fylld med sediment, se Figur 6 och Figur 7 samt läge i Bilaga 1.



Figur 6. Mindre dike i skogsområde (Foto: Norconsult).



Figur 7. 300 mm trumma utmed diket (Foto: Norconsult).

3.2 Dike utmed Gamla Törebodavägen

Utmed den södra delen av Gamla Törebodavägen finns ett befintligt dike som avrinner i östlig riktning, se Bilaga 1. Figur 8 visar den östra delen av diket där det även angränsar mot befintlig bebyggelse söder om Gamla Törebodavägen. Diket slutar i korsning mellan Horsåsvägen och Gamla Törebodavägen, se Figur 9. Från korsningen avrinner dagvattnet över vägen mot skogsområde i norr.



Figur 8. Befintligt dike utmed Gamla Törebodavägen (Foto: Norconsult).



Figur 9. Korsning mellan Gamla Törebodavägen och Horsåsvägen (Foto: Norconsult).

3.3 Mellomkvarnsbäcken

Mellomkvarnsbäcken rinner österut utmed planområdets södra gräns, se Bilaga 1. Bäcken mynnar i Ösan öster om planområdet. I den sydöstra delen av planområdet har ett bräddningsdike anlagts, norr om befintlig bäck, se Figur 10. Bräddningsdiket syftar till att avlasta Mellomkvarnsbäcken vid höga flöden. Nära utmed huvudfåran återfinns en befintlig byggnad som eventuellt kan påverkas vid höga flöden i Mellomkvarnsbäcken, se Figur 11. I Planområdets sydöstra gräns kulverteras Mellomkvarnsbäcken i två stora trummor under Horsåsvägen, se Figur 12.



Figur 10. Mellomkvarnsbäcken samt konstruerat bräddningsdike (Foto: Norconsult).



Figur 11. Mellomkvarnsbäcken samt befintlig byggnad intill bäcken (Foto: Norconsult).



Figur 12. Trummor under Horsåsvägen (Foto: Norconsult).

3.4 Befintlig damm

I planområdets sydvästra gräns finns en nyligen anlagd dagvattendamm. Dammen fördröjer och renar dagvatten från Nolhagavägen samt befintlig mark väster om vägen, se Figur 13.



Figur 13. Befintlig damm i den sydöstra delen av planområdet (Foto: Norconsult).

3.5 Befintliga dagvattenflöden

Beräkning av befintliga flöden har skett med rationella metoden enligt Svenskt Vattens publikationer P110 och P104, enligt följande formel:

$$Q = A\varphi i \quad (\text{Ekvation 1})$$

$$q = \text{flöde [l/s]}$$

$$A = \text{avrinningsområdets totala yta [ha]}$$

$$\varphi = \text{avrinningskoefficient [-]}$$

$$i = \text{dimensionerande regnintensitet [l/(s, ha)]}$$

Det dimensionerande flödet från respektive avrinningsområde erhålls då hela området bidrar med avrinning, dvs då den mest avlägsna punkten inom avrinningsområdet bidrar med avrinning. Den yta som bidrar till avrinning kallas den reducerade arean och erhålls genom att en avrinningskoefficient multipliceras med den totala ytan. Avrinningskoefficienten uttrycker hur stor del av nederbörden som avrinner på ytan efter infiltration och ytvattenlagring etc.

Den dimensionerande rinntiden inom varje område sätts lika med regnvaraktigheten, varvid det dimensionerande flödet (Q) erhålls. Rinntiderna har uppskattats genom Svenskt Vattens publikation P110 rekommenderade vattenhastigheter i olika ledningssystem och Mannings ekvation, se nedan.

$$v = MR^{2/3}\sqrt{S}/1000 \quad (\text{Ekvation 2})$$

$v = \text{hastighet [m/s]}$

$M = \text{konstant för ytmaterial}$

$R = \text{vattendjup (0,005) [m]}$

$S = \text{lutning [\%]}$

Efter exploatering planeras dagvattnet inom planområdet att hanteras på två olika sätt där dagvatten från gator och tomter hanteras separat, se kapitel 4 om föreslaget dagvattensystem. Befintliga flöden beräknas därmed separat för gatu- och tomtmark.

Beräknade maxflöden vid ett 10-årsregn från yta motsvarande framtida gator redovisas i Tabell 3.

Tabell 2 Beräknade befintliga maxflöden för framtida vägområde i respektive delavrinningsområde. (Maxflödena gäller för ett 10-årsregn).

Delområde	Områdestyp	Area [ha]	k	Reducerad area [ha]	Rinntid [min]	Intensitet [l/s ha]	Maxflöde [l/s]
Vägområde i del A	Ängsmark	0,82	0,1	0,082	34	108	9
Vägområde i Del B	Ängsmark	0,28	0,1	0,028	28	125	4
Vägområde i Del C	Ängsmark	0,26	0,1	0,026	31	111	3

Uträknade maxflöden vid ett 10-årsregn från respektive delområde redovisas i Tabell 3. Se indelning i delområden i Bilaga 2.

Tabell 3 Beräknade befintliga maxflöden för resten av planområdet, utan väg, från respektive delavrinningsområde. Maxflöden gäller för ett 10-årsregn.

Delområde	Områdestyp	Area [ha]	k	Reducerad area [ha]	Rinntid [min]	Intensitet [l/s ha]	Maxflöde [l/s]
Delområde A utan väg	Ängsmark	3,2	0,1	0,32	34	108	30
Delområde B utan väg	Ängsmark	1,7	0,1	0,17	28	125	20
Delområde C utan väg	Ängsmark	1,5	0,1	0,15	31	111	20
Fastighet i NO	Villaområde (utan väg)	0,2	0,1	0,02	10	228	5

3.6 Befintlig föroreningsbelastning

För att uppskatta föroreningstransporten och föroreningsreduktion i planområdet så har programmet StormTac använts. StormTac använder föroreningsschablonhalter från specifika markanvändningar. Schablonerna är baserade på en databas där många undersökningar och mätresultat ingår. Resultaten rekommenderas att tolkas med varsamhet då databasen nödvändigtvis inte har tillfredsställande data för alla markanvändningar och reningsanläggningar.

Beräknade befintliga föroreningskoncentrationer har beräknats för all exploateringsyta med markanvändningstyp "jordbruksmark" i StormTac. Befintliga beräknade koncentrationer och mängder presenteras i Tabell 4 respektive Tabell 5.

Tabell 4. Befintliga föroreningskoncentrationer ($\mu\text{g/l}$)

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	TOC
220	5 300	6,0	11	20	0,10	3,0	2,0	0,0050	100 000	200	13 000

Tabell 5. Befintlig föroreningsbelastning ($\text{kg}/\text{år}$)

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd
3,5	86	0,17	0,29	0,48	0,0024
Cr	Ni	Hg	SS	Oil	TOC
0,053	0,034	0,00012	2400	4,3	230

4 Föreslagen dagvattenhantering

Föreliggande exploateringsförslag kommer leda till förändrade dagvattenflöden. I framtiden väntas även klimatförändringar leda till förändrade dagvattenflöden, varför de också bör beaktas vid dimensionering av framtida dagvattensystem. Föreliggande kapitel ger förslag till en hållbar dagvattenhantering med hänsyn till befintliga och framtida förutsättningar. Föreslagen dagvattenhantering presenteras även i Bilaga 2.

4.1 Föreslaget dagvattensystem

Enligt uppgift från Skövde kommun pågår projektering av så kallat blågröngrått (BGG) system för rening och fördröjning av dagvattnet från gator i planområdet, se kapitel 4.4. Bohusgeo (2020) rekommenderar att överväga åtgärder för ökad grundvattenbildning, se kapitel 2.3. BGG-systemet förväntas ha en positiv effekt på grundvattenbildningen.

Avvattningen av planerad tomtmark föreslås utformas som tre delområden A-C, se Bilaga 2. Ledningsgravar för föreslagna dagvattenledningar i planerade gator behöver eventuellt utföras med strömningsavskärande fyllningar, för att inte dränera planerat BGG-system för hantering av dagvatten från gator, se kapitel 2.3. Föreslagna dagvattenledningar enligt Bilaga 2 har dimensionerats översiktligt med Mannings formel, minsta lutning 5 promille i gator samt 3 promille i naturområde söder om Delområde B.

Dagvattnet från tomtmark inom planområdet föreslås fördröjas och renas i två dagvattendammar.

Delområde A och B föreslås avvattna till en våt damm i den sydöstra delen av planområdet, se Damm 1 i Bilaga 2. Delområde B föreslås avvattnas med en västgående ledning i gräsyta söder om delområdet. För att uppnå frostsäkert djup och fall på ledningen så bedöms markfyllnad upp till drygt 1 m erfordras i två mindre områden utmed den föreslagna sträckan, se Bilaga 2. Markfyllnad kan begränsas genom att frostskydda ledningen.

I Bilaga 2 presenteras en alternativ sträckning av dagvattensystemet från Delområde B till Damm 1 där dagvattnet leds sydöst om Delområde A istället för att passera genom planerade fastigheter. Området för den alternativa sträckningen är dock i en svacka vilket innebär svårigheter med utformningen om inte mycket markfyllnad utförs. Dagvattnet från Delområde B skulle även kunna släppas till samma punkt som utloppet från Damm 1. Leds vattnet inte till Damm 1 behöver dock fördröjning och rening utföras på annat sätt.

Delområde C föreslås avvattna till en damm i den nordöstra delen av planområdet, se Damm 2 i Bilaga 2. Delområde C är relativt litet och avsatt yta för dagvattendamm är begränsad. Den avsatta ytan är tillräcklig för erforderlig fördröjningsvolym, den är dock för liten för att inrymma en våtvolum med släntlutning > 1:3. Med hänsyn till ovanstående föreslås dammen utformas som torr damm.

Befintliga marknivåer för en fastighet i den nordöstra delen av planområdet är lägre än område för närliggande föreslagen torr damm för hantering av dagvatten från Delområde C. Dagvatten från fastigheten föreslås därmed hanteras separat i exempelvis stenkista, se Bilaga 2.

Utloppsledning från ovan beskrivna fastighet samt Damm 2 föreslås till den östra delen av befintligt dike utmed Gamla Törebodavägen, diket beskrivs i kapitel 3.2. Dikets kapacitet bedöms översiktligt vara tillräckligt för det dimensionerande flödet. I dagsläget avleds dagvatten ytligt över Gamla Törebodavägen. För att förhindra problem relaterat till höga flöden över vägen, exempelvis framkomlighet, kan en trumma förläggas under vägen, se Bilaga 2.

