

Zand Fastigheter AB

Dagvatten- och skyfallsutredning till detaljplan för Lindveden 9:14 mfl

Lindveden 9:14; delar av Lindveden 9:2, Lindveden 9:4
Trollhättan

Skyfallsutredning, dagvattenutredning
Rapport Granskningshandling

Göteborg 2026-08-14

Uppdragsansvarig: Adam Björk, GICON

Författare: Adam Björk och Markus Mårtensson, GICON

GICON

Sammanfattning

Dagvatten- och skyfallsutredningen görs i detaljplaneskedet för att undersöka förutsättningarna att ta hand om dagvatten inom planområdet efter exploateringen. När område förtätas med byggnader och vägar avrinner dagvatten snabbare. Genom att fördröja och rena dagvatten kan området exploateras utan att skapa negativa effekter nedströms planområdet. För aktuell utredning är det ungefär 7,2 ha i huvudsak naturmark (bitvis kuperad skogsmark och avverkad skogsmark) samt en bit jordbruksmark och berg i dagen som exploateras. Bebyggelseförslaget består av tomter med viss flexibilitet i antal bostäder och hustyp, men där maxalternativet innehåller 40 bostäder fördelat på 6 parhushus, 27st småhus och 7st flerbostadshus. I detaljplanen ingår även gatumark, parkering, park och natur.

Dagvatten- och skyfallsutredningen tar fram förslag för fördröjning och rening enligt erhållna riktlinjer från Trollhättan stad. Flödet ut från planområdet ska begränsas till 15 l/s,ha vid ett 20-årsregn och föroreningshalter ska uppnå de riktvärden som Kretslopp och Vatten (Göteborg Stad) anger. Inom planområdet har nio olika avrinningsområden identifierats beroende på markens lutning och centrala dagvattenanläggningar föreslås placeras vid lågpunktsområden för respektive avrinningsområde innan avledning till förbindelsepunkter vid plangränsen. För dagvattenanläggningarna föreslås ytor reserveras som möjliggör fördröjning och rening av dagvatten från fastigheter och lokalgator. Dock föreslås också att dagvattenhanteringen inom planområdet utformas med lösningar som skapar fördröjning och rening inom fastigheter och längs med gator för att bidra till bevarande av vattenbalansen och minska storlek på de centrala dagvattenanläggningarna.

För planområdet totalt sett beräknas ytlig avrinning till 238 l/s före exploatering och till 620 l/s efter exploatering utan klimatkfaktor och till 768 l/s med klimatkfaktor 1.25. Tillåtet flöde ut från planområdet blir 109 l/s vilket erfordrar en total fördröjningsvolym på 815 m³.

I tidigare utförd geoteknisk undersökning har det konstaterats att det finns marknära grundvatten som beroende på hur gator och tomter höjdsätts kan begränsa möjlighet att leda dagvatten med självfall. Höjdsättningen är kritisk för projektets skyfallssäkring, men den slutgiltiga höjdsättningen kan vänta så länge alla höjder stäms av och kvalitetssäkras innan detaljplanens granskningsskede.

Ett befintligt dike som löper delvis inom planområdet och delvis på grannfastighet Lindveden 9:10 fungerar före exploatering som skyfallsväg. Diket flyttas för att i sin helhet omfattas av planområdet och kulverteras vid ny lokalgata. Det är viktigt att dike och kulvert dimensioneras och underhålls för att transportera skyfallsflöden från delar av planområdet liksom mark väster om planområdet.

Funktion behöver också säkerställas till det dike som det nordligaste avrinningsområdet släpps till. Med rätt höjdsättning och säkerställda skyfallsvägar längs gator bedöms ett 100-årsregn kunna hanteras utan skador på byggnader.

Det kommer att krävas ytterligare detaljstudier av höjdsättning och utformning av lokalgator och kvartersmark samt eventuellt ytterligare utredning/analys av grundvattennivåer och markens bärighet. Sannolikt kommer en kombination av i rapporten föreslagna sätt att hantera dagvatten bli den bästa lösningen.

Innehållsförteckning

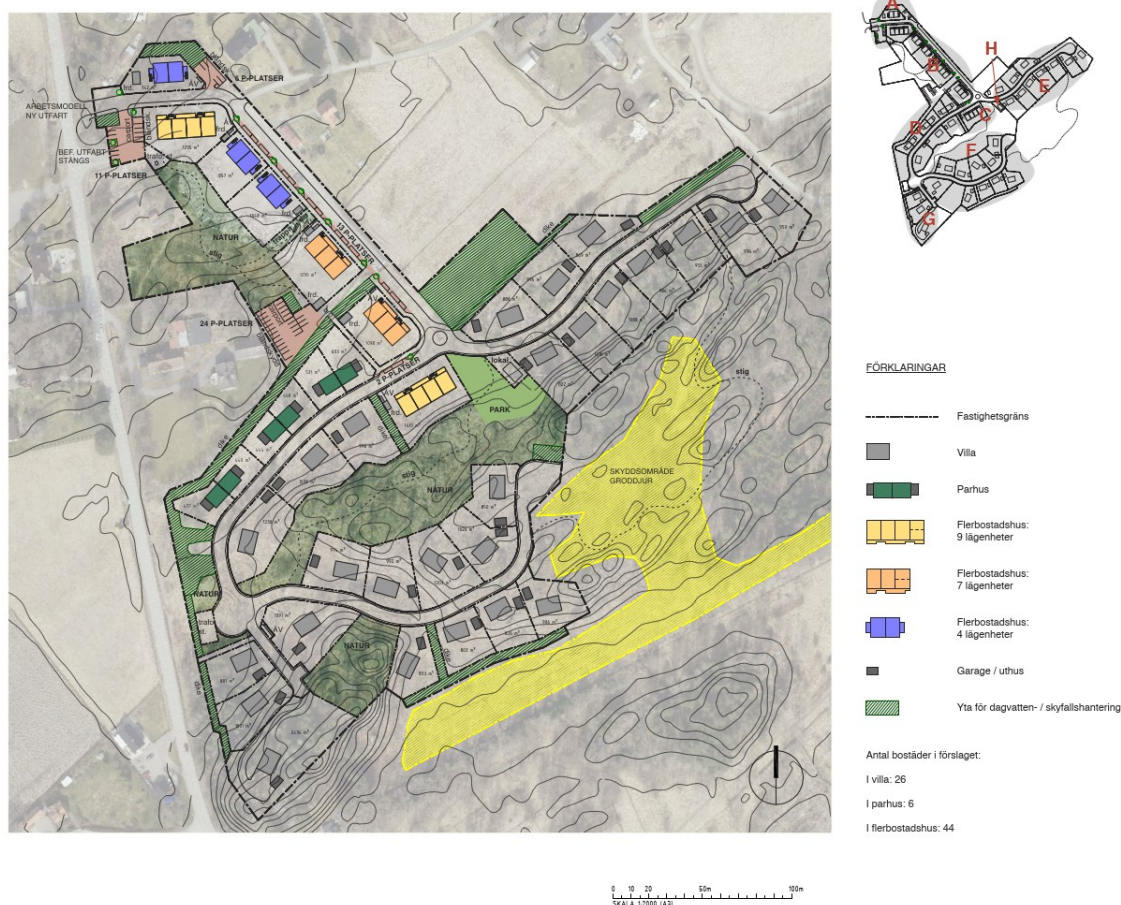
1	Bakgrund och projektbeskrivning.....	1
1.1	Planerad exploatering	1
1.2	Projektbeskrivning.....	1
1.3	Planens bakgrund och syfte.....	2
1.4	Läsanvisning	2
2	Riktlinjer, styrande dokument och underlag	3
2.1	Funktionskrav dagvattensystem P110	3
2.2	Trollhättan Stad dagvattenstrategi.....	3
2.3	Miljökvalitetsnormer för vatten	4
2.4	Riktvärden och reningskrav	4
2.5	Skyfallssäkring och klimatanpassning	5
2.6	Projektspecifika anvisningar	5
2.7	Underlag	6
3	Förutsättningar och områdesbeskrivning	7
3.1	Fältbesök	7
3.2	Tidigare utredningar och pågående projekt	7
3.3	Recipienter	8
3.4	Skyddsvärda intressen	10
3.5	Geologiska, hydrologiska och marktekniska förhållanden.....	12
3.6	Grundvatten.....	14
3.7	Förorenad mark.....	14
3.8	Markavvattnings- och sjösänkingsföretag.....	16
3.9	Topografi och avrinningsområden.....	16
3.10	Lågpunkter och instängda områden.....	20
4	Analys.....	21
4.1	Flödesberäkningar	21
4.2	Befintlig dagvattensituation.....	23
4.3	Framtida dagvattensituation.....	24
4.4	Fördröjningsbehov av dagvatten	26

4.5	Föroreningsberäkning	27
4.6	Skyfallsanalys och höjdsättning	30
5	Föreslagna åtgärder	34
5.1	Olika typer av dagvattenhantering.....	35
5.2	Översiktliga rinnvägar och ansvarsfördelning.....	41
6	Slutsatser och rekommendationer	54
7	Referenser.....	55
8	Bilagor	55
8.1	Bilaga 1 – Översikt rinnvägar och förbindelsepunkter efter exploatering	55
8.2	Bilaga 2 – Bedömda rinnvägar vid skyfall	55
8.3	Bilaga 3 – Förslag på ansvarsfördelning.....	55
8.4	Bilaga 4 – Fotografier från platsbesök.....	55
8.5	Bilaga 5 – Skötselkrav TEAB.....	55
8.6	Bilaga 6 – Bebyggelseförslag.....	55

1 Bakgrund och projektbeskrivning

1.1 Planerad exploatering

Planerad exploatering inom planområdet är villor, parhus och flerbostadshus samt lokalgator delvis med gång- och cykelbanor. Utöver detta finns ytor reserverade för gemensamhetslokal, parkering, park- och naturområden samt anläggning för el. Se figur 1 för bebyggelseförslag.

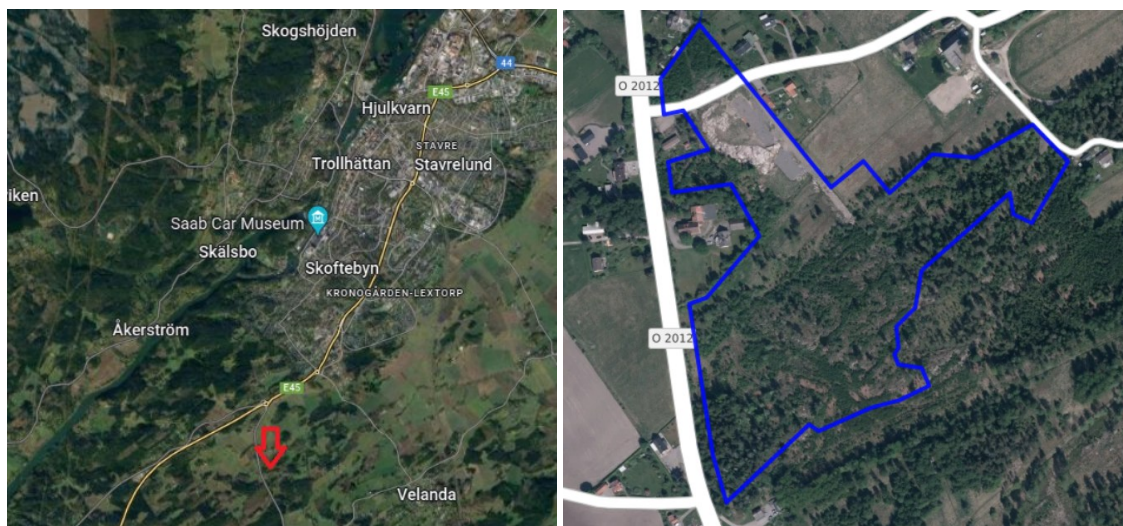


Figur 1 - Bebyggelseförslag arbetskopia daterad 2026-08-13.

1.2 Projektbeskrivning

På uppdrag av Zand Fastigheter har GICON utarbetat föreliggande dagvatten- och skyfallsutredning till detaljplan för fastigheterna Lindveden 9:14 samt delar av Lindveden 9:2 och Lindveden 9:4 med flera, Trollhättan stad. Planområdet består huvudsakligen av naturmark och

omfattar ca 7,2 ha där Zand Fastigheter planerar att bygga bostäder i form av villor, parhus och flerbostadshus samt lokalgator delvis med gång- och cykelbanor. Utredningen utgör underlag för detaljplanering och ska säkerställa hur en god och hållbar dagvattenhantering kan uppnås. Planområdet har adress Lindveden 28 m fl, 461 98 Trollhättan.



Figur 2 – Till vänster ses en kartbild där pil markerar planområdet. Till höger ses planområdet markerat på en satellitbild.

1.3 Planens bakgrund och syfte

Bakgrunden till detaljplanen är en planbeskedsansökan inkommen från exploatören om att utveckla ett nytt bostadsområde i Lindveden med primärt småhus. Positivt planbesked lämnades 23-04-12, vilket i sin tur innebär att förslagets lämplighet ska prövas i ett detaljplanearbete.

Syftet med detaljplanen är att möjliggöra utvecklingen av ett bostadsområde på den tätortsnära landsbygden, med en variation av bostadstyper och med en sammanhållen karaktär, där gemensamma ytor för samvaro och lek integreras. Området ska kopplas samman med omgivande rörelsestråk och utformas med hänsyn till landskapets och terrängens förutsättningar.

1.4 Läsanvisning

Notera att vissa figurer och tabeller i rapporten baseras på ett tidigare bebyggelseförslag med en högre exploateringsgrad. Eftersom det nuvarande förslaget innebär färre hårdgjorda ytor, kvarstår de tidigare beräkningarna som dimensionerande. Detta säkerställer en robust anläggningsutformning med inbyggd säkerhetsmarginal. De föreslagna principerna för fördröjning och rening kvarstår oförändrade.

2 Riktlinjer, styrande dokument och underlag

I detta kapitel redovisas styrande dokument och riktlinjer som har legat till grund för upprättandet av denna skyfalls- och dagvattenutredning.

2.1 Funktionskrav dagvattensystem P110

Vid nyanläggning av dagvattenanläggning ska den dimensioneras i enlighet med tabell för "VA-huvudmannens ansvar" enligt Svenskt Vatten P110 (2016), se nedan.

	VA-huvudmannens ansvar		Kommunens ansvar (*)
Nya duplikatsystem	Återkomsttid för regn vid fylld ledning	Återkomsttid för trycklinje i marknivå	Återkomsttid för marköversvämning med skador på byggnader
Gles bostadsbebyggelse	2 år	10 år	10 – ca 100år
Tät bostadsbebyggelse	5 år	20 år	20 – ca 100 år
Centrum- och affärsområden	10 år	30 år	30 – ca 100 år

En klimatkoefficient på minst 1.25 bör användas vid nederbörd med kortare tid än en timme. För regn med längre varaktighet, upp till ett dygn, bör klimatkoefficienten väljas till minst 1.2. Nya bedömningar kommer att göras av SMHI, varför klimatkoefficienten kan komma att ändras. Samhällsviktig verksamhet bör ges en högre säkerhetsnivå och planeras så att funktionen kan upprätthållas vid en översvämning.

Som en extra säkerhetsmarginal bör fördröjning av dagvatten ske på kvartersmark. Sådana överenskommelser mellan kommunen och exploatören regleras i avtal.

(*) Kommunens ansvar är att genom detaljplanering säkerställa att både allmän plats och kvartersmark är lämpliga för bebyggelse, inklusive att dag- och skyfallsvatten kan hanteras utan oacceptabla risker. Detta inkluderar höjdsättning av vägar som används för avledning av skyfallsvatten. Efter exploatering ansvarar kommunen även för upprätthållande av skyfallskapacitet för skyfallsvägar på allmän platsmark. För kvartersmark åligger ansvaret fastighetsägaren och i förekommande fall samfälligheter.

2.2 Trollhättan Stad dagvattenstrategi

Trollhättans stad har en antagen dagvattenpolicy som förespråkar lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) inom fastigheten. Det innebär att dagvatten ska fördröjas och renas inom tomt. I Trollhättans stads framtagna dagvattenstrategi ingår följande mål för hållbar dagvattenhantering:

Typ av handling Rapport	Beställare Zand Fastigheter	Ansvarig AdB	Datum 2026-08-14
Status Granskningshandling	Projekt Skyfalls- och dagvattenutredning till detaljplan för Lindveden 9:14 mfl	Utställare AdB / MM	Revideringsdatum -

Mål 1 - Robusta bebyggelsemiljöer och bevarad vattenbalans

Mål 2 - Välmående yt- och grundvatten

Mål 3 - Berikat stadslandskap

Mål 4 - God samverkan och tydlig ansvarsfördelning

2.3 Miljökvalitetsnormer för vatten

Allmänt om miljökvalitetsnormer för vatten (MKN)

I enlighet med EUs Ramdirektiv för vatten (2000/60/EG), Direktivet om prioriterade ämnen (2008/105/EG + 2013/39/EU), Grundvattendirektivet (2006/118/EG) och Direktiv om skyddade områden har miljökvalitetsnormer (MKN) fastställts för alla Sveriges yt-, grund- och kustvatten. Direktivens bestämmelser anger att försämring av berörda vatten inte får ske och bestämmelserna är bindande för medlemsstaterna. Normerna infördes för att komma till rätta med miljöpåverkan från diffusa utsläppskällor som till exempel trafik och jordbruk. Myndigheter och kommuner ansvarar för att miljökvalitetsnormer följs (Lag 2010:882). Normerna syftar till att statusklassificera berörda vatten och reglera den kvalitet som miljön skall uppnå vid en viss tidpunkt. Det övergripande målet har varit att normen god status ska uppnås för alla berörda vatten till år 2015. Sjöar, vattendrag och kustvatten ska nå god ekologisk och god kemisk ytvattenstatus medan grundvatten ska ha god kemisk grundvattenstatus och god kvantitativ status. Den aktuella statusen får inte försämrats i något avseende.

EU:s direktiv för hav respektive vatten och miljökvalitetsnormerna kan påverka förutsättningarna för att släppa ut avloppsvatten och dagvatten.

Miljökvalitetsnormen sätter inte gränser för exempelvis utsläpp till en sjö, utan den sätter gränsen för vilken halt som får finnas av vissa ämnen i sjön, eller vilken förekomst av vissa växter och djur som motsvarar målet för miljökvaliteten. Tanken är att komma åt den sammanlagda miljöpåverkan på sjön. En miljökvalitetsnorm beskriver en miniminivå på kvaliteten i en vattenförekomst. Sämre än så får det inte bli, bara bättre. Miljökvalitetsnormerna är ett av verktygen för kommuner och myndigheter i arbetet för bättre vatten.

Se avsnitt 3.3 *Recipient* för statusklassning och åtgärdsförslag för den aktuella recipienten.

2.4 Riktvärden och reningskrav

Utsläpp av dagvatten till recipient får inte försämma vattenkvaliteten eller motverka att god vattenstatus uppnås i recipienten.

Miljökontoret bedömer behovet av rening i varje enskilt fall och kan ställa krav på detta med stöd av miljöbalken.

Typ av handling Rapport	Beställare Zand Fastigheter	Ansvarig AdB	Datum 2026-08-14
Status Granskningshandling	Projekt Skyfalls- och dagvattenutredning till detaljplan för Lindveden 9:14 mfl	Utställare AdB / MM	Revideringsdatum -

Samhällsbyggnadsnämnden har möjlighet att anta egna riktlinjer rörande kvalitetskrav på vatten vid utsläpp till dagvattennät eller recipient, som ett stöd i arbetet med tillsyn inom detta område. Vid behov av rening bör det ske så nära föroreningskällan som möjligt.

