



Dagvattenutredning inför detaljplan


Enlunda i Färingsö, Ekerö kommun

GRAP 17099

Jenny Korinth, Jonas Olofsson, Jonas Robertsson

Geosigma AB

2017-08-28

GEOSIGMA				
Uppdragsnummer 604759	Grap nr 17099	Datum 2017-08-28	Antal sidor 41	Antal bilagor 1
Uppdragsledare Jonas Robertsson		Beställares referens Anna Bengtsson		Beställares ref nr
Beställare Ekerö kommun				
Rubrik Dagvattenutredning inför detaljplan				
Underrubrik Enlunda i Färingsö, Ekerö kommun				
Författad av Jenny Korinth, Jonas Olofsson, Jonas Robertsson				Datum 2017-08-28
Granskad av Anna Lindquist Erik Gustafsson Frida Hammar				Datum 2017-05-18 (v.1.0) 2017-05-22 (v.1.0) 2017-08-25 (V.1.1)
GEOSIGMA AB www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6 Org.nr: 556412 - 7735	Uppsala Box 894, 751 08 Uppsala S:t Persgatan 6, Uppsala Tel: 010-482 88 00	Teknik & Innovation Seminariegatan 33 752 28 Uppsala Tel: 010-482 88 00	Göteborg St. Badhusg 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	Stockholm S:t Eriksgatan 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00

Sammanfattning

Geosigma har på uppdrag av Ekerö kommun gjort en dagvattenutredning ett för detaljplaneområde i Enlunda på södra Färingsö. Planområdet utgörs idag av en blandning av jordbruksmark, skog och gles villabebyggelse. Genomförande av detaljplanen innebär en förtätning av bebyggelsen samt att jordbruksmarken och delar av skogsmarken tas i anspråk för bebyggelse. Avrinningen sker till övervägande del norrut mot ett krongrike som mynnar i vattenförekomsten Mälaren-Görväln.

Den planerade markanvändningen innebär en större andel hårdgjord yta, vilket enligt beräkningarna leder till att det dimensionerande dagvattenflödet ökar med ca 245 % för ett 20-årsregn.

Den dagvattenhantering som föreslås i denna utredning är i huvudsak:

- Tomtmark höjdsätts så att byggnaderna ligger högst och att övrig mark sluttar ut mot diken och grönytor.
- Dagvattenavledningen sker i största möjliga mån genom diken intill gatumark och vidare till föreslagna anläggningar för fördröjning och rening. Om det inte finns möjlighet att anlägga diken kan avledningen istället ske via ledning.
- Dagvatten från område A leds till de grönstråk som märkts med *dike n₂* i plankartan. Grönstråken anläggs med skålförm för att kunna fungera som fördröjningsmagasin vid kraftiga regn. Dagvattnet bör, i den mån det är möjligt, fördelas relativt jämnt mellan de två grönstråken och det blågröna stråket längst i öster.
- Dagvatten från område B avleds mot ett befintligt dike som löper genom planområdets västra delar och vidare längs den västra gränsen till krongriket i norr. Längs dikessträckningen föreslås att en våt damm anläggs för fördröjning och rening av dagvattnet. Dammen bör ligga nedströms majoriteten av bebyggelsen.
- Dagvattenhanteringen inom område C lämnas oförändrad eftersom i princip ingen förändring av markanvändningen planeras. Om det senare beslutas om en viss förtätning av bebyggelsen är bedömningen att tillräcklig fördröjning och rening fås genom att anlägga diken längs fastighetsgränserna och använda ytlig avledning över tomtmark till dessa.

Genom föreslagna anläggningar fås såväl fördröjning som rening av dagvattnet innan det leds till krongriket för vidare transport mot recipienten. Genom att avledningen i största möjliga utsträckning utförs genom öppna diken fås en naturligt trög avledning som även ger möjlighet till infiltration, även om infiltrationsförutsättningarna bedöms vara låga i stora delar av planområdet. Beräkningarna indikerar att en mindre ökning av föroreningsbelastningen kan komma att ske, men den eventuella ökningen bedöms vara så liten att den inte kommer att påverka recipientens status negativt.

Innehåll

Sammanfattning	3
1 Inledning och syfte	6
2 Material och metod	8
2.1 Material och datainsamling	8
2.2 Flödesberäkning	8
2.3 Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym	8
2.4 Föroreningsberäkning	9
2.5 Platsbesök	9
3 Områdesbeskrivning och avgränsning	12
3.1 Hydrogeologi	12
3.1.1 Infiltrationsförutsättningar och geologi	12
3.1.2 Översiktliga avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering	15
3.2 Förutsättningar för dagvattenhanteringen	17
3.2.1 Vattenskyddsområde	17
3.2.2 Markavvattningsföretag	18
3.2.3 Biotopskydd	18
3.3 Tidigare utredningar	18
3.4 Recipient – Miljökvalitetsnormer (MKN)	19
3.5 Fornlämningar	21
3.6 Markanvändning – Befintlig och planerad	21
4 Flödesberäkningar och föroreningsbelastning	24
4.1 Flödesberäkningar	24
4.2 Erforderlig magasinsvolym	25
4.3 Föroreningsbelastning	26
4.4 100-årsregn	28
5 Lösningförslag för dagvattenhantering	30
5.1 Generella rekommendationer	30
5.2 Lösningförslag	30
5.2.1 Delavrinningsområde A	32
5.2.2 Delavrinningsområde B	33
5.3 Principer för lokalt omhändertagande av dagvatten	34
5.3.1 Höjdsättning inom fastighetsmark	34
5.3.2 Materialval	35
5.3.3 Skålade grönytor	35
5.3.4 Blågrönt stråk med permanent våtvolym	36

5.3.5	Våt damm	36
5.4	Effekt på recipient	37
5.5	Extremregn	38
5.6	Kostnadsuppskattning	38
6	Fortsatta utredningar	40
6.1	Ansvarsgränser	40
7	Referenser	41
Bilagor		41

1 Inledning och syfte

Ekerö kommun ska ta fram en ny detaljplan för ett område i Enlunda på Färingsö i Ekerö kommun. I samband med den planerade etableringen uppkommer delvis nya förhållanden avseende markanvändning inom planområdet, och Geosigma har därför fått förfrågan om att göra en dagvattenutredning för det aktuella planområdet. Planområdet består av jordbruks- och skogsmark samt gles villabebyggelse och ligger inom vattenskyddsområde för Östra Mälaren.

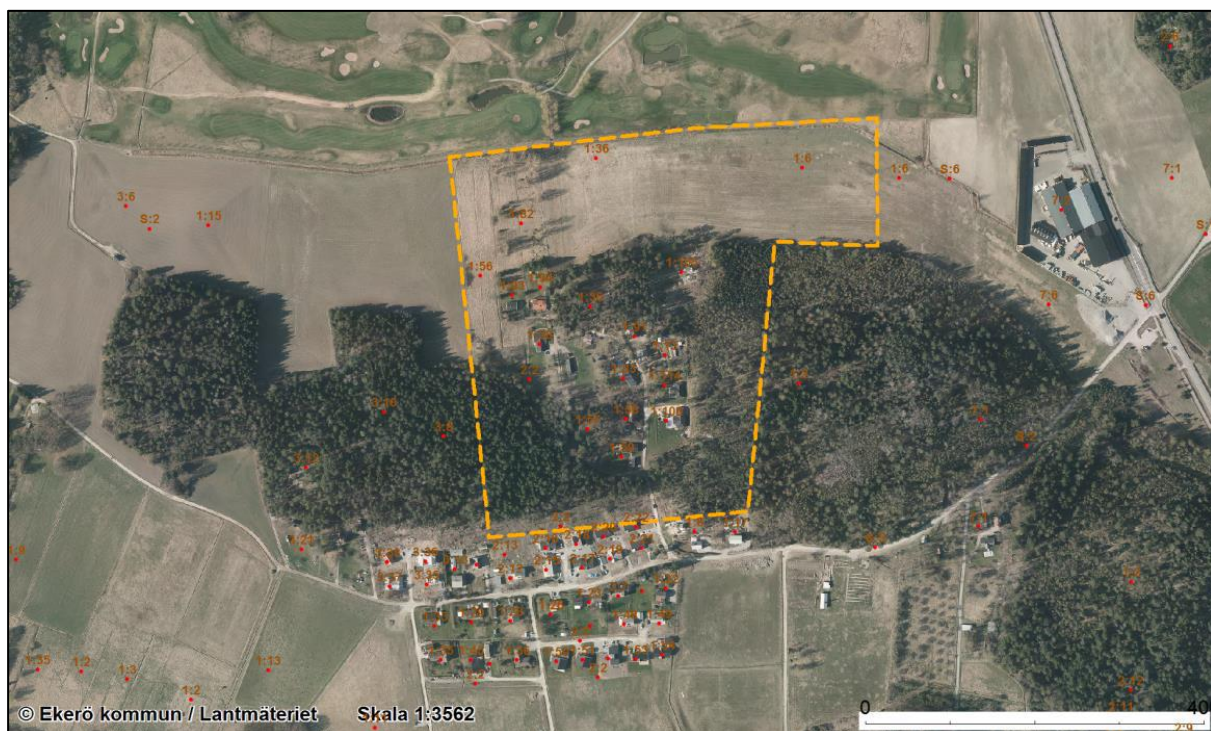
Dagvattenutredningen syftar till att utreda vilken påverkan kommande exploatering kan innebära för recipienten (Mälaren) och ett dike som används för avvattnings inom planområdet. Utredningen ska också identifiera eventuell översvämningsrisk inom planområdet eller nedströms och klargöra hur eventuella risker kan minimeras.

I samband med den planerade exploateringen kommer användningen för fastigheter inom planområdet att ändras från obebyggd skogs- och jordbruksmark till bostads- och verksamhetsändamål. Området innefattar idag 14 villor, varav 11 permanentboende. Detaljplanen föreslår ca 60-80 nya bostäder i form av enbostadshus, kedjehus och flerbostadshus. Vidare föreslås ca 15 000 kvm mark för verksamheter, varav byggnader max får uppta ca 6000 kvm.

En översiktskarta med planområdets placering visas i Figur 1-1 och ett flygfoto över planområdet och dess närmaste omgivning visas i Figur 1-2.



Figur 1-1. Översiktskarta med planområdets utbredning markerad med svartstreckad polygon. Bakgrundskarta: © Openstreetmaps bidragsgivare (<http://www.openstreetmap.org/copyright>).



Figur 1-2. Flygfoto med planområdet och dess närmaste omgivningar. Planområdets ungefärliga utbredning är markerad med en orange polygon (källa: Ekerö kommun).

2 Material och metod

2.1 Material och datainsamling

Bakgrundsmaterial och data som har använts för att genomföra denna utredning är bland annat:

- Grundkarta och höjddata (erhållet från beställare).
- Jordartskarta och jorddjupskarta framtagna med SGUs kartgenerator.
- Situationsplan erhållen 2017-08-23 (ej daterad).
- Svenskt Vattens publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016).
- Förslag till strukturplan daterad 2017-04-28 (erhållet från beställare).
- PM - Översiktlig bedömning av geotekniska förutsättningar, gjord av WSP 2017
- Dagvattenutredning samt tillägg till dagvattenutredning för angränsande planuppdrag, öster om åkermarken i planområdet, utförd av Ramböll 2015 respektive 2016.
- Utredning av markavvattningsföretag på Södra Färingsö, gjord av Structor 2011.

2.2 Flödesberäkning

Dagvattenflöden för delområden med olika markanvändning har beräknats med rationella metoden enligt sambandet:

$$Q_{dim} = i(t_r) \cdot \varphi \cdot A \cdot f \quad \text{(Ekvation 1)}$$

där Q_{dim} är flödet (liter/sekund) från ett delområde med en viss markanvändning.

i är regnintensiteten (liter/sekund·hektar) för ett dimensionerande regn med en viss återkomsttid och beror på t_r som är regnets varaktighet, vilken ofta sätts till områdets rinntid.

φ är den andel av nederbörden som rinner av som dagvatten för rådande markförhållanden och dimensionerande regnintensitet. Avrinningskoefficienter för olika markanvändningskategorier har tagits från Svenskt Vattens publikation P110.

A är den totala arean (hektar) för det aktuella delområdet. Arealerna för områdena med olika markanvändningstyper före och efter detaljplanens implementering har beräknats i ArcGIS utifrån ortofoto, plankartor och iakttagelser vid platsbesök.

f är en ansatt klimatfaktor, Svenskt Vatten P110 rekommenderar att klimatfaktor 1,25 används för nederbörd med kortare varaktighet än 60 minuter och 1,2 för regn med längre varaktighet, oavsett område i Sverige. Klimatfaktorn har i detta fall satts till 1,25.

2.3 Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym

Beräkningar av dimensionerande utjämningsvolym för eventuella fördröjningsanläggningar görs med bilaga 10.6 till Svenskt Vatten P110, enligt ekvation 9.1 i samma publikation:

$$V = 0,06 \cdot \left(i(t_r) \cdot t_r - K \cdot t_{rinn} + \frac{K^2 \cdot t_{rinn}}{i(t_r)} \right) \quad \text{(Ekvation 2)}$$

där V är den dimensionerande specifika utjämningsvolymen (m^3/ha_{red}), t_{rinn} är områdets dimensionerande rinntid och K är den tillåtna specifika avtappningen från området ($l/s \cdot ha_{red}$). För att kompensera för att avtappningen från magasinet inte är maximal annat än vid maximal reglerhöjd multipliceras den tillåtna avtappningen K med en faktor 2/3.

V beräknas som en maxfunktion av olika regnvaraktigheter och intensiteter, vilket innebär att sambandet tar höjd för vilken typ av regn (korta regn med högre intensitet eller långa regn med lägre intensitet) som bidrar med störst volym vatten som behöver fördröjas.

2.4 Föroreningsberäkning

Beräkningar av föroreningsbelastning har utförts med modellverktyget StormTac v.17.3.2 och baseras på modellens schablonhalter. Schablonhalterna är framtagna inom ramen för olika forskningsprojekt och längre utredningar och bygger på långa mätserier från olika typer av markanvändning (Larm, 2000). Halterna av olika ämnen kan momentant variera kraftigt beroende på flödet och lokala förhållanden.

2.5 Platsbesök

Ett platsbesök genomfördes den 25:e april 2017. I planområdets södra del finns spridd villabebyggelse omgiven av skogsmark. I norr finns områden med jordbruksmark som föreföll användas för vallodling. Avvattningen av området sker i första hand via diken som löper längs vägar och jordbruksmark. I nordost återfanns ett dike som sträcker sig längs gränslinjen mellan jordbruks- och skogsmarken och förhindrar att dagvatten från skogsområdet tränger in och översvämmar jordbruksmarken, se Figur 2-1. Dagvatten från det avskärmande diket leds i ledning under jordbruksmarken och vidare till ett större dike som löper längs planområdets norra gräns.



Figur 2-1. Dike som löper längs gränsen mellan jordbruks- och skogsmark i planområdets nordöstra del.

I de norra, låglänta delarna av planområdet var marken på flera håll vattensjuk. En grop som grävts i den högst belägna delen av åkermarken visade på väldigt ytligt grundvatten, se Figur 2-2. Detta kan dock röra sig om ett "övre grundvattenmagasin" ovanpå det underliggande lerlagret, som uppstår för att vattnet inte kan infiltrera genom leran. Det är värt att notera att vid tidpunkten för platsbesöket (april 2017) var grundvattennivåerna i södra och mellersta Sverige i allmänhet låga eller mycket låga. Huruvida så även varit fallet inom det aktuella planområdet är okänt. I planområdets västra del påträffades svartfärgad jord samt föremål som föreföll ha dumpats på platsen, exempelvis rostiga tunnor (Figur 2-3) samt en äldre farmartank.