4.2 Framtida dagvattenflöden

Framtida dagvattenflöden har beräknats enligt samma metod som beskrivs i kapitel 3.5. Föreslaget dagvattensystem ska klara av att avleda ett framtida 10-årsregn med 10 min varaktighet och klimatfaktor 1,25 enligt Svenskt Vattens rekommendation.

Beräknade dagvattenflöden från gator presenteras per delområde i Tabell 6, med klimatfaktor 1,25.

Tabell 6 Framtida dagvattenflöde från gator till växtbäddarna, per delområde.

Delområde	Områdestyp	Area [ha]	k	Reducerad area [ha]	Rinntid [min]	Intensitet [l/s ha]	Klimatfaktor	Maxflöde [l/s]
A	Vägområde	0,82	0,8	0,66	10	228	1,25	190
B	Vägområde	0,28	0,8	0,22	10	228	1,25	60
C	Vägområde	0,26	0,8	0,21	10	228	1,25	60

Framtida flöden från tomtmark har beräknats med per delområde med klimatfaktor 1,25, se Tabell 7.

Tabell 7. Framtida dagvattenflöde för tomtmark inom planområdet, per delområde.

Delområde	Områdestyp	Area [ha]	k	Reducerad area [ha]	Rinntid [min]	Intensitet [l/s ha]	Klimatfaktor	Maxflöde [l/s]
A	Villaområde (utan väg)	1,7	0,3	0,51	10	228	1,25	140
	Flerfamiljshusområde (utan väg)	1,5	0,35	0,53	10	228	1,25	150
	Totalt							290
B	Villaområde (utan väg)	1,7	0,3	0,51	10	228	1,25	150
C	Villaområde (utan väg)	1,3	0,3	0,39	10	228	1,25	110
Fastighet i NO	Villaområde (utan väg)	0,2	0,3	0,06	10	228	1,25	20

4.3 Erforderlig fördröjningsvolym

För att undvika att överbelasta dagvattensystem nedströms behöver ökade dagvattenflöden fördröjas. Fördröjningsvolymerna är beräknade genom att ett framtida 10-årsregn begränsas till ett befintligt 10-årsregn enligt kapitel 3.5. Föreslaget dagvattensystem ska klara av att fördröja ett framtida 10-årsregn med klimatfaktor enligt Tabell 6 och Tabell 7.

Beräknade fördröjningsvolymerna för föreslagna dagvattendammar presenteras i Tabell 8.

Tabell 8 Beräknade fördröjningsvolymerna för respektive delområde och fördröjningsanläggning. Framtida 10-årsregn till befintligt 10-årsregn.

Anläggning	Delområden	Fördröjningsvolym [m ³]
Damm 1	A+B utan väg	300
Damm 2	C utan väg	70
LOD	Fastighet I NO	6

Beräknade fördröjningsvolymerna för föreslagna växtbäddar presenteras i Tabell 9. Beräkningarna visar beräknad erforderlig volym samt total volym växtbädd med antagande om 30 % porvolym.

Tabell 9. Beräknade fördröjningsvolymerna för vägytor inom respektive delområde. Framtida 10-årsregn till befintligt 10-årsregn.

Områden	Area [ha]	Fördröjningsvolym [m ³]	Beräknade volymer för växtbäddarna [m ³]
Vägområde i A	0,82	190	630
Vägområde i B	0,28	60	190
Vägområde i C	0,26	60	170

4.4 BGG-system

För att möta komplexiteten i dagens och framtidens stadsmiljöer behövs smart infrastruktur, med ytor som kan tillgodose flera syften samtidigt. Att anlägga separata lösningar för varje funktion är kostsamt och utrymmeskrävande. Istället kan dagvattenhanteringen och växtbäddar samsas med hårdgjorda ytor och de krav på bärighet och trygg miljö som dessa för med sig. Skövdes mål med ett BGG-system syftar på integrering av (det Blå) dagvattenhanteringen från gatumark, vegetation (det Gröna) och de hårdgjorda ytorna (det Grå). Genom att leda ned dagvattnet till öppna förstärkningslager skapas ett system som både kan fördröja och rena dagvatten samtidigt som det gynnar vegetationen.

4.5 Dagvattendammar

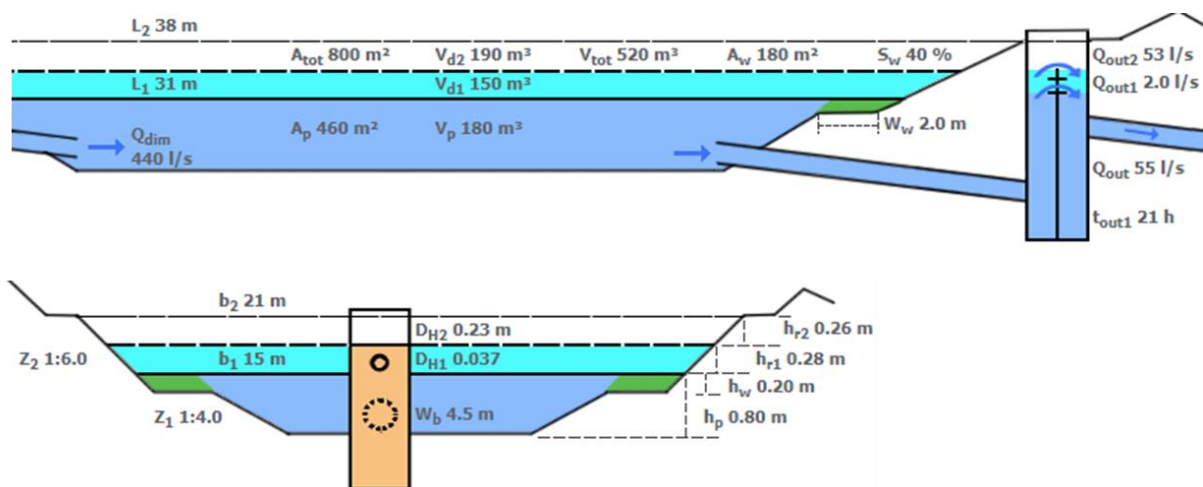
I föreliggande rapport föreslås en våt och en torr damm, se kapitel 4.1 och Bilaga 2. Följande kapitel beskriver föreslagna dagvattenanläggningar.

4.5.1 Damm 1 – våt damm

Söder om Delområde A föreslås en våt damm anläggas, se Bilaga 2 och Figur 14. Föreslagen utformning presenteras i Figur 15.

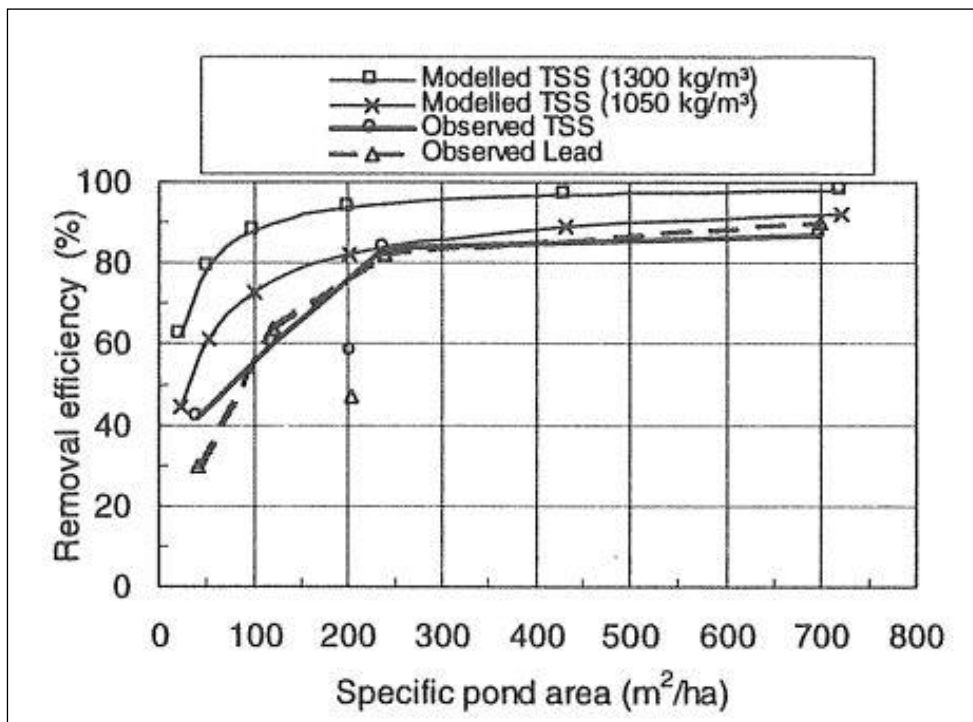


Figur 14. Område där Damm 1 föreslås (Foto: Norconsult)



Figur 15. Föreslagen utformning, Damm 1 (Illustration: StormTac)

Dammar fyller en viktig funktion för rening av dagvatten genom att partikelbundna föroreningar tillåts sedimentera. Ungefär 90 % av den årliga föroreningsavskiljningen/sedimenteringen sker mellan regntillfällena då dammvolumens uppehållstid inte påverkas av större in-och utloppsflöden. Ett nyckeltal för optimal storlek på dammar ur reningssynpunkt är att den ytmässigt ska utgöra minst 1,5 % – 2,5 % av avrinningsområdets reducerade area (Pettersson, 1999). Förhållandet mellan dammars avskiljningskapacitet och dess yta i förhållande till avrinningsområdets yta (specifika ytan) illustreras i Figur 16. Ytan för föreslagen Damm 1, utgör ca 3 % av avrinningsområdets reducerade area.



Figur 16. Förhållandet mellan dammens avskiljningskapacitet och dess specifika yta för modellerade och uppmätta halter av TSS och bly (Pettersson, 1999)

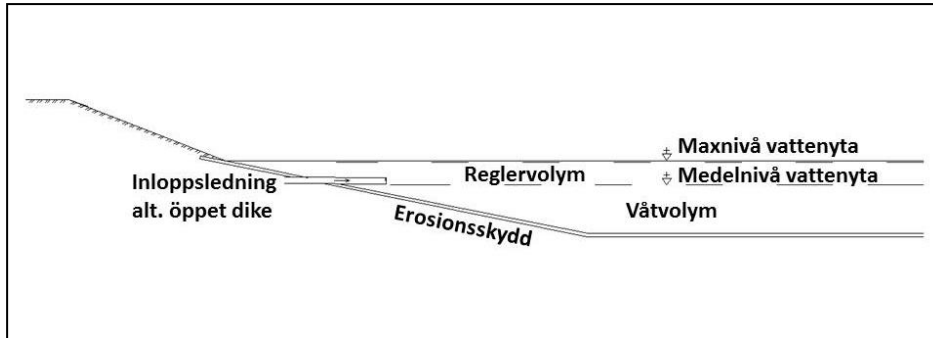
Ett försedimenteringssteg kan anläggas på inloppssidan av dammen för hantering av de grövsta förorenade partiklarna genom att dagvattnet bromsas upp och partiklar sedimenterar. Det är viktigt att försedimenteringssteget är lättillgängligt för skötsel och underhåll. Utloppet till huvuddamm kan exempelvis ske via en singelvall med lerkärna, se Figur 17. Fördelen med ett sådant utlopp är att den ger möjlighet till att pumpa vatten från försedimenteringssteget för underhåll och slamsugning av bottensediment utan att dagvatten från resterande dammvolum strömmar tillbaka. En annan fördel med ett försedimenteringssteg är att dagvattenflödet till huvuddammen stryps till ett mer konstant flöde. Detta förhindrar i sin tur att bottensediment rörs upp vilket minskar dess reningsförmåga. Försedimenteringssteget kan även utformas som en djupare del för sedimentation vid dammens inlopp.