Ytor i särskilt fokus för behov av reningsåtgärder är:

- Trafikleder med mer än 10 000 fordon per dygn.
- Större parkeringsanläggningar och andra större hårdgjorda ytor.
- Industriområden med miljöfarlig verksamhet.
- Fastigheter med tak- och fasadplåt i koppar eller zink, samt dess legeringar.
- Konstgräsplaner med gummigranulat.

Miljökontoret ställer främst krav på reningsfunktion framför val av reningsteknik.

Dagvattenutredningar som görs i samband med detaljplaner ska innefatta beskrivning av erforderlig behandling/rening för att uppnå godtagbar vattenrening innan utsläpp i recipient.

2.5 Skyfallssäkring och klimatanpassning

Skyfallsanalysen för objektet är framtagen med utgångspunkt i faktablad *"Fakta 2018:5, Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall – stöd i fysisk planering"* framtagen av Länsstyrelserna i Västra Götalands- och Stockholms län. Dokumentet beskriver bland annat hur risken för översvämning till följd av skyfall konkret kan behöva hanteras i planeringsarbetets senare del. Länsstyrelsen rekommenderar att:

- Ny bebyggelse planeras så att den inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett 100-årsregn.
- Risken för översvämning från ett 100-årsregn bedöms i detaljplan och eventuella skyddsåtgärder säkerställs.
- Samhällsviktig verksamhet ges en högre säkerhetsnivå och planeras så att funktionen kan upprätthållas vid en översvämning.
- Framkomligheten till och från planområdet bedöms och ska vid behov säkerställas.

2.6 Projektspecifika anvisningar

Redovisning av volymer upp till 10-års regn:

- Redovisa åtgärder på hur dagvattnet ska fördröjas på kvartersmark.
- Småhus (enbostadshus, radhus, parhus, kedjehus) bör om möjligt fördröja dagvatten inom den egna fastigheten.
- För övriga är kravet att utflödet från fastigheten begränsas till 15 l/s, ha (10-års regn).

Redovisning av 20-års regn:

- Krav på fördröjningsvolymer för att klara den aktuella begränsningen dimensionerande utflöde från planområdet på 15 l/s och ha.

Typ av handling Rapport	Beställare Zand Fastigheter	Ansvarig AdB	Datum 2026-08-14
Status Granskningshandling	Projekt Skyfalls- och dagvattenutredning till detaljplan för Lindveden 9:14 mfl	Utställare AdB / MM	Revideringsdatum -

- Identifiering och avgränsning av lämpliga ytor för öppet omhändertagande av dagvatten på allmän platsmark, för både fördröjning och rening.

Redovisa åtgärder för rening/fördröjning av dagvattnet. Redovisning av skyfall (100-års regn), långvariga regn och hastig snösmältning:

- Kartor som visar berörda avrinningsområden och illustrerar vattnets rörelser i planområdet vid snösmältning, kraftiga eller långvariga regn.
- Även det ytvatten som kommer in till området och lämnar området (närmaste omgivningar) ska illustreras.
- Kartor som visar eventuella översvämningssområden och instängda områden.
- Krav på höjdsättning av bebyggelse för att förhindra skada på fastigheter och anläggningar.

Redovisning av förorenat dagvatten:

- Identifiera ytor där krav på rening för dagvatten ska ställas, se riktvärden i Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient (Göteborgs Stad, Miljöförvaltningen, R2020:13)1 och MKN.
- Ta fram åtgärder för att klara kravet att planområdet inte försämrar någon statusklassning i recipienten.

2.7 Underlag

Som underlag för föreliggande dagvatten- och skyfallsutredning har underlag nedan används:

- Bebyggelseförslag – arbetskopia 2026-03-03.
- Groddjursinventering 628_groddjur Lindveden 9_14 & 9_4 Trollhättans kommun Zand fastigheter AB ver 2024-03-06 , reviderad 2025-05-08.
- Markteknisk undersökningsrapport MUR_G24002_Lindveden_FULL, Granskningshandling, daterad 2024- 04-15
- Instruktion för leverans av utredning till detaljplan, Trollhättans Stad, Version 1.1, 2021-12-07
- Trollhättan stads dagvattenstrategi *Dagvattenstrategi - antagen KF 2021-06-21*
- Projektspecifik uppdragsbeskrivning, *Uppdragsbeskrivning dagvattenutredning*, Trollhättan Stad – Reviderad per mail av Planarkitekt 2025-06-27 angående fördröjningskrav för småhus.
- Inmätning av kulvert. DWG daterad 2025-05-06
- Mail från TEAB med uppgifter om potentiell förbindelsepunkt för avrinningsområde i norr mottaget 2026-02-24.
- StormTac Databas (2025). Databas för dagvatten, basflöde, ytvatten och avloppsvatten, v.2025-03-06. StormTac AB. www.stormtac.com. StormTac För beräkningar av flöden, fördröjningsvolym och föroreningshalter
- Scalgo Live www.scalgo.com för kartering av flödesvägar och instängda områden.



3 Förutsättningar och områdesbeskrivning

3.1 Fältbesök

Ett fältbesök utfördes den 17e april 2024 för att utreda befintliga förhållanden beträffande markanvändning, avrinning och tillrinnande vatten. Planområdet består idag främst av skogsmark, avverkad skogsmark samt jordbruksmark. Bilder från platsbesöket visar även planområdets verkliga terräng och karaktär, vilket ökar förståelse vid planering av lösningsförslag gällande fördröjning och rening av dagvatten samt avledning gällande skyfall. Nedan redovisas var fotografierna är tagna på en orienteringsfigur. Fotografier tagna vid fältbesöket återfinns i bilaga 4.



Figur 3 Orienteringsfigur som visar bebyggelseförslag med pilar som redovisar fotografens placering och littera för fotografier tagna vid platsbesök.

Ett ytterligare fältbesök utfördes deSn 25e juni 2025 med fokus på hur vatten rinner vidare utanför planområdets norra del och under vägen från jordbruksmarken i öst (bild K).

3.2 Tidigare utredningar och pågående projekt

En generell skyfallskartering finns framtagen för Trollhättans Stad, men ingen specifik analys har utförts för det aktuella projektområdet.

Typ av handling Rapport	Beställare Zand Fastigheter	Ansvarig AdB	Datum 2026-08-14
Status Granskningshandling	Projekt Skyfalls- och dagvattenutredning till detaljplan för Lindveden 9:14 mfl	Utställare AdB / MM	Revideringsdatum -

Trafikverket planerar utbyggnad av en 2,7 km lång gång- och cykelväg (GC-väg) längs väg 2012, från Glösemosse i söder till cirkulationsplatsen vid E45. Samråd har genomförts och vägplanen är utställd för granskning under perioden 7 april till 8 maj 2026. Byggstart beräknas till 2028.

GC-vägens höjdsättning, inklusive tillhörande diken och anslutningar mot planområdet, påverkar hanteringen av dag- och skyfallsvatten. Beroende på slutlig höjdsättning kan avledning av skyfallsvatten längs den nya GC-vägen vara ett alternativ för planområdets norra del. Se kapitel Referenser för vidare information om projektet.

3.3 Recipienter

Planområdet avvattnas via Ryrbäcken, som utgör lokal recipient. Ryrbäcken mynnar i Göta Älv, specifikt vattenförekomsten Göta Älv – *Slumpån till Stallbackaån* (MS_CD WA16165459 i VISS) som utgör slutrecipient. Vattendraget tillhör åtgärdsområde Göta älv huvudfåra (AREA00588). Recipientens statusklassningar för ekologiska potential är otillfredställande och för kemisk status uppnår ej god. Härkomst är kraftigt modifierad.

Statusklassning för recipienten *Göta Älv – Slumpån till Stallbackaån*

Enligt Vatteninformationssystem Sverige (VISS) 2026 är recipientens klassning för Ekologisk potential *Otillfredsställande*, Ekologisk status för kraftigt modifierade vatten *Måttlig* och klassningen för Kemisk status *Uppnår ej god*. Det övergripande målet har varit att alla sjöar, vattendrag och kustvatten ska nå god ekologisk och god kemisk ytvattenstatus, dock förekommer undantag. Tidsfristen för god ekologisk potential är 2039 för recipienten och god kemisk ytvattenstatus 2027.

Typ av handling Rapport	Beställare Zand Fastigheter	Ansvarig AdB	Datum 2026-08-14
Status Granskningshandling	Projekt Skyfalls- och dagvattenutredning till detaljplan för Lindveden 9:14 mfl	Utställare AdB / MM	Revideringsdatum -

Status ?

- Ekologisk potential	Otillfredsställande
Ekologisk status för kraftigt modifierade vatten	Måttlig
- Tillkomst/härkomst	Kraftigt modifierad
- Kemisk status	Uppnår ej god

Figur 5 - Figurer visar statusbedömning enligt VISS för recipienten Göta Älv – Slumpån till Stallbackaån

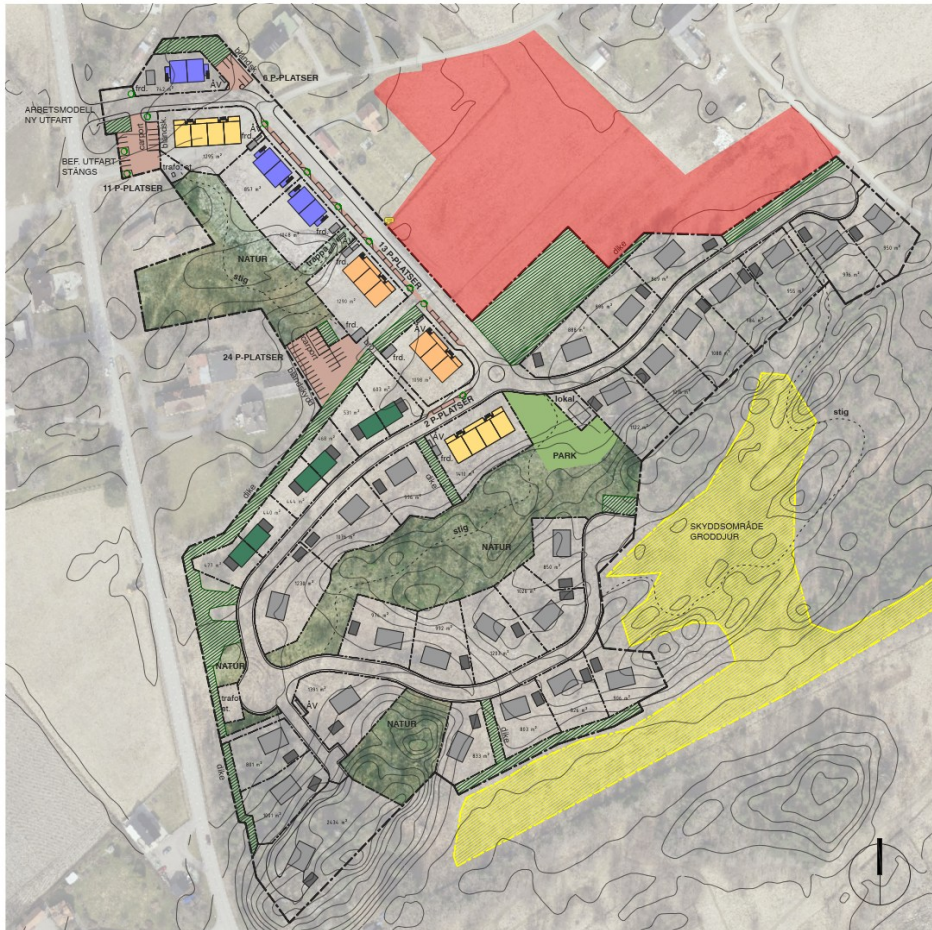
Åtgärdsförslag för att uppfylla miljö kvalitetsnormer för vatten (MKN) för recipienten *Göta Älv – Slumpån till Stallbackaån*

Generella utsläppsreduktioner från dagvatten i tätorter i Sverige baserat på storlek av område som behöver åtgärdas och utgörs vanligen av dammar eller våtmarker som anläggs på eller i anslutning till tätortsmark för att minska utsläpp av näringsämnen och miljögifter. Varje område som har behov av dagvattenrening är unikt (nederbörd, topografi, reningskrav, belastning) men för att kunna göra bedömningar per vattenförekomst utan underlag om specifika förutsättningar har följande antagits:

- De åtgärds kategorier som det går att utgå ifrån vid genomförande är någon eller några av nedanstående: Våt damm (dagvattendamm), Våtmark, Gräsdike, Översilningsyta, Avsättningsmagasin, Biofilter, Brunnsfilter, Filtermagasin, Makadamdike, Oljeavskiljare, Skelettjord, Skärmbassäng, Svackdiken och eller Underjordiskt makadammagasin.
- De vanligaste dagvattenåtgärderna är: Våt damm, Gräsdike, Svackdike och Oljeavskiljare. För beräkningar av denna åtgärds kategori väljs Våt damm som antas vara den vanligast i Sverige.
- I tät stadsbebyggelse dimensioneras den våta dammens storlek som 1:50 (dvs för 50 ha tätort görs en våt damm av storleken 1 ha) och för ett villaområde 1:300. Som generellt antagande för denna åtgärds kategori används 1:100 - dvs för 100 hektar tätort så anläggs 1 ha våt damm.

3.4 Skyddsvärda intressen

Inom och utanför planområdet har identifierats ett antal skyddsvärda intressen i form av jordbruksmark och skyddsområde för groddjur.



Figur 6. Bilden visar planområdet med svart streckad linje samt två färgade fält där gult fält är skyddsområde för groddjur och rött fält är jordbruksmark.

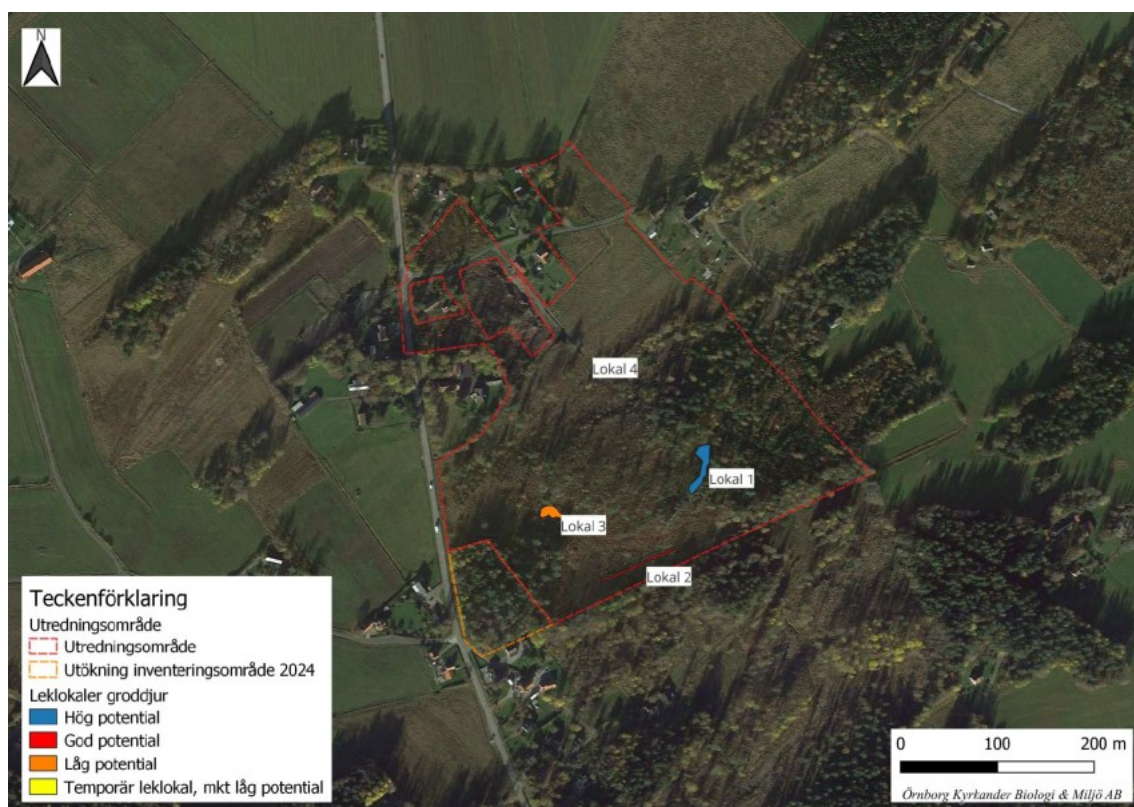
3.4.1 Miljö- och naturvärden och miljöfarliga anläggningar

Groddjur

Enligt genomförd groddjursinventering (Örnborg Kyrkander Biologi & Miljö AB) finns skyddsvärda biotoper för groddjur inom planområdet. Inventeringsrapporten anger att bebyggelseförslaget har utformats med syfte att bibehålla viktiga leklokaler (habitat för lek) och möjlighet för groddjur att förflytta sig till och från dessa. Lokal 1 och 2, se figur 17, ligger i ett område som helt undantagits från exploatering och groddjuren tillåts fortsatt förflyttning till och från leklokalerna.

I tillägg till utformande av bebyggelseförslag enligt ovan anger groddjursinventeringen att det är viktigt att säkerställa bibehållen hydrologi i all väsentlighet på sådant sätt att risk för uttorkning inte ökar.

Inget förorenat dagvatten får orenat ledas till leklokal 1 och 2 enligt Länsstyrelsen beslut (20260205, dnr 292332025).



Figur 7 - Bild från groddjursinventering som redovisar leklokaler för groddjur som behöver beaktas gällande hydrologi och förorenat dagvatten. Observera att bebyggelseförslag och plangräns har justerats sedan groddjursinventeringen utfördes.

Jordbruksmark

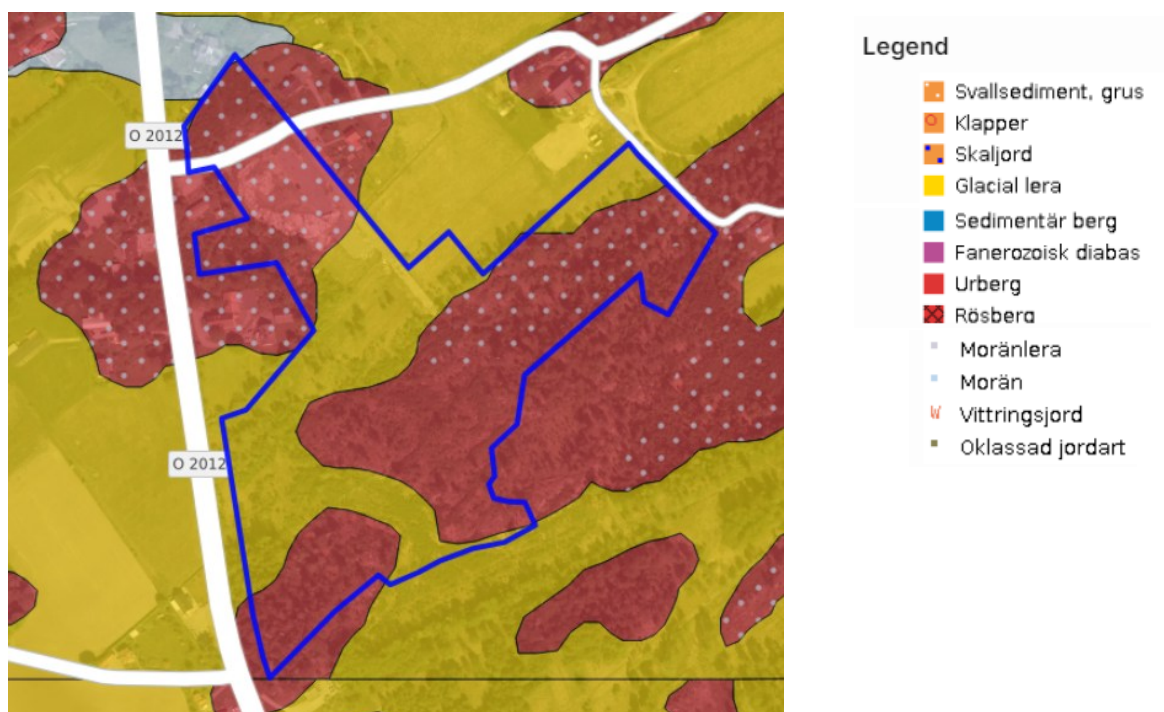
I figur 6 ovan markeras jordbruksmark med rött fält. Delar av jordbruksmarken tas i anspråk för fördröjning och rening av dagvatten. I groddjursinventeringen ges förslag på kompensationsåtgärder för exempelvis biotopskyddade öppna diken i jordbruksmarken.