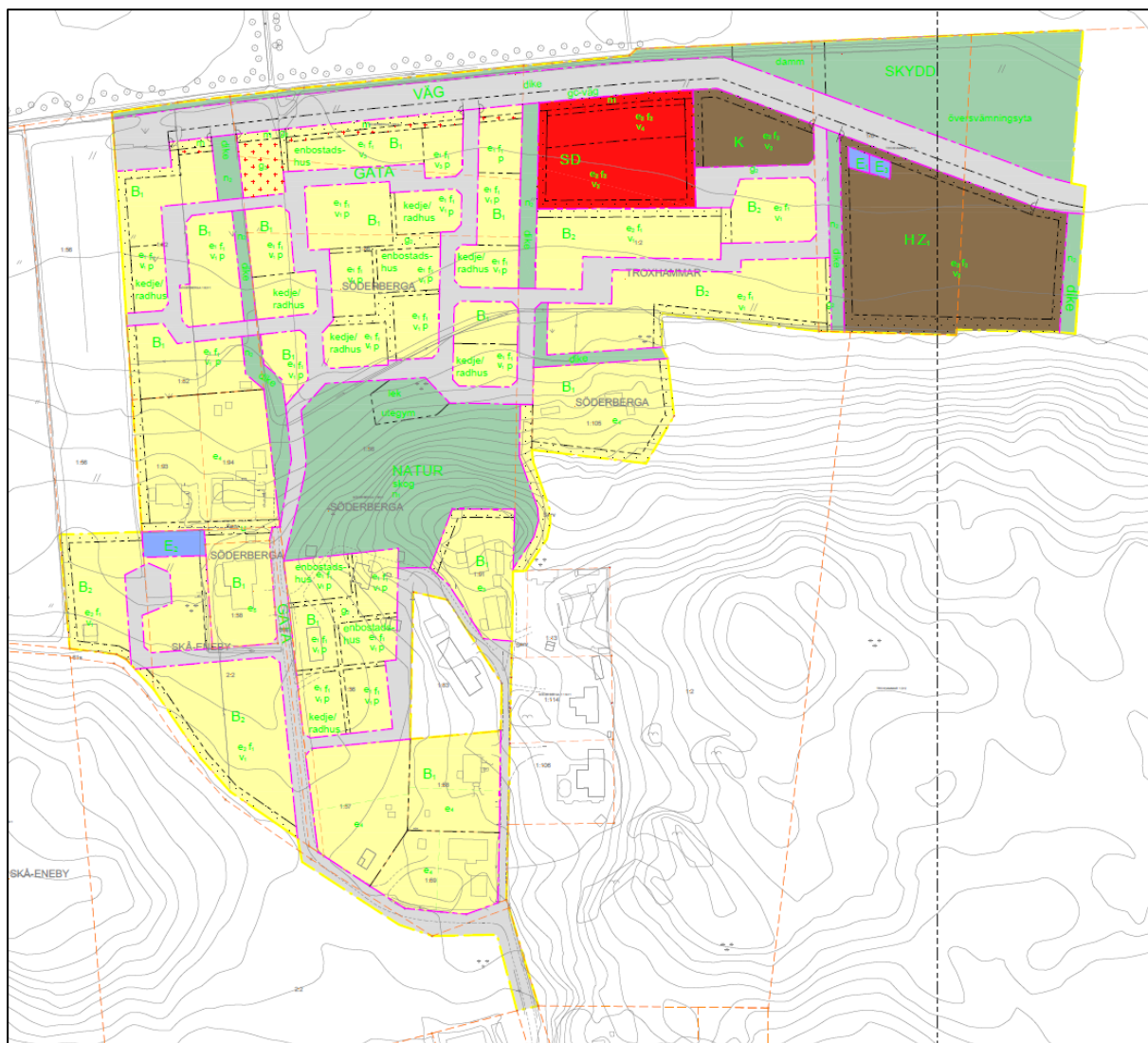
Figur 2-2. Mindre grop i de södra, högst belägna delarna av jordbruksmarken. Den stående vattenytan visar på ytliga grundvattennivåer, som dock sannolikt är ett övre grundvattenmagasin ovanpå det underliggande lerlagret som hindrar vattnet från att infiltrera vidare ned i markprofilen.



Figur 2-3. *Område som potentiellt kan innehålla förorenade massor.*

3 Områdesbeskrivning och avgränsning

Planområdet omfattar ca 10,4 ha och består idag till stora delar av natur- och jordbruksmark. Inom planområdet finns i dagsläget 14 villor, till stor del utspridda i planområdets skogsbeklädda södra halva. Jordbruksmarken återfinns i den norra delen. Sydväst och sydöst om planområdet finns höjdområden med naturmark som delvis sluttar ned mot planområdet. Inom planområdet planeras för uppförande av blandad villa- och radhusbebyggelse, en förskola, viss handel samt ett område för icke-störande verksamheter. Ett utdrag från en detaljplanekarta erhållen 2018-08-23 presenteras i Figur 3-1.



Figur 3-1. Utdrag från detaljplan erhållen 2017-08-23 som visar förslag till framtida markanvändning.

3.1 Hydrogeologi

3.1.1 Infiltrationsförutsättningar och geologi

Infiltrationskapaciteten för en jord beror bland annat på dess kornstorlek, kornstorleksfördelning, packningsgrad och markens vattenhalt. När marken är torr är infiltrationskapaciteten som högst för att sedan avta vid ökad mättnadsgrad. Vid helt

mättade förhållanden kan infiltrationskapaciteten sättas lika med jordens hydrauliska konduktivitet, K_s .

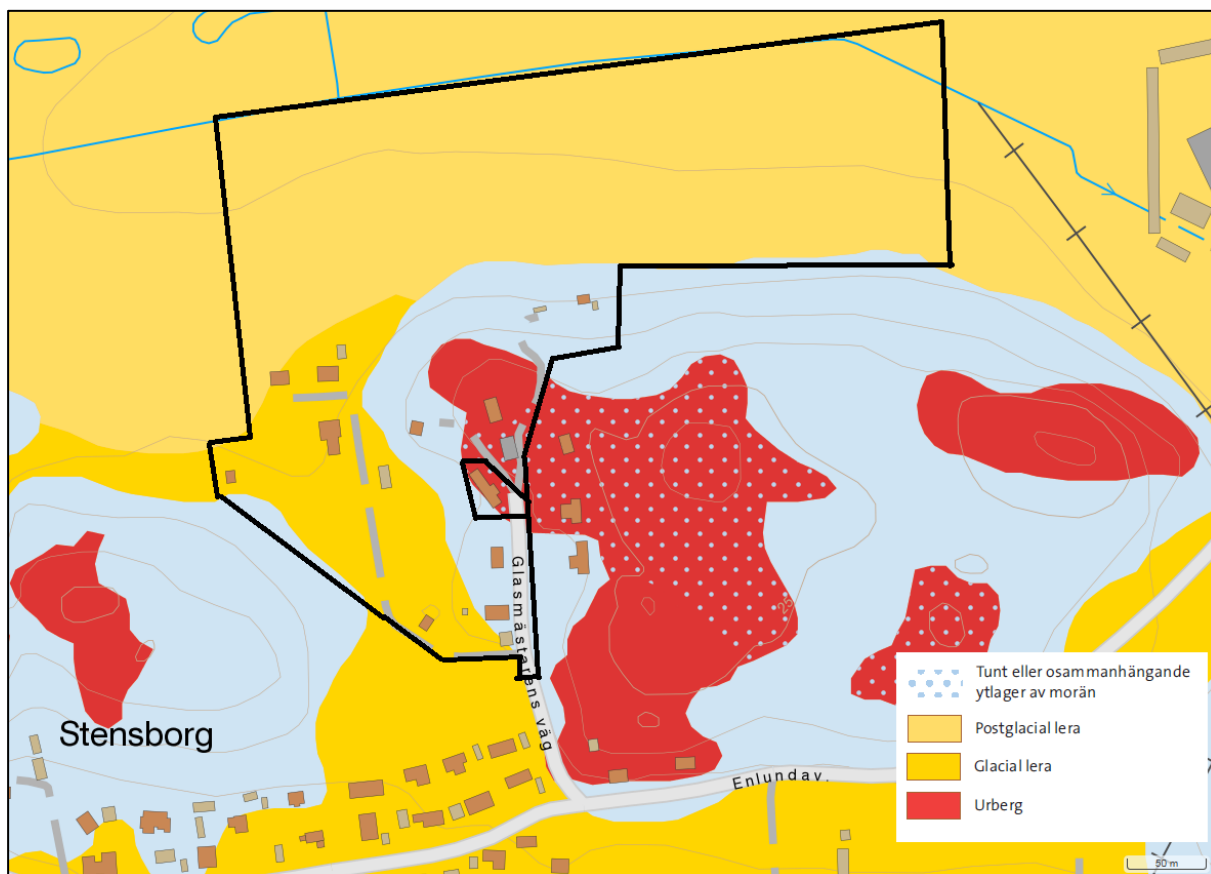
I sandiga eller grusiga jordar, som har hög dräneringsförmåga, kan man i allmänhet förvänta sig att mättade eller nära mättade förhållanden aldrig uppkommer nära markytan, så att jordens infiltrationskapacitet inte avtar särskilt mycket ens under långvariga regn med dimensionerande intensitet. För att marken inte ska översvämmas måste markens infiltrationskapacitet vara så stor att den kan hantera dimensionerande flöden. I Tabell 3-1 nedan anges övergripande infiltrationskapaciteter för olika svenska jordtyper.

Tabell 3-1. Mättad infiltrationskapacitet för olika svenska jordtyper (VAV, 1983).

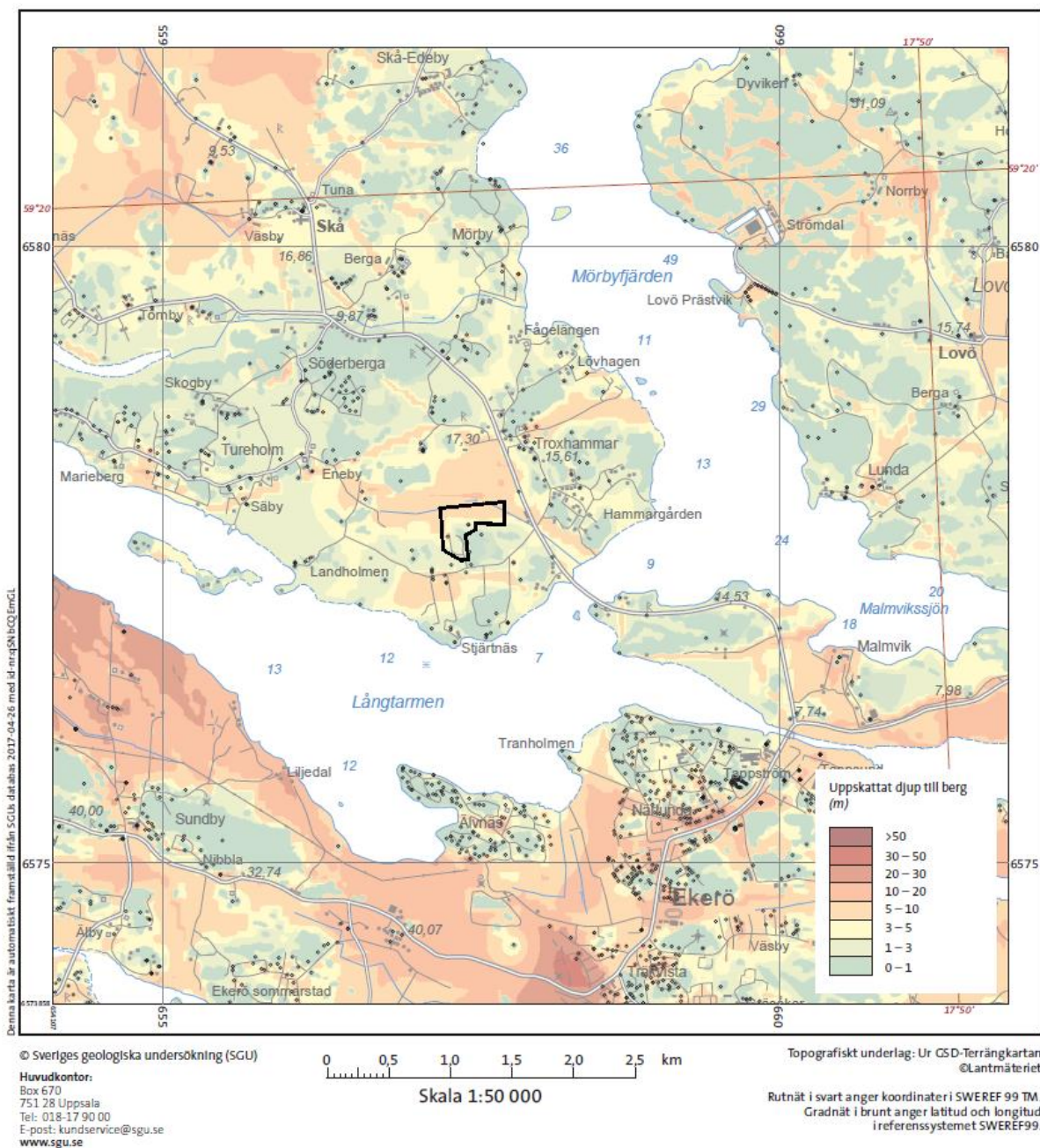
Jordtyp	Infiltrationskapacitet (mm/h)
Morän	47
Sand	68
Silt	27
Lera	4
Matjord	25

Enligt jordartskartan (Figur 3-2) från SGU består jordlagren inom planområdet av morän, urberg, postglacial och glacial lera. Urberget är delvis täckt av ett tunt ytlager morän. Jordlagrens mäktighet uppskattas, enligt jorddjupskartan från SGU (Figur 3-3), variera mellan 0-10 meter. De största djupen finns i planområdets norra delar som domineras av postglacial lera och de tunnaste jordlagren finns i planområdets sydöstra delar och består av berg i dagen som delvis är täckt av ett tunt lager av morän.

Baserat på denna information bedöms infiltrationsmöjligheterna i allmänhet vara låga till måttliga inom planområdet, med något bättre förutsättningar i de södra delarna där jordarterna består av morän. Om det förekommer förorenade massor inom planområdet som inte schaktas bort vid exploatering är det inte heller ur föroreningssynpunkt lämpligt att infiltrera dagvatten. Sammantaget bedöms det inte vara möjligt att omhänderta allt dagvatten genom infiltration, utan dagvattenhanteringen behöver istället utföras genom olika typer av fördröjningsåtgärder varifrån dagvattnet sedan leds till diket i norr för vidare avledning till recipient.



Figur 3-2. Jordartskarta framtagen med SGUs kartgenerator (SGU, 2017). Svarta polygoner visar planområdets ungefärliga utbredning.