Figur 17. Singelvall kan skilja av ett eventuellt försedimenteringssteg i dammen (Dagvattenguiden, u.d.)

Föreslagen våt damm föreslås ha slänter på 1:4 i våtvolyten och 1:6 för reglervolyten. Djupet föreslås till ca 1 m vid permanent vattenyta. Geoteknisk rapport indikerar att föreslagen släntlutning inte innebär någon risk för skred eller ras, se kapitel 2.3 (Bohusgeo, 2020).

För att uppnå en god reningseffekt bör dammen vara några gånger längre än den är bred. Ett högt längd/breddförhållande ger hög hydraulisk effektivitet, dvs den ger en jämnare hastighetsfördelning av flödet genom dammen och motverkar så kallade "döda zoner", där vattnet står stilla.



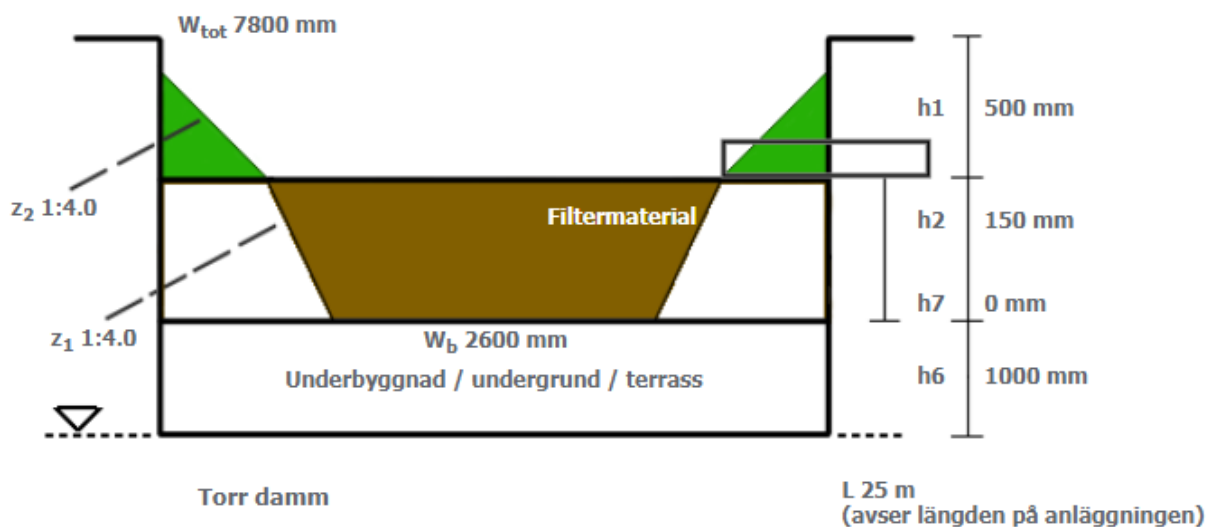
Figur 18. Skiss över våtvolym och reglervolym i en dagvattendamm.

4.5.2 Damm 2 – torr damm

Norr om Delområde C föreslås en torr damm anläggas, se Bilaga 2 och Figur 19. Föreslagen utformning presenteras i Figur 20.

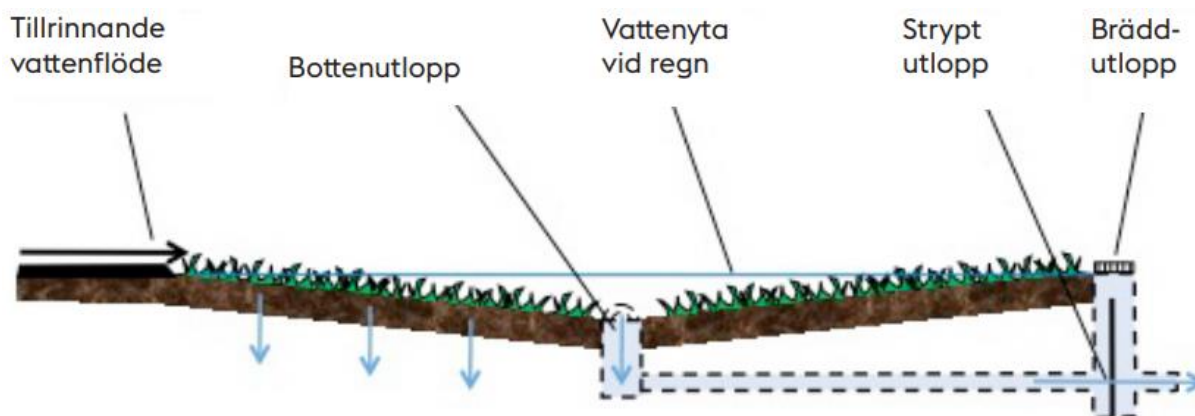


Figur 19. Område där Damm 2 föreslås (Foto: Norconsult).



Figur 20. Föreslagen utformning, Damm 2 (Illustration: StormTac).

Torra dagvattendammar fördröjer och renar i viss mån dagvatten. Utlopp föreslås utformas med bottenutlopp, se illustration i Figur 21. Utloppsflödet stryps i utloppsbrunn för att minska belastningen på nedströms dagvattensystem, se kapitel 4.5.3. Genom att strypa utflödet bildas en tillfällig vattenyta i dammen vilket medger sedimentation och infiltration i marken. Reningen är till stor del beroende av infiltration genom markytan. Bräddning föreslås ske till betäckning i utloppsbrunnen.

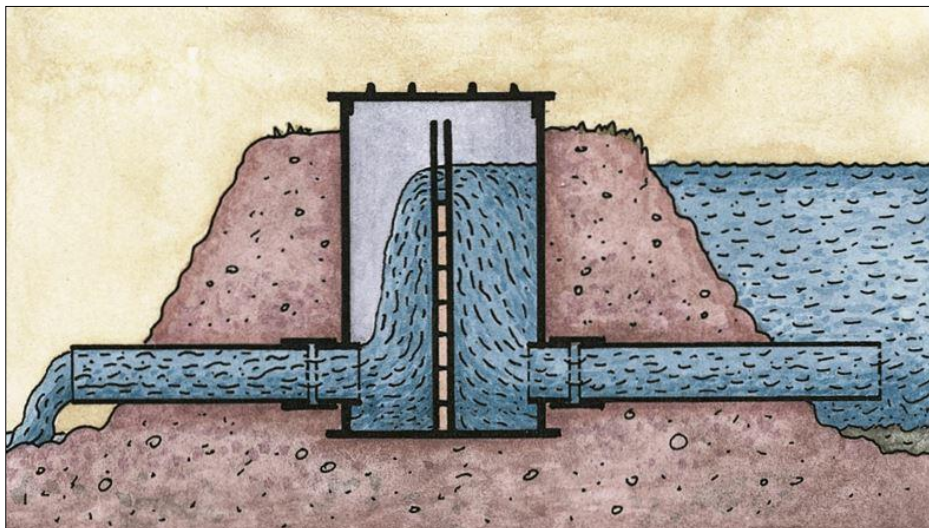


Figur 21. Utformning av en torr dagvattendamm (illustration: WRS)

4.5.3 Utloppsanordning från dagvattendammar

Nivåbrunnar kan användas för att reducera flödet genom att låta vattnet stiga till en viss nivå innan det tillåts att ledas ut. I en munkbrunn kan nivån styras genom att lägga nivåplankor i mitten av brunnen, mellan in- och utloppet, se Figur 22. Träplankorna kan läggas till eller tas bort efter önskad nivå.

Ett problem med sådana brunnar är att träplankorna ofta inte är täta, och problemet ökar om det är stor variation i inflödet till dammen. Vid mycket stora flöden tillåts flödet bräddas över skiborden.



Figur 22. Skiss över dammutlopp med regleringsbrunn (Uponor, 2017).

En annan typ av utlopp är en enkel nivåbrunn, som består av betongringar som placeras en bit från släntfoten på ett tjockt lager av makadam som vatten kan strömma genom och in i brunnen, enligt Figur 23.



Figur 23. Enkel nivåbrunn på makadamvall (Foton: wetlands.se).

Den nedre betongringen förses med ett eller flera hål i höjden för att säkerställa inflöde till brunnen. Brunnens utlopp är ett eller flera släta markavloppsrör med böj som leds ut under den nedersta ringen. Rörets böj placeras i mitten av brunnen med möjlighet för att sätta in rörstumpar av olika längder som bestämmer dammens vattennivå. Största möjliga rördimension är 200 mm.

En stor del av reningen i dagvattendammar och våtmarker sker genom sedimentation och infiltration mellan avrinningstillfällena. För att anläggningen ska ge hög reningsgrad samtidigt som större nederbördstillfällena kan utjämnas kan utlopp från dammar utformas med två utlopp. Utloppen sätts på på olika nivåer för att i praktiken skapa två olika utjämningsvolymmer.

Det nedre utloppet släpper endast igenom ett mindre flöde för att ge lång uppehållstid för "vanliga" regn motsvarande exempelvis ett medelregn. Eftersom endast en mycket liten del av det totala årsflödet består av skyfall med nederbörd som kraftigt avviker från medelregnet så är det, ur reningshänsyn, främst relevant att fördröja de mindre regnen.

Det övre utloppet släpper igenom det större dimensionerande, dock ändå strypta flödet. Syftet med det övre utloppet är främst att ge ett jämt flöde från anläggningen, för att inte överbelasta nedströms dagvattensystem.

Föreslagna dammar föreslås utformas med två utlopp där det lägre utloppet är dimensionerat för att ge en uppehållstid om ca ett dygn för ett genomsnittligt nederbördstillfälle. Det övre utloppet föreslås motsvara befinlig flöde vid ett 10-årsregn.

4.6 Principlösningar för LOD

Som komplement till föreslagen dagvattenhantering kan lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) anläggas på tomtmark. Se principförslag i Bilaga 3.