3.5 Geologiska, hydrologiska och marktekniska förhållanden

Sveriges geologiska undersökning, SGU, tillhandahåller kartor med olika lager som visar på vilken jordart det är i marken. Grundlagret ger en heltäckande bild av jordarternas utbredning i eller nära markytan. Lagret avser den jordartstyp som normalt kan förväntas på karteringsdjup, dvs. ca 0,5 m under markytan, och som bedöms ha en mäktighet väl överstigande 0,5 meter. Dessutom redovisas i detta lager områden där berggrunden går i dagen eller endast täcks av tunna eller osammanhängande jordlager.

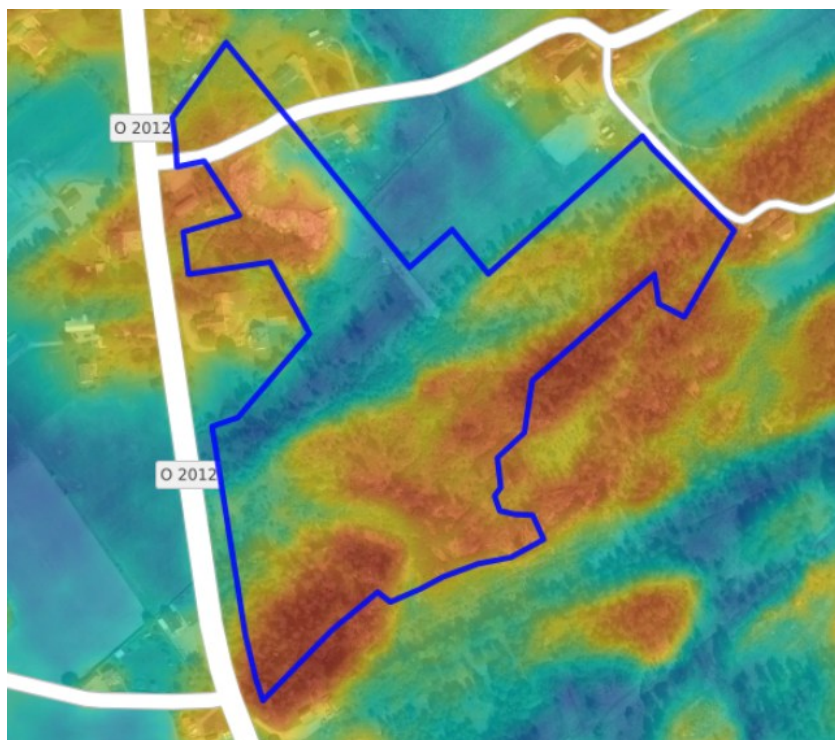
På många ställen förekommer tunna eller osammanhängande ytliga jordlager med en sammansättning som avviker från grundlagrets. Tunna eller osammanhängande ytlager av torv är särskilt vanliga, liksom ytlager av morän (eller oklassificerad jord) på berg. Ytlager avser sådana ytliga jordlager med en mäktighet mindre än ca 0,5 m eller osammanhängande ytliga jordlager med en bedömd medelmäktighet av ca 0,5-1 m.

Figur 8 redovisar jordartskarta över området där planområdets avgränsning är markerad med blå linje. Planområdet består till största del av områden med glacial lera respektive områden med urberg. Urberget är till viss del överbyggt av ett tunt lager av morän. Infiltrationsmöjligheterna inom planområdet bedöms vara begränsade.



Figur 8 Visar jordartskarta över området med planområdet inom blå linje. (Källa: SGU)

I figur 9 ses markfuktighetskartan (Naturvårdsverket) med planområdet markerat i blått. På kartan visar blå och turkosa områden var jorden kan förväntas vara blöt och fuktig under större delen av året. Gröna områden visar frisk-fuktig jord där markfuktigheten kan förväntas förändras mer. Röda områden visar var marken är torr större delen av året.



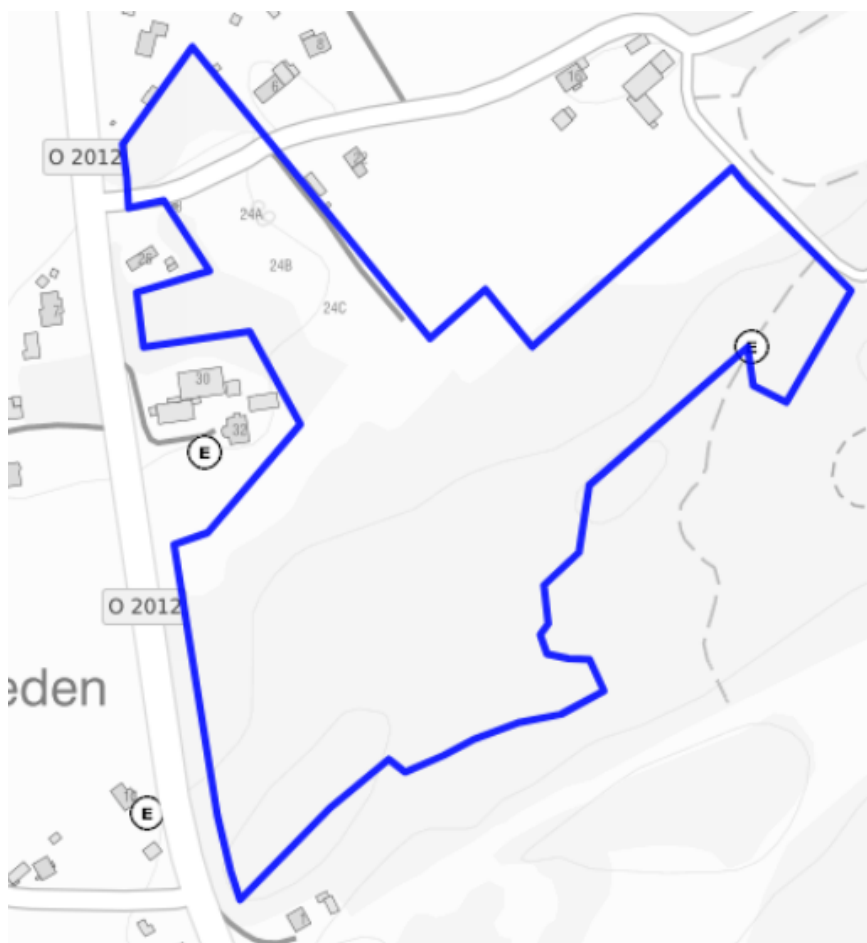
Figur 9 Visar Naturvårdsverkets markfuktighetskarta med planområdet inom blått streck. Rött betecknar torr mark och blått betecknar blöt mark.

3.6 Grundvatten

Grundvattennivån bedöms vara hög inom planområdet. Enligt markteknisk undersökningsrapport (MEC AB) har fri grundvattenyta påträffats mellan +0.1 och +0.4 under mark. Mätningarna är gjorda i planområdets lägre belägna delar i fuktstråket (mörkare blå färg i figur 9) mellan väg O 2012 i väster och jordbruksmarken i öster.

3.7 Förorenad mark

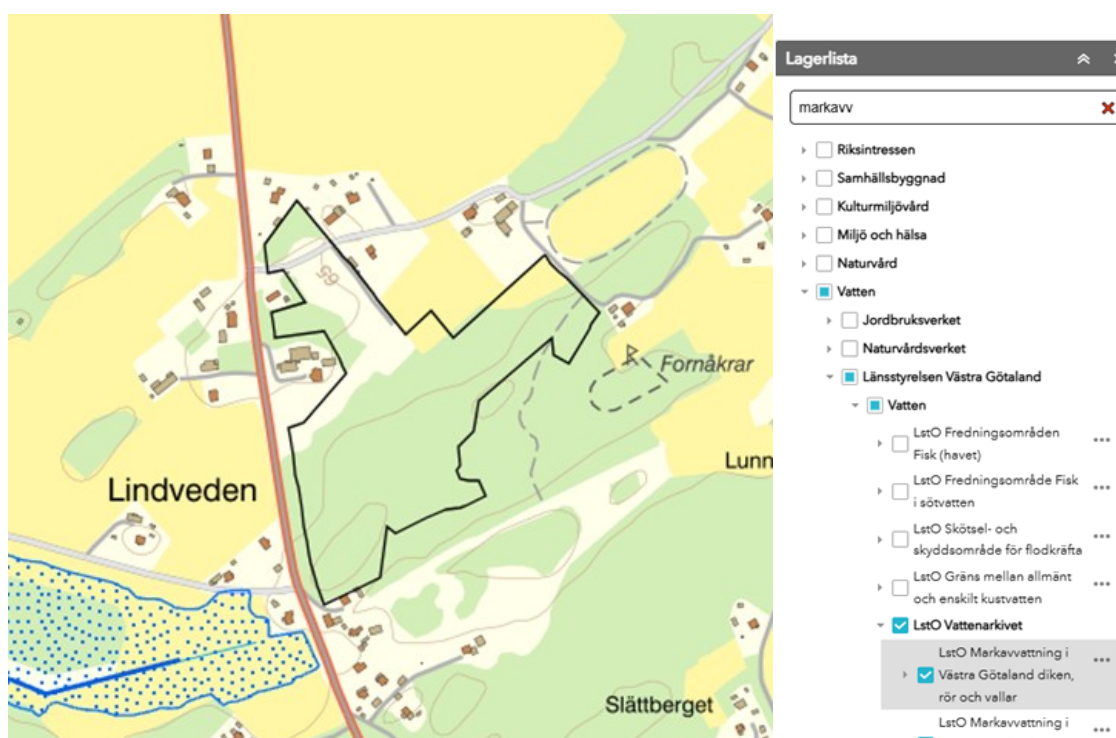
Enligt Länsstyrelsernas EBH-karta (2024) finns tre potentiellt förorenade områden utanför och inom planområdet som markeras med E i figur 10. I planområdets östra del löper en potentiellt förorenad skogsväg och exploatören utreder eventuella åtgärdsbehov parallellt med utförandet av denna dagvattenutredning. Kartan redovisar också två potentiellt förorenade områden strax utanför planområdet där det bedrivs verksamheter med risk för förorenad mark. Inom området öster om vägen (O 2012) anges tillverkning av plast (polyuretan) och inom området väster om vägen anges drivmedelshantering. Det är dock oklart om det pågår någon verksamhet. På hitta.se finns ett företag registrerat på Lindveden 32 (öster om vägen) som utför mark- och grundarbeten. Områdena är ej riskklassade eller med på Länsstyrelsernas karta över tillståndspliktig miljöfarlig verksamhet.



Figur 10 Visar planområdesgräns på karta med ett lager från EBH-kartan som redovisar tre potentiellt förorenade områden innanför respektive strax utanför planområdet, markerade med E.

3.8 Markavvattnings- och sjösänkingsföretag

I maildialog med kommunen har erhållits en bild ur Länsstyrelsens "Informationskartan Västra Götaland" där plangränsen är inlagd. Inget markavvattnings- eller täckdikningsföretag ligger inom planområdet.



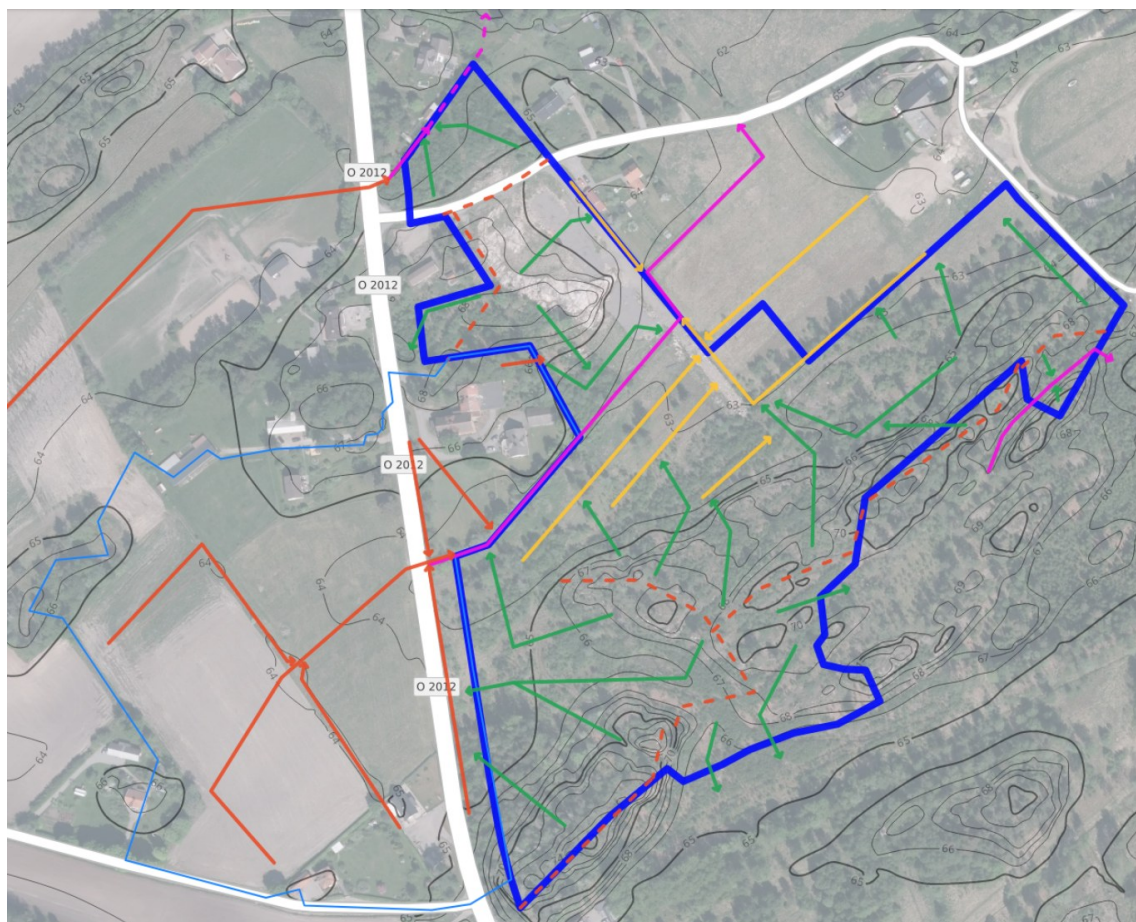
Figur 11 – Skärmdump från Länsstyrelsens "Informationskartan Västra Götaland". Planområdet (enl. bebyggelseförslag daterad 2025-04-10) visas med svart kontur öster om väg O 2012. Inget markavvattnings- eller täckdikningsföretag ligger inom planområdet.

3.9 Topografi och avrinningsområden

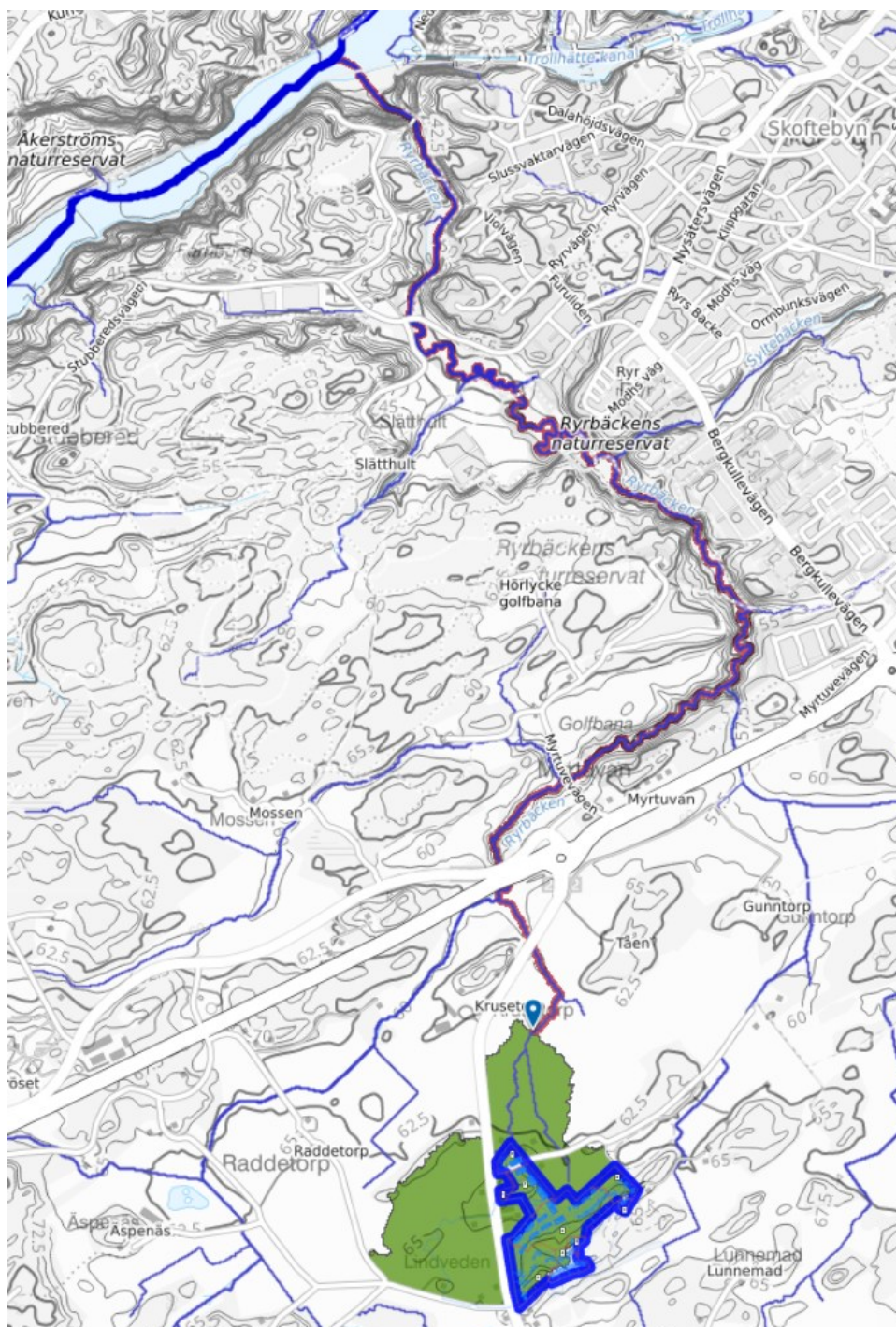
Planområdet består till största del av naturmark där majoritet är skogsmark, mark med avverkad skog samt mindre delar jordbruksmark och berg i dagen. I den norra delen av området löper en grusväg i väst-östlig riktning och skapar en vattendelare. Från väg O 2012 i väster löper ett dike som skär genom planområdet fram till jordbruksmarken i öster och fortsätter vidare på jordbruksmarken för att korsa vägen norr om jordbruksmarken. Diket avvattnar förutom delar av planområdet även väg O 2012 och jordbruksmark väster om vägen. I planområdets lägre delar finns flertalet mindre diken som rinner mot jordbruksmarken i öster. Planområdets sydöstra snibb skärs av ett dike som går från befintlig skogsväg och vidare mot en jordbruksmark sydost om planområdet. I den nordligaste plangränsen finns ett dike som övergår i en kulvert mot jordbruksmarken en bit norr om planområdet. Områdets norra del har relativt flack topografi med majoriteten av marknivåerna mellan ca +63 och +67 m. Områdets södra del är mer kuperad

med plangränsen ungefär mitt på ett antal högpunkter. Den högsta punkten finns i sydväst med ca +75m och lägsta punkten (ca +62 m) finns vid kilen av jordbruksmark i planområdets nordöstra spets.