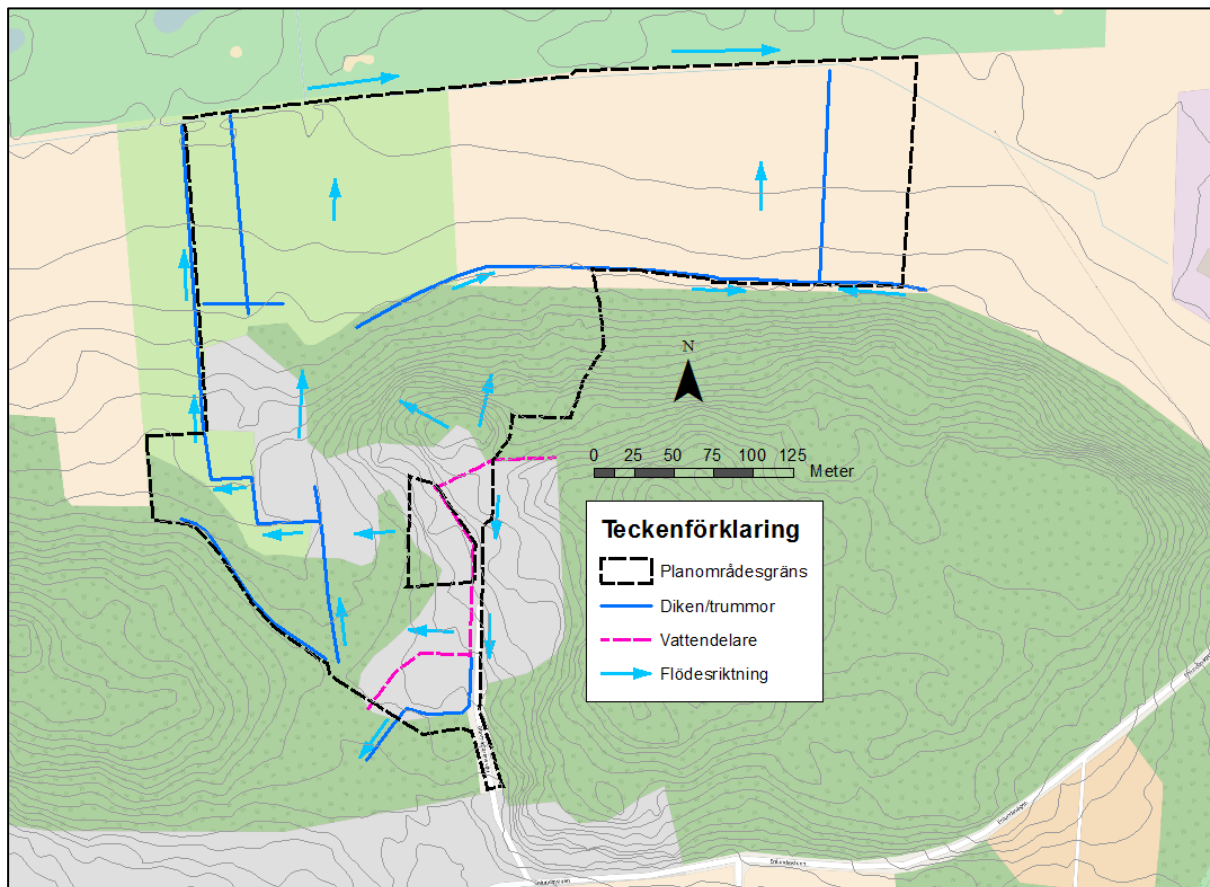
Figur 3-3. Jorddjupskarta framtagen med SGUs kartgenerator (SGU, 2017). Svarta polygoner visar planområdets ungefärliga utbredning.

3.1.2 Översiktliga avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering

Planområdet sluttar i allmänhet åt norr med vissa lokala variationer. Terrängen är i allmänhet flack men i planområdets centrala del finns en höjd med ett skogsparti. Höjderna inom planområdet varierar mellan +4 meter i norr och +23 meter på höjden i de centrala delarna (RH2000). I söder återfinns spridd villabebyggelse i skogsmark den norra delen utgörs av flack jordbruksmark. Det dagvatten som bildas inom planområdet avrinner idag till stora delar diffust över naturmark och samlas upp i något av de diken som löper genom området. Några av dessa diken observerades vid platsbesöket vara äldre och ha oklara avrinningsvägar vidare mot diket, medan andra föreföll vara mer nyanlagda. För samtliga

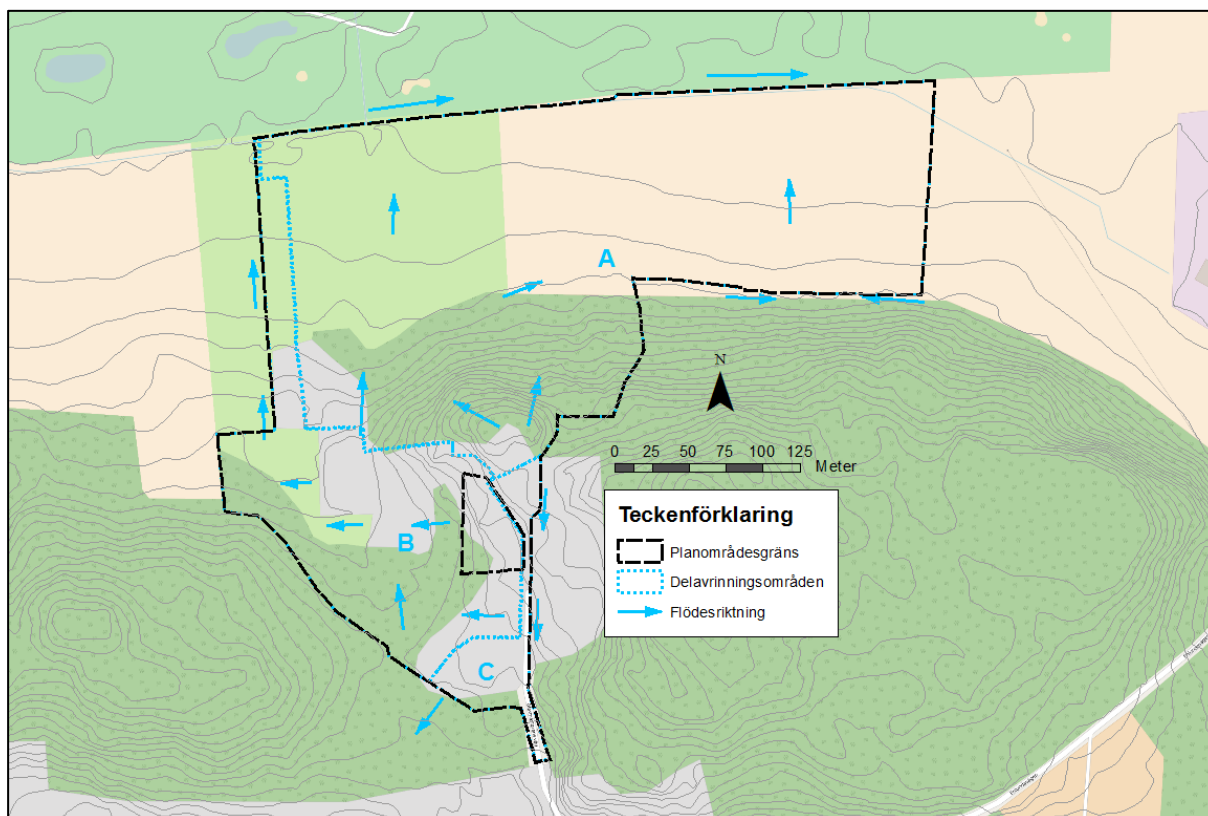
observerades dock stråk med stående vatten, där avvattningen således inte fungerar som tänkt.

Avvattningen sker till stora delar mot ett större dike som löper längs planområdets norra gräns. Diket är en del av ett markavvattningsföretag, vilket beskrivs vidare i Kapitel 3.2.2. I områdets södra del finns en mindre yta som istället avvattnas söderut. En översikt över ungefärliga nuvarande flödesriktningar samt vattendelarens ungefärliga sträckning ges i Figur 3-4.



Figur 3-4. Ungefärliga nuvarande flödesriktningar inom planområdet, baserat på höjddata samt observationer gällande dikessträckningar, trummor/ledning m.m. vid tidpunkten för platsbesöket. Bakgrundskarta: © Openstreetmaps bidragsgivare (<http://www.openstreetmap.org/copyright>).

För beräkningarna av dimensionerande flöden, erforderliga fördröjningsvolymen samt utformning av lösningar har planområdet delats upp i delavrinningsområden. Därigenom är det möjligt att bättre efterlikna de naturliga avrinningsförhållandena, där en del av planområdet avvattnas till en punkt i planområdets nordvästra ände. Delavrinningsområdenas utbredning visas i Figur 3-5.



Figur 3-5. Indelning i delavrinningsområden inom planområdet. Delavrinningsområde C avvattnas söderut. Bakgrundskarta: © Openstreetmaps bidragsgivare (<http://www.openstreetmap.org/copyright>).

3.2 Förutsättningar för dagvattenhanteringen

3.2.1 Vattenskyddsområde

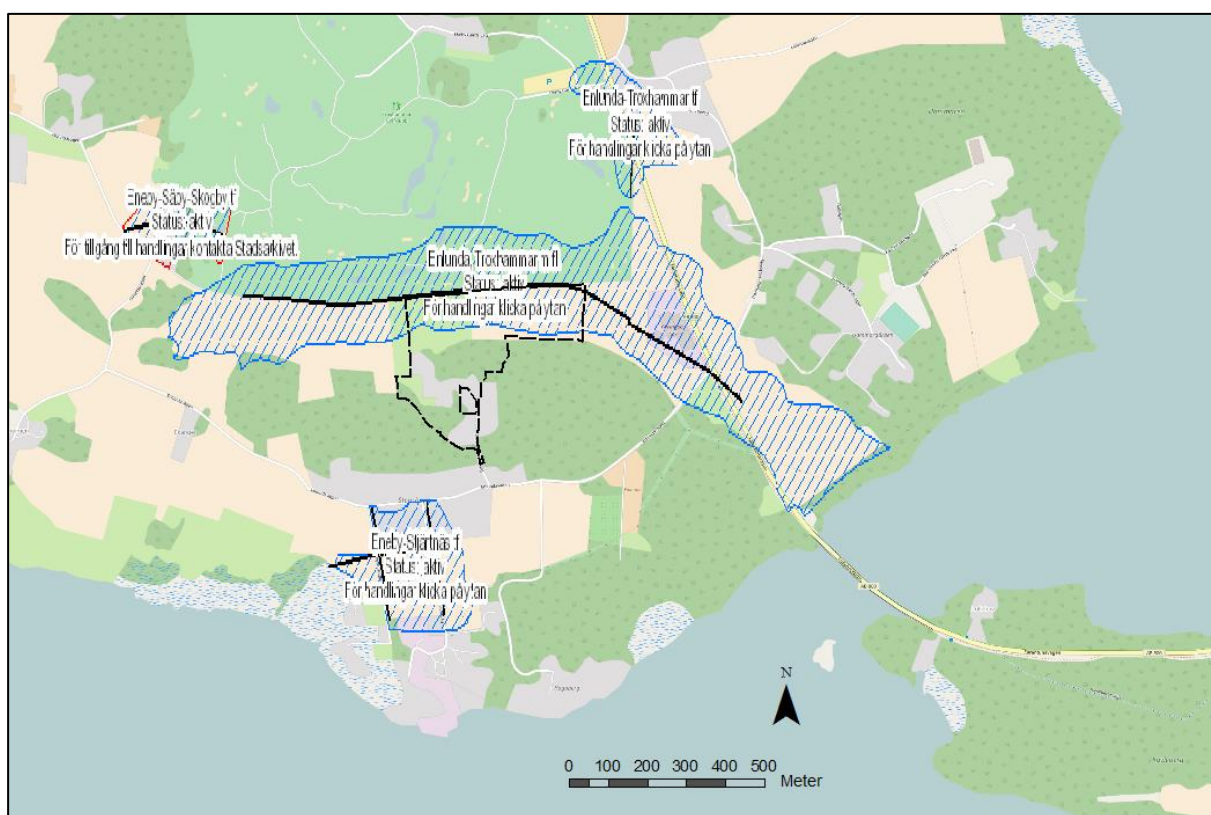
Planområdet ligger inom sekundär skyddszon för Östra Mälarens vattenskyddsområde, med en transportsträcka på cirka 900 m längs diket fram till recipienten. Skyddsföreskrifterna (6§) omfattar särskilda krav kring hantering av hälso- och miljöfarliga ämnen vid industriella verksamheter. I 9§ ges bland annat följande föreskrifter beträffande dagvattenhantering:

”Utsläpp av dagvatten från nya eller ombyggda hårdgjorda ytor där risk för vattenförorening föreligger, t.ex. större vägar, broar och parkeringsanläggningar, får inte ske direkt till ytvatten utan föregående rening. Dräneringssystem vid sådana anläggningar samt längs järnvägsspår ska vara försett med möjlighet till fördröjning och uppsamling i samband med t.ex. kemikalieolyckor.”

Det dike som avvattnar området mynnar strax norr om Lullehovssundet. Cirka 3 km norr om dikesmynningen ligger Lovöns vattenverk, vilket också är den huvudsakliga strömningsriktningen för fjärdens vatten. Det finns således en risk att föroreningar som sprids med dagvattnet kan nå vattenverket.

3.2.2 Markavvattningsföretag

Diket som löper längs planområdets norra gräns utgör en del av Enlunda-Troxhammars markavvattningsföretag från 1921, vars båtnadsområde sträcker sig in i planområdets norra delar, se Figur 3-6. Markavvattningsföretag är förrättningar som godkänts av en vattendomstol och för ändringar av exempelvis sträckning, omfattning eller utformning krävs en tillståndsansökan samt omprövning i mark- och miljödomstolen. Förändringar i avrinningsområdet som innebär en ökad avrinning kan leda till att diket kapacitet överskrids. Ökade flöden kan också medföra ökade underhållskostnader, vilket innebär att en uppdatering av kostnadslängden kan vara nödvändig. Ökade flöden också medföra att kapaciteten överskrids hos de befintliga rör som har till uppgift att leda bort vatten från naturmark. Om dessa behöver bytas ut för att kunna hantera större flöden behöver det ansökas om omprövning av markavvattningsföretaget hos Mark- och miljödomstolen (Structor, 2011).



Figur 3-6. Planområdets utbredning, markerat med svartstreckad polygon, i förhållande till Enlunda-Troxhammars markavvattningsföretag. Bakgrundskarta: © Openstreetmaps bidragsgivare (<http://www.openstreetmap.org/copyright>). Markavvattningsföretag hämtade från Länsstyrelsen i Stockholms läns WMS-server.

3.2.3 Biotopskydd

Diket omfattas av generellt biotopskydd för småvatten och våtmark i jordbruksmark. Detta innebär att det behöver lämnas in en dispensansökan till Länsstyrelsen för åtgärder som kan ha en negativ inverkan på naturmiljön i biotopen.

3.3 Tidigare utredningar

Det har tidigare utförts olika typer av undersökningar inom planområdet.

2017 gjorde WSP en översiktlig bedömning av geotekniska förutsättningar inom området. Den översiktliga bedömningen har inte omfattat några fältprover utan detta kommer att utföras senare utifrån bedömt behov. Platsspecifika mätningar gällande jordarter och grundvattennivåer finns därför inte att tillgå i detta skede.

En dagvattenutredning för ett angränsande planuppdrag, öster om åkermarken i detta planområde, har utförts av Ramböll (2015 samt tillägg 2016). Området ligger direkt nedströms om aktuellt planområde. Utredningen har rekommenderat att det befintliga diket kulverteras genom industrimarken och att en yta uppströms ianspråkats som översvämningsyta för den händelse att diket bräddar. Denna översvämningsyta ligger delvis inom det planområde som nu är aktuellt för exploatering.