4.7 Framtida dagvattenföreningar

Framtida dagvattenföreningar har beräknats i StormTac vilket innebär osäkerheter, se text om StormTac i kapitel 3.6.

I kapitel 4.7.1-4.7.5 presenteras beräknade koncentrationer och föreningmängder från planområdet efter rening i föreslagna dagvattenanläggningar.

Om LOD-lösningar anläggs inom tomtmark förväntas ytterligare rening ske. Ytterligare rening förväntas dessutom utanför planområdet, i Mellomkvarnsbäcken samt i skogsområde norröst om planområdet. Marken i skogsområdet är flack, dagvattnet förväntas därmed uppehållas med god sedimentation. Sedimentationen i Mellomkvarnsbäcken förväntas vara mer begränsad.

Föreningkoncentration presenteras i Tabell 10 per ingående markanvändningstyp utan föreslagna reningsåtgärder.

Tabell 10. Framtida föroreningskoncentrationer per markanvändning, utan rening (µg/l)

Mark-användning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd
Lokalgata	140	1 900	3,0	21	12	0,27
Flerfamiljs- bostäder, utan väg	260	1 500	18	33	120	0,81
Villaområde, utan väg	200	1 500	8,0	21	90	0,27
Mark-användning	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	TOC
Lokalgata	7,1	5,6	0,081	75 000	780	17 000
Flerfamiljs- bostäder, utan väg	13	10	0,012	70 000	700	20 000
Villaområde, utan väg	3,0	5,0	0,001	40 000	350	10 000

4.7.1 Gator

Rening av dagvatten sker i BGG-system. I StormTac-beräkningar har rening beräknats för skelettjord, se beräknade koncentrationer efter rening i Tabell 11.

Tabell 11. Föroreningskoncentrationer efter rening (µg/l)

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd
63	520	0,9	4,6	3,9	0,072
Cr	Ni	Hg	SS	Oil	TOC
1,3	1,5	0,035	11 000	88	2 500

4.7.2 Damm 1

Damm 1 renar dagvatten från Delområde A och B. Beräkningar motsvarar föreslagen våt damm, se kapitel 4.5.1. Beräknade koncentrationer efter rening presenteras i Tabell 12.

Tabell 12. Föroreningskoncentrationer från Damm 1 efter rening (µg/l)

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd
85	1 400	2,0	8,9	23	0,15
Cr	Ni	Hg	SS	Oil	TOC
0,85	2,0	0,0069	11 000	51	10 000

4.7.3 Damm 2

Damm 1 renar dagvatten från Delområde C. Beräkningar motsvarar föreslagen torr damm, se kapitel 4.5.2. Beräknade koncentrationer efter rening presenteras i Tabell 13. Vidare förväntas hög reningsgrad i skogsmark utanför planområdet innan dagvattnet når recipienten Ösan.

Tabell 13. Föroreningskoncentrationer från Damm 2 efter rening (µg/l)

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd
130	950	2,7	11	47	0,18
Cr	Ni	Hg	SS	Oil	TOC
2,1	2,3	0,0057	13 000	32	3 000

4.7.4 Fastighet i nordöst

Fastighet i nordöst, se Bilaga 2, renas i LOD-anläggning. I StormTac har rening beräknats motsvarande makadammagasin/stenkista. Beräknade koncentrationer efter rening presenteras i Tabell 14. Rening förväntas även i skogsmark innan dagvattnet når recipienten Ösan.

Tabell 14. Föroreningskoncentrationer från fastighet i nordöst efter rening (µg/l)

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd
110	830	1,3	6,7	22	0,078
Cr	Ni	Hg	SS	Oil	TOC
1,1	2,0	0,0042	10 000	70	4 900

4.7.5 Hela planområdet

Tabell 15 och Tabell 16 presenterar beräknade koncentrationer respektive mängder efter rening för all exploateringsyta inom planområdet. Bly, zink, kadmium och kvicksilver beräknas överstiga befintliga koncentrationer enligt StormTacs schablonvärden. Den totala föroreningsbelastningen förväntas öka för majoriteten av de analyserade ämnena, vilket är en följd av en högre grad av hårdgörning.

Tabell 15. Föroreningskoncentrationer från all exploateringsyta i planområdet efter rening (µg/l)

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd
86	1 100	1,8*	8,0	21*	0,13*
Cr	Ni	Hg	SS	Oil	TOC
1,2	1,9	0,014*	11 000	59	6 800

*Koncentration som beräknas överstiga befintlig föroreningsbelastning enligt Tabell 4

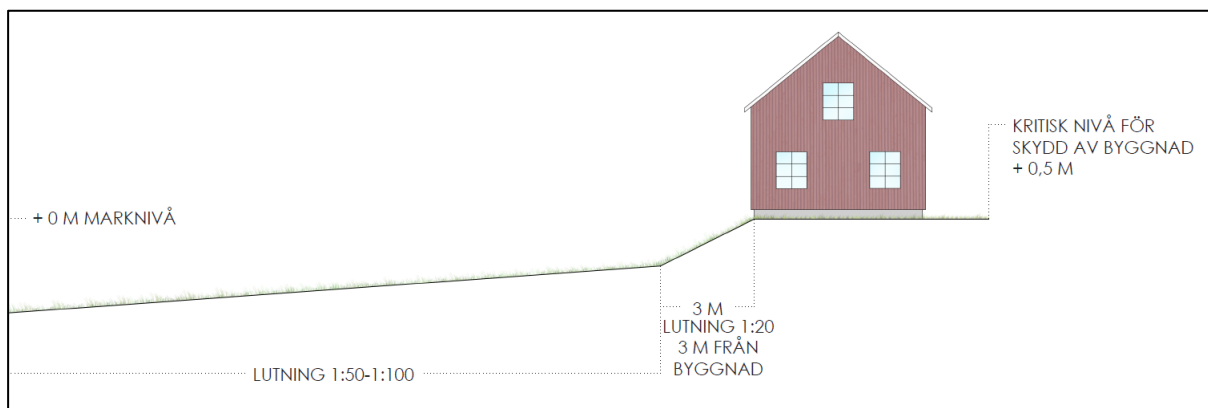
Tabell 16. Föroreningsbelastning från all exploateringsyta i planområdet efter rening (kg/år)

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd
2,5	32	0,053	0,24	0,63	0,0039
Cr	Ni	Hg	SS	Oil	TOC
0,034	0,055	0,00041	330	1,7	206

4.8 Höjdsättning

Området bör höjdsättas och utformas på ett sådant sätt att marköversvämning vid ett framtida 100-årsregn inte skadar byggnader i enlighet med faktablad från Länsstyrelserna (Länsstyrelserna, 2018). Gator och fastigheter ska i möjligaste mån harmonisera med varandra.

Kvartersmark bör generellt höjdsättas till en nivå högre än anslutande gatemark för att en tillfredsställande avledning av yt- och dränvatten samt spillvatten ska kunna erhållas, se Figur 24. Lägsta golvnivå föreslås inte understiga 0,35 m över marknivån vid förbindelsepunkt för dagvatten, i enlighet med Svenskt Vattens publikation P105 (Svenskt Vatten, 2011). Om höjdsättningen utformas enligt ovan, så att gator i området alltid är belägna på lägre nivåer än kringliggande kvartersmark, kan dagvatten avledas via gatorna om dagvattensystemets maxkapacitet skulle överskridas vid extrem nederbörd.



Figur 24. Princip för höjdsättning (Illustration: Norconsult).

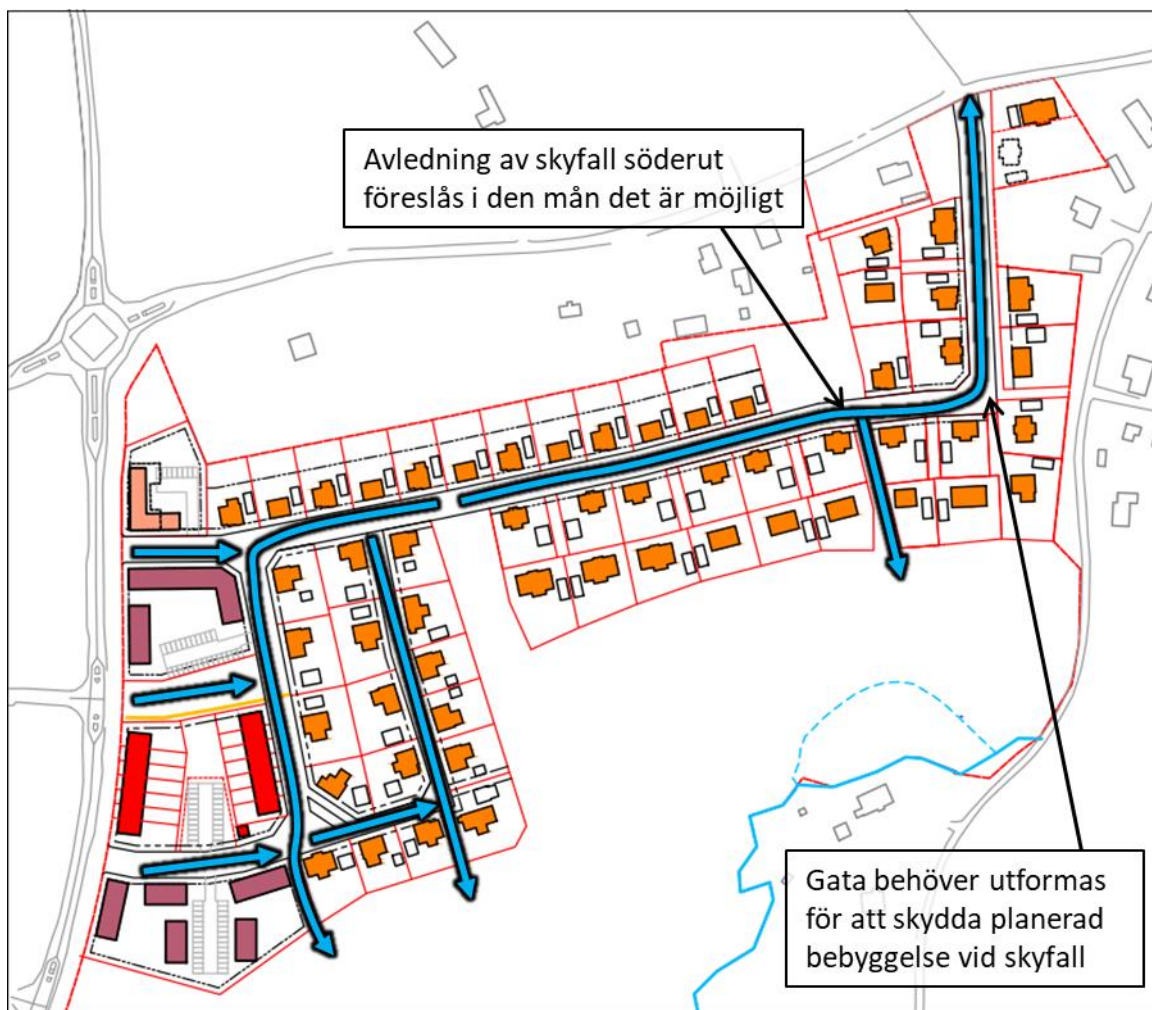
Enligt uppgift från Skövde kommun planeras en höjning av mark i den södra delen av delområde B, se Bilaga 2. Den norra tomtraden söder om gatan planeras att höjas till nivå med gatan för att uppnå en terrassering av de två husraderna. Den övre raden föreslås anslutas till ledningsnät i gatan och fastigheterna i den nedre raden föreslås anslutas till planerad dagvattenledning söder om området. Vid projektering av området är det viktigt att tillse en säker avledning av ytligt rinnande vatten vid skyfall så att inte tomterna i den nedre raden tar skada. Till exempel bör avrinning av vatten från nedfarterna kunna ledas vidare och ut ur området.