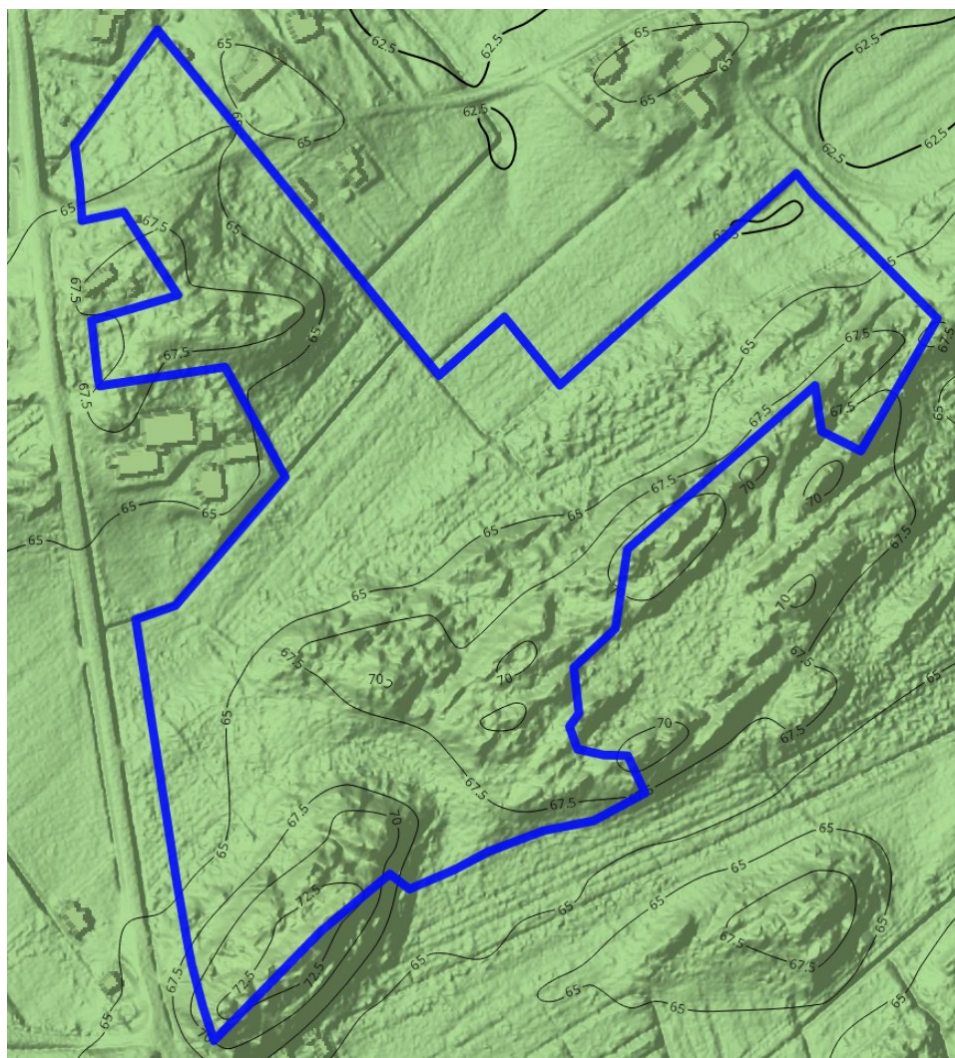
Se figur 12 för områdets topologi med höjdkurvor. Ungefärliga höjdryggar (vattendelare) markeras med röd streckad linje. Ungefärlig avrinning sker enligt gröna pilar. Rosa pilar visar större diken som bedöms som viktiga för befintlig och framtida dagvattenhantering och gula pilar visar mindre diken. (Se även angående biotopskydd i groddjursinventeringen). Den ljusblå konturen väster om planområdet visar en yta som bedöms avrinna via diket som skär genom planområdet. Utöver diken som löper genom planområdet ser topografin huvudsakligen ut så att vatten avrinner ut från planområdet.



Figur 12 - Bilden visar transparent flygfoto med höjdkurvor. Mörkblå linje visar planområdet, röd streckad linje visar höjdryggar, rosa pilar visar större diken, gula pilar visar mindre diken, gröna pilar ungefärlig avrinning och ljusblå kontur visar avrinningsområde till dike. Röda pilar är rinnvägar utanför planområdet. Bebyggelseförslaget har uppdaterats efter att skissen upprättades, men de huvudsakliga avledningsprinciperna gäller fortfarande. Se bilaga 6 för aktuellt bebyggelseförslag.



Figur 13. Bild från Scalgo som visar rinnväg från planområdet fram till Göta älv.



Figur 14. Bilden visar en topografisk karta över planområdet.

3.10 Lågpunkter och instängda områden

En lågpunktskartering (Scalco depressions) är utförd för att lokalisera områden med låga marknivåer relativt sett till planområdet samt områden med lokala lågpunkter utan naturliga avrinningsvägar eller med risk för dämning. I figur 15 nedan ses en höjdkarta med planområdet redovisat i rött, skrafferade ytor anger lågpunktsområden. Det finns ett antal mindre instängda områden inom planområdet som ej bedöms vara relevanta för ny exploatering. Område 1 och 2 är relevanta för höjdsättning och en fungerande dagvattenhantering efter exploateringen. Lågpunktsområde 3 ligger inom skyddsområde för groddjur (grön linje) där det är viktigt att bibehålla en god vattenbalans.

Område 1

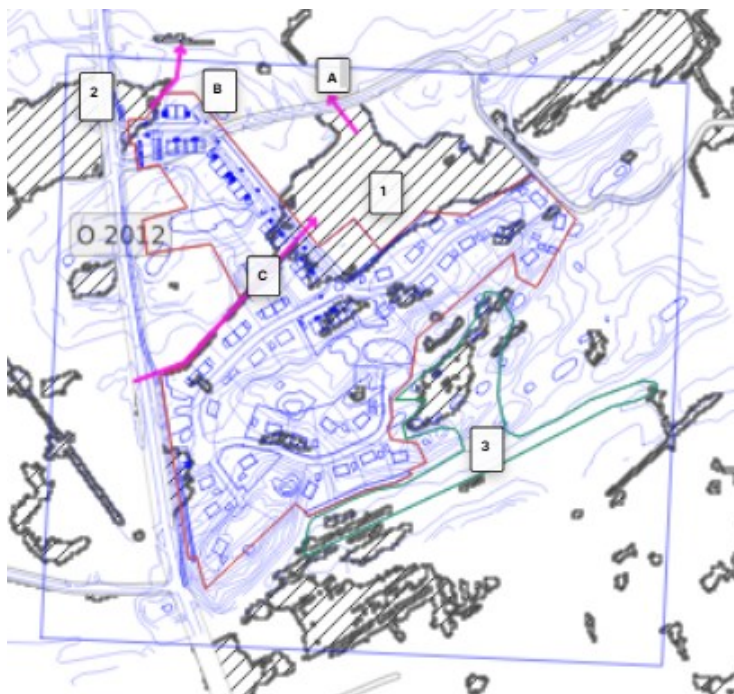
Under utredningen har en Ø400 kulvertledning (Rosa pil A) i figur 15 identifierats och mätts in av kommunen. Utloppet innebär att området har en avtappning för normala flöden som dock vid igensättning eller extrema regn kan dämna till det bräddar över vägens lågpunkt (också den vid A). Bedömningen görs att buffertvolymen på jordbruksmarken är tillräcklig för att inte brädda över vägen vid ett 100-årsregn efter exploatering. Dock med ett kraftigt ökat flöde ut ur röret till följd av tryck med vattenytan över röröppningen. Röret hade vid platsbesök växtlighet och sediment runt/i sig som riskerar att hindra flödet och det är viktigt att flödesvägar hålls fria för att säkerställa god funktion. Då kulverten är nödvändig för avledning vid normala regn är det rimligt att VA-huvudmannen ansvarar för skötsel av denna.

Befintliga byggnader i närheten bedöms ej vara i riskzon men dämningnivån ligger inom planområdet och ska beaktas vid exploateringen. Läs mer i kapitel 4.6.1 "Rekommendationer om höjdsättning".

Det är också kritiskt att befintligt dike som löper genom planområdet (C) anpassas och dimensioneras på ett sådant sätt att det kan transportera skyfallsvatten från anslutande ytor genom planområdet. Observera att flöde från jordbruksmark väster om väg O 2012 tillkommer.

Område 2

I Scalco har identifierats ett område (2) i figur 15 som ser ut att vara instängt innan det bräddar likt rosa pil (B) vid skyfallsliknande nederbörd. Vid platsbesök ihop med kommunen har identifierats delar av ett dike. Diket övergår till en kulvert med ungefärlig sträckning likt rosa pil. Det är viktigt att normala flöden som i dag och efter exploatering leds till diket kan avrinna mot jordbruksmark norr om planområdet liksom att extrema regn kan avledas ytligt alternativt i en skyfallskulvert. Enligt analyserade rinnvägar i Scalco avrinner även delar av väg O 2012 och jordbruksmark väster om vägen (se figur 19) via detta dike. Det står en byggnad i lågpunkten som bedöms vara i riskzonen både i befintliga och framtida förhållanden. Exploatören ansvarar för att utreda hur exploateringen påverkar byggnaden samt för att i samråd med VA-huvudmannen tillse att dike/kulvert utformas så att avledning hanteras utan att risker uppstår på befintlig bebyggelse.



Figur 15 - Bilden visar en lågpunktskartering (Scalco depressions) av området. Skrafferade ytor är lågpunktsområden utan naturliga avrinningsvägar eller med risk för dämning. Rött streck avgränsar planområdet, grönt streck markerar skyddsområde för groddjur och rosa pilar visar utloppsledning, diken och förväntade bräddningspunkter. Bebyggelseförslaget har uppdaterats efter att skissen upprättades, men de huvudsakliga avledningsprinciperna gäller fortfarande. Se bilaga 6 för aktuellt bebyggelseförslag.

4 Analys

4.1 Flödesberäkningar

Vid beräkning av dagvattenflöden har rationella metoden använts, enligt Svenskt Vattens publikation P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Ekvationen för dimensionerande dagvattenflöden framgår av ekvation 1 nedan:

$$Q = A * \varphi * i(t_r) * k_f \quad \text{ekvation (1)}$$

Q = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets area [ha]

φ = avrinningskoefficient [-]

$i(t_r)$ = dimensionerande nederbördsintensitet [l/s·ha]

t_r = regnets varaktighet [minuter]

k_f = klimatkoefficient [-]

Regnintensiteten beräknas enligt ekvation 2:

$$i(t_r) = 190 \cdot \sqrt[3]{T} \cdot \ln(t_r) / t_r^{0,98} + 2$$

ekvation (2)

$i(t_r)$ = dimensionerande nederbördsintensitet [l/s-ha]

t_r = regnets varaktighet [minuter]

T = återkomsttid [månader]

Det dimensionerande flödet från respektive avrinningsområde erhålls då hela området bidrar med avrinning, d.v.s. då den tidsmässigt 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.

Rinntiden bedöms utifrån längsta rinnväg inom ett område samt om vattnet exempelvis rinner direkt på mark eller i ett dike etc. Ingen hänsyn tas till identifierade mindre sänkorna inom planområdet då fyllnadstiden är svårbedömd och att utelämna dem innebär mindre risk att underskatta flöden. Den dimensionerande rinntiden inom varje område sätts lika med regnets varaktighet, varvid det dimensionerande flödet (Q) erhålls.

Flödesberäkningar görs i Stormtac med areor för markanvändning som bedöms utifrån satellitkarta i Scalgo samt planförslaget där byggnader och vägar framgår. Därtill görs ett antagande om viss ytterligare hårdgjord yta inom fastigheterna.

Bedömda ytor och markanvändning före och efter exploatering framgår i tabell i figur 16 nedan. Se även figur 17 och figur 18 där bedömda avrinningsområden framgår för förefallet respektive efterfallet.

Avrinningsområde		A		B		C		D		E		F		G		H		I	
Markanvändning Före	ϕ^*	ha	ha _{red}	ha	ha _{red}	ha	ha _{red}	ha	ha _{red}	ha	ha _{red}	ha	ha _{red}	ha	ha _{red}	ha	ha _{red}	ha	ha _{red}
Skogsmark	0,1					0,988	0,099	0,618	0,062			0,316	0,032	0,356	0,036	0,100	0,01	0,090	0,009
Hygge	0,15	0,607	0,091	0,152	0,023	0,552	0,083	1,749	0,262	0,453	0,068								
Jordbruksmark	0,1							0,343	0,034					0,136	0,014				
Grus (väg)	0,6									0,027	0,016	0,084	0,05	0,019	0,011				
Berg i dagen	0,75									0,500	0,375							0,023	0,017
Summa		0,607	0,091	0,152	0,023	1,540	0,182	2,710	0,358	0,980	0,459	0,400	0,082	0,511	0,061	0,100	0,010	0,113	0,026

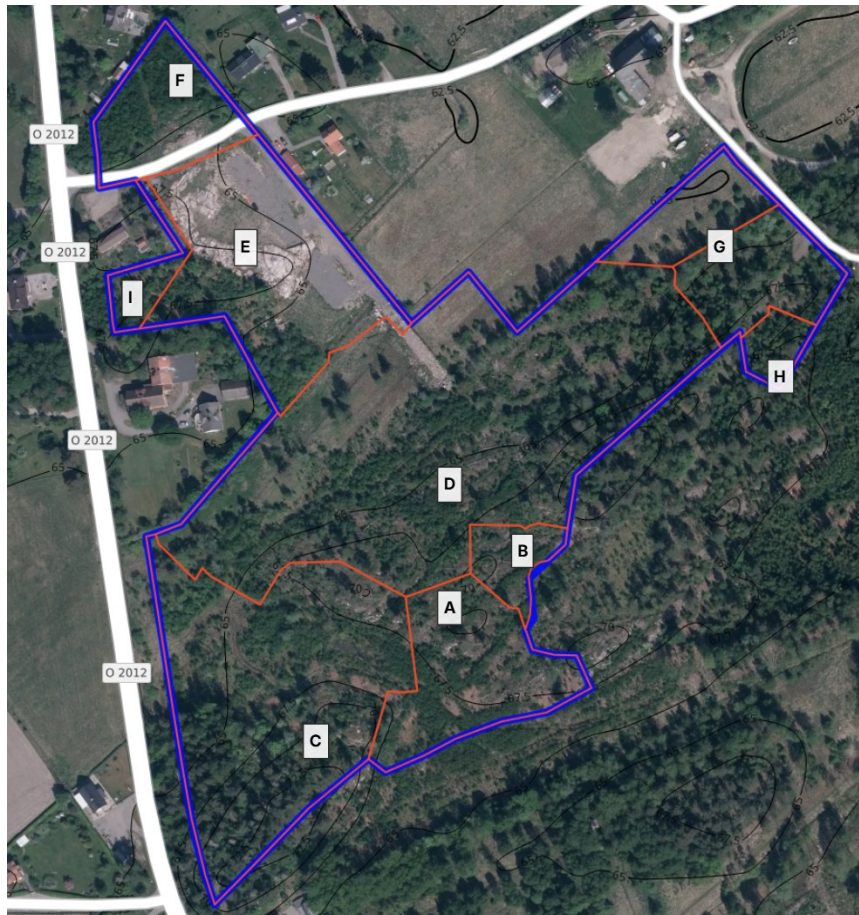
Avrinningsområde		A		B		C		D		E		F		G		H		I	
Markanvändning Efter	ϕ^*	ha	ha _{red}	ha	ha _{red}	ha	ha _{red}	ha	ha _{red}	ha	ha _{red}	ha	ha _{red}	ha	ha _{red}	ha	ha _{red}	ha	ha _{red}
Skogsmark	0,1					0,118	0,012	0,828	0,083									0,090	0,009
Hygge	0,15					0,279	0,042	0,010	0,002	0,334	0,05								
Jordbruksmark	0,1																		
Grus (väg)	0,6																		
Berg i dagen	0,75									0,232	0,174							0,023	0,017
Takyta	0,9	0,082	0,074	0,014	0,013	0,093	0,084	0,296	0,266	0,102	0,092	0,078	0,071	0,091	0,082	0,014	0,013		
Parkering	0,85	0,020	0,017	0,003	0,003	0,053	0,045	0,045	0,038	0,051	0,043	0,072	0,061	0,000	0	0,003	0,003		
Marksten med fogar	0,8	0,039	0,031	0,007	0,006	0,074	0,059	0,087	0,07	0,020	0,016	0,034	0,027	0,120	0,096	0,007	0,006		
Lokalgata m. kantsten	0,7	0,040	0,028	0,060	0,042	0,183	0,128	0,222	0,155	0,108	0,076	0,081	0,072	0,093	0,084				
Gräsyta	0,1	0,427	0,043	0,069	0,007	0,740	0,074	1,223	0,122	0,134	0,013	0,135	0,014	0,206	0,021	0,076	0,008		
Summa		0,607	0,192	0,153	0,070	1,540	0,444	2,711	0,736	0,981	0,464	0,400	0,245	0,511	0,283	0,100	0,028	0,113	0,026

Figur 16. Tabellerna visar bedömda areor med typ av markanvändning och avrinningskoefficienter. *Vid 100-årsregn har funktionen "beräkning som funktion av återkomsttid" använts i Stormtac för att ta viss hänsyn till minskad infiltration.

4.2 Befintlig dagvattensituation

Planområdet består innan exploatering av naturmark och jordbruksmark där regn som faller på marken infiltreras, avdunstar eller avrinner ytligt till ett antal diken inom och i anslutning till planområdet. Beräknade avrinningsområden utgår från identifierade vattendelare (höjdryggar) vid analys i Scalgo. Aktuellt bebyggelseförslag bedöms också till stor del följa topografin varvid samma avrinningsområden används före som efter exploateringen.

I figur 12 redovisas översiktligt befintliga diken och avrinningsvägar inom, genom och från planområdet. Vid kraftiga regn bedöms jordbruksmarken (1) i figur 15 fungera som en buffert. Enligt av kommunen muntligt vidarebefordrad information från markarrendatorn så är jordbruksmarken ofta fuktig/sank vilket bekräftas av naturvårdsverkets markfuktighetskarta (figur 9).



Figur 17. Satellitkarta där planområdet markeras med blå linje och beräknade avrinningsområden med röda linjer.