2011 gjordes en utredning av markavvattningsföretag på Södra Färingsö av Structor. Utredningen omfattar bland annat Enlunda-Troxhammars markavvattningsföretag, som berörs av den aktuella detaljplanen. I utredningen beskrivs hur markavvattningsföretaget bör hanteras i planprocesser samt ges exempel på åtgärder för vilka det behövs tillstånd eller omprövning.

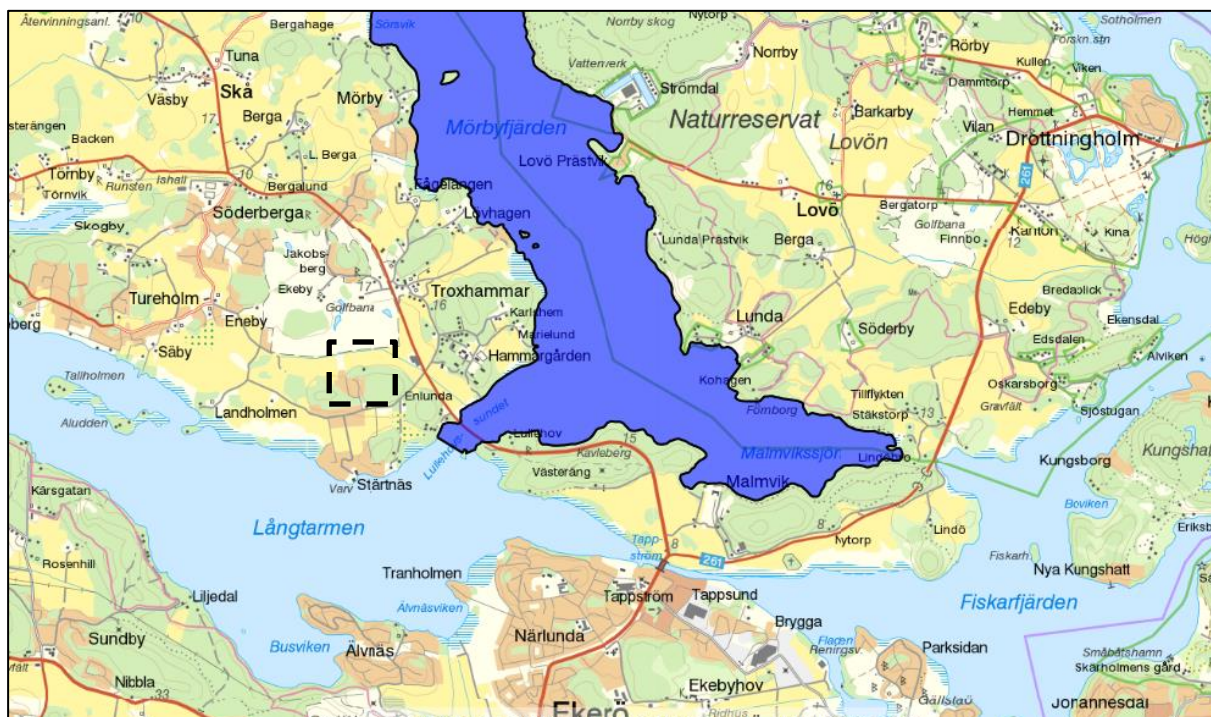
3.4 Recipient – Miljökvalitetsnormer (MKN)

Det dagvatten som bildas inom planområdet avrinner till övervägande del mot recipienten Mörbyfjärden som ingår i vattenförekomsten Mälaren-Görväln (SE659044-160864), se Figur 3-7. Vattendirektivet säger att "inga vatten får försämras", vilket i vägledande domslut har tolkats som att inga förändringar får göras som leder till att en kvalitetsfaktor för en vattenförekomst nedklassas, eller äventyrar att miljökvalitetsnormerna uppnås (se exempelvis Havs- och vattenmyndigheten, 2016).

Enligt VISS (2017) bedöms Mälaren-Görväln uppnå god ekologisk status medan den kemiska statusen ej uppnår god status på grund av halter över gränsvärdena för antracen, bromerad difenyleter, bly och blyföreningar, kadmium och kadmiumföreningar, kvicksilver och kvicksilverföreningar samt tributyltenn.

Miljökvalitetsnormernas kvalitetskrav är god ekologisk status samt god kemisk ytvattenstatus, med tidsfrist till 2027 för antracen, bly och blyföreningar, kadmium och kadmiumföreningar samt tributyltennföreningar. För bromerade difenyleter och kvicksilver, som generellt överskrider gränsvärdena i samtliga vattenförekomster i Sverige, föreligger mindre stränga krav.

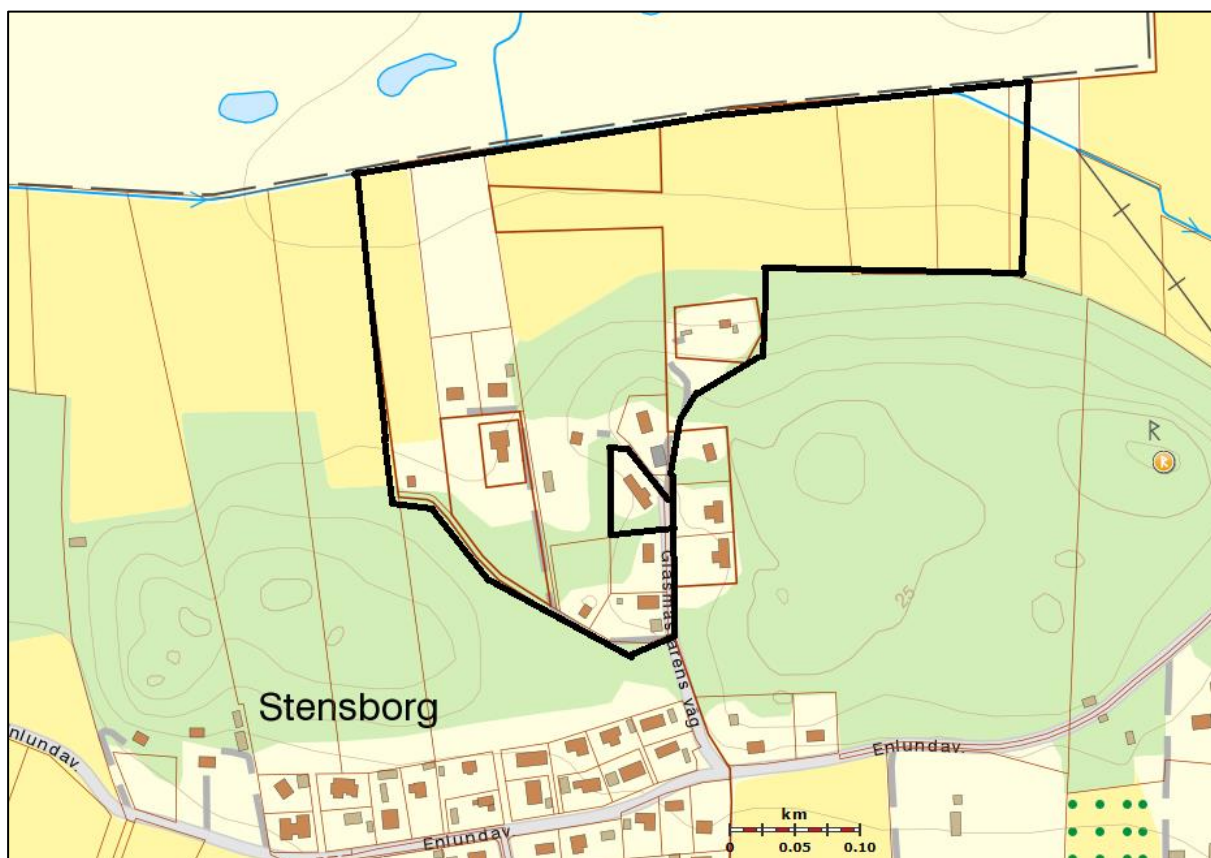
Ett mindre område, beläget i planområdets södra del, avrinner istället mot vattenförekomsten Mälaren-Långtarmen (SE657854-160773). Enligt VISS (2017) bedöms Mälaren-Långtarmen ha måttlig ekologisk status på grund av förhöjda nivåer av klorofyll a. Vattenförekomsten uppnår ej god kemisk status, men har inte klassats utan de överallt överskridande ämnena kvicksilver och kvicksilverföreningar samt bromerad difenyleter. Recipienten har miljökvalitetsnormerna god ekologisk status 2021 samt god kemisk ytvattenstatus, med undantag i form av mindre stränga krav för bromerad difenyleter samt kvicksilver och kvicksilverföreningar.



Figur 3-7. Planområdets ungefärliga utbredning, markerat med svartstreckad polygon, i förhållande till recipienten Mälaren-Görvåln (mörkblå). Vattenförekomsten Mälaren-Långtarmen, som mottar dagvatten från en mindre del av planområdet, ses i sydväst. Källa: VISS (2017).

3.5 Fornlämningar

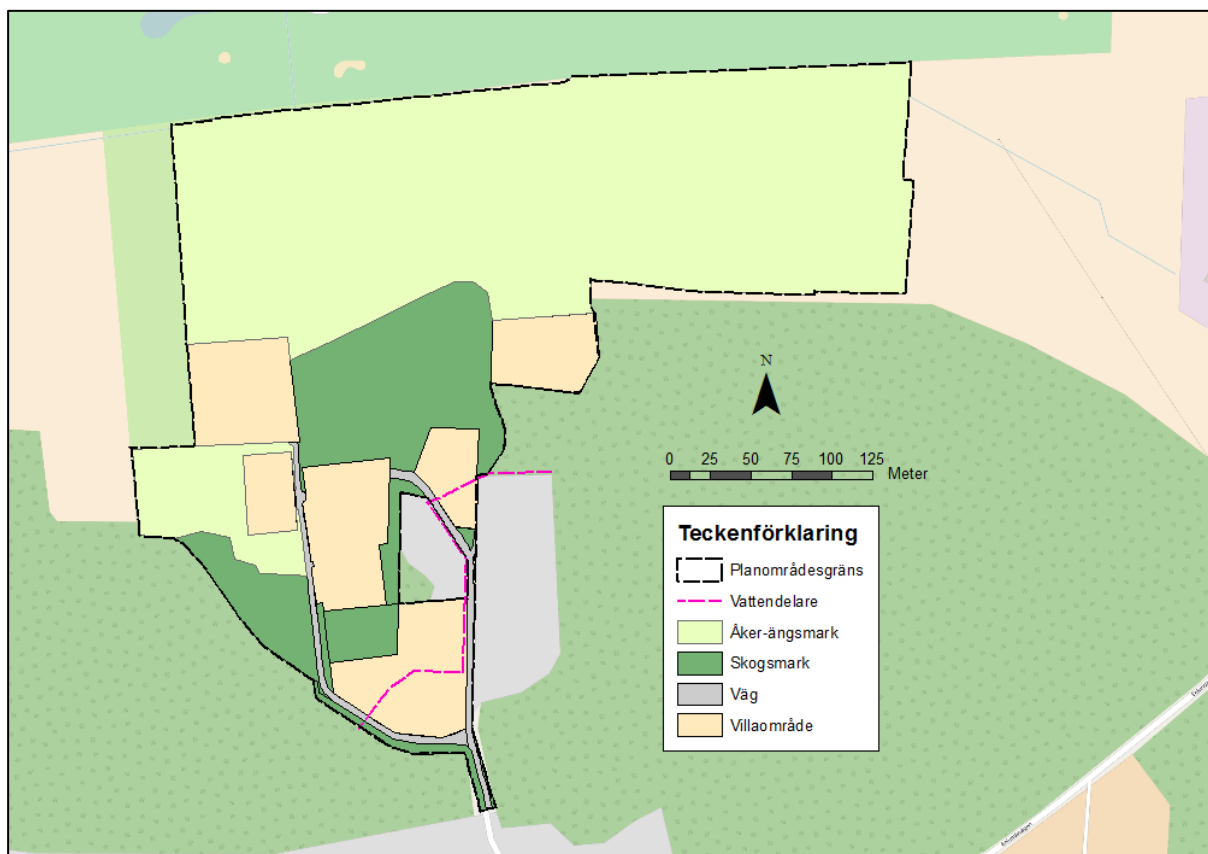
Inom planområdet finns, enligt Riksantikvarieämbetets tjänst *Fornsök*, inga fornlämningar, se Figur 3-8.



Figur 3-8. Utdrag från Riksantikvarieämbetets tjänst *Fornsök*, som visar fornlämningar i planområdets närhet. Inga fornlämningar återfinns inom planområdet, markerat med svart polygon.

3.6 Markanvändning – Befintlig och planerad

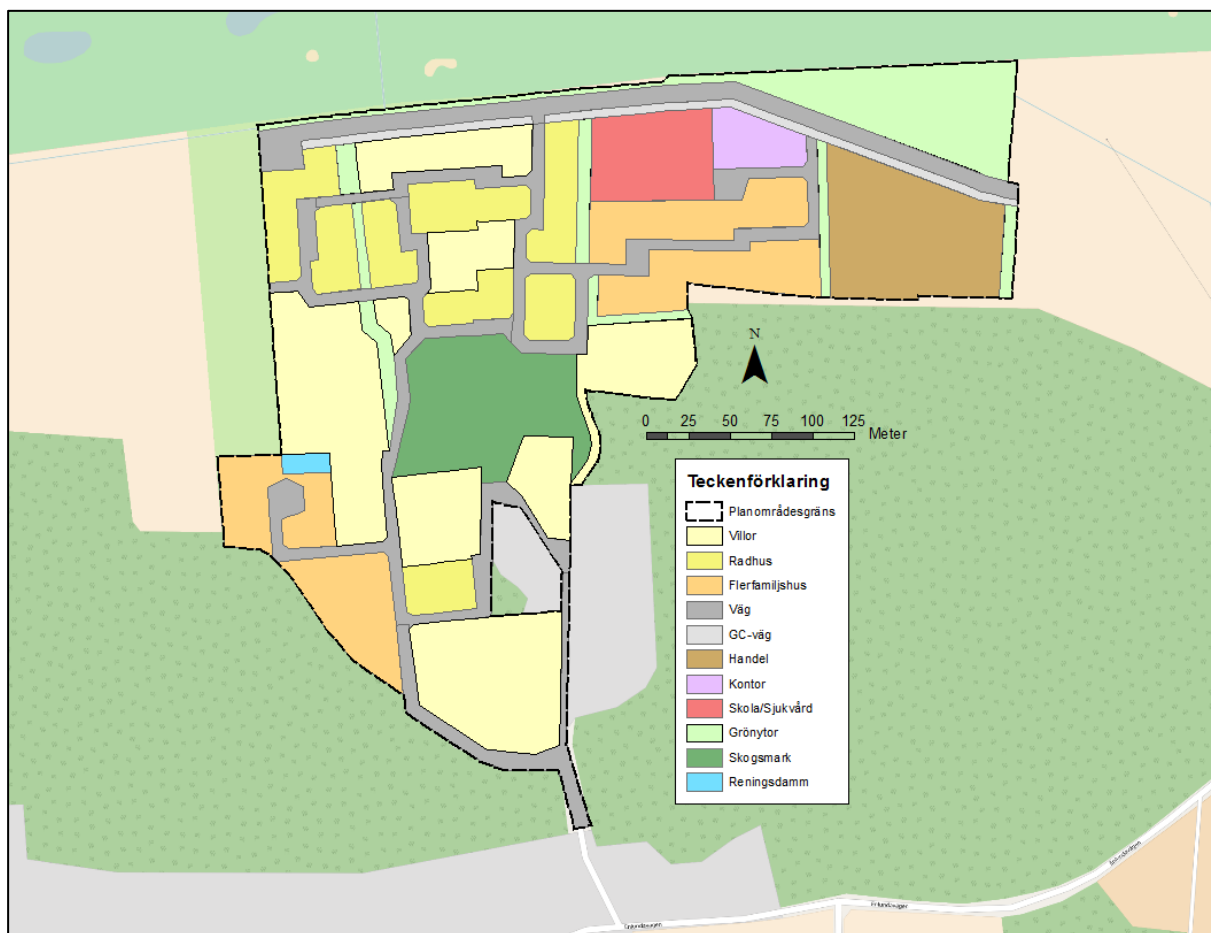
Planområdet utgörs idag av ett skogsbeklätt, delvis kuperat område i söder och ett flackare parti med ängs- och åkermark i norr. Inom skogsområdet finns idag spridd villabebyggelse med tomtor omkring 2000 m². Längs planområdets norra gräns löper ett dike som är en del av Enlunda-Troxhammars markavvattningsföretag. Diket omfattas av biotopskydd. Intill dikessträckningen i nordöst finns ett område som utgör en översvämningssyta, vars syfte är att skydda området nedströms från översvämning. På andra sidan diket ligger en golfbana. En karta över befintlig markanvändning presenteras i Figur 3-9.