4.9 Avrinningsvägar vid extrem nederbörd

Vid extrem nederbörd eller vid extremt hög grundvattennivå förväntas dagvattensystemet inte ha kapacitet att avleda dagvattnet ut från området. Vid extrem nederbörd föreslås främst gator nyttjas som skyfallsvägar för säker avledning. En förutsättning för att nyttja gator för avledning av skyfall är att gatorna utformas för skyfallshantering, vilket exempelvis kan kräva kantstenar.

Föreslagna ytliga skyfallsvägar presenteras i Figur 25 och Bilaga 2. De föreslagna skyfallsvägarna följer befintlig marklutning och motsvarar i stort sett samma sträckor som föreslagna dagvattenledningar. Mellan Delområde B och C bör det i den mån det är möjligt, med hänsyn till vägutformning, eftersträvas att skyfall leds söderut utmed föreslagen gångstig. Genom att minska skyfallsflöden till Gamla Törebodavägen minimeras risken för problem med framkomlighet vid skyfall.

Störst risk för skador på planerad bebyggelse bedöms föreligga i det område där planerad gata svänger norrut i Delområde C. Det bedöms därmed särskilt viktigt att området utformas för säker skyfallsavledning.



Figur 25. Föreslagna skyfallsvägar i planområdet

Uppdatering av befintlig skyfallskartering i Skövde pågår vilken kommer att visa på förväntade nivåer i Mellomkvarnsbäcken vid skyfall. Exploateringen planeras dock på en betydligt högre nivå än bäcken, ca 6 meter högre för de lägst belägna byggnaderna. Översiktligt bedöms därmed inte någon risk finnas för att höga nivåer i Mellomkvarnsbäcken utgör en risk för planområdet.

Vid mycket kraftig nederbörd, överstigande dimensionerande nederbörd, föreslås Dam 1 brädda större flöden till ett mindre dike i befintlig skog i den södra delen av planområdet, se kapitel 3.1 och Bilaga 2. För att minska belastningen på Mellomkvarnsbäcken vid skyfall kan ett skibord med öppning i botten anläggas utmed bäcken i skogsområdet. Skibordets öppning föreslås utformas med dimension motsvarande utlopp från Dam 1. Dämning sker då endast vid nederbörd som överstiger ett framtida 10-årsregn, vilket inte bedöms medföra någon risk för skogen. Alternativt kan dammen utformas för att brädda utmed hela dess södra gräns. Genom att brädda över en större yta minskas risken för erosion samt möjliggör en högre grad av infiltration innan det når Mellomkvarnsbäcken.

5 Slutsats

Följande kapitel presenterar sammanfattande slutsatser för dagvattenhanteringen i planområdet.

5.1 Dagvattensystem

Marken där gator planeras inom planområdet har god lutning. Det föreslagna dagvattensystemet i gatumark kan därmed förläggas med bra fall. Viss markfyllnad, eventuellt även frostskydd, bedöms dock nödvändig i en svacka sydöst om Delområde B för att uppnå frostsäkert djup.

Den alternativa sträckningen för dagvattensystemet från Delområde B som presenteras i Bilaga 2 skulle innebära att ingen ledningsrätt behövs inom kvartersmark. Samtidigt så innebär alternativet större åtgärder i form av markfyllnad. Om dagvattnet från Delområde B inte leds till Damm 1 behöver det tillses att andra åtgärder finns för rening och fördröjning.

5.2 Skyfall

Förutsättningarna bedöms som goda för att säkra den planerade exploateringen mot skador vid översvämning till följd av skyfall. Flöden vid skyfall kommer eventuellt öka till Gamla Törebodavägen. Kapaciteten i befintligt dike utmed Gamla Törebodavägen kan ökas genom att anlägga en dagvattenledning till den norra sidan av vägen.

5.3 Dagvattenföroreningar

Beräknade koncentrationer av bly, zink, kadmium och kvicksilver från planerad exploatering, efter föreslagen rening, beräknas överstiga befintliga koncentrationer. Schablonvärde från StormTac för kvicksilver antas bero på atmosfärisk deposition, det förväntas därmed inte tillföras från exploateringen. Bly bör inte förekomma i dagvatten i nämnvärd omfattning. Eventuellt inkluderar schablonvärden från StormTac gamla mätningar då bly tillfördes i bensin och därmed förekom från biltrafik. Zink överstiger endast med 5 %.

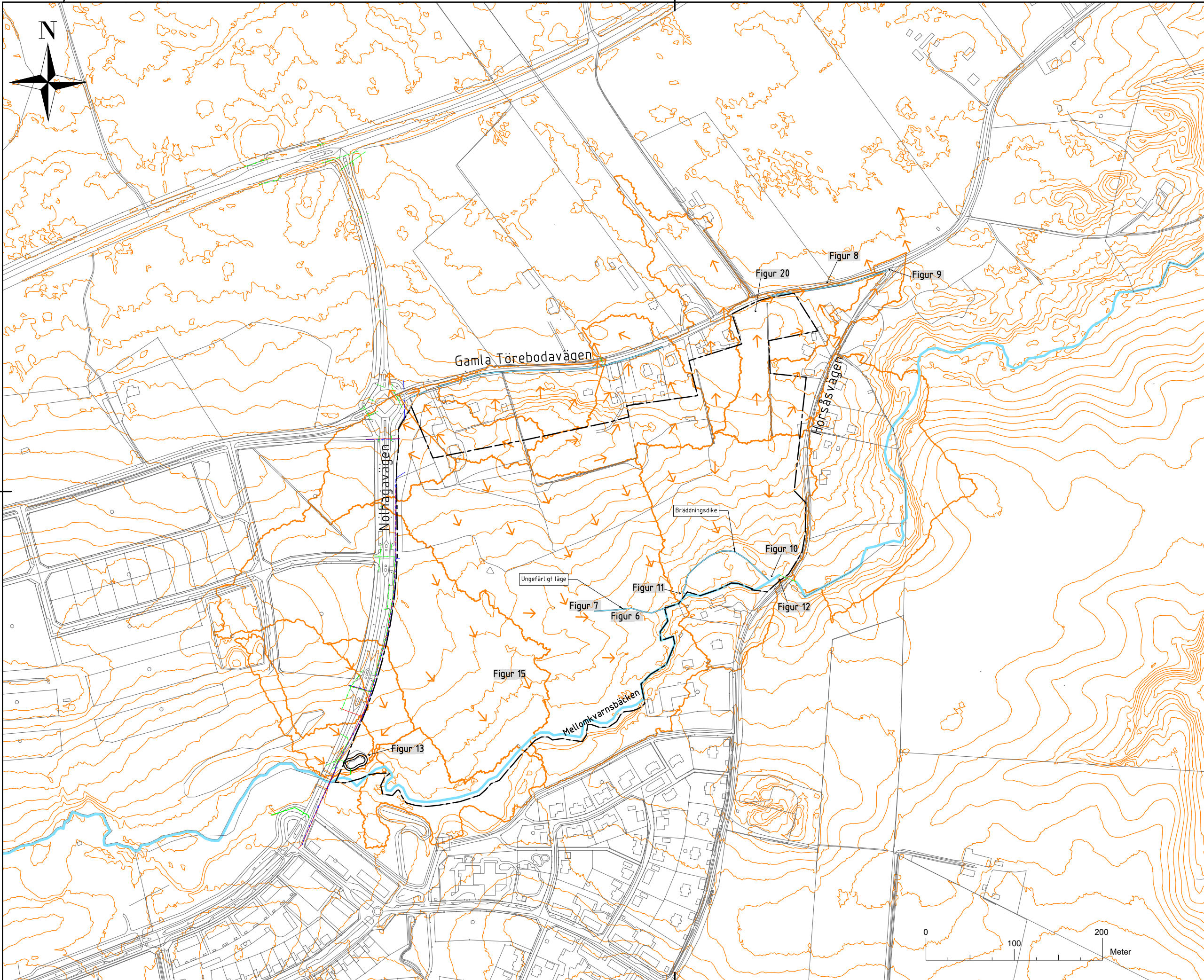
Med hänsyn till ovanstående förväntas generellt inte föroreningskoncentrationer i dagvattnet från planområdet öka efter exploatering, om föreslagna och planerade åtgärder för dagvattenrening anläggs. Den totala mängden föroreningar förväntas dock öka eftersom det årliga dagvattenflödet ökar vid hårdgörning.

Ytterligare rening av dagvatten från planområdet förväntas i Mellomkvarnsbäcken samt skogsområde i norr. Det är svårt att uppskatta hur stor rening som sker innan dagvattnet når recipienten. Översiktligt förväntas koncentrationen i dagvatten från planerad exploatering motsvara ungefär befintlig genomsnittlig belastning till Ösan, när det når recipienten.

Sammanfattningsvis bedöms inte planens genomförande försvåra arbetet med uppfyllande av MKN.