4.2.1 Befintliga dagvattenflöden

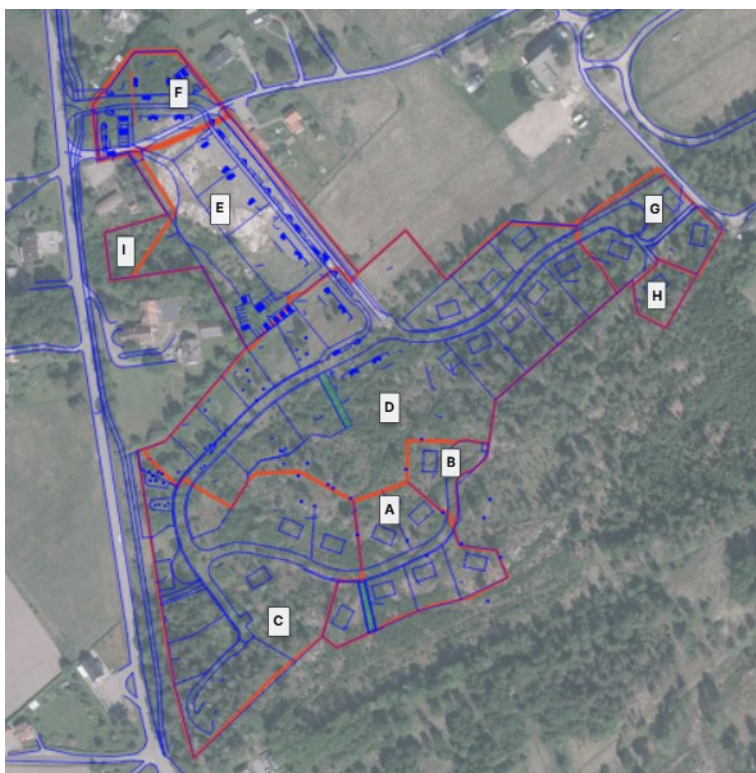
Vid dimensionering av befintliga dagvattenflöden har en klimatfaktor på 1.0 använts. I tabell 1 framgår använd reducerad area, rinntid och beräknade flöden vid 10-, 20-, och 100-årsregn.

Tabell 1. I tabellen sammanställs reducerad area, dimensionerande rinntid (varaktighet) och beräknade flöden vid 10-, 20-, och 100-årsregn för respektive avrinningsområde.

Flöden FÖRE	Area	Varaktighet	Flöde [l/s] med kf 1.0 vid år:		
	ha _{red}	[min]	10 år	20 år	100 år
Område A	0,091	14	17	22	58
Område B	0,023	10	5,2	6,5	18
Område C	0,182	26	23	29	78
Område D	0,358	35	37	47	130
Område E	0,459	20	69	87	200
Område F	0,082	10	19	24	63
Område G	0,061	25	9,5	12	32
Område H	0,010	10	2,3	2,9	7,7
Område I	0,026	10	6	7,5	20
Summa	1,292		188	238	607

4.3 Framtida dagvattensituation

Föreliggande exploateringsförslag leder till förändrade dagvattenflöden och ett förändrat föroreningsinnehåll i dagvattnet. Utformningen av det nya dagvattensystemet bör även ta hänsyn till förändrade nederbördsmönster till följd av klimatförändringar. För att uppfylla ställda krav om flöde och föroreningshalter efter exploatering behöver hela planområdet beaktas genom fördröjning och rening. I övergripande framtida dagvattenhantering föreslås dagvatten ledas till centrala fördröjning- och reningsanläggningar för respektive identifierat avrinningsområde vilket också bidrar till att vattenbalansen bevaras. Läs mer om föreslagen dagvattenhantering i kapitel 5 "Föreslagna åtgärder".



Figur 18. Bilden visar en satellitkarta med markerade avrinningsområden med röda linjer och bebyggelseförslag i blått. Bebyggelseförslaget har uppdaterats efter att skissen upprättades, men i huvudsak gäller fortfarande avrinningsområdena. Se bilaga 6 för aktuellt bebyggelseförslag.

4.3.1 Framtida dagvattenflöden

Framtida dagvattenflöden har beräknats utifrån ökad andel hårdgjorda ytor och förväntad ökad nederbörd på grund av klimatförändringar som hanteras med klimatkfaktor 1.25.

Hårdgjorda ytor har för tak uppmätts på planförslag och därtill har ytterligare hårdgjorda ytor antagits för uppfart/parkering och gångar/uteplatser i form av plattor med grusfog enligt tabell 2. Lokalgator inom planområdet har uppmätts ungefärligt på planförslaget och framgår i tabell i figur 16. Alla körbara ytor räknas som asfalt.

Tabell 2. Sammanställning av antagen hårdgjord yta inom fastigheter.

Hårdgjord yta inom fastighet [m2]	Tak	Uppfart/ parkering	Plattor m. grusfog etc.
Villa + garage	137	33	66
Parhus	221	25	50
Radhus/flerbostadshus 3	306	38	66
Radhus/flerbostadshus 4	407	50	66
Gemensamhetshus	125	20	

I tabell 3 nedan framgår reducerad area, bedömd rinntid (varaktighet) och beräknade dagvattenflöden vid 10-, 20-, och 100-årsregn med klimatfaktor 1.0 (nutid) och framtida förhållanden med klimatfaktor 1.25. För område C, D och G har naturmark inom avrinningsområdet bedömts bidra till en längre rinntid.

Tabell 3. Sammanställning av reducerad area, bedömd rinntid (varaktighet) och beräknade 10-, 20-, och 100-årsflöden för respektive avrinningsområde.

Flöden EFTER	Area	Varaktighet	Flöde [l/s] med kf 1.0 vid år:			Flöde [l/s] med kf 1.25 vid år:		
	ha _{red}	[min]	10 år	20 år	100 år	10 år	20 år	100 år
Område A	0,192	10	44	55	130	55	69	160
Område B	0,070	10	17	21	37	21	27	62
Område C	0,444	18	72	91	240	90	110	300
Område D	0,736	14	140	180	480	180	220	600
Område E	0,464	10	95	120	280	120	150	350
Område F	0,245	10	56	70	120	70	88	150
Område G	0,283	14	54	68	116	68	85	145
Område H	0,028	10	6,3	7,9	21	7,9	9,9	27
Område I	0,026	10	6	7,5	20	7,5	9,4	25
Summa	2,489		490	620	1 443	619	768	1 818

4.4 Fördröjningsbehov av dagvatten

Fördröjningsvolymerna är beräknade i Stormtac och dimensioneras för respektive avrinningsområde utifrån kravet att flödet ej överstiger 15 l/s,ha ut från planområdet vid ett 20-årsregn. För fastigheter med flerbostadshus ställs också kravet att fördröja så att dagvattenflödet ej överstiger 15 l/s,ha vid ett 10-årsregn. För fastigheter med småhus (villor, parhus eller radhus) finns inget krav men en rekommendation att om möjligt fördröja 10 mm regn per hårdgjord (reducerad) takyta. Eventuella diken längs med vägar skapar också en fördröjningsvolym. Dimensionerande fördröjningsvolym för respektive avrinningsområde redovisas i tabell 4 nedan. Beroende på förutsättningar och valda lösningar vid detaljprojektering finns möjlighet att tillgodoräkna viss fördröjning i diken och inom fastigheter. Se vidare i kapitel 5 "Föreslagna åtgärder".

Stormtac räknar som standard med en reduceringsfaktor på ca 0,7 av utloppsflödet ur en fördröjningsanläggning för att ta hänsyn till att utloppet når sitt maxflöde först vid helt fyllt magasin. Det innebär att beräkningen ger större fördröjningsbehov men en minskad risk att anläggningen bräddar innan det är tänkt. Utlopp ur fördröjningsanläggningar kan förses med flödesregulator som ger ett konstant utloppsflöde vilket kan minska fördröjningsvolymen.

Tabell 4. Sammanställning av area och reducerad area, beräknade flöden före och efter fördröjning samt erforderlig fördröjningsvolym för att uppnå krav om 15 l/s,ha ut från planområdet vid ett 20-årsregn.

Fördröjning vid 20-årsregn	Area		Flöde [l/s]		Volym
	ha	ha _{red}	Före	Efter	m3
Område A	0,607	0,192	69	9	64
Område B	0,153	0,070	27	2	29
Område C	1,540	0,444	110	23	130
Område D	2,711	0,736	220	33	240
Område E	0,981	0,464	150	15	190
Område F	0,400	0,245	88	6	81
Område G	0,511	0,283	85	9	66
Område H	0,100	0,028	9,9	2	8,5
Område I	0,113	0,026	9,4	9	7,3
Summa	7,116	2,489	768	109	815

4.5 Föroreningsberäkning

Föroreningsberäkningarna utförs i Stormtac med schabloner för koncentrationer av föroreningar i dagvatten från olika typer av markanvändning. Samma markanvändning används som den för flödesberäkningar redovisade i figur 16. Korrigerad nederbörd 950 mm/år.

Beräkningarna utgår från ytliga renings- och fördröjningsanläggningar så som svackdike, makadamdike, växtbädd och torr damm. Se även kapitel 5 "Föreslagna åtgärder". För att ta hänsyn till att grundvatten står nära markytan anges relativt tunna substratlager för rening samt att grundvattenytan är satt precis under det dränerande skiktet i reningsanläggningen. Anläggningarna blir relativt stora till ytan vilket ger en bra rening. Framtida marknivåer i förhållande till grundvattennivån kommer påverka vilket djup substrat i reningsanläggningarna kan ha vilket kan ge minskad area av anläggning. Det rekommenderas också att lokalgator avleds via makadamdiken/täckta diken och att stuprörsvatten exempelvis översilar på gräset där det är lämpligt. På så sätt uppnås ytterligare fördröjning och rening av dagvattnet vilket kan minska storlek på dagvattenanläggningarna längst nedströms på respektive avrinningsområde.

Beräknade föroreningshalter och årlig avrunnen volym redovisas i tabeller nedan. Jämför man beräknade halter före exploatering (tabell 5) och efter exploatering utan rening (tabell 6) kan man konstatera att föroreningshalter ökar för alla områden utom område I som ej exploateras.

Beräknade föroreningshalter efter rening redovisas i (tabell 7) inklusive en sammanvägning av föroreningshalter för alla avrinningsområden ut från planområdet. I tabell 8 görs en jämförelse av beräknade föroreningshalter för respektive avrinningsområde och sammanvägd för hela planområdet mot riktvärden. Negativt värde innebär att beräknad halt är lägre än riktvärdet och de flesta områden ligger under riktvärde för alla studerade ämnen. Område A och D ligger lite

högt på fosfor (P) och område G ligger lite högt på kväve (N) men sammanvägt för planområdet ligger även dessa ämnen under koncentration för riktvärden.

Det är vanligt att näringsämnena fosfor (P) och kväve (N) sticker ut då de är svåra att rena. Anledningen att område A och D sticker ut är att typen av reningsanläggning som valts (svackdike respektive torr damm) renar fosfor sämre än exempelvis växtbädd som dock ej bedöms som lämpliga utifrån förutsättningarna på dessa områden. I område G blir för kväve (N) beräknad halt högre än riktvärdet men minskar jämfört med förefallet.

I område A beräknas vara det område där halten för fosfor (P) överskrider mest och vatten från området släpps mot skyddsområde för groddjur. I samtal med konsulten som utfört groddjursinventeringen är det dock av vikt att behålla vattenbalansen och förmodligen inget stort problem med något förhöjda nivåer av fosfor (P) med eventuellt ökad växtlighet som följd. Dock ska riktvärden eftersträvas så långt det är möjligt. För område G minskar halten av kväve (N) jämfört mot tidigare vilket är en förbättring även om det ligger över riktvärden.

Beräknade sammanvägda halter för planområdet ligger inom gränsen för kommunens riktvärden. Tillsammans med föreslagna reningsåtgärder utgör detta en viktig grund för bedömningen att exploateringen inte medför en betydande negativ påverkan på recipientens status.

Tabell 5. Beräknade föroreningshalter [ug/l] före exploatering.

Beräknade föroreningshalter Före exploatering [ug/l]	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	AS	Avrinning [m3/år]
Område A	27	1 900	2,5	4,3	8	0,08	0,23	0,35	0,003	20 000	97	1,5	2 500
Område B	27	1 900	2,5	4,3	8	0,08	0,23	0,35	0,003	20 000	97	1,5	630
Område C	20	870	2,4	5,0	13	0,08	1,30	1,70	0,005	17 000	83	1,5	6 400
Område D	38	1 700	3,3	5,7	15	0,15	0,88	0,96	0,004	25 000	100	1,6	12 000
Område E	47	1 500	3,4	8,9	18	0,15	1,40	1,00	0,016	14 000	180	2,6	6 100
Område F	21	660	2,1	6,5	18	0,08	1,70	2,10	0,008	13 000	76	1,7	1 800
Område G	63	1 600	5,0	8,7	29	0,29	1,90	1,90	0,007	34 000	120	1,8	2 900
Område H	16	300	2,3	5,4	15	0,08	2,00	2,50	0,006	15 000	74	1,5	420
Område I	30	640	2,8	7,3	18	0,11	1,90	2,10	0,011	14 000	120	2,0	560

Tabell 6. Beräknade föroreningshalter [ug/l] efter exploatering, utan rening.

Beräknade föroreningshalter Efter exploatering, utan rening [ug/l]	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	AS	Avrinning [m3/år]
Område A	94	1 300	4,1	13,0	39,0	0,27	3,60	2,80	0,019	26 000	210	2,1	3 200
Område B	98	1 400	5,0	14,0	34,0	0,32	8,10	4,90	0,045	41 000	530	2,7	980
Område C	84	1 400	4,2	12,0	31,0	0,23	4,50	2,90	0,025	31 000	300	2,1	7 900
Område D	73	1 100	3,7	12,0	33,0	0,24	3,70	3,00	0,018	25 000	210	2,0	14 000
Område E	67	1 500	4,9	13,0	35,0	0,26	4,10	2,70	0,025	30 000	290	2,6	6 200
Område F	98	1 400	6,8	18,0	54,0	0,33	6,90	4,20	0,036	49 000	410	2,6	2 500
Område G	110	2 400	6,6	13,0	41,0	0,43	3,60	2,30	0,017	47 000	250	2,2	4 600
Område H	93	1 300	3,7	13,0	39,0	0,25	2,30	2,10	0,012	21 000	130	1,9	500
Område I	30	640	2,8	7,3	18,0	0,11	1,90	2,10	0,011	14 000	120	2,0	560

Tabell 7. Beräknade föroreningshalter [ug/l] efter exploatering, med rening.

Beräknade föroreningshalter Efter exploatering, med rening [ug/l]	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	AS	Avrinning [m3/år]
Område A	82	700	1,7	6,5	14,0	0,20	1,60	1,80	0,015	12 000	33	1,0	3 200
Område B	22	430	0,5	1,4	2,5	0,05	2,30	0,98	0,013	4 800	84	0,6	980
Område C	22	460	0,8	2,1	4,5	0,05	1,80	0,86	0,009	7 500	68	0,5	7 900
Område D	59	650	1,5	8,0	22,0	0,15	1,50	1,80	0,013	11 000	25	1,3	14 000
Område E	25	550	0,8	3,6	5,1	0,08	1,10	1,40	0,010	5 400	29	0,7	6 200
Område F	22	410	0,7	1,4	4,2	0,06	2,30	0,97	0,011	5 700	77	0,5	2 500
Område G	49	1 400	3,0	5,1	16,0	0,20	1,80	0,95	0,007	22 000	96	1,0	4 600
Område H	22	390	0,6	1,4	4,0	0,05	1,00	0,68	0,004	5 900	25	0,5	500
Område I	30	640	2,8	7,3	18,0	0,11	1,90	2,10	0,011	14 000	120	2,0	560
Sammanvägd koncentration	43	663	1,4	5,1	12,8	0,12	1,61	1,38	0,011	10 289	49	0,9	40 440

Tabell 8. Beräknade föroreningshalter [ug/l] efter rening i jämförelse mot riktvärden. Negativa värden anger hur mycket beräknad halt understiger riktvärdet. Rödmarkerade värden anger hur mycket beräknad halt överstiger riktvärdet. Sammanlagrade halter är lägre än riktvärden.

Beräknade föroreningshalter efter rening i jämförelse mot riktvärde [ug/l]	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	AS	Avrinning [m3/år]
GBG Stad riktvärden	50	1250	28	10	30	0,9	7	68	0,07	25000	500	16	
Område A	32	- 550	- 26	- 4	- 16	- 1	- 5	- 66	- 0	- 13 000	- 467	- 15	3 200
Område B	- 28	- 820	- 27	- 9	- 28	- 1	- 5	- 67	- 0	- 20 200	- 416	- 15	980
Område C	- 28	- 790	- 27	- 8	- 26	- 1	- 5	- 67	- 0	- 17 500	- 432	- 15	7 900
Område D	9	- 600	- 27	- 2	- 8	- 1	- 6	- 66	- 0	- 14 000	- 475	- 15	14 000
Område E	- 25	- 700	- 27	- 6	- 25	- 1	- 6	- 67	- 0	- 19 600	- 471	- 15	6 200
Område F	- 28	- 840	- 27	- 9	- 26	- 1	- 5	- 67	- 0	- 19 300	- 423	- 15	2 500
Område G	- 1	150	- 25	- 5	- 14	- 1	- 5	- 67	- 0	- 3 000	- 404	- 15	4 600
Område H	- 28	- 860	- 27	- 9	- 26	- 1	- 6	- 67	- 0	- 19 100	- 475	- 16	500
Område I	- 20	- 610	- 25	- 3	- 12	- 1	- 5	- 66	- 0	- 11 000	- 380	- 14	560
Sammanvägd koncentration	-7	-587	-27	-5	-17	-1	-5	-67	0	-14711	-451	-15	40 440

4.6 Skyfallsanalys och höjdsättning

I kapitlet analyseras vad som sker vid en skyfallssituation. SMHIs definition av skyfall är regn om minst 50 mm på en timme eller minst 1 mm på en minut.

För att säkerställa att byggnader inte skadas vid skyfall så som 100-årsregn bör nya byggnader placeras och höjdsättas så att större flöden kan passera förbi och dämningarnivåer ej når byggnader. I detta kapitel lyfts identifierade risker.

I figur 19 nedan redovisar pilar hur skyfallsflöden förväntas röra sig på, ut från och in till planområdet. Bedömningen görs utifrån befintliga höjder i Scalgo som exploateringen antas följa i stora drag. Figur 20 är en närbild på planområdet.

För övrigt gäller generellt att marken ska luta bort från byggnader och tomter bör utföras med fall mot lokalgator. Lokalgator höjdsätts för att fungera som skyfallsvägar och utan att skapa instängda områden.

Det är en generell rekommendation att byggnader placeras 0.5 m över lokalgator eller så att skyfallsflöden kan passera utan att skada byggnaden. Enligt Göteborgs Stads publikation "Tematiskt tillägg för översvämningsrisker" bör en säkerhetsmarginal motsvarande minst 0.2 m från vattenytan till färdigt golv finnas. Ett största vattendjup på 0,2 m rekommenderas även för tillgänglighet till byggnader och planområdet för räddningstjänst. Vid stopp eller dämning i kulvert (se A i figur 15) bräddar jordbruksmarken vid ca +62.9 (lägsta punkten på vägen enligt höjdmodell i Scalgo). Höjd på vägen bör kontrollmätas och byggnader bör ej placeras lägre än +63.1 utan analyser för kraftigare regn än 100-årsregn. För område F gäller lägsta golvnivå +63.6 (0.2m över högsta vattennivå vid 100mm regn vid befintliga marknivåer).

Befintliga diken som efter exploatering används för fördröjning, avledning eller som skyfallsvägar behöver generellt ses över och funktion säkerställas innan idrifttagning. Detta gäller även diken utanför planområdet såsom dike vid A på figur 15.

Vid korsning/rondell i lokalgatan närmast jordbruksmarken bedöms risken vara störst för höga flöden vid skyfall då både område D och E ska leta sig ner till dammen.