Figur 3-9. Befintlig markanvändning inom planområdet. Bakgrundskarta: © Openstreetmaps bidragsgivare (<http://www.openstreetmap.org/copyright>).

Planerad markanvändning baseras på erhållen situationsplan, daterad 2017-04-28, samt arkitektförslag på utformning av byggnader och gestaltning av området, daterad 2017-04-28. Planen innefattar en viss förtätning av bebyggelsen i söder, men huvuddelen av föreslagen bebyggelse planeras på ytor som idag utgörs av ängs- och åkermark. Bostadsbebyggelsen kommer enligt planen utgöras av en blandning av villor och radhus. I nordöst planeras även för en förskola, ett mindre område med verksamheter av icke-störande karaktär samt ett område med möjligheter till kontor och handel. Bostadsområdet kommer genomkorsas av körbara lokalgator.

Det skogsparti som finns i planområdets centrala del innehåller höga naturvärden och kommer bevaras. Även i områdets norra del kommer det bevaras några mindre grönstråk som löper i nord-sydlig riktning. Även översvämningsytan i nordöst kommer bevaras, men kan om så är nödvändigt delvis tas i anspråk för dagvattenhanteringen inom aktuellt planområde. I Figur 3-10 visas en karta över planerad markanvändning inom planområdet.



Figur 3-10. Planerad markanvändning inom planområdet, baserat på planskiss erhållen 2017-08-23. Bakgrundskarta: © Openstreetmaps bidragsgivare (<http://www.openstreetmap.org/copyright>).

4 Flödesberäkningar och föroreningsbelastning

4.1 Flödesberäkningar

I flödesberäkningarna har, så långt det är möjligt, vedertagna avrinningskoefficienter enligt Svenskt Vatten P110 använts. För markanvändningskategorier där sådana inte funnits att tillgå har istället avrinningskoefficienter hämtats från StormTac. Avrinningskoefficienter samt areor för befintlig och planerad markanvändning inom respektive delavrinningsområde presenteras i Tabell 4-1. De beräknade areorna är baserade på situationsplan erhållen 2017-08-23, samt arkitektförslag på utformning av byggnader och gestaltning av området, daterad 2017-04-28. Om den slutgiltiga markanvändningen ser annorlunda ut påverkar detta avrinnings- och flödesberäkningarna. Det bör noteras att små förändringar i avrinningskoefficienterna kan ge relativt stora skillnader i dimensionerande flöde. De redovisade flödena bör därför främst ses som indikatorer på hur dagvattenflödet kan förändras vid den planerade markanvändningen.

Tabell 4-1. Använda avrinningskoefficienter samt beräknade areor för befintlig och planerad markanvändning inom planområdets delavrinningsområden.

Markanvändning	φ	Befintlig (ha)			Planerad (ha)		
		A	B	C	A	B	C
Skogsmark	0,1	1	0,6	-	0,8	-	-
Grönyta	0,1	-	-	-	1,1	-	-
Villor, flackt, tomter <1000m ²	0,35	-	-	-	0,5	0,5	-
Villor, flackt, tomter >1000m ²	0,2	0,4	0,9	0,2	0,3	0,6	0,2
Villor, kuperat, tomter <1000m ²	0,45	-	-	-	0	-	-
Villor, kuperat, tomter >1000m ²	0,3	0,4	0,1	-	0,5	-	-
Radhus/kedjehus	0,4	-	-	-	0,9	0,3	-
Flerfamiljshus	0,4	-	-	-	0,7	0,6	-
Skola/sjukvård	0,5	-	-	-	0,4	-	-
Kontor	0,4	-	-	-	0,2	-	-
Handel	0,5	-	-	-	0,8	-	-
Väg	0,8	-	0,1	0,1	1,3	0,4	0,1
GC-väg	0,8	-	-	-	0,2	-	-
Ängs-/åkermark	0,1	5,9	0,7	-	-	-	-
Summa		7,7	2,4	0,3	7,7	2,4	0,3

Sammanvägda avrinningskoefficienter för befintlig respektive planerad markanvändning har beräknats enligt Ekvation 3 nedan och presenteras i Tabell 4-2. De sammanvägda avrinningskoefficienterna ökar för planerad markanvändning inom delavrinningsområde A och B, vilket återspeglar att den befintliga skogs-, jordbruks- och ängsmarken bebyggs och därmed delvis hårdgörs. Inom delavrinningsområde C planeras enligt erhållit arkitektförslag ingen fortsatt exploatering, varför den blir oförändrad.

$$\varphi_{tot} = (A_1 \cdot \varphi_1 + A_2 \cdot \varphi_2 + A_3 \cdot \varphi_3) / A_{tot} \quad \text{(Ekvation 3)}$$

Tabell 4-2. Sammanvägd avrinningskoefficient, ϕ_{tot} , för befintlig och planerad markanvändning inom respektive delavrinningsområde.

	Befintlig markanvändning			Planerad markanvändning		
	A	B	C	A	B	C
ϕ_{tot}	0,12	0,18	0,3	0,40	0,41	0,3

I enlighet med Svenskt Vatten P110 har ett återkommande 20-årsregn med klimatfaktor 1,25 använts för beräkning av dimensionerande flöden. Regnvaraktigheten har ansatts utifrån uppskattade rinntider inom respektive delavrinningsområde. Vid beräkning av rinntid har det antagits att avvattningen av planområdet till stor del sker genom öppna diken såväl idag som efter exploatering. Ansatta regnvaraktigheter samt resulterande regnintensiteter, beräknade med bilaga 10.1 i Svenskt Vatten P110 och Dahlström (2010) visas i Tabell 4-3.

Tabell 4-3. Beräknade regnvaraktigheter, t_r , samt resulterande dimensionerande regnintensitet, $i(t_r)$.

Delavrinningsområde	Befintlig markanvändning		Planerad markanvändning	
	t_r (min)	$i(t_r)$ (l/s·ha)	t_r (min)	$i(t_r)$ (l/s·ha)
A	15	227,0	10	286,6
B	15	227,0	15	227,0
C	10	286,6	10	286,6

Dimensionerande dagvattenflöden, Q_{dim} , från respektive delavrinningsområde vid ett dimensionerande regn enligt ovan, för befintlig och planerad markanvändning, är beräknade enligt Ekvation 1 i Kapitel 2.2 och redovisas i Tabell 4-4. I tabellen redovisas även årsmedelflöden, Q_{medel} , där årsnederbörden har satts till 636 millimeter, vilket är den korrigerade årsmedelnederbörden för Stockholm enligt StormTac.

Tabell 4-4. Dimensionerande flöden från planområdets delavrinningsområden vid ett 20-årsregn samt beräknade årsmedelflöden.

		Delområde A	Delområde B	Delområde C
Q_{dim} (l/s)	Befintlig	250	120	45
	Planerad	1110	280	45
Förändring (%)		340	130	-
Q_{medel} (l/s)	Befintlig	0,57	0,16	0,032
	Planerad	0,81	0,21	0,032
Förändring (%)		42	31	-

4.2 Erforderlig magasinsvolym

Den dimensionerande utjämningsvolymen har beräknats med bilaga 10.6 i Svenskt Vattens publikation P110, enligt ekvation 2 i Kapitel 2.3. I Tabell 4-5 presenteras de fördröjningsvolymerna som krävs inom delavrinningsområde A och B för att fördröja planområdets dagvatten så att belastningen på diket nedströms inte ökar vid ett 20-årsregn. Inom delavrinningsområde C krävs ingen magasinsvolym eftersom ingen förändring av markanvändningen planeras utöver att vägen eventuellt breddas något. Detta skulle

innebära så små förändringar i dagvattenflöden att vägdagvattnet bedöms kunna hanteras på ett fullgott sätt genom ett intilliggande vägdike eller översilning på naturmark även efter en eventuell breddning. För att fördröja planområdets dagvatten så att belastningen på diket nedströms inte ökar till följd av exploateringen krävs en sammanlagd utjämningsvolym på cirka 760 m³.

Tabell 4-5. Erforderliga fördröjningsvolymen inom respektive delavrinningsområde.

Delavrinningsområde	Erforderlig magasinsvolym (m ³)
A	625
B	135

4.3 Föroreningsbelastning

Föroreningsberäkningarna har utförts för dagvatten som bildas inom delavrinningsområde A och B. Delavrinningsområde C har utelämnats då ingen förändring i markanvändning kommer ske och föroreningsbelastningen förväntas därför också bli oförändrad.

För beräkning av föroreningshalter i dagvatten från olika typer av markanvändning har schablonvärden från StormTac v.17.3.2 (Larm, 2000) använts, se Tabell 4-6. Schablonvärdena är framtagna vid vetenskapliga studier med långa mätserier av dagvatten.

Markanvändningstyperna har så långt som möjligt valts enligt de kategorier som anges i Kapitel 4.1.

För villaområden har markanvändningstypen "Villaområde, exklusive väg" använts och för verksamhetsområdet har kategorin "Industriområde, mindre förorenat" använts. För radhus och flerfamiljshus har föroreningsbelastningen justerats ned något eftersom schablonhalterna för dessa markanvändningstyper även omfattar lokalgator som ger upphov till mer förorenat dagvatten, men som för planområdet redovisas som separat markanvändning. Justeringen har gjorts med StormTacs inbyggda faktorer för detta, som har ändrats från standardvärde 5 till 3. Beräkningarna har använt StormTacs standardvärden för volymavrinningskoefficienter, förutom för flerfamiljshus där den justerats ned från 0,45 till 0,4 för att kompensera för avsaknaden av vägytor.

Beräknade föroreningshalter utifrån schablonhalterna jämförs med riktvärden enligt Regionplane- och trafikkontorets (RTK) riktvärdesindelning för delavrinningsområden uppströms utsläppspunkt till recipient (Regionplane- och trafikkontoret, 2009).

Enligt StormTac är säkerheten i schablonhalterna låg för majoriteten av använda markanvändningstyper, även om säkerheten är hög för enskilda föroreningar. Resultaten ska därför ses som en indikation snarare än som exakta värden. I StormTac redovisas osäkerheten i föroreningshalterna i form av standardavvikelse för respektive förorening och markanvändning. Denna redovisning för markanvändningstyperna inom det aktuella planområdet återfinns i Bilaga 1. Även markanvändningskategorin "Villaområde, exklusive väg" anges som låg säkerhet, men innehåller schablonhalter som är något lägre än den mer generella kategorin "Villaområde" där säkerheten är högre.

I Tabell 4-6 redovisas även beräknade föroreningshalter i dagvattnet efter att det passerat genom föreslagna lösningar för fördröjning och rening, se vidare Kapitel 5. Beräkningarna av dagvattnets föroreningsinnehåll efter föreslagna reningsåtgärder baseras på schablonvärden för reningseffekt hos olika typer av reningsanläggningar, hämtade från StormTacs databas v.

2017-03. För anläggningar i serie har reningseffekten beräknats stegvis. För beräkningarna har anläggningstyperna "Dike", "Våt damm" och "Svackdike" använts, då de bedömts vara mest representativa för föreslagna anläggningar.

Tabell 4-6. Föroreningshalter i dagvatten från delavrinningsområde A och B för befintlig och planerad markanvändning, före och efter föreslagna reningsåtgärder. Rött = halten överstiger riktvärde och befintlig halt, Orange = halten är under riktvärde men överstiger befintlig halt, Grön = halten är under riktvärde och lika eller lägre än befintlig halt.

Ämne	Enhet	Riktv.	Föroreningskoncentrationer					
			Delavr.omr. A			Delavr.omr. B		
			Befintlig	Planerad	Planerad efter rening	Befintlig	Planerad	Planerad efter rening
Fosfor	µg/l	175	200	160	70	150	160	50
Kväve	µg/l	2 500	4 600	1 700	940	2 700	1 700	990
Bly	µg/l	10	8,1	8,4	1,5	5,8	6,2	0,9
Koppar	µg/l	30	13	20	5,4	14	19	6
Zink	µg/l	90	24	72	12	40	62	13
Kadmium	µg/l	0,5	0,10	0,39	0,08	0,14	0,29	0,04
Krom	µg/l	15	1,1	6,1	1,6	2,0	5,3	1,4
Nickel	µg/l	30	0,8	5,4	1,1	2,4	5,1	0,4
Kvicksilver	µg/l	0,07	0,005	0,045	0,033	0,014	0,034	0,021
Suspenderad substans	µg/l	60 000	87 000	49 000	4 100	53 000	45 000	2 700
Olja	µg/l	700	150	630	15	240	450	14
PAH	µg/l	Saknas	0,04	0,34	0,11	0,18	0,34	0,09
Benso(a)pyren	µg/l	0,07	0,001	0,031	0,010	0,0063	0,020	0,0043

Föroreningshalterna i dagvatten från planområdet förväntas, enligt beräkningarna med schablonhalter, i de flesta fall minska för planerad markanvändning efter att dagvattnet passerat genom föreslagna reningsåtgärder. En viss ökning kan ses för vissa metaller, PAH och benso(a)pyren. Ökade metallhalter förklaras till stor del av att tak ofta anläggs med material som avger metaller till dagvattnet. Halterna av näringsämnen och suspenderad substans beräknas i de flesta fall minska betydligt även utan föreslagna reningsåtgärder, vilket beror på att den befintliga jordbruksmarken beräknas avge större mängder näringsämnen än planerad bostadsbebyggelse.

I Tabell 4-7 redovisas den beräknade årliga föroreningsbelastningen för befintlig och planerad markanvändning, före och efter föreslagna rening. Beräkningarna har utförts med StormTac v.17.3.2 samt StormTacs databas v. 2017-03. Även vad gäller den årliga föroreningsbelastningen efter att dagvattnet passerat föreslagna reningsåtgärder, så indikerar beräkningarna att belastningen förväntas minska för majoriteten av de studerade ämnena, men att belastningen ökar för vissa metaller. Ökningarna uppgår som mest till något tiotal gram/år.