6 Litteraturförteckning

- Bohusgeo. (2020). *Trädgårdsstaden etapp 4, Projekterings-PM/Geoteknik. Förhandskopia.*
- Dagvattenguiden. (u.d.). *Godadagvattenexempel.* Hämtat från <http://godaexempel.dagvattenguiden.se/project/skogbergadammen/>
- hitta.se. (den 27 05 2016). *Norrtälje.* Hämtat från hitta.se: <http://www.hitta.se/kartan!~59.76324,18.71906,13z/tr!i=Szs5HONI/search!i=2000006098!q=Norrt%C3%A4lje!t=single!st=plc>
- hitta.se. (2020). *Skövde karta.* Hämtat från hitta.se: <https://www.hitta.se/kartan!~58.41929,13.90395,14.793427672699337z/tr!i=Ttc0YFq5/search!q=sk%C3%B6vde!b=58.41630:13.89008,58.42228:13.91782!sg=true!t=combined/geocode!!=58.42093:13.90461?usergeo=1>
- Länsstyrelsen. (2020). *Länsstyrelsen i Västra Götalands län.* Hämtat från Informationskartan Västra Götaland: <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=023f6dde755f41c5a719b111ddfb80ed>
- Länsstyrelserna. (2018). *Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall.*
- Miljöförvaltningen, Göteborgs Stad. (2013). *Miljöförvaltningens riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till recipient och dagvatten reviderad 2013.* Göteborg.
- Naturvårdsverket. (2020). *Naturvårdsverket.* Hämtat från Skyddad natur: <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/>
- Pettersson. (1999). *Stormwater Ponds for Pollution Reduction.* Göteborg: Chalmers.
- SGU. (den 22 april 2020a). *apps.sgu.se.* Hämtat från Kartvisare, jordarter 1:25000-100000: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html?zoom=435487.06954606343,6475647.056935542,436831.07223406876,6476302.958247344>
- SGU. (den 22 april 2020b). *apps.sgu.se.* Hämtat från Kartvisare, genomsläpplighet: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-genomslapplighet.html?zoom=435313.7909095614,6475602.543798197,436657.7935975667,6476258.445109999>
- Skövde kommun. (2011). *Riktlinjer för dagvattenhantering i Skövde kommun.*
- SMHI. (den 29 april 2020). *Modelldata per område.* Hämtat från vattenwebb.smhi.se: <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>
- Svenskt Vatten. (2011). *P105 Hållbar dag- och dränvattenhanterig.* Stockholm: Svenskt Vatten.
- Svenskt Vatten. (2011). *P105 Hållbar dag- och dränvattenhanterig.* Stockholm: Svenskt Vatten.
- Svenskt Vatten. (2016). *P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten.* Stockholm: Svenskt Vatten.
- Uponor. (den 14 12 2017). *Byggkatalogen.* Hämtat från <https://byggkatalogen.byggjtjanst.se/produkt/brunnar-betackningar-brunnstillbehor-utomhus/uponor-munk-nivabrunn/46984>
- Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna och Havs- och vattenmyndigheten. (den 20 april 2020). *Ösan - Frösve till Skövde.* Hämtat från Vatteninformationssystem Sverige: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA21654150>



- Beteckningar**
- — — — — Planområde
 - — — — — Befintligt system
 - — — — — Öppet dike
 - — — — — Mellomkvärsbäcken
 - - - - - Dagvattenledning
 - - - - - Vattenledning
 - - - - - Spillvattenledning
 - — — — — Avrinningsområde
 - Flödesväg ytvavrining

Koordinatsystem: SWEREF99 13 30
1 meter mellan höjdkurvor

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM



Bilaga 1

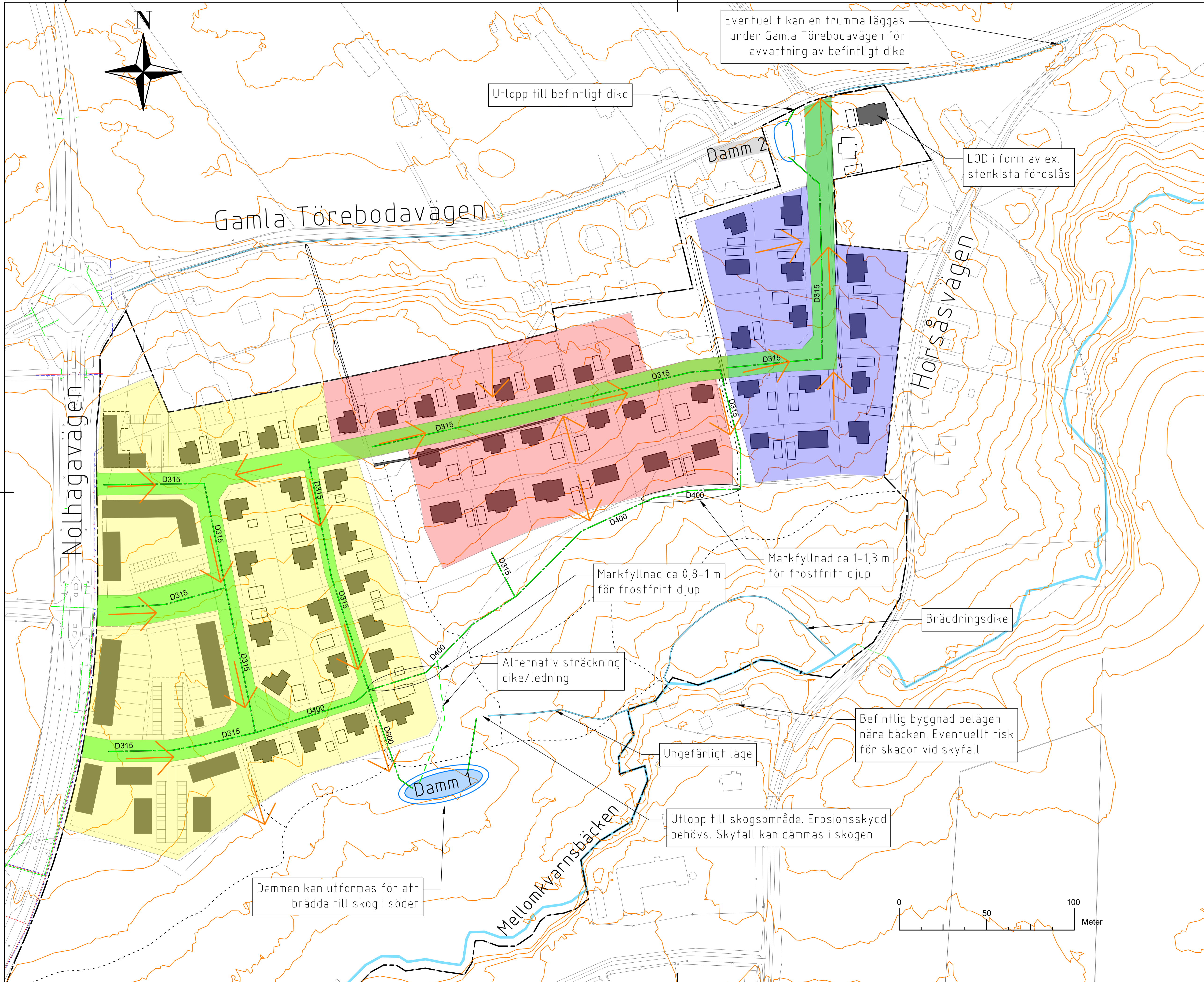


www.norconsult.se

UPPDRAG NR	RITAD AV	HANDLAGGARE
1070311	P.M.	P.M., F.S.
DATUM	ANSVARIG	
2020-06-01	Malin Törnberg	

Trädgårdssfaden etapp 4
Befintligt dagvatten

SKALA	NUMMER	BET
A1: 1:1000 A3: 1:2000		



Eventuellt kan en trumma läggas under Gamla Törebodavägen för avvattning av befintligt dike

Utlopp till befintligt dike

LOD i form av ex. stenkista föreslås

Gamla Törebodavägen

Damm 2

Horssåsvägen

Nothagavägen

Markfyllnad ca 0,8-1 m för frostfritt djup

Markfyllnad ca 1-1,3 m för frostfritt djup

Bräddningsdike

Alternativ sträckning dike/ledning

Befintlig byggnad belägen nära bäcken. Eventuellt risk för skador vid skyfall

Ungefärligt läge

Damm

Utlopp till skogsområde. Erosionsskydd behövs. Skyfall kan däckas i skogen

Dammen kan utformas för att brädda till skog i söder

Beteckningar

- Planområde
- - - - - Planerad gångstig
- Delområde A
- Delområde B
- Delområde C

Befintligt system

- Öppet dike
- Mellomkvarnsbäcken
- Dagvattenledning
- Vattenledning
- Spillvattenledning

Föreslaget system

- D300 Dagvattenledning
- Flödesväg ytavrinning
- Torr dagvattendamm
- Våt dagvattendamm
- Gata med regnbädd

Koordinatsystem: SWEREF99 13 30
1 meter mellan höjdkurvor

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM



Bilaga 2



UPPDRAG NR 1070311	RITAD AV P.M	HANDELAGGARE P.M, F.S
DATUM 2020-06-01	ANSVARIG Malin Törnberg	

Trädgårdsstaden etapp 4
Föreslaget dagvattensystem

SKALA A1: 1:500 A3: 1:1000	NUMMER	BET
----------------------------------	--------	-----

Skala: A1: 1:500, A3: 1:1000
 Uppdrag: 1070311 - Trädgårdsstaden etapp 4 - Framtidsplanering
 Ritad av: P.M, F.S
 Datum: 2020-06-01
 Ansvarig: Malin Törnberg
 Utgåva: 1

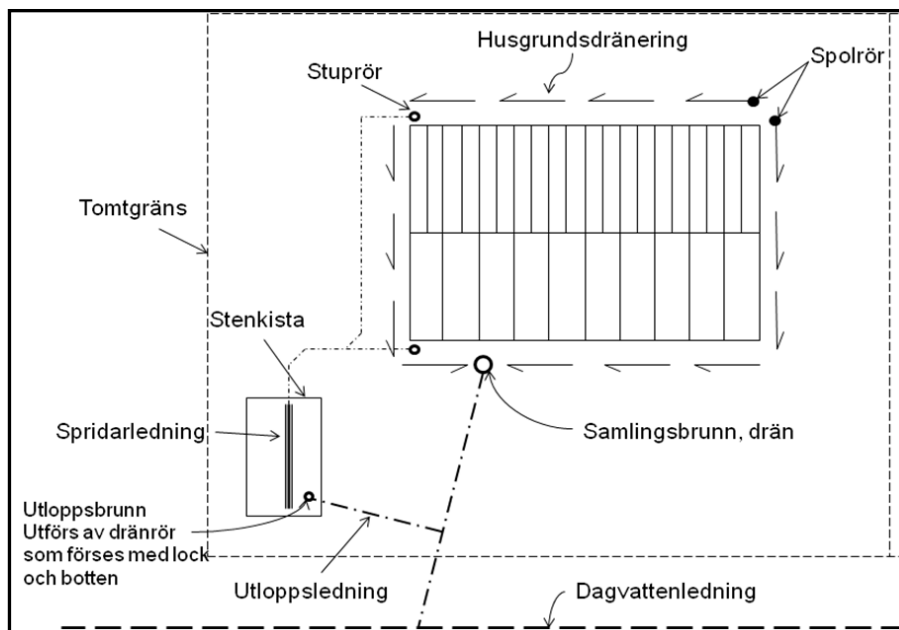
Bilaga 3

Principlösningar - Lokalt omhändertagande av dagvatten

Följande bilaga sammanfattar kort olika dagvattenlösningar samt reningstekniker som lämpar sig för lokalt omhändertagande av dagvatten.