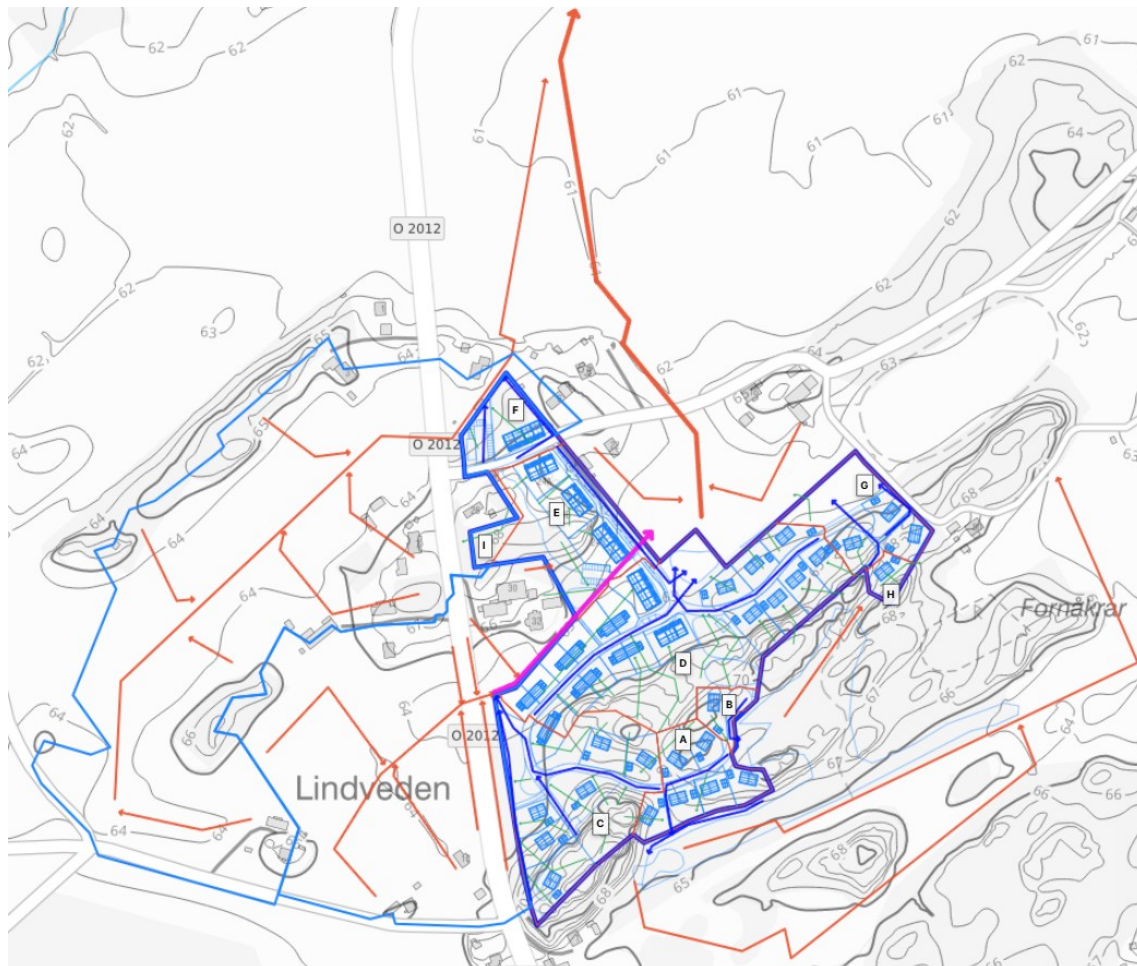
Vid genomförande av dagvattenutredningen är det inte känt någon samhällsviktig funktion inom planområdet.

Typ av handling Rapport	Beställare Zand Fastigheter	Ansvarig AdB	Datum 2026-08-14
Status Granskningshandling	Projekt Skyfalls- och dagvattenutredning till detaljplan för Lindveden 9:14 mfl	Utställare AdB / MM	Revideringsdatum -

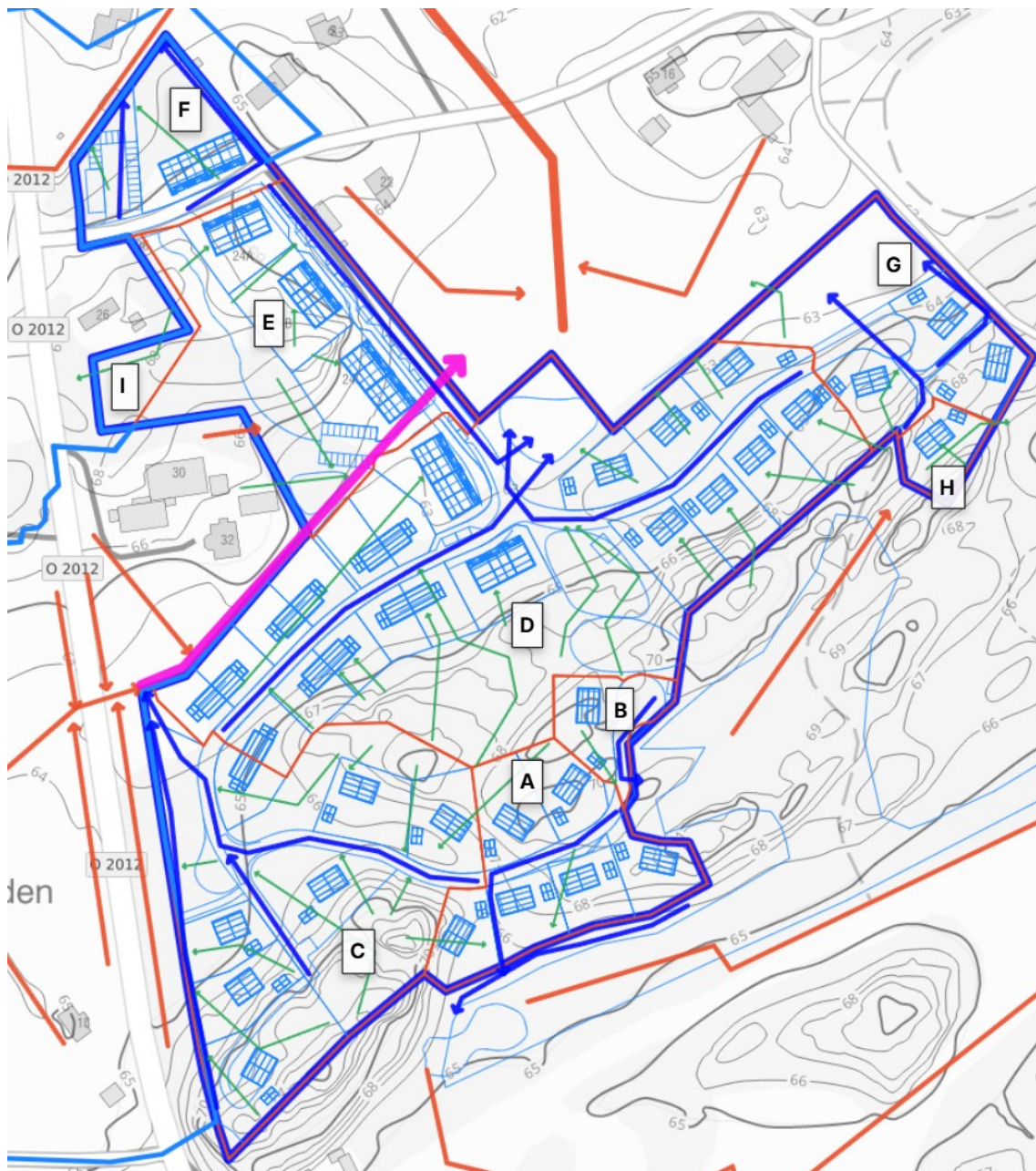
För exploateringen är det kritiskt att diket (se figur 15) som leder vatten genom planområdet utformas och underhålls för att klara transportera de höga flöden som kan uppstå inom planområdet och från mark väster om planområdet som framgår i figur 19. Hela området bedöms bidra till avrinning i beräkningspunkten vid ca 25 mm nederbörd, att jämföra med SMHIs definition av skyfall som är 50 mm på en timme. Föreslagen exploatering innebär att befintligt dike flyttas så att det i sin helhet är beläget inom planområdet. Diket kulverteras (minst DN1200) under lokalgata i nordost före anslutning till befintligt dike längs med åkern. Kulvertens inlopp utformas med skydd mot igensättning och systemet dimensioneras för självrensning. Som en extra säkerhet höjdsätts marknivåer intill diket, samt kvartersväg ovan kulvert, så att diket bräddar med ytlig avrinning (vid högst +64,3) om kulverten dämmer. Det befintliga diket i sin helhet ingår i dispensförfarande med avseende på biotopskydd och hanteras via kompensationsåtgärder.

Det behöver också säkerställas att skyfallsflöden kan rinna förbi planområdet över privata fastigheter (Lindveden 7:6 och 9:6) norr om planområdet och vidare ut på jordbruksmarken som ägs av kommunen (Lindveden 8:8) (se figur 15, 19 och 20). Areal som utifrån rinnvägar i Scalgo kan bidra med skyfallsflöde framgår i figur 19. Hela området bedöms i Scalgo bidra vid ca 67 mm nederbörd att jämföra med SMHI definition av skyfall som är 50 mm på en timme.

Befintliga rinnvägar (figur 20) visar att åtgärder behöver vidtas inom fastigheter för att leda skyfallsvatten från omkringliggande tomter och naturmark förbi byggnad ut till skyfallsväg (dike/lokalgata).



Figur 19. Översiktlig bild av förväntade rinnvägar vid skyfall utifrån Scalgo Depression-Free Flow (som ej tar hänsyn till fördröjning i sänkor) och höjdkurvor. Röda pilar visar flöden utanför planområdet. Blå pilar visar förväntade skyfallsflöden inom planområdet med rätt höjdsättning. Rosa pil är befintligt dike. Två områden väster om planområdet har markerats med blåa konturer då det sydliga avrinner genom planområdet och det nordliga precis utanför norra delen av planområdet. Bebyggelseförslaget har uppdaterats efter att skissen upprättades, men de huvudsakliga avledningsprinciperna gäller fortfarande. Se bilaga 6 för aktuellt bebyggelseförslag.



Figur 20. Inzoomad bild med bedömda rinnvägar vid 100-årsregn. Röda pilar visar flöden utanför planområdet. Blå pilar visar förväntade skyfallsflöden inom planområdet med rätt höjdsättning. Rosa pil är befintligt dike som efter exploatering delvis utförs som skyfallskulvert. Gröna pilar visar att vatten rinner in på fastigheter från naturmark och att åtgärder krävs för att leda vatten runt byggnad. Bebyggelseförslaget har uppdaterats efter att skissen upprättades, men de huvudsakliga avledningsprinciperna gäller fortfarande. Se bilaga 6 för aktuellt bebyggelseförslag.

5 Föreslagna åtgärder

Föreslagna åtgärder syftar till att ta hand om och leda dagvatten från fastigheter och vägar till centrala dagvattenanläggningar där vatten fördröjs och renas enligt krav (15 l/s,ha) och riktvärden (ug/l enl. GBG Stad riktvärden) innan det släpps ut från planområdet.

Dagvattenanläggningar föreslås i plangränsen vid de lägen där identifierade avrinningsområden rinner ut från planområdet i nuläget. Det innebär en möjlighet att bevara vattenbalansen och naturliga rinnvägar så långt som möjligt. Dagvatten från planområdet kommer ansluta mot befintliga diken och naturmark på grannfastigheter och dagvattenanläggningar föreslås utföras som ytliga anläggningar i form av diken, växtbäddar och torr damm.

Planförslaget bedöms till stora delar följa befintlig topografi och det föreslås att transport av dagvatten inom planområdet så långt som möjligt utföras med självfall. Höjdsättning av marknivåer för framför allt de lägre delarna av planområdet (Område D och E) är kritiskt för att möjliggöra självfall av dagvatten då det är känt att grundvatten står nära befintlig markyta och det är begränsat med tillgänglig höjd för anslutning med rör i självfall till torr damm på nuvarande jordbruksmark. Frostfri förläggning kan också bli ett skäl till att höja marknivåerna jämfört med idag för att skapa marktäckning. Att utföra dränering av lokalgator ovanför grundvattnet blir sannolikt också en dimensionerande faktor för lokalgatans lägsta punkt som bedöms bli vid cirkulationsplatsen där gatan delar sig mot östra respektive västra delarna av planområdet.

Fastigheter ansluter till allmän VA-ledning i gata via brunn med sandfång. För småhus kan med fördel en kupolbrunn placeras i lågpunkt på tomten dit stuprörsvatten efter översilning på gräs leds. För flerbostadshus ska dagvatten genomgå fördröjning inom fastighet. Husgrundsdränering dras till brunn vid förbindelsepunkt. Om husgrundsdräneringen ligger på en nivå med risk för dämning ska den pumpas.

Inom fastigheter kan ytligt vatten från omkringliggande naturmark och fastigheter fångas upp och ledas mot förbindelsepunkt med exempelvis makadamdiken eller svackdiken. Det finns leverantörer av mer genomsläpplig jordblandning speciellt anpassad för att anlägga svackdiken som kan besås med gräs. Där naturmark ansluter till lokalgator kan förbindelsepunkter behövas för naturligt vatten till dagvattenledning eller diken.

För att minska belastning och storlek på dagvattenanläggningar och bevara den naturliga vattenbalansen i så stor utsträckning som möjligt kan man med fördel skapa fördröjning och rening före de centrala dagvattenanläggningarna. Lokalgator kan lutas mot dränerade makadamdiken/täckta diken längs vägar, genomsläpplig beläggning för parkeringsplatser och uppfarter samt fördröjning av stuprörsvatten genom översilning/infiltration i gräsytor där det är möjligt. Ett större fokus på estetiska kvaliteter kan med fördel ges till dagvattenanläggningar vid entréer till området samt vid den torra dammen exempelvis genom gröna prydnadsåtgärder.

Kompletterande lokala fördröjningsåtgärder, estetiska gröna åtgärder samt släntlutningar utreds efter samråd.

Det är också viktigt att alla ytor dit vatten släpps förses med erosionsskydd där strömmande vatten annars kan erodera marken. I större växtbäddar/dammar bör man också eftersträva att vatten kommer in i flera punkter och/eller fördelas ut över ytan med exempelvis rännalar.

För bevarad livslängd och minskad skötsel ska alla inlopp till dagvattenanläggningar förses med sandfång.

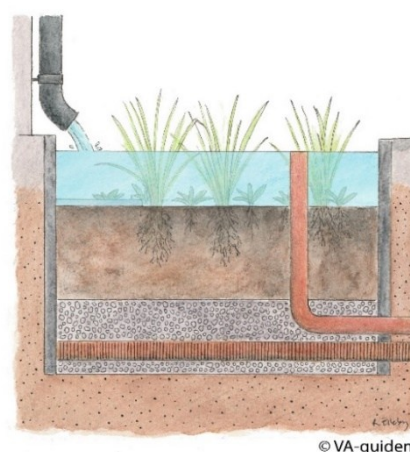
Genom att kombinera ledningsburen avledning med ytliga lösningar skapas ett robust och redundant system där dagvattnet renas och fördröjs i flera steg, från fastighetens översilning till växtbäddar och diken. Systemet har ett starkt fokus på infiltration och bevarad vattenbalans, vilket med rätt underhåll ger en säker och hållbar dagvattenhantering.

5.1 Olika typer av dagvattenhantering

Nedan redovisas en kort beskrivning och principbild av olika sätt att omhänderta dagvatten. Det är principiella skisser och utförandet kan anpassas utifrån platsspecifika förhållanden som exempelvis max djup på stående vatten, sluttande kanter för minskad risk för drunkning, areor och förläggingsdjup. Filtermaterial och dränerande skikt kan anpassas dock ska alla anläggningar ha en dränering och möjlighet till ett strypt utlopp samt bräddning. Torr damm kan dock ha sitt utlopp i nivå med dammens botten.

5.1.1 Växtbädd

Nedsänkta regnbäddar är planteringsytor som renar dagvatten med hjälp av fördröjning och filtrering. Rening sker främst genom att vattnet infiltreras ner genom underliggande filtermaterial, men även till viss del genom växtupptag. Filtermaterialet bör ha en hög inblandning av sandjord eller annat poröst material för att få en bra infiltrationskapacitet. Lämpliga växter för bäddarna är de som trivs i fuktängar, till exempel starr, olika gräsarter och örter. Även perenner som buskar och träd kan planteras om filterdjupet är tillräckligt.

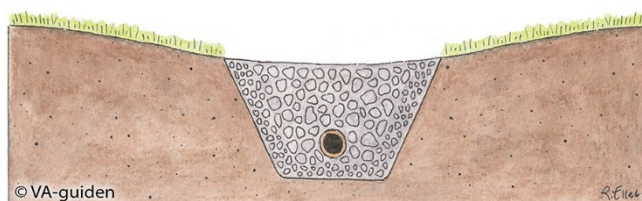


Figur 21. VA-guidens principskiss av växtbädd.

5.1.2 Makadamdike

Makadamdiken avleder, fördröjer, och till viss del renar dagvatten. De är diken fyllda med makadam (sorterad, krossad sten utan nollfraktion) och har ett dräneringsrör i botten anslutet till dagvattennätet. Diket kan ha makadam ända upp till ytan eller bekläs med ett annat genomsläppligt lager.

Makadamdiken anläggs där dagvatten behöver avledas från en yta som en väg eller gata. Diket kan även vara ett försedimenteringssteg till en följande dagvattenanläggning.

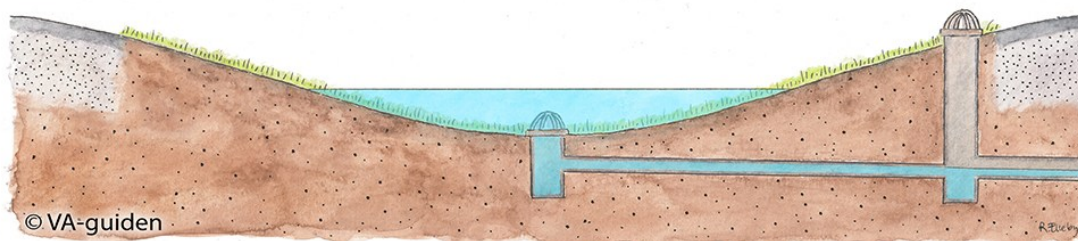


Figur 22. VA-guidens principskiss av makadamdike.

5.1.3 Torr damm

Torra dammar är större nedsänkta gräsytor som används för att fördröja och till viss grad rena dagvatten. Ytorna är utformade för att hantera höga flöden, till skillnad från mindre grönytor som endast infiltrerar dagvatten med rening som primär funktion.

I en överdämningsyta kan en vattenspiegel uppstå tillfälligt, men vattnet infiltrerar gradvis och perkolerar ner till underliggande mark. Om underliggande mark har en begränsad genomsläpplighet installeras oftast ett (strypt) utlopp i botten. Kan fungera som parkyta/gräsyta vid torrperioder.

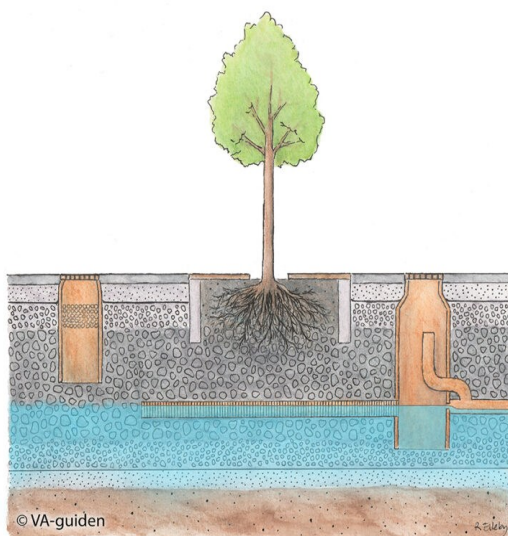


Figur 23. VA-guidens principskiss av torr damm

5.1.4 Skelettjord

Skelettjordar har flera användningsområden. Skelettjorden fördröjer och renar dagvatten men skapar även en god miljö för träd att växa i trots omgivande hårdgjorda ytor. Dagvattnet leds oftast till anläggningen via rännstensbrunnar med sandfång, men variationer finns. Dagvattnet renas då det infiltrerar genom skelettjorden, men även med hjälp av växtupptag. Överskott av dagvatten avleds normalt vid dräneringsledning.