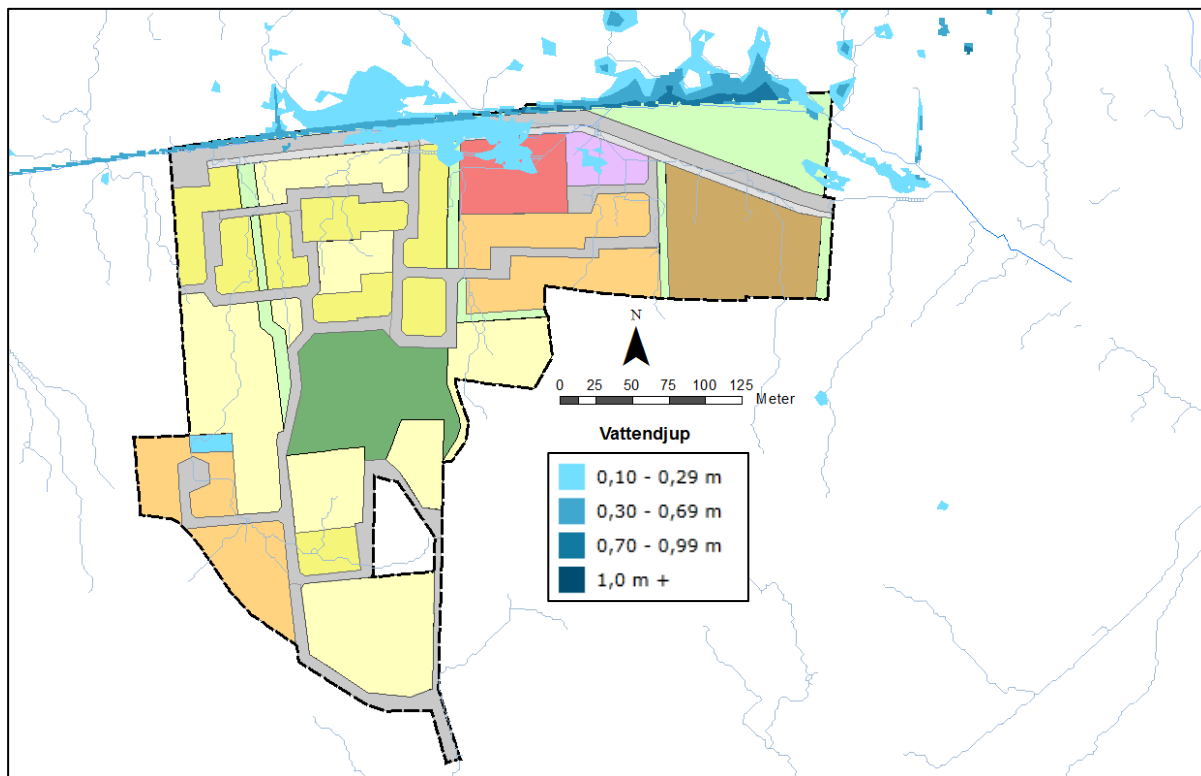
Tabell 4-7. Årlig föroreningsbelastning från delavrinningsområde A respektive delavrinningsområde B för befintlig och planerad markanvändning, före och efter föreslagna reningsåtgärder.

Ämne	Enhet	Föroreningsbelastning					
		Delavr.omr. A			Delavr.omr. B		
		Befintlig	Planerad	Planerad efter rening	Befintlig	Planerad	Planerad efter rening
Fosfor	kg/år	3,5	4,0	1,8	0,77	1,2	0,38
Kväve	kg/år	80	41	23	14	13	8
Bly	kg/år	0,14	0,20	0,03	0,030	0,046	0,007
Koppar	kg/år	0,23	0,49	0,13	0,07	0,14	0,04
Zink	kg/år	0,41	1,8	0,30	0,20	0,46	0,09
Kadmium	kg/år	0,0018	0,0094	0,0019	0,0007	0,0021	0,0003
Krom	kg/år	0,018	0,15	0,039	0,010	0,039	0,010
Nickel	kg/år	0,014	0,13	0,026	0,012	0,038	0,003
Kvicksilver	kg/år	0,00009	0,0011	0,00081	0,00007	0,00025	0,00016
Suspenderad substans	kg/år	1 500	1 200	100	270	330	20
Olja	kg/år	2,6	15	0,4	1,2	3,3	0,1
PAH	kg/år	0,0007	0,0082	0,0026	0,0009	0,0025	0,0006
Benso(a)pyren	kg/år	0,00002	0,00076	0,00024	0,00003	0,00015	0,00003

4.4 100-årsregn

Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden där planområdets dagvattenlösning inte kommer att vara tillräcklig för att omhänderta allt dagvatten. Det är därför viktigt att planera höjdsättningen så att dagvattnet på ett säkert sätt kan avrinna ytledes via sekundära avrinningsvägar, som planområdets vägar, öppna ytor och vidare mot recipient. Vid höjdsättning av gatu- och kvartersmark är det viktigt att instängda områden – lokala lågpunkter från vilka dagvattnet inte kan avrinna naturligt – undviks.

Länsstyrelsen i Stockholms län har genomfört en lågpunktskartering med flödesackumulationslinjer och beräknade översvämningsrisker inom länet, se Figur 4-1. Karteringen är baserad på analys av höjddata och syftet är att kunna identifiera eventuella instängda områden och viktiga avrinningsstråk. Inom planområdet förekommer risk för översvämningsrisker längs den norra gränsen, i de lågt belägna områdena kring dikessträckningen. Översvämningsdjupet inom planområdet beräknas ligga inom intervallet 0,10 – 0,29 meter. De beräknade lågpunkterna baseras på befintlig höjdsättning och kan därmed påverkas genom att höjdsättningen justeras vid exploatering. Med rådande höjdsättning riskerar delar av den föreslagna ytan för skol- och vårdverksamhet ytan samt mindre delar av en villatomt och området för kontor/handel att översvämmas vid kraftiga regn. Även på vägbanan kan en viss översvämningsrisk väntas.



Figur 4-1. Länsstyrelsen i Stockholms läns lågpunktskartering (hämtat från Länsstyrelsen i Stockholms läns WMS-server). Planområdet är markerat med svartstreckad polygon. Färgade ytor visar föreslagen markanvändning. De beräknade lågpunkterna baseras på befintlig höjdsättning.

5 Lösningförslag för dagvattenhantering

5.1 Generella rekommendationer

Den föreslagna exploateringen inom planområdet enligt gällande planskiss beräknas medföra en ökning av det dimensionerande dagvattenflödet med totalt cirka 245 % för ett dimensionerande 20-årsregn och en ökning av årsmedelflödet med 38 %, se Tabell 4-4. Jordarterna inom planområdet utgörs främst av leror med vissa partier av morän och/eller urberg. Infiltrationsmöjligheterna bedöms vara relativt goda i moränen medan de i övrigt är begränsade. Den vattensjuka mark som observerats indikerar också att grundvattennivån i området är hög, vilket ytterligare försvårar infiltrationen.

Föreslagna lösningar för dagvattenhantering fokuserar därför på fördröjning och rening innan dagvattnet avleds ut från planområdet, dock är det ur dagvattensynpunkt ändå fördelaktigt om infiltration möjliggörs genom att lösningarna görs genomsläppliga. Detta förutsätter dock ett tillräckligt avstånd till grundvattenytan och att de underliggande jordlagren inte innehåller föroreningar. Målet med de lösningar för LOD som här föreslås är att erhålla en så effektiv användning som möjligt av tillgängliga ytor och därmed reducera belastningen på diket nedströms och på recipienten Mälaren-Görvaln.

5.2 Lösningförslag

Planområdet avvattnas i dagsläget via diken och trummor som i olika punkter ansluter till dikesföretaget i norr. På grund av områdets storlek är det fördelaktigt att behålla denna utspridda avledning för att undvika alltför kraftiga flöden i en enskild punkt. Det ger också en möjlighet att sprida ut fördröjningsvolymerna mellan flera lämpliga områden.

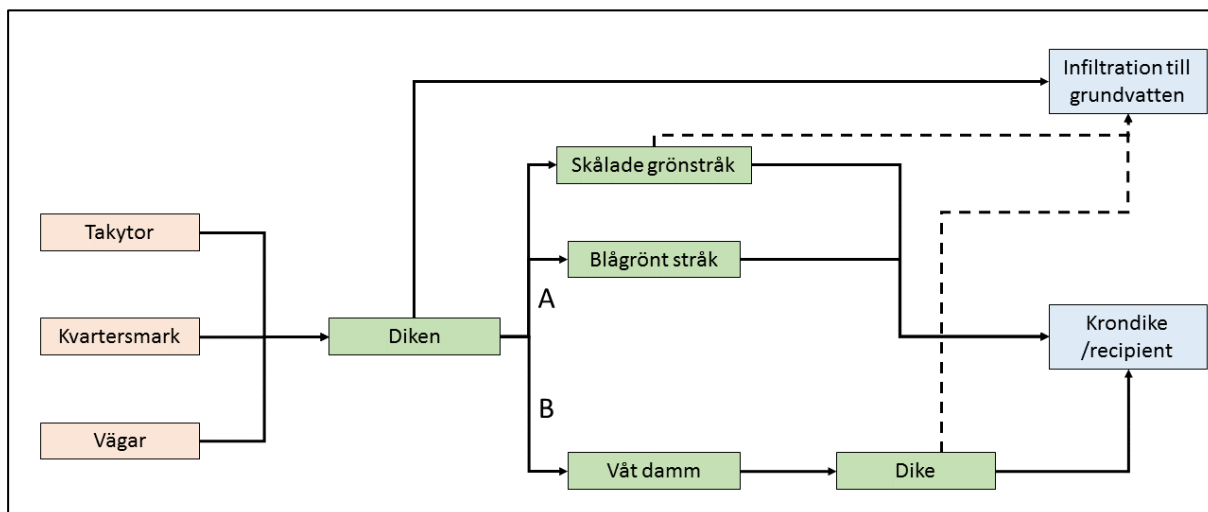
För att inte rubba vattenbalansen och minska grundvattenbildningen mer än nödvändigt är det viktigt att en så stor del som möjligt av det regn som faller över planområdet ges möjlighet att infiltrera. De bästa förutsättningarna för infiltration finns där marken utgörs av sand, grus och morän. Sådana områden finns företrädesvis i de högre belägna södra och centrala delarna av planområdet. Om föroreningar påträffas i marken inom något område bör inget dagvatten infiltrera där eftersom det kan sprida föroreningar till grundvattnet.

Mot denna bakgrund är det viktigt att dagvattnet från de högre belägna tomterna och gatorna infiltreras nära källan och inte bara fördröjs och transporteras mot planområdets utloppspunkt. Det är viktigt att en del av områdets höjdparter förblir naturmark då en väsentlig del av grundvattenbildningen sker där. Inom de mer låglänta delarna med lerlager är någon betydande infiltration inte möjlig, utan där koncentreras åtgärderna till att fördröja och rena vattnet i öppna diken, översilningsytor och öppna dammar.

Principen som föreslås för området är att i första hand infiltrera dagvattnet så nära källan som möjligt, speciellt i de högt belägna områdena. Det görs genom att dagvatten från fastighetsmark tillåts avrinna ytligt över gräs- och grönytor och samlas upp i diken i gränsen till gatumark. Genom att avledningen sker öppet över grönytor och i diken både fördröjs, renas och infiltreras dagvattnet under transporten. Som ytterligare fördröjning kommer dagvattnet avledas längs skålförmade grönytor med dagvattenstråk eller andra anläggningar för fördröjning och rening.

Dagvattnet från de olika delavrinningsområdena omhändertas på lite olika sätt, se schematisk boxmodell i Figur 5-1 samt skiss över ett förslag till utformning av

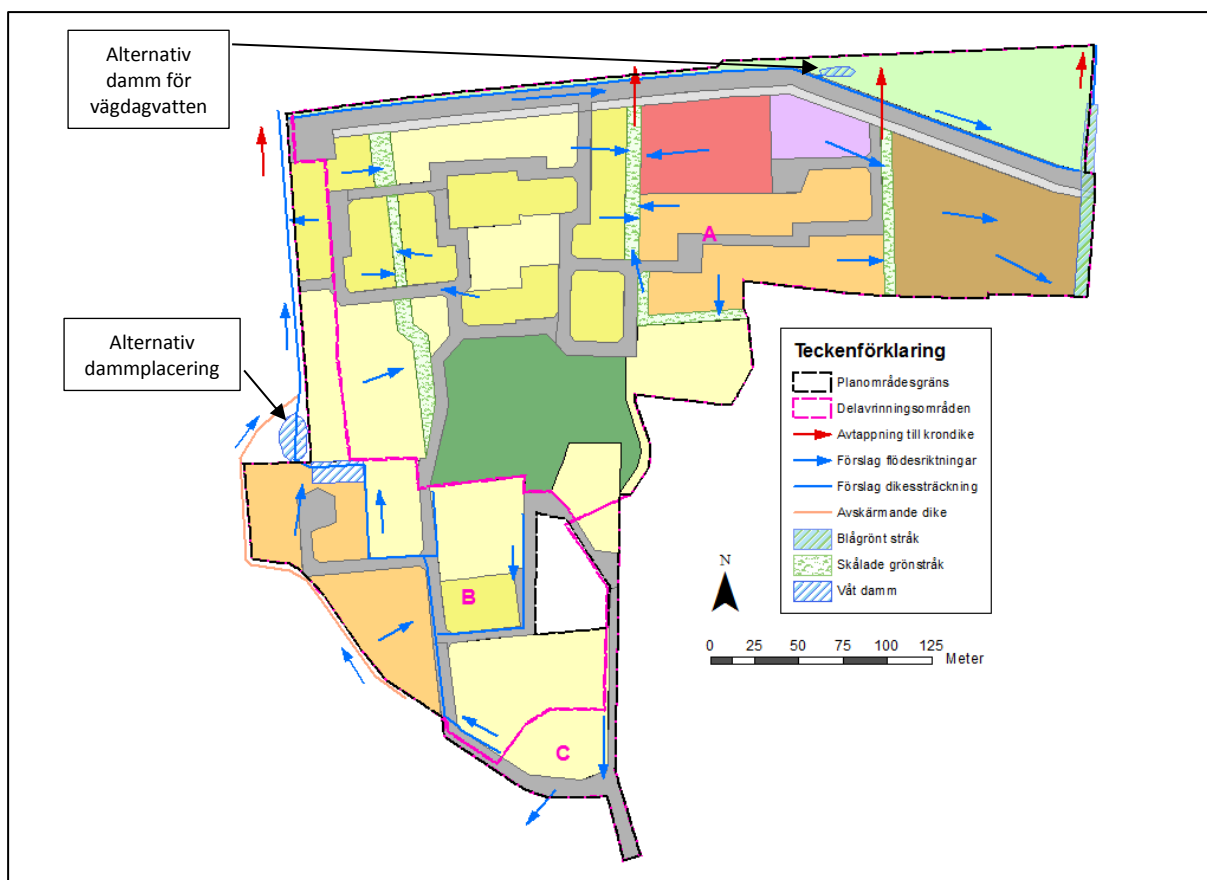
dagvattenhantering i Figur 5-2. Inom delavrinningsområde A har inga dikessträckningar ritats ut utan endast förslag till ungefärliga flödesriktningar. Detta eftersom slutgiltiga sträckningar är beroende av slutgiltigt utrymme och höjdsättning, vilket behöver studera närmare i senare detaljprojektering. Eventuellt kan dagvattnet då komma att behöva avledas via ledning längs vissa sträckor inom bostadsområdet. Inom delavrinningsområde C föreslås inga förändringar av befintlig dagvattenhantering eftersom markanvändningen väntas bli oförändrad.