Stenkista

Takvatten kan till exempel avledas via stenkista, se Figur 1. Av figuren framgår att dräneringen från fastigheten ansluts direkt till dagvattenledningen i intilliggande gata medan stuprören ansluts till stenkistan. Genom detta tillvägagångssätt säkerställs avledningen av dräneringsvatten samtidigt som takvattnet fördröjs. Avtappningen från stenkistan sker via en anslutning till utgående dräneringsledning från fastigheten. Den fria volymen, d.v.s. magasinerings- eller utjämningsvolymen, i diket utgörs av porvolymen i fyllningsmassorna, vanligtvis ca 30 %.



Figur 1. Föreslagen princip för utformning med stenkista (Illustration: Norconsult)

Dagvattenkassetter

Ytterligare exempel på fördröjning är så kallade dagvattenkassetter, se Figur 2. Magasin med dagvattenkassetter, liksom traditionella stenistor och makadammagasin, fördröjer dagvatten och kan utformas för att tillåta infiltration till underliggande mark. Kassetterna har en våtvolum på ca 96 %, vilket betyder att de är mycket utrymmeseffektiva i förhållande till volymen dagvatten som kan magasineras. Fördelar med dagvattenkassetter jämfört med stenistor och makadammagasin är,

förutom att kassetmagasinen inte kräver lika stor plats, att möjligheterna till inspektion, rensning och spolning är större.



Figur 2. Kassetmagasin för fördröjning av dagvatten (Foto: Wavin)

Regnvattentunnor

Regnvattentunnor är ett relativt enkelt alternativ för omhändertagande av dagvatten från takytor. Regnvatten samlas upp via utkastare i en regnvattentunna, se Figur 3, och kan sedan användas för exempelvis bevattning.



Figur 3. Regnvattentunna för magasinering av dagvatten (Foto: Bauhaus)

Träd

Dagvatten kan effektivt omhändertas med hjälp av träd, vars kronor fångar upp och avdunstar nederbörd samtidigt som rotsystemen suger vatten ur marken. Varje trädkrona kan magasinera omkring 10 mm nederbörd över den yta som kronan upptar. Att rotsystemen suger åt sig vatten från kringliggande mark leder dessutom till att markens magasineringsskapacitet återhämtas fortare vid längre nederbördstillfällen. Dessutom kan träd omhänderta mindre mängder föroreningar, exempelvis från vägdagvatten.

För att öka förutsättningarna för utjämning av dagvatten och skapa bättre förutsättningar för trädens rotsystem att utvecklas, föreslås träd planteras i så kallad skelettjord. Skelettjord består vanligen av fukthållande anläggnings- eller planteringsjord som förstärks med grov makadam, lecablock eller liknande för att kunna komprimeras, se Figur 4.

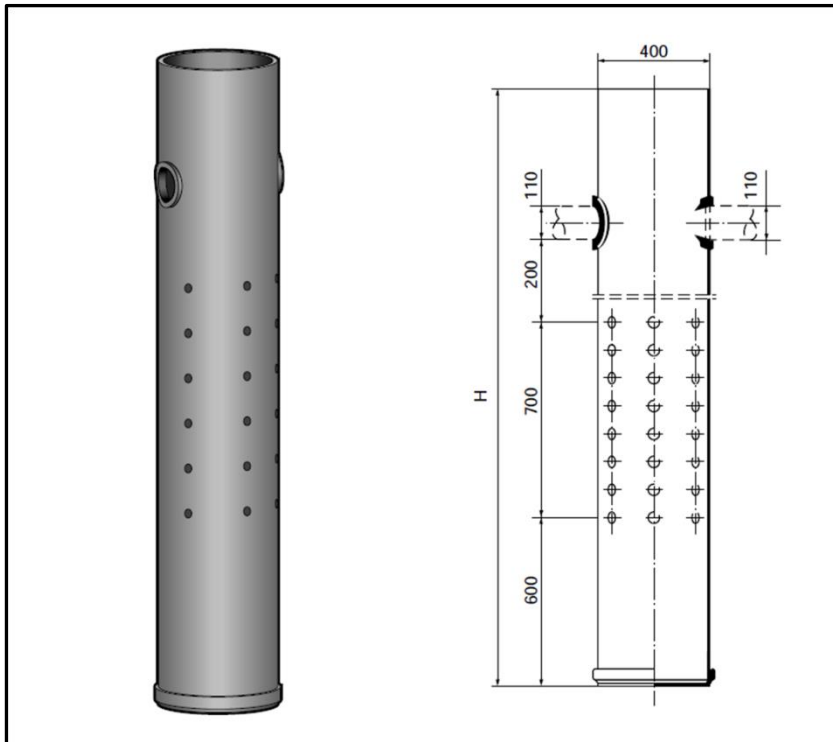


Figur 4. Exempel på träd planterat i sand (Foto: Norconsult)

På eventuella platser där träd och ledningar riskerar komma i konflikt och rötter kan orsaka problem i form av rotinträngning, föreslås en skyddsskärm av packad samkross anläggas mellan växtbädden och ledningsgraven.

Perkolationsbrunnar

Dagvatten från hårdgjorda ytor kan tas om hand lokalt med hjälp av perkolationsbrunnar, se Figur 5. Genom dessa brunnar tillåts vattnet infiltrera ut i sprängstensmaterialet för att där utjämnas. Runt brunnen föreslås fyllning med makadam. Från vägar och parkeringsplatser kan det vara nödvändigt att först avleda dagvattnet genom oljeavskiljare för att undvika förorening av marken i området.



Figur 5. Uponor perkolationsbrunn, dim 400 PVC (Illustration: Uponor)

Gröna tak

Ett grönt tak består av flera lager, vegetation, jordlager, dräneringslager och ett tätskikt. Det finns två typer av gröna tak, extensiva och intensiva där skillnaden egentligen är jordens tjocklek. Den intensiva taktypen kräver en starkare konstruktion, är lite dyrare men kan hålla mer vatten och utbudet av växter är betydligt större än hos ett extensivt tak. Det extensiva taket kan bara ha små sedumväxter (se Figur 6 för exempel) men kräver mindre bevattning och underhåll än ett intensivt grönt tak och är inte tjockare än 150 mm. Under Sveriges vinterhalvår minskar kapaciteten eftersom vegetationen är mindre under dessa perioder.



Figur 6. Exempel på sedumtak (Källa: Vegtech)

Vegetationsklädda takytor minskar den totala avrinningen jämfört med konventionella, hårdgjorda tak. Tunna gröna tak, med exempelvis sedum, kan minska den totala avrunna mängden på årsbasis med ca 50 %. Gröna tak med djupare vegetationsskikt magasineras enligt Svenskt Vattens publikation P105 i medeltal 75 % av årsavrinningen. Dessutom kan gröna tak magasinera upp till 10 mm nederbörd vid enskilda regntillfällen. Förutom detta har sedum till skillnad från vanligt gräs den speciella egenskapen att det klarar längre torrperioder utan att torka ut. Tunna sedumtak (30 mm) kan magasinera upp till 20 l/m² medan tjockare kombinationstak med sedum och gräs (120 mm) kan magasinera upp till 60 l/m². Vegetationsskiktet bör ej bli för djupt då detta kan medföra att oönskade arter etablerar sig. Avrinningskoefficienten för gröna tak kan variera mellan 0,6 och 0,7 vid större nederbördstillfällen.

Förutsättningar för att tekniken skall kunna utnyttjas är att taket inte har alltför brant lutning. Takkonstruktionen skall vara dimensionerad för den extra last som det gröna taket innebär. Lasten är dock inte större än att det motsvarar ett vanligt tegeltak för ett extensivt sedumtak.

Översilningsytor

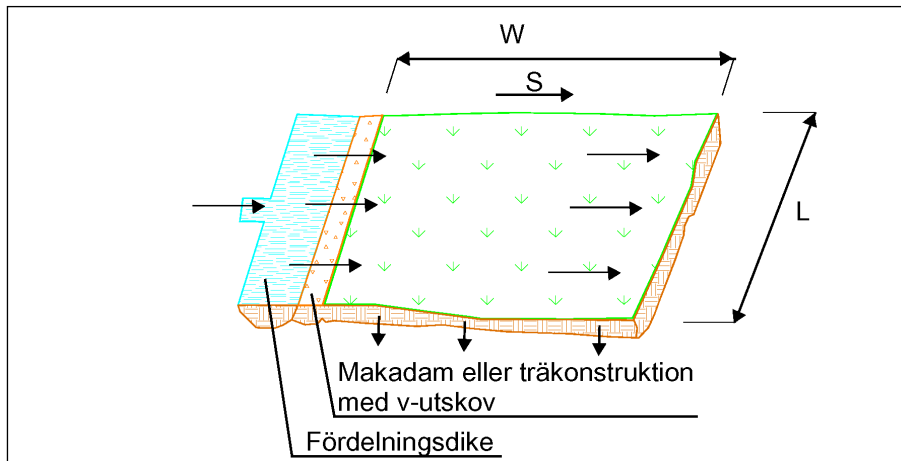
Genom att avleda vatten från tak och andra hårdgjorda ytor till så kallade översilningsytor finns möjlighet till såväl utjämning som rening av dagvatten. Översilningsytor är permeabla vegetationsytor i relativt svag lutning, maximalt omkring 15 %, där vattnet bromsas upp och infiltreras till underliggande mark. Sådana ytor kan utgöras av grönytor eller mer skogslik terräng och anläggs med fördel så nära källan som möjligt.

För bästa effekt bör dagvattnet spridas ut över en översilningsyta, hellre än släppas i en enda punkt. Spridningen kan ske med hjälp av en spridningsledning, genom makadam eller med hjälp av en träkonstruktion med v-utskov. För att ytterligare reducera risken för erosion vid höga flöden kan översilningsytor förses med erosionsskydd, till exempel kokosnät som vegetationen kan etableras i.

Direkt nedströms en översilningsyta bör ett avskärande dike anläggas, för omhändertagande av dagvatten som inte infiltrerat. Översilningsytor kan även seriekopplas med avskärande diken med jämna mellanrum för uppbromsning och fördelning av dagvatten innan nästkommande yta.

Rening uppnås genom att partiklar ackumuleras på växtligheten samt sedimenteras på ytan. Reningsprocesserna påverkas av kontakttiden mellan dagvattnet och vegetationsytan, ytans storlek samt markens infiltrationsegenskaper.