Själva skelettjorden består av makadam som blandas med kompost eller exempelvis biokol, även så kallad kolmakadam. Skelettjordar anläggs på kvartersmark eller allmän platsmark för att ta hand om dagvatten från exempelvis gator, parkeringar, gångvägar och tak.”

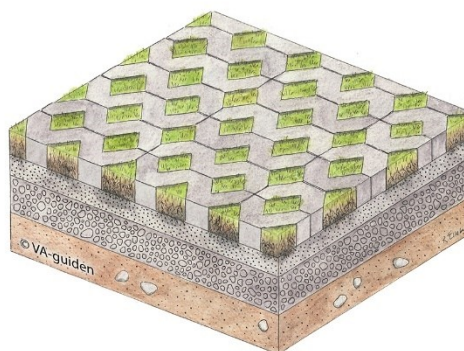


Figur 24. VA-guidens principskiss av skelettjord

5.1.5 Genomsläpplig beläggning

Genomsläpplig beläggning kan tillämpas istället för asfalt eller annan impermeabel beläggning i syfte att flödesutjämna och rena dagvatten. Under beläggningen kan dagvatten infiltrera ner till mark men oftast anläggs ett poröst magasin av exempelvis makadamfraktioner. För ytlagret finns sedan många varianter av beläggning, exempelvis grus, hålstensbeläggning, genomsläpplig asfalt eller genomsläppliga fogar. Vissa av dessa beläggningar kan även integreras med grönska i en annars vanligtvis steril miljö.

Genomsläpplig beläggning används som lokalt omhändertagande av dagvatten, främst på traditionellt hårdgjorda ytor som parkering, gång- och cykelvägar samt bilvägar. Lösningen lämpar sig inte väl vid kraftigare lutningar.”



Figur 25. VA-guidens principskiss av genomsläpplig beläggning

5.1.6 Anläggningskostnader

I Stormtacs databas finns schablonkostnader för dagvattenanläggningar för översiktlig kostnadsberäkning. Kostnaderna är för år 2024 inklusive moms och anges som en schablon samt min- och maxnivå eftersom priset kan variera mycket beroende på utformning och platsens förutsättningar.

Anläggningskostnad enl. Stormtac databas (kr ink. Moms 2024)	Schablon	Min	Max
Biofilter (Växtbädd)	10 000 kr/ m2	5 600 kr/ m2	18 000 kr/ m2
Makadamdike	800 kr/ m eller 650 kr/ m3	500 kr/ m eller 400 kr/ m3	1 000 kr/ m eller 1 000 kr/ m3
Skelettkonstruktion	10 000 kr/ m2	5 000 kr/ m2	20 000 kr/ m2
Svackdike	360 kr/ m	160 kr/ m	550 kr/ m
Torr damm	700 kr/ m3	500 kr/ m3	900 kr/ m3
Översilningsyta	110 kr/ m2	28 kr/ m2	180 kr/ m2

5.1.7 Exempelbilder

Växtbäddar och skelettjordar i kombination med gata, GC-bana och parkeringsfickor.



Figur 26. Bilderna visar exempel på hur växtbäddar och skelettjordar kan se ut vid gata med parkeringsfickor, GC-bana och flerbostadshus.

Olika sätt att fånga upp och leda vatten längs med vägar eller tomter mot naturmark. Lokalgator kan även utföras med täckta diken (makadam) i stället för gatsten. Kupolbrunn i lågpunkt i gräsyta utförs med fördel med någon typ av erosionsskydd närmast brunnen.



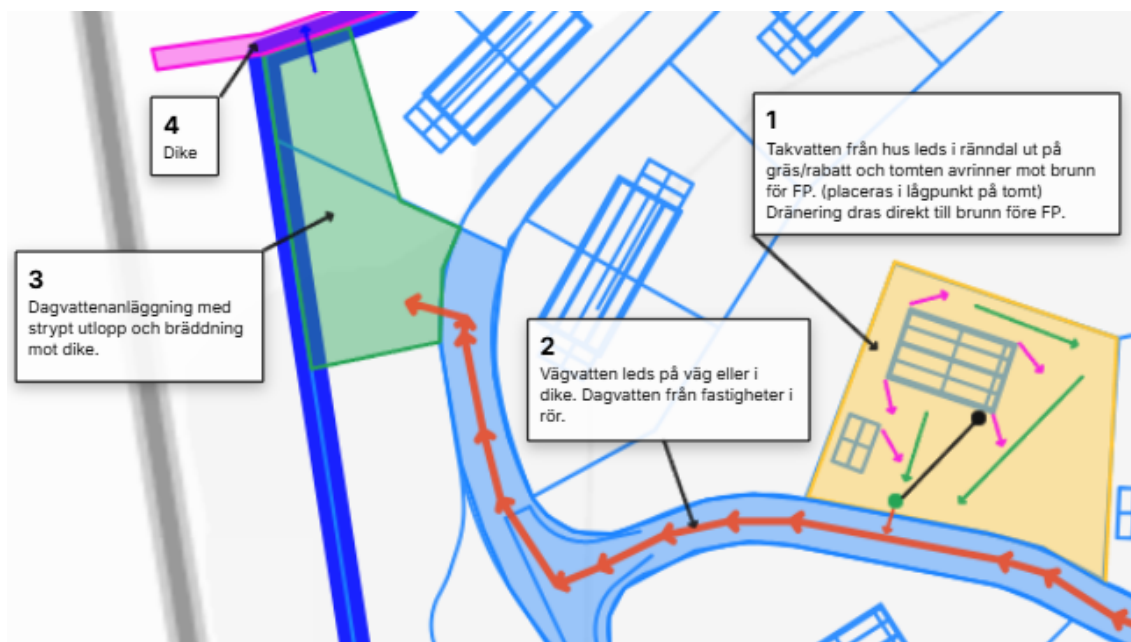
Figur 27. Bilderna visar exempel på rännor längs med gator och makadamdike som kan fånga upp och leda bort vatten i tomtgränser samt en kupolbrunn i lågpunkt på gräsyta.



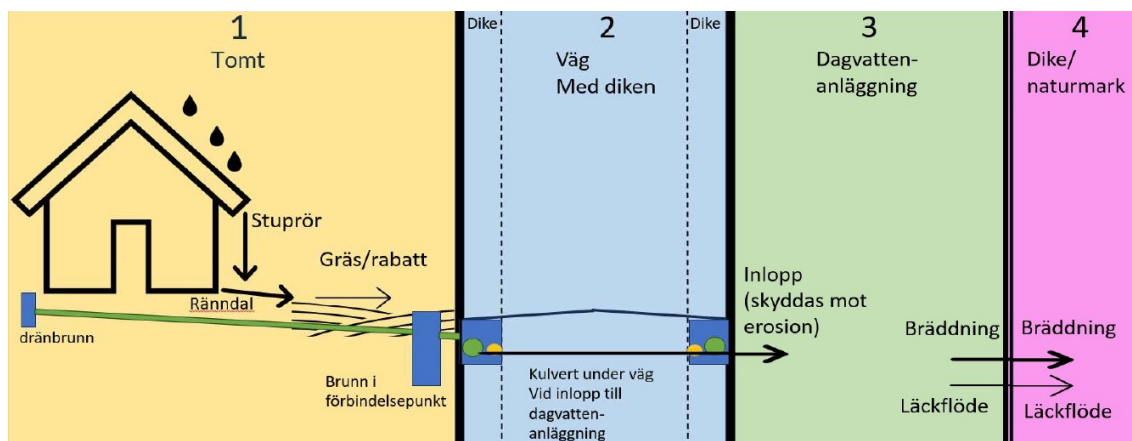
Figur 28. Bilderna visar exempel på nedsänkt växtbädd och infiltrationsytor.

5.2 Översiktliga rinnvägar och ansvarsfördelning

Generellt lutar lokalgator, diken och VA-ledning från tomter mot föreslagna dagvattenanläggningar längst nedströms i respektive avrinningsområde. Se även bilaga med förslag på ansvarsfördelning. Figur 29 och 30 nedan visar princip för rinnväg i plan och sektion.



Figur 29. Översiktlig princip av dagvattnets väg från fastighet ut från planområdet. Se även figur 30 med skiss i sektion.

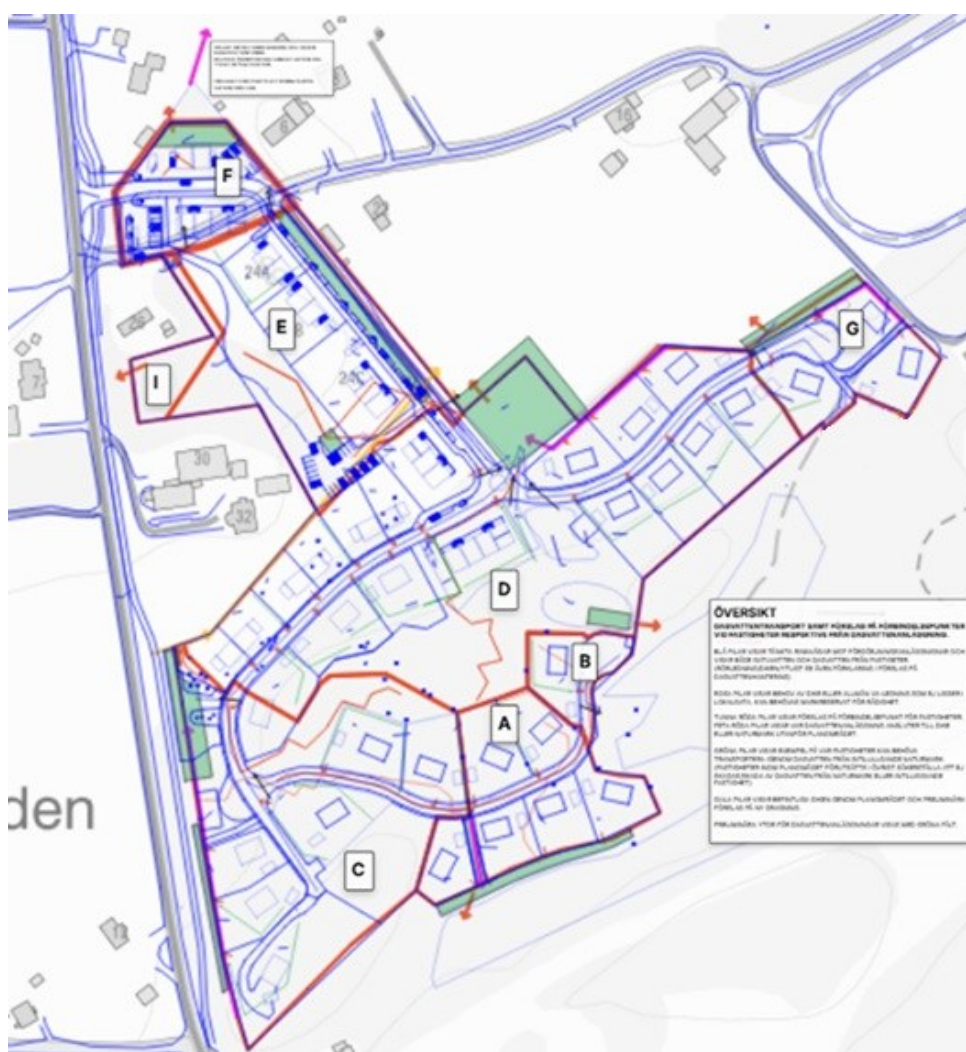


Figur 30. Principskiss i sektion för dagvattnets väg från fastighet och ut från planområdet. Se även bilaga med föreslagen ansvarsfördelning.

Figur 31-40 nedan visar tänkta flödesvägar och placering av centrala dagvattenanläggningar. Blå pilar visar tänkta rinnvägar mot dagvattenanläggningar och visar både gatuvatten (ev. i dike) och dagvatten (VA-ledning) från fastigheter. Rosa pilar visar behov av dike eller dylikt som fångar upp dagvatten från fastigheter och leder det till dagvattenanläggning. Svarta pilar visar preliminärt behov av kulvert. Tunna röda pilar visar förslag på förbindelsepunkter till fastigheter. Feta röda pilar visar var dagvattenanläggning ansluter till dike eller naturmark utanför planområdet. Gröna pilar visar var fastigheter bedöms behöva leda igenom dagvatten från intilliggande naturmark.

Gula pilar visar befintliga diken genom planområdet och streckade pilar förslag på ny dragning av diken. Föreslagna ytor för dagvattenanläggning visas med gröna fältt.

Det är viktigt att en skötselplan och resursavsättningar finns med vid upprättande av gemensamhetsanläggningen för att säkerställa anläggningarnas funktion över tid. Se bilaga med rekommendationer från TEAB om hur dagvattenanläggningar bör utformas för att ge förutsättningar för service.



Figur 31 – Översiktlig bild av dagvattenhanteringen. Bebyggelseförslaget har uppdaterats efter att skissen upprättades, men de huvudsakliga avledningsprinciperna gäller fortfarande. Se bilaga 6 för aktuellt bebyggelseförslag.

Typ av handling Rapport	Beställare Zand Fastigheter	Ansvarig AdB	Datum 2026-08-14
Status Granskningshandling	Projekt Skyfalls- och dagvattenutredning till detaljplan för Lindveden 9:14 mfl	Utställare AdB / MM	Revideringsdatum -

5.2.1 Avrinningsområde A

Dagvattenanläggning utförs som två svackdiken (gröna fält) varav ett söder om fastigheter och ett från vägen mellan två fastigheter (rosa pil). Dagvatten från vägen och fastigheter norr om vägen släpps i diket mellan fastigheterna och dagvatten från fastigheter längst i söder avleds direkt mot den södra dagvattenanläggning. Dagvattenanläggningen släpper vattnet mot skyddsområde för groddjur för en bevarad vattenbalans.

Reserverad yta för dagvattenanläggning är 640 m² varav 380 m² är svackdicke och 260 m² är 2m fri skötselzon längs hela diken. Marken mellan fastigheterna utgörs av en brant slänt och för att hantera detta utförs diket terrasserat med tvärgående trösklar. Terrasseringen är nödvändig för att motverka höga strömningshastigheter samt för att tillgodose den krävda fördröjningsvolymen.

Personsäkerheten beaktas genom att slänterna utförs med en maximal lutning på 1:3. Dikesbottnen utformas genomsläpplig med ett 150 mm underliggande filtermaterial. Dikets geometriska maxdjup är 0,3 m, men vid vanliga nederbördstillfällen bedöms vattendjupet uppgå till maximalt 0,2 m.

Dimensionerande fördröjningsvolym är 64 m³. Se även bilaga med förslag på ansvarsfördelning.



Figur 32. Skiss föreslagen dagvattenhantering. Se även förklaring i kapitel 5.1 "Översiktlig förklaring. Bebyggelseförslaget har uppdaterats efter att skissen upprättades, men de huvudsakliga avledningsprinciperna gäller fortfarande. Se bilaga 6 för aktuellt bebyggelseförslag.

5.2.2 Avrinningsområde B

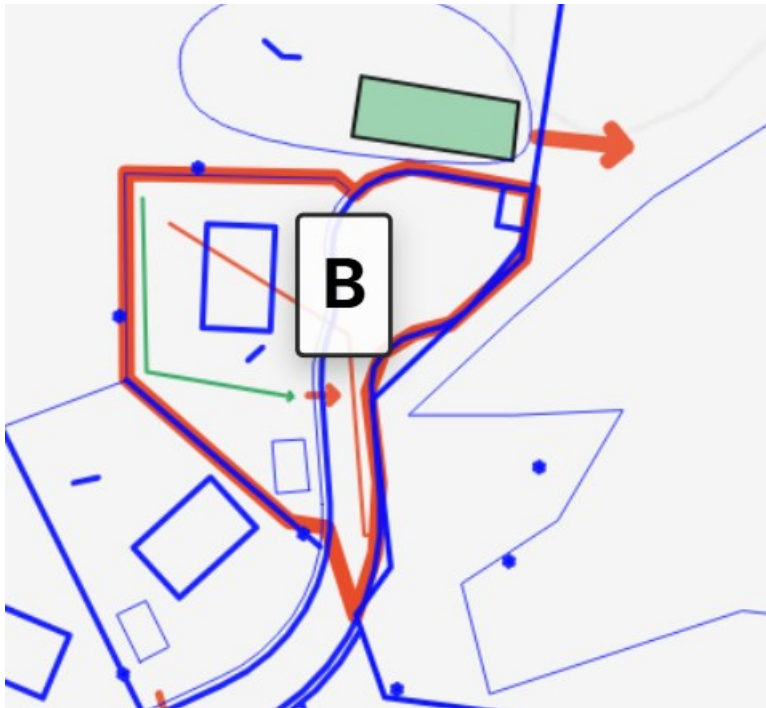
Dagvattenanläggningen utförs som en växtbädd inom avrinningsområde D (se grönt fält på figur 33). Marknivåerna inom område B samt de sydöstra delarna av område D anpassas så att vatten från område B avrinner ytligt mot växtbädden. Bräddat vatten från växtbädden leds vidare mot skyddsområdet för groddjur för att bibehålla områdets vattenbalans.

Vändplatsens utformning är under utredning. Eftersom en ändrad utformning av väg och vändplats påverkar dagvattenlösningen, krävs en samordning av markens höjdsättning och växtbäddens placering. Samordning görs efter samrådet.

Reserverad yta för dagvattenanläggning 140 m² varav 110 m² växtbädd och 40 m² är en 1,5 m fri skötselzon runt växtbädden. Dimensionerande fördröjningsvolym är 29 m³.

Personsäkerheten beaktas genom att växtbäddens geometriska maxdjup uppgår till 0,2 m. Anläggningens botten är genomsläpplig och torr i normalsituationer. Vid vanliga nederbördstillfällen bedöms det maximala vattendjupet uppgå till 0,1 m.

Se även bilaga med förslag på ansvarsfördelning.



Figur 33. Skiss föreslagen dagvattenhantering. Se även förklaring i kapitel 5.1 "Översiktlig förklaring". Bebyggelseförslaget har uppdaterats efter att skissen upprättades, men de huvudsakliga avledningsprinciperna gäller fortfarande. Se bilaga 6 för aktuellt bebyggelseförslag.

5.2.3 Avrinningsområde C

Dagvattenanläggning utförs som växtbädd (Grönt fält). Avvattning från vägen och fastigheter leds till dagvattenanläggning som i sin tur släpper vatten i befintligt dike som skär genom planområdet. För tre fastigheter i västra sidan behövs ett dike som samlar upp vatten/förbindelsepunkter. Diket kan utföras som fördröjnings- och reningsanläggning eller enbart fånga upp och leda vatten vidare till dagvattenanläggning.

Naturmark som avrinner mot lokalgator kan behöva en eller flera förbindelsepunkter mot dagvattenledning eller dike.

Reserverad yta för dagvattenanläggning är 670 m² varav 410m² är växtbädd och 260m² är 1,5m fri skötsel yta runt växtbädden. Dimensionerande fördröjningsvolym 130 m³.