Figur 5-1. Boxmodell över föreslagen dagvattenhantering. Streckade pilar indikerar att en viss infiltration kan ske, men att den på grund av underliggande lerlager sannolikt blir liten.

- Dagvatten från område A leds, där utrymmet så tillåter, via diken längs lokalgatorna till de grönstråk som märkts med Natur₁ i plankartan. Grönstråken anläggs med skålform för att kunna fungera som fördröjningsmagasin vid kraftiga regn. Dagvattnet bör, i den mån det är möjligt, fördelas relativt jämnt mellan de två grönstråken och det blågröna stråket längst i öster.
- I område A rekommenderas följande fördröjningsvolym för respektive anläggning: 200 m³ (västra), 230 m³ (mellersta) och 125 m³ (östra). Det blågröna stråket i öster behöver då en fördröjningsvolym på 100 m³, utöver det också en permanentvolym för mer effektiv rening och för att underlätta passage för groddjur. Vilka ytor som avvattnas till respektive anläggning bör anpassas utifrån anläggningens kapacitet. Om endast ett mindre område kan avvattnas till en av anläggningarna kan exempelvis den behöva göras mindre medan kapaciteten hos de andra utökas.
- Dagvatten från område B avleds mot ett befintligt dike som löper genom planområdets västra delar och vidare längs den västra gränsen till kronriket i norr. Längs dikessträckningen föreslås en våt damm anläggas för fördröjning och rening av dagvattnet. Dammen bör ligga nedströms majoriteten av bebyggelsen.
- Dammen behöver ha en permanent vattennivå, en fördröjningsvolym på 135 m³ samt en reglervolym för rening som förslagsvis kan vara cirka 0,2 m djup. Dammens totala djup, och därmed det permanenta vattendjupet, behöver anpassas utifrån de platsspecifika förutsättningarna.
- Dagvattenhanteringen inom område C lämnas oförändrad eftersom, i princip, ingen förändring av markanvändningen planeras. Om vägbanan bräddas bedöms rening och fördröjning kunna åstadkommas genom anläggande av ett vägdikey. Om det

senare beslutas om en viss förtätning av bebyggelsen bedöms tillräcklig fördröjning och rening fås genom att anlägga diken längs fastighetsgränserna och använda yttlig avledning över tomtmark till dessa.



Figur 5-2. Översiktskarta med planerad markanvändning och skiss över föreslagen lösning för dagvattenhantering inom planområdet, med ungefärliga flödesriktningar för dagvatten.

5.2.1 Delavrinningsområde A

Avvattningen inom delavrinningsområde A utförs primärt via öppna diken som avleder dagvattnet till något av de grönstråk som föreslås utnyttjas till dagvattenhanteringen. Målet bör vara att, så långt det är möjligt, få en ytproportionerlig fördelning av inflödet till de tre gröna stråken och det blågröna stråket, märkta som dike (n₂) i plankartan. Grönstråken anläggs med en skålform för att vid kraftiga regn kunna magasinera och fördröja dagvatten, som då bildar en vattenspegel inom stråken. Grönområdet längst i öster föreslås bli ett blågrönt stråk med permanent vattenspegel för att ge groddjur en säker vandringväg mellan skogsområdet i söder och krandiket i norr. Stråket bör sträcka sig relativt långt över grönområdet i nordost, se Figur 5-2, för att underlätta groddjurens passage och uppnå tillräcklig magasinvolym. Grönområdet bör i övrigt bevaras för att behålla dess funktion som översvämningssyta för området nedströms.

På grund av de förmodat höga grundvattennivåerna kan skålningen inte göras särskilt djup utan föreslås begränsas till 0,3 meter. De tre skålade grönstråken markerade i Figur 5-2 kan då, antaget att skålningen utförs som en ellips med radie 3 meter, fördröja 200 m³ (västra), 230 m³ (mellersta) respektive 125 m³ (östra). Det blågröna stråket föreslås göras djupare för att omfatta både en permanentvolym och en fördröjningsvolym. Med ett maximalt djup om

0,5 meter och 0,3 m permanentdjup (det vill säga 0,2 m fördröjningszon) blir fördröjningsvolymen cirka 100 m³. Den totala fördröjningsvolymen i de tre grönstråken blir då cirka 655 m³, vilket överstiger den beräknade erforderliga magasinvolymen för delavrinningsområde A.

Längs den större lokalgatan i norr föreslås ett vägdikey som anläggs med täta material. Diket bör, om höjderna tillåter, avvattnas till det blågröna stråket i öster för fördröjning och rening, alternativt till en mindre damm som placeras i lågpunkten. För att uppfylla vattenskyddsområdets föreskrifter behöver det blågröna stråket/dammen förses med en möjlighet att stoppa utflödet i händelse av en olycka, eftersom den kan komma att hantera större trafikvolym i framtiden om ytterligare områden exploateras. Med trafikintensitet enligt nuvarande plan bedöms den dock inte kunna klassificeras under skyddsföreskrifternas begrepp "större väg". Om alternativet med rening i en mindre damm väljs kan det blågröna stråkets volym minskas i motsvarande utsträckning. Det blågröna stråket bör oavsett anläggas med möjlighet att stoppa utflödet i händelse av en olycka på det intilliggande verksamhetsområdet som riskerar att orsaka utsläpp av förorenande ämnen inom vattenskyddsområdet.

Intill och under de ytor som idag utgörs av åkermark finns diken och trummor som är en del av områdets befintliga markavvattning. Om dessa påverkas vid exploatering behöver de återställas eller bytas ut, eftersom befintliga diken i gränsen mellan skog och åkermark skyddar planområdet för tillrinnande vatten från höjderna i söder. Eventuellt kan de förstärkas eftersom de minskar översvämningsrisken inom planområdet. Eftersom de ansluter till markavvattningsföretaget kan tillstånd behövas för sådana förändringar.

5.2.2 Delavrinningsområde B

Avvattning inom delavrinningsområde B föreslås i första hand utföras via diken längs lokalgatorna. Dikessystemet bör utnyttja det befintliga dikey som sträcker sig i nord-sydlig riktning genom områdets västra del och som avleder dagvattnet längs planområdets västgräns upp till kron diket i norr. För att uppnå erforderliga fördröjningsvolym i delavrinningsområdet föreslås att en damm anläggs någonstans längs dikessträckningen.

I Figur 5-2 ges förslag till placering av dammen i den västra delen av delavrinningsområdet. En alternativ placering av dammen kan tänkas strax nordväst om föreslaget läge, där ingen mark planerad för bostäder behöver tas i anspråk, dock skulle dammen hamna utanför befintlig planområdesgräns. Det är också möjligt att anlägga dammen någon annanstans längs dikessträckningen norrut.

Utritad area i figuren är enbart förslag som upptar cirka 320 m². Med den beräknade erforderliga fördröjningsvolymen för delavrinningsområde B (135m³) motsvarar detta ett reglerdjup för fördröjning hos dammen på strax under 0,4 meter. Om dammen ges en större area kan reglerdjupet minskas, vilket kan vara nödvändigt beroende på markens specifika förutsättningar, grundvattennivåer m.m. Till vattenvolymen tillkommer den permanenta vattennivån samt ett reglerdjup för rening. Reglerdjupet för rening beräknas vara cirka 0,2 m för det aktuella området. Den permanenta vattennivån i en damm är vanligen mellan 0,8-1,5 meter men kan vara ned till 0,5 meter.

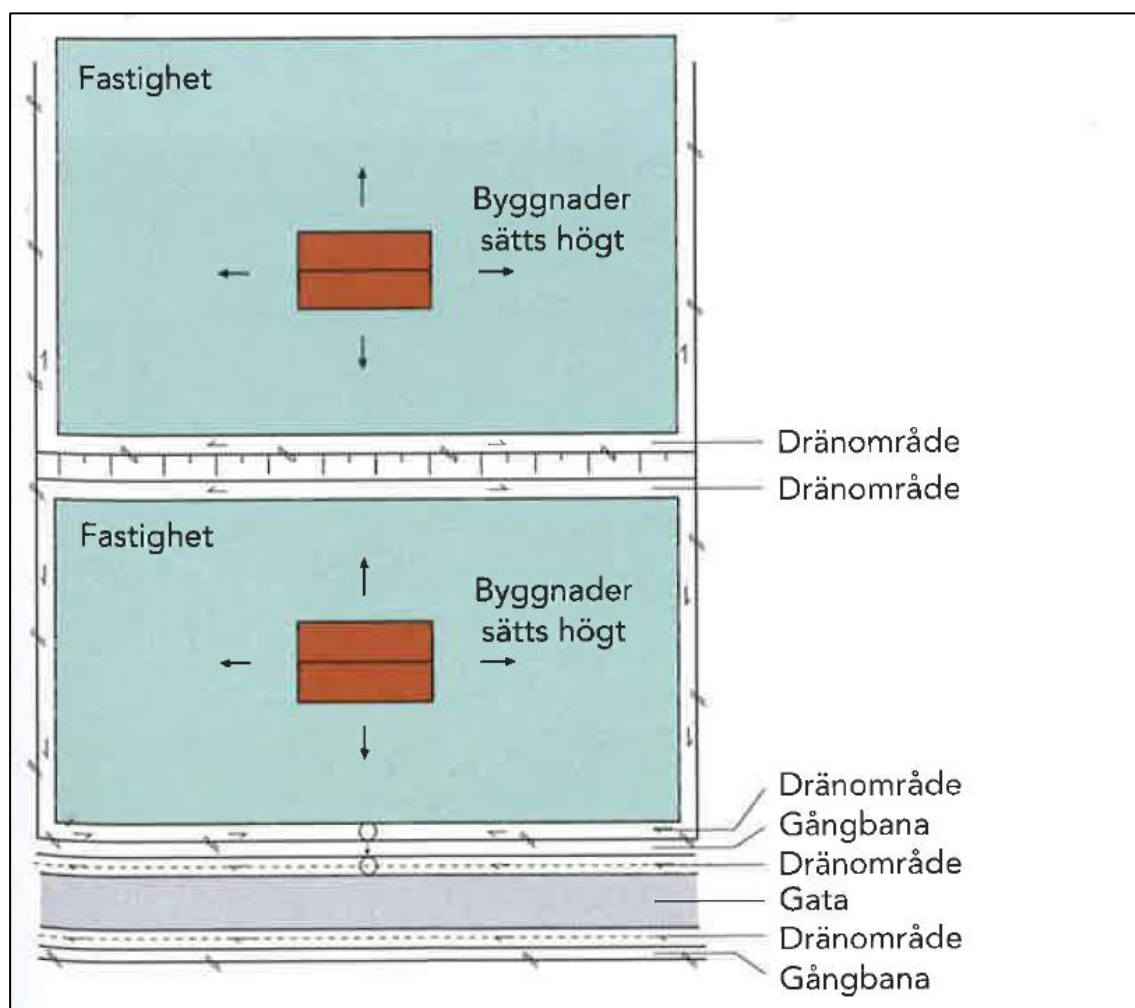
Längs delavrinningsområdets sydvästra gräns föreslås ett avskärmande dikey. Diket förhindrar att ytligt avrinnande dagvatten från höjderna i söder tränger in i planområdet och belastar dagvattensystemet, vilket skulle kräva större dimensioner hos anläggningarna och öka

översvämningsrisken. Om det är höjdmässigt möjligt kan fastighetsmarken inom planområdet höjas upp så att dikets sträckning längs skogskanten ersätts av ett lågstråk där vattnet leds runt planområdet. Lågstråket övergår då i ett dike när det kröker norrut, och leds förbi den föreslagna dammen innan det ansluter till det andra diket. Detta dike bör inte belasta dagvattendammen, och någon av de placeringar som föreslagits för dammen är därför att föredra framför en position längre nedströms.

5.3 Principer för lokalt omhändertagande av dagvatten

5.3.1 Höjdsättning inom fastighetsmark

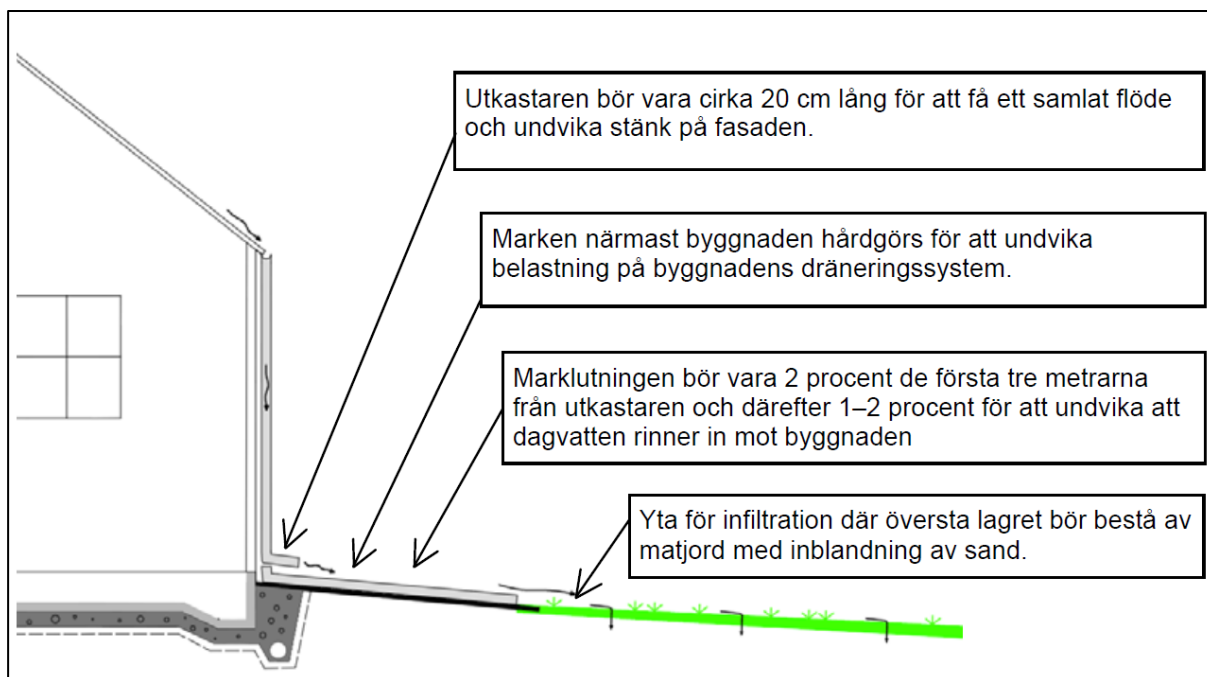
Fastighetmark höjdsätts så att dagvatten naturligt avrinner mot infiltrationsstråk som anläggs mellan fastigheterna. Detta bidrar till en hållbar dagvattenhantering, med möjligheter till infiltration, rening och fördröjning, samtidigt som risken för översvämningskador på byggnader minimeras. En illustration av principen för höjdsättning av byggnader och fastighetsmark visas i Figur 5-3.



Figur 5-3. Princip för höjdsättning av byggnader inom fastighetsmark så att dagvatten kan rinna av mot dräneringsstråk längs med gatan (Källa: P105, Svenskt Vatten).

Takvatten från villabebyggelse kan via utkastare ledas ut på gårdsmarken där det ges möjlighet att infiltrera. Ett exempel på hur sådana system utformas för att minska risken för

skador på byggnaden ges i Figur 5-4. För radhus och kedjehus kan detta vara minde lämpligt eftersom de generellt har en större andel takyta i förhållande till tillgänglig gårdsyta.



Figur 5-4. Exempel på rekommenderad utformning vid avledning över gårdsytor. Från Uppsala Vattens exempelsamling för dagvattenhantering.