Med rätt utformning kan översilningsytor utgöra estetiska värden i ett område och jämfört med många andra system för utjämning av dagvatten är anläggningskostnaderna som förknippas med översilningsytor relativt låga. I Figur 7 visas en skiss över utformningen av en översilningsyta.



Figur 7. Översilningsyta (L = längd, W = bredd, S = längsgående lutning)

Växtbäddar

Så kallade växtbäddar (eng: rain garden), se Figur 8, utgörs av växtlighet med underliggande infiltrationsmaterial som renar dagvatten. Växtbäddar anläggs normalt så att dagvattnet från närliggande hårdgjorda ytor kan magasineras och infiltreras effektivt inom ca ett dygn efter nederbördstillfället. Bara under korta perioder i samband med kraftiga regn kommer en växtbädd att ha någon synlig vattenyta. Exempel på regnbädd illustreras i Figur 8 och Figur 9.

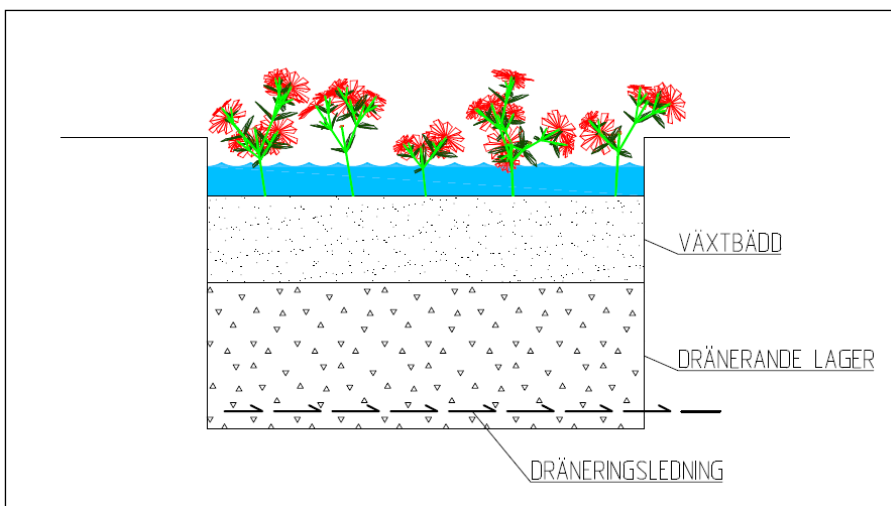


Figur 8. Exempel på regnbädd längs en väg, observera utformning av kantsten (Källa: VegTech)



Figur 9. Exempel på växtbädd, observera utformning av kantsten (Foto: Rasmus Elleby)

Växtbäddar byggs upp med en väl-dränerad bädd med växter som klarar perioder av både torka och höga vattennivåer, anpassade till klimatet i den region där den anläggs. Växtbädden underlagras lämpligen av ett väl-dränerat lager av exempelvis makadam, där flödesutjämningen till stor del äger rum. I botten av varje växtbädd kan en dräneringsledning anläggas, för avtappning av utjämnat dagvattenflöde till ledningsnät avsett för dagvatten. Genom att välja lämplig dimension på utloppsledningen kan avtappningen från respektive växtbädd regleras. I Figur 10 redovisas en principiell sektion av en växtbädd.



Figur 10. Schematisk skiss av en växtbädd i sektion

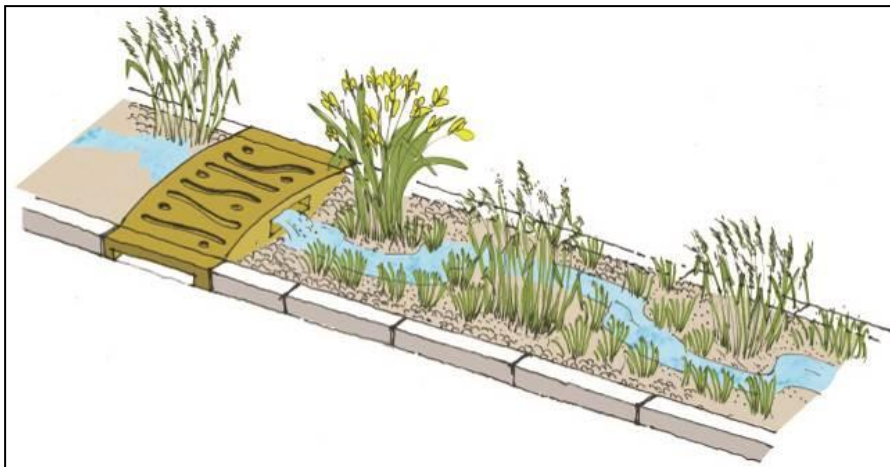
LTU bedriver för tillfället forskning inom växtbäddar och resultat har visat att en vattenmättad zon tillsammans med en kolkälla möjliggör effektiv kväverening. Kombinationen av delvis anoxiska förhållanden i denna zon och oxiska förhållanden i topplagret gynnar nitrifikation och denitrifikation i samma filter. Kvävereningen i standardutförande av växtbäddar är låg eftersom de oxiska förhållandena i filtret inte tillåter effektiv denitrifikation. Vidare ökar även reningseffekten för metaller.

Framförallt förbättras reningen av koppar, som inte är lika bra i standardutförande av växtbäddar, på grund av en ökad komplexbildning av koppar och partikulärt organiskt material.

En vattenmättad zon kan enkelt byggas in i växtbädden genom att höja utloppet. Detta kan vara meningsfullt ifall filtret utsätts för längre torka eller om kvävereningen är otillräcklig och är av betydelse.

Biofilterdiken

Biofilterdiken, se Figur 11, kan beskrivas som grunda diken med svag lutning. Dikena används för att samla upp, leda, rena och infiltrera dagvatten. Biofilterdike är ett samlingsnamn för alla typer av diken som uppfyller dessa krav och således kan ett svackdike räknas som en typ av biofilterdike. Reningen av dagvattnet är en central del av biodikets roll, vilken sker genom sedimentering, filtrering och växtupptag av föroreningar. Effektiviteten styrs av bland annat vattnets hastighet och uppehållstid i biodiket, vegetationens täthet och art samt jordens infiltrationsförmåga. Biofilterdiken erfordrar viss årlig skötsel, omgrävning kan komma att erfordras. Uppbyggnaden är den samma som för en växtbädd.



Figur 11. Biofilterdike (Illustration: Norconsult)

Genom ett samarbete mellan Norconsult och Chalmers Tekniska Högskola har ett examensarbete kunnat visa på reningseffektivitet i makadamstråk. Resultaten visar på att reningsgraden kan uppgå till omkring 80 % för suspenderad substans, omkring 50 % för kväve, 70–80 % för zink, bly, koppar och krom samt 50–60 % för kadmium och nickel.

Enligt forskningsresultat vid Luleå tekniska universitet har det visat sig att biofiltrering av dagvatten har förmågan att rena dagvatten och smältvatten effektivt även i kalla temperaturer. Resultaten visar att sediment, fosfor och tungmetaller renas effektivt i biofiltret även i kalla temperaturer. Även lösta metaller renas oftast tillfredsställande.

För att säkerställa den långsiktiga funktionen erfordras skötsel. Utformningen av anläggningen kan anpassas så att skötseln underlättas. Vid utformning av anläggningen bör till exempel inlopp, kantstöd, försedimentering beaktas med avseende på erosionskador, snöröjning etcetera. Anläggningen erfordrar skötsel ca 2 gånger per år. Under skötseltillfällena sker rensning från ogräs, skräp och sediment. Större och sammanhängande anläggningar torde vara lättare och billigare att sköta.

Genomsläpplig beläggning

För att minska avrinningsvolymerna och maxflöden från hårdgjorda ytor, kan markbeläggning utgöras av en genomsläpplig beläggning. Genom att använda alternativ till vanlig asfalt och plattor längs mindre gator, torg och parkeringar kan man möjliggöra infiltration med hjälp av porer med makadamfyllda magasin. Exempel på genomsläppliga material är hålsten av betong, permeabel asfalt och grus eller en kombination av dessa, se Figur 12. Infiltrationsdiken och stråk används ofta längs gator för att infiltrera dagvattnet. Dessa kan utgöras av armerad betong, pelleplattor, makadam eller vara gräsbelagda ytor.



Figur 12. Yta med hålsten av betong, makadambelagd gång, samt gångstig med gräs och några gångplattor i betong (Foto: Norconsult)

En genomsläpplig beläggning kan fånga upp en del partiklar och partikelbundna föroreningar. Materialet i beläggningen har en stor betydelse på reningseffekten. Ett grövre material har en större infiltrationsförmåga men däremot en mindre reningseffekt än hos ett finare material. Därför kan det också påverka grundvattnet om man använder ett grövre material. Valet av materialet måste därför övervägas om det exempelvis redan förekommer grundvattenföroreningar. Även lakning av föroreningar så som kväve och fosfor har påvisats. Här måste därför val av material också tas i hänsyn när vattenkvaliteten står i fokus.

Dessa beläggningar har en tendens att sätta igen. Därför rekommenderas att regelbundet undersöka om beläggningen är mättad och även byta ut det översta lagret. Detta för att förebygga eventuella föroreningar av grundvattnet, men även för att ha så god möjlighet till infiltration som möjligt. Man behöver också rensa beläggningarna från löv, sand och annat skräp som kan sätta igen ytan. Rengöring kan utföras med hjälp av vakuumsug, asfaltsfräsning eller en högtryckstvätt.

Ett finare material kan också påverka infiltrationskapaciteten vid tjäle. Även när man sandar vägar kan dessa korn sätta igen och därför rekommenderas grus istället för sand på vägar eller längs en genomsläpplig beläggning. Snö borde inte heller lagras på dessa ytor då det ofta för med sig små partiklar som kan sätta igen infiltrationsytan. Salt från vägar kan inte tas upp genom en genomsläpplig beläggning och kan därför gå direkt ner till grundvattnet.

Torra översvämningssytor

Ytor som generellt används som exempelvis parkering, skolgård eller gångstråk kan vid extrema regntillfällen, om rätt utformade, nyttjas som tillfälliga översvämningssytor. Sådana ytor bör vara belägna på platser där översvämning förväntas ske, samt vara försedda med kantstöd eller dylikt för

att kontrollera att vattnet stannar inom önskat område, se Figur 13. Översvämningsytans storlek bör vara tillräcklig för att magasinera erforderlig mängd dagvatten i samband med kraftig nederbörd.



Figur 13. Torr översvämningsyta med modern gallerbrunn, exempel från Norra hamnen, Helsingborg och rännalsplatta med gallerbrunn, exempel från Hammarby Sjöstad, Stockholm (Foto: Emma NK)