Personsäkerheten beaktas genom att växtbäddens geometriska maxdjup uppgår till 0,2 m. Anläggningens botten är genomsläpplig och torr i normalsituationer. Vid vanliga nederbördstillfällen bedöms det maximala vattendjupet uppgå till 0,1 m.

Se även bilaga med förslag på ansvarsfördelning.



Figur 34. Skiss föreslagen dagvattenhantering. Se även förklaring i kapitel 5.1 "Översiktlig förklaring". Bebyggelseförslaget har uppdaterats efter att skissen upprättades, men de huvudsakliga avledningsprinciperna gäller fortfarande. Se bilaga 6 för aktuellt bebyggelseförslag.

5.2.4 Avrinningsområde D

Dagvattenanläggning utförs som torr damm (se stort grönt fält på figur 35) dit dagvatten från fastigheter och lokalgata leds för fördröjning och rening. Dagvattenanläggningen i sin tur släpper vatten i befintligt dike på jordbruksmarken. Detta är det lägst belägna området och beroende på generell höjdsättning kan pumpning krävas. Om så är fallet kan en lämplig placering av pumpstation vara precis sydväst om dagvattenanläggningen i yta som finns mellan lokalgatan och fastighet.

Dimensionerande fördröjningsvolym är 240 m³. Dammen utförs med släntlutning 1:3 och utjämningshöjd (max djup) 0,2m avseende på personsäkerhet, se figur 36 nedan för principsektion.

Totalytan som reserverats för dagvattenanläggningen uppgår till 1 810 m² (28,2 m × 64,2 m). Av detta utgörs anläggningsbotten av 1 100 m² och släntytorna av cirka 100 m². Dammen omges av en 3 m bred skötselzon, vilken breddas till 4 m längs en av långsidorna för att möjliggöra sedimenttömning. En fri yta på cirka 50 m² har inkluderats för att skapa utrymme för en friare gestaltning av anläggningen.

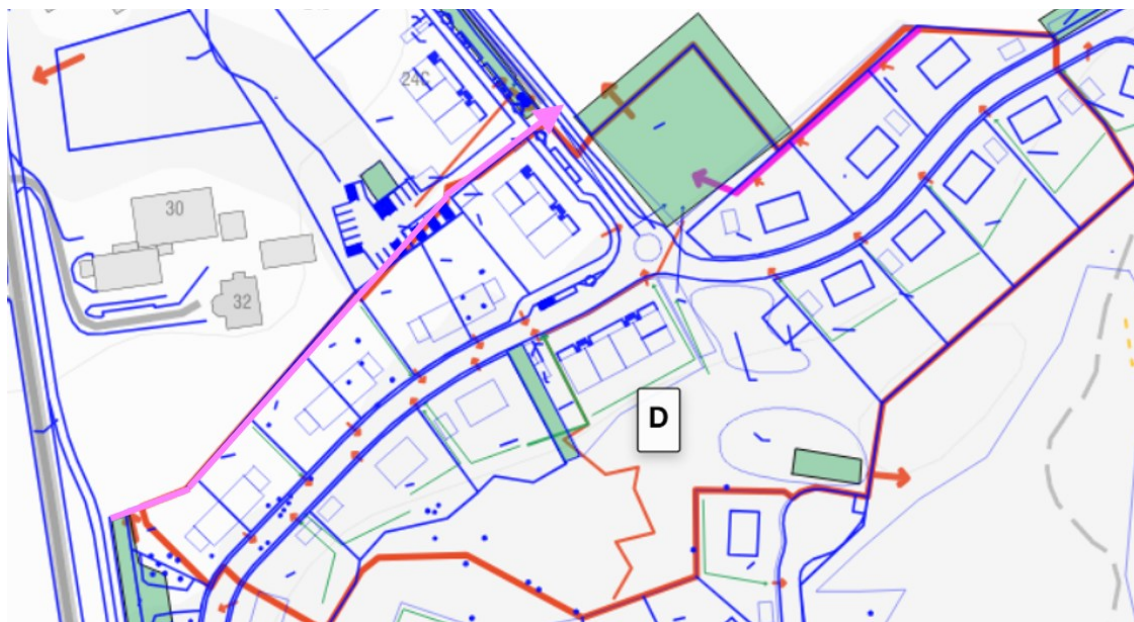
Utöver detta ska eventuella flerbostadshus fördröja dagvatten lokalt så att utflöde uppgår till max max 15 l/s,ha vid ett 10-årsregn.

Inom fastigheter söder om lokalgatan är det viktigt att man utför tillräckligt med åtgärder för att leda vatten från intilliggande naturmark via tillskapat dike mot lokalgata. Gäller i normalfallet och vid skyfall.

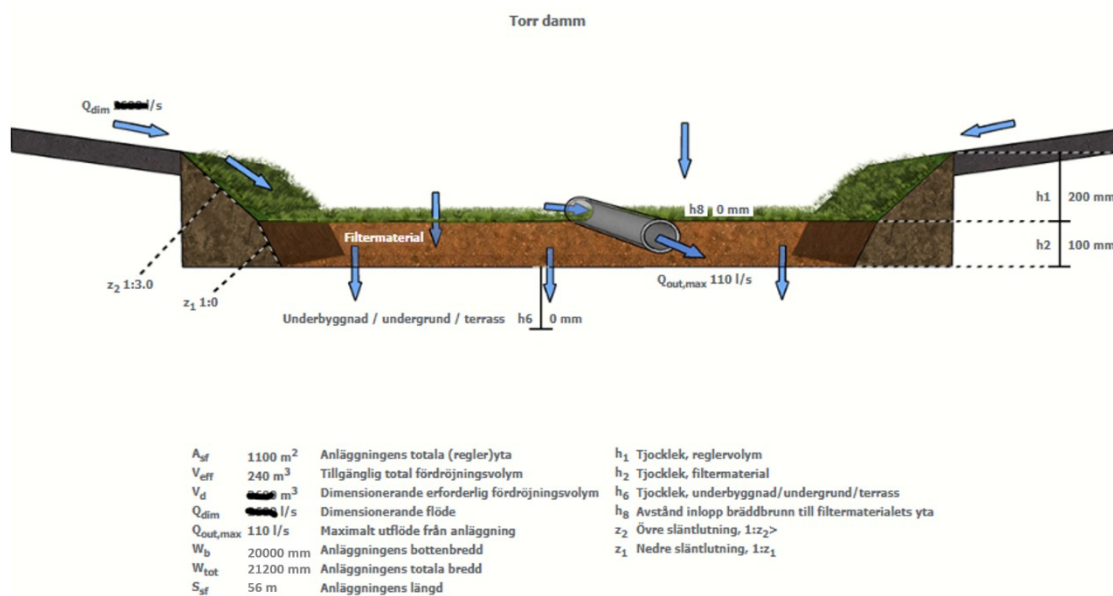
Beakta att dagvattenanläggning för avrinningsområde B ligger inom område D. Marknivåer i den sydöstra delen av område D behöver därför anpassas för att möjliggöra ytlig avrinning från område B till dagvattenanläggningen.

Vatten i skyfallsdiket beläget inom avrinningsområdet (se rosa pil i väst-östlig riktning på figur 35) leds förbi dammen. Detta flöde ansluter i stället till det befintliga diket öster om lokalgatan, nedströms dammen.

Se även bilaga med förslag på ansvarsfördelning.



Figur 35. Skiss föreslagen dagvattenhantering. Se även förklaring i kapitel 5.1 "Översiktlig förklaring". Bebyggelseförslaget har uppdaterats efter att skissen upprättades, men de huvudsakliga avledningsprinciperna gäller fortfarande. Se bilaga 6 för aktuellt bebyggelseförslag.



Figur 36 Principsektion för torr damm (exklusive skötselzon) med släntlutning 1:3 samt effektiv fördröjningsvolym om 240m³.

5.2.5 Avrinningsområde E

Dagvattenanläggning utförs som makadammagasin/skelettjord/kassetmagasin (Grönt fält i nordost) under parkeringsplatser och GC-bana dit dagvatten från fastigheter och lokalgata leds för fördröjning och rening. Dagvattenanläggningen i sin tur släpper vatten i dike som skär genom planområdet. Beroende på generell höjdsättning kan pumpning krävas.

Dimensionerande fördröjningsvolym för centrala anläggningar är 190 m³. Eventuella flerbostadshus ska utöver detta fördröja dagvatten inom fastighet motsvarande max utflöde 15 l/s,ha vid ett 10-årsregn. Totalt ca 92 m³ fördröjs inom fastigheter med flerbostadshus i växtbäddar, planteringar och makadamdiken. Från förbindelsepunkter leds vatten till centrala fördröjningsmagasin som utgörs av makadammagasin/skelettjord/kassetter under GC-bana och parkering för ytterligare fördröjning och rening. Dit leds också dagvatten från lokalgatan. Större parkeringsplats i söder föreslås fördröjas och renas i växtbädd/makadamdike (grönt fält i sydväst) motsvarande 16 m³ effektiv volym innan det leds till fördröjning under GC-banan.

På grund av berg i dagen på husens baksida är det extra viktigt att man utför tillräckligt med åtgärder för att leda vatten från intilliggande naturmark och fastigheter runt byggnad.

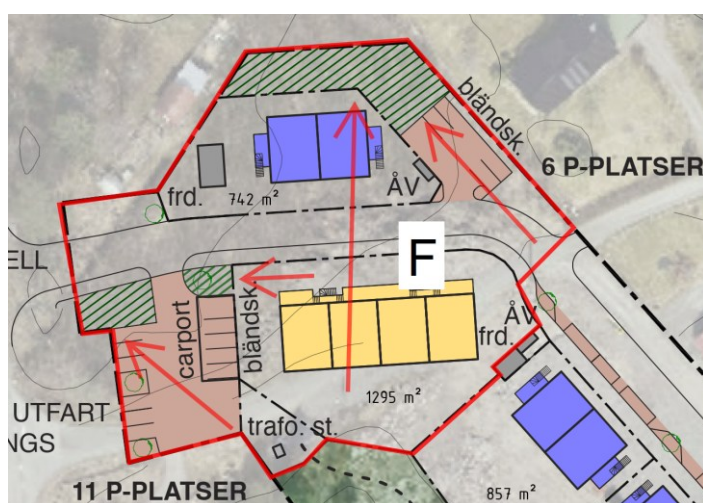
Se även bilaga med förslag på ansvarsfördelning.



Figur 37. Skiss föreslagen dagvattenhantering. Se även förklaring i kapitel 5.1 "Översiktlig förklaring". Bebyggelseförslaget har uppdaterats efter att skissen upprättades, men de huvudsakliga avledningsprinciperna gäller fortfarande. Se bilaga 6 för aktuellt bebyggelseförslag.

5.2.6 Avrinningsområde F

Dagvattensystemet inom planområdet utformas som tre nedsänkta växtbäddar (markerade med skraffering i figur 38) dit dagvatten från fastigheter, parkeringsytor och lokalgator leds för fördröjning och rening. Från växtbäddarna avleds vattnet vidare till ett befintligt dike norr om planområdet, där en kulvert leder flödet vidare norrut. Eftersom den befintliga kulverten har begränsad kapacitet behöver bortledningen av skyfallsvatten säkras, vilket föreslås ske antingen via anpassning av marknivåer för ytlig avledning eller genom förläggning av en underjordisk skyfallskulvert.



Figur 38. Skiss föreslagen dagvattenhantering. Se även förklaring i kapitel 5.1 "Översiktlig förklaring".

Marknivåerna inom området anpassas så att hela avrinningsområdet faller naturligt mot växtbäddarna. Vid höjdsättningen är det kritiskt att ta hänsyn till den befintliga fastigheten Lindveden 9:8 (söder om parkeringsytan med 11 platser) så att utflödet av dagvatten från denna fastighet inte hindras. Marknivåerna föreslås därför sättas så att ett kontinuerligt fall uppnås hela vägen från fastigheten till dagvattenanläggningen.

Totalt har 380 m² reserverats för de centrala dagvattenanläggningarna. Den större växtbädden norr om vägen uppgår till 300 m² och utformas med en 1,5 meter bred skötselzon runt om (motsvarande ca 140 m²). De två mindre anläggningarna söder om vägen uppgår till totalt 80 m² och utförs utan skötselzoner, eftersom underhåll och skötsel på dessa kan ske direkt från intilliggande väg eller parkering.

Den totala dimensionerande fördröjningsvolymen uppgår till 81 m³, varav 50 m³ hanteras i de centrala anläggningarna och minst 31 m³ fördröjs lokalt inom de två berörda fastigheterna. Utflödet från de två lokala anläggningarna avleds vidare till de centrala växtbäddarna. Fördröjningen inom kvartersmark krävs av TEAB till ett maximalt utflöde motsvarande 15 l/s,ha vid ett 10-årsregn.

Personsäkerheten beaktas i utformningen genom att växtbäddarnas geometriska maxdjup uppgår till 0,2 meter. Anläggningarnas botten är genomsläpplig och torr i normalsituationer. Vid vanliga nederbördstillfällen bedöms det maximala vattendjupet uppgå till 0,1 meter. Se även bilaga med förslag på ansvarsfördelning.

5.2.7 Avrinningsområde G

Dagvattenanläggning utförs som växtbädd (se grönt fält på figur 39) dit dagvatten från fastigheter och lokalgata leds för fördröjning och rening. Dagvattenanläggning i sin tur släpper vatten mot jordbruksmark.

Reserverad yta för dagvattenanläggning 460 m² varav 250m² är växtbädd och 210m² är 1,5m fri skötselzon runt anläggningen. Dimensionerande fördröjningsvolym är 70 m³.

Personsäkerheten beaktas genom att växtbäddens geometriska maxdjup uppgår till 0,2 m. Anläggningens botten är genomsläpplig och torr i normalsituationer. Vid vanliga nederbördstillfällen bedöms det maximala vattendjupet uppgå till 0,1 m.

Se även bilaga med förslag på ansvarsfördelning.



Figur 39. Skiss föreslagen dagvattenhantering. Se även förklaring i kapitel 5.1 "Översiktlig förklaring". Bebyggelseförslaget har uppdaterats efter att skissen upprättades, men de huvudsakliga avledningsprinciperna gäller fortfarande. Se bilaga 6 för aktuellt bebyggelseförslag.

5.2.8 Avrinningsområde I

Området lutar mot grannfastigheten men bedöms ha sitt största flöde ut från planområdet vid röd pil. Där finns enligt höjdmodellen i Scalgo en liten sänka som både planområdet och intilliggande fastighet avrinner mot.

Eftersom denna del av planområdet ej exploateras är utgångspunkten att inte göra några åtgärder för området. Förändring i flödet beror på klimatfaktorn och ej ändrade förutsättningar på mark. Flödet ut från området överstiger dock krav om 15 l/s,ha vilket det kompenseras för i torr damm (område D). Vill man ändå utföra åtgärd kan exempelvis makadamdike längs med gränsen vara lämpligt med en effektiv fördröjningsvolym om 7,5 m³.

Se även bilaga med förslag på ansvarsfördelning.



Figur 40. Skiss föreslagen dagvattenhantering. Se även förklaring i kapitel 5.1 "Översiktlig förklaring".

6 Slutsatser och rekommendationer

- De dagvattenåtgärder som slutligen väljs ska detaljstuderas inför anläggandet. I den kommande detaljprojekteringen ska även detaljstudier av höjdsättning för lokalgator och tomter beaktas.
- Vid projektering av lösningar som är beroende av grundvattennivån och utfyllnad av mark bör kompletterande markundersökningar utföras.
- Det behöver säkerställas att skyfallsvatten via dike norr om område F kan avledas ytligt alternativt via ny skyfallskulvert. Vattnet passerar de privata fastigheterna (Lindveden 7:6 och Lindveden 9:6) på sin väg till kommunägd jordbruksmark (Lindveden 8:8), servitut eller dylikt kan bli aktuellt. Utformning av kulvert eller anpassning av marknivåer för ytlig avrinning behöver göras så att skyfallsflöden säkert kan avledas utan att skada befintliga hus.
- Höga grundvattennivåer och begränsade tillgängliga höjder kan innebära att pumpning blir nödvändigt för ett eller flera avrinningsområden.
- Inom fastighet ansvarar fastighetsägare för att husgrundsdräneringen pumpas om förbindelsepunkt ej kan nås med självfall utan risk för dämning.
- Generellt ska marken luta bort från byggnader och tomter bör utföras med fall mot lokalgator. Byggnader bör ej placeras lägre än +63.1 (för område F gäller -lägsta golvnivå +63.6) utan analyser för kraftigare regn än 100-årsregn och generellt rekommenderas byggnader placeras minst 0,5m över lokalgator eller så att skyfallsflöden kan passera utan att skada byggnaden.
- Befintligt dike som skär genom planområdet transporterar avrinning från både planområdet och mark utanför planområdet vid normala regn och skyfall. Bibehållen funktion i diket är viktigt och ansvar för drift bör ligga på kommunen eller samfällighet med säkerställd drift- och underhållsplan samt ekonomiska avsättningar för underhåll. Föreslagen exploatering innebär att befintligt dike flyttas så att det i sin helhet är beläget inom planområdet. Diket kulverteras (minst DN1200) under lokalgata i nordost före anslutning till befintligt dike (riktning från nordväst till sydost) längs med åkern. Som en extra säkerhetsåtgärd sätts marknivåerna ovanpå kulverten till maximalt +64,3. Denna höjdsättning säkerställer att vatten kan avledas ytligt utan att omgivande byggnader skadas om kulverten skulle dämna. Det befintliga diket i sin helhet ingår i dispensförfarande med avseende på biotopskydd och hanteras via kompensationsåtgärder.
- Topografin innebär att det kommer vara viktigt att säkerställa inom fastigheter att byggnad skyddas för skyfallsvatten från intilliggande tomter och naturmark.
- Inget förorenat dagvatten får orenat ledas till leklokal 1 och 2 enligt Länsstyrelsen beslut (20260205, dnr 292332025).
- Beräknade sammanvägda halter för planområdet ligger inom gränsen för kommunens riktvärden. Tillsammans med föreslagna reningsåtgärder utgör detta en viktig grund för bedömningen att exploateringen inte medför en betydande negativ påverkan på recipientens status.

- Genom att kombinera ledningsburen avledning med ytliga lösningar skapas ett robust system där dagvattnet renas och fördröjs i flera steg, från fastighetens översilning till växtbäddar och diken. Systemet har ett starkt fokus på infiltration och bevarad vattenbalans, vilket med rätt underhåll ger en ändamålsenlig och hållbar dagvattenhantering.

7 Referenser

- Svenskt Vatten P110
- Länsstyrelsens faktablad (Fakta 2018:5) – Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall.
- VISS (Vatteninformationssystem Sverige)
- VA-guiden
- StormTac Databas (2025). Databas för dagvatten, basflöde, ytvatten och avloppsvatten, v.2025-03-06. StormTac AB. www.stormtac.com.
- Scalgo Live www.scalgo.com
 - Inklusive kartbibliotek (Länsstyrelserna, Naturvårdsverket, Riksantikvarieämbetet och SGU (Sveriges geologiska undersökning)).
- Väg 2012, Trollhättan, gång-och cykelväg <https://www.trafikverket.se/vara-projekt/projekt-i-vastra-gotalands-lan/vag-2012-trollhattan-gang-och-cykelvag/>

8 Bilagor

8.1 Bilaga 1 – Översikt rinnvägar och förbindelsepunkter efter exploatering

8.2 Bilaga 2 – Bedömda rinnvägar vid skyfall

8.3 Bilaga 3 – Förslag på ansvarsfördelning

8.4 Bilaga 4 – Fotografier från platsbesök

8.5 Bilaga 5 – Skötselkrav TEAB

8.6 Bilaga 6 – Bebyggelseförslag