5.3.2 Materialval

Ett av de mest effektiva sätten att minska dagvattnets föroreningsinnehåll är att införa åtgärder så nära källorna som möjligt. Utöver reningsåtgärder kan förekomsten av ett flertal ämnen minskas genom medvetna materialval i anläggningskedet. Exempelvis kan takytor, där det är möjligt, anläggas i material som inte avger metaller eller andra föroreningar till dagvattnet.

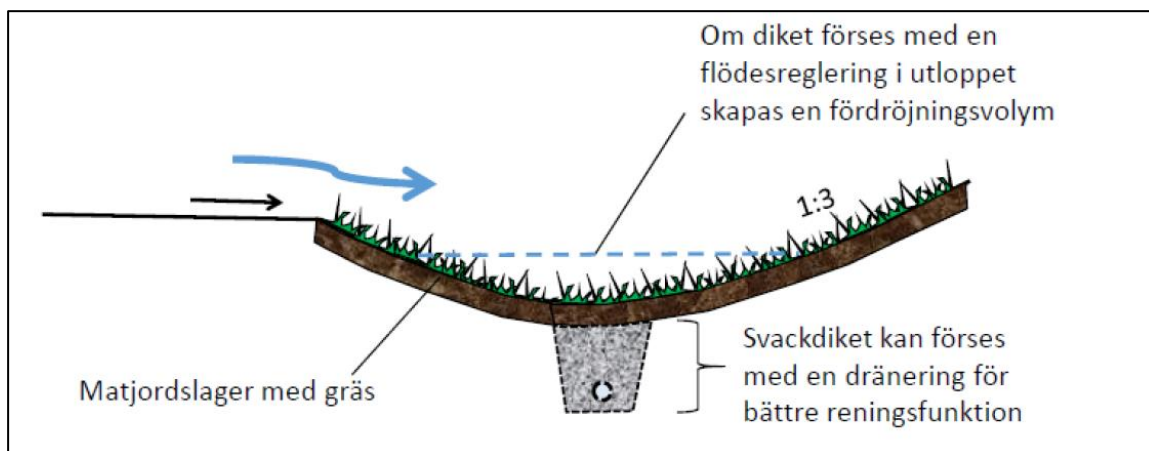
5.3.3 Skålade grönytor

Enligt erhållen situationsplan planeras bebyggelsen blandas upp med ett antal mindre grönstråk som löper genom planområdet. Dessa grönstråk bör utnyttjas för avledning av dagvatten från såväl tomt- som gatumark. Grönstråken föreslås anläggas med en skålform och kommer till sin funktion likna svackdiken, se exempelskiss i Figur 5-5. I skålens botten anläggs lämpligen ett rinnstråk i ett erosionsbeständigt material, exempelvis en stenränna, vilket också minskar vattenhastigheten och ger extra fördröjning, rening och möjlighet till infiltration, eller någon form av stenläggning. Detta för att minska risken för erosion eftersom stråken årligen kommer motta stora vattenvolymer från uppströms liggande områden.

Grönytans slänter kan delvis beklädas med planteringar, buskar och mindre träd för ett mer tilltalande intryck. Det går också att anlägga lågstråket i en något meandrande form för att ge ett mer levande intryck. Möjligheten till meandring begränsas av slänlutningar och grönområdets bredd.

Dagvatten leds från grönytorna till diket längs norra gränsen genom ledningar som korsar den planerade vägytan och mynnar i krongiket. Genom att strypa utloppen kommer

vattennivån att stiga i de skålade ytorna vid kraftiga regn, som då får funktionen av öppna fördröjningsytor. För att säkerställa att dagvatten inte bräddar från grönyterna till intilliggande fastigheter behöver dagvatten vid extrema regn kunna strömma över vägbanan i norr.



Figur 5-5. Exempelskiss för ett svackdike, som till funktionen liknar föreslagna skålade grönytor. Släntlutningen kan för aktuellt planområde göras flackare än den i figuren angivna lutningen 1:3 och den underliggande dräneringen kan utformas i form av exempelvis ett mindre stenfyllt dike. Illustration från WRS.

5.3.4 Blågrönt stråk med permanent våtvolum

För att bevara ett lämpligt vandringsstråk för groddjur från skogspartiet i söder till diket i norr föreslås den östligaste grönytan utformas med en permanent vattenyta lämplig för vandring, ett så kallat "blågrönt stråk". Vattenytan bör sträcka sig genom en trumma under vägbanan. Anläggningen kommer till sin funktion att likna en utsträckt våt damm med en utloppströskel som ger avtappning över en viss vattennivå. Om grönytan ska vara vattenhållande även under långvariga torrperioder behövs ett relativt stort permanent vattendjup samt med fördel ett underliggande tätskikt som förhindrar infiltration.

5.3.5 Våt damm

Sedimentationsdammar, eller våta dammar, avser dammar med en permanent vattenyta till skillnad från infiltrationsdammar som tillåts torka ut. Dammarnas volymer brukar delas upp i två delar: en permanentvolym samt en reglervolym. Dammen dimensioneras för att kunna motta en temporär reglervolym av dagvatten, som motsvarar dammens fördröjningskapacitet. Generellt behövs ett basflöde för att upprätthålla den permanenta vattenytan. Överslagsmässigt brukar den permanenta vattenytan i en damm ges en area på ca 70-250 m²/ha_{red} för att få bästa möjliga rening. Ett exempel på utformning av en våt damm visas i Figur 5-6. I den aktuella exempel bilden kan också ses hur dammen sträcker sig under en vägyta, vilket är ett exempel på hur det blågröna stråket (Kapitel 5.3.4) kan länka samman områdena söder och norr om vägbanan.

En sedimentationsdamm kan utjämna och minska flödes hastigheter och vid korrekt utformning och dimensionering ha en hög reningseffekt genom exempelvis sedimentation, växtupptag och fastsättning. Andra fördelar med dammar är bland annat estetiska värden och att de kan utgöra naturliga habitat i urbana miljöer. Olika typer av dammar rekommenderas i allmänhet som en lösning för dagvattenhantering för avrinningsområden

större än 4 men mindre än 260 hektar. En sedimentationsdamm kräver underhåll som till exempel avlägsnande av sediment var 2 – 5 år och rensning av galler från skräp.



Figur 5-6. Exempel på våt damm, där delar av dammen sträcker sig under en vägbana.

5.4 Effekt på recipient

Den föreslagna exploateringen inom planområdet innebär i allmänhet en ökning av föroreningsbelastningen i orenat dagvatten, dock minskar belastningen av näringsämnen. Förändringarna förklaras av att natur- och jordbruksmark delvis hårdgörs och bebyggs, vilket generellt ger upphov till en ökad transport av exempelvis metaller, oljor och andra miljöskadliga ämnen men samtidigt minskar urlakningen av näringsämnen och partiklar.

Med föreslagna lösningar för dagvattenhanteringen, med avledning i öppna diken till dammar och grönstråk, förväntas dock föroreningsbelastningen reduceras till nivåer i paritet med den för befintlig markanvändning. Beräkningarna indikerar att en viss ökning kan förväntas för vissa ämnen. Ökningen är dock liten, som mest något tiotal gram per år, och kan inte förväntas ha någon påverkan på föroreningskoncentrationerna i en recipient av Mälaren-Görvälns storlek. För många av de ämnen som beräknas öka är också schablonvärdena enligt StormTac mycket osäkra, se Bilaga 1. Ytterligare rening kommer också ske under dagvattnets vidare transport längs krongiket. I beräkningarna har det inte tagits hänsyn till att det sannolikt mest förorenade dagvattnet, från verksamhetsområdet i öster, omhändertas i det blågröna stråket i öster som normalt har högre reningseffekt än ett svackdike.

Sammantaget bedöms det därför vara osannolikt att den planerade exploateringen har en negativ påverkan på vattenförekomsten Mälaren-Görvålns miljö kvalitetsnormer.

5.5 Extremregn

För att extremregn, exempelvis ett 100-årsregn, ska kunna omhändertas på ett säkert sätt behöver planområdets höjdsättning utföras så att dagvattnet avrinner bort från byggnader och vidare mot gatumark, där det kan avrinna ytledes längs diken och vägbanor mot krongiket i norr. Byggnader behöver således anläggas högre än gatumark enligt principen i Figur 5:3. Inom delavrinningsområde A kommer stora mängder dagvatten ansamlas i grönstråken som utnyttjas som fördröjningsmagasin. För att grönyrtorna inte ska översvämmas och skada omkringliggande byggnader vid extrema regn måste dagvatten kunna brädda över vägytan i norr, som därmed behöver ligga lägre än byggnaderna.

Inom delavrinningsområde B behöver höjdsättningen utföras så att det bildas ett obebyggt lågstråk runt diket som löper ut mot dammen i nordväst, så att diket kan brädda utan att orsaka skador på byggnader i händelse av särskilt kraftiga regn. Dammen behöver förses med ett omlöp för särskilt kraftiga flöden för att sedimenterade föroreningar inte ska återföras till vattenmassan.

5.6 Kostnadsuppskattning

En grov bedömning av investerings- och driftkostnader för åtgärdsförslagen är baserade på schablonkostnader för olika åtgärder vid dagvattenhantering hämtade från VISS, se Tabell 5-1. För anläggning av diken har kostnaden antagits vara hälften av den för att anlägga ett svackdike. De uppskattade kostnaderna för planområdet redovisas i Tabell 5-2.

Tabell 5-1. Schablonkostnader för föreslagna dagvattenåtgärder. Uppgifterna är hämtade från VISS (2016-04-15). För anläggning av diken har kostnaden antagits vara hälften av den för att anlägga ett svackdike.

	Schablonkostnader			
	Investeringskostnad		Driftkostnad	
Svackdiken	300	kr/m	1,41	kr/m/år
Våt damm	2 500 000	kr/ha	20 000	kr/ha/år
Diken	150	kr/m	1	kr/m/år
Trumma	200 000	kr/st	12 000	kr/år

Tabell 5-2. Uppskattade kostnader för föreslagna dagvattenåtgärder inom planområdet.

	Omfattning		Investeringskostnad (kr)	Driftkostnad (kr/år)
Svackdiken	300	m	90 000	423
Våt damm	1 150	m ²	287 500	2 300
Diken	3 000	m	450 000	3 000
Trumma	1	st	200 000	12 000
Totalt			1 027 500	17 723

Svackdike/skålade grönytor: Dimensionerna, samt de lokala förutsättningarna bestämmer investeringskostnaderna för anläggning av de skålade grönytor. Schablonvärden för löpande kostnader, såsom skötselkostnader varierar kraftigt beroende på vilka komponenter man valt att räkna in och det är svårt att uppskatta denna kostnad.

Våt damm: Installationskostnaden för anläggning av en våt damm är enligt schablonvärden i VISS 2 500 000 kr/ha. Underhållskostnaden är ca 20 000 kr/ha/år enligt VISS. Prisuppgiften har använts i detta beräkningsexempel, men det är möjligt att kostnaden är något högre per kvadratmeter eftersom kostnaden för maskiner blir utslagen över en mindre yta.

I underhållskostnaden ingår tillsyn av anläggningen och lättare underhåll såsom gräsklippning, bortrensning av skräp osv. Muddring av sediment ingår inte i den löpande kostnaden.

Vandringspassage för groddjur: Installationskostnad för en trumma är enligt schablonsvärden i VISS 10 000-1 000 000 kr beroende på typ av trumma (dimension, materialval, hel/halv trumma osv) och lokala förutsättningar, kostnadsuppskattningen är därmed grov. Ovan givna värde är ett schablonvärde baserat på installation av ny trumma under en mindre väg. Underhållskostnaden antas vara omkring 12 000 kr/år enligt VISS.

Dike: Värdena kommer enligt VISS från Jordbruksverkats rapport 2013:15 och inkluderar kostnad för ianspråktagen mark. Observera att ändrad släntlutning i den övre delen av diket kan innebära omprövning av villkor, även om det i de flesta fall inte är nödvändigt. Löpande kostnader för ett dike är låga, enligt VISS och en kostnad om 1 kr/m har satts i detta fall.

6 Fortsatta utredningar

Planområdet kommer i ett senare skede detaljprojekteras med avseende på vägar, höjdsättning och avledning av dagvatten. Exakta dikessträckningar och strömningsriktningar längs gatumark behöver då fastställas. Dagvattnet inom delavrinningsområde A bör så långt det är möjligt fördelas ut mellan de föreslagna anläggningarna, så att inte en enskild anläggning överbelastas. Dimensioneringen behöver då också ses över om förutsättningarna har ändrats.

Om det vid detaljprojekteringen visar sig att de föreslagna dikena behöver ha alltför stora dimensioner kan de behöva ersättas av ledningar i lokalvattna. Detta skulle dock innebära att en del av systemets tröga avledning försvinner och ger en sämre rening av dagvattnet. Om ledningar ändå behöver anläggas för att systemet ska ha tillräcklig kapacitet kan området behöva upptas i kommunalt verksamhetsområde för dagvatten.

6.1 Ansvarsgränser

Planområdet planeras inte ingå i kommunalt verksamhetsområde för dagvatten. Dagvattnet föreslås avledas öppet inom fastighetsmark för att möjliggöra infiltration. Överskottsvatten kan omhändertas i diken längs lokalvattna, som även avleder dagvatten från gatumark. Med en gemensam avledning för dagvatten från gatu- och kvartersmark minskar systemets totala behov av underhåll och skötsel eftersom det inte behövs dubbla system med både diken och ledningar. Eftersom avledning sker via vägdiken bör väghållaren, eventuellt i samverkan med en samfällighet, ansvara för drift och skötsel av dikessystem. En samfällighet bör ansvara för drift och skötsel av och fördröjningsanläggningar i de föreslagna grönstråken.

Generellt gäller att väghållaren ansvarar för avledning av vägdagvatten, så eventuellt kan infartsgatan längs planområdets norra gräns ligga under annan parts ansvar beroende på vem som kommer vara väghållare. I ett detaljplaneområde som ligger utanför verksamhetsområde för dagvatten styrs ansvaret för dagvattenhanteringen av miljöbalkens regler. I praktiken ligger ansvaret då på enskilda fastighetsägare som har behov av att leda bort vatten, kommunen ska i detaljplanen visa att dagvattenhanteringen kan lösas. I detaljplanen kan kommunen också reglera lokalisering av gemensamma anläggningar som krävs för dagvattenhantering. Ansvaret för anläggningarna kan även regleras i detaljplanen.

7 Referenser

- Dahlström, B. 2010. *Regnintensitet – en molnfysikalisk betraktelse*. SVU-rapport 2010-05.
- Havs- och vattenmyndigheten. 2016. *Följder av Weserdomen. Analys av rättsläget med sammanställning av domar*. Rapport 2016:30.
- Larm, T. 2000. *Utformning och dimensionering av dagvattenreningsanläggningar*. VA-FORSK-rapport 2000-10.
- Regionplane- och trafikkontoret. 2009. *Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp*.
- SGU, 2017. *Sveriges Geologiska undersökning*, <http://sgu.se/>, hämtat 2017-05-03.
- Structor, 2011. *Markavvattningsföretag Södra Färingsö, Ekerö kommun*. Rapport M1100097.
- Svenskt Vatten. 2016. *P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem*.
- VAV. 1983. *P46 Lokalt omhändertagande av dagvatten – LOD*. Svenska Vatten- och Avloppsföreningen
- VISS. 2017. *Vatteninformationssystem Sverige*, <http://viss.lansstyrelsen.se/>, hämtat 2017-05-04.

Bilagor

Bilaga 1 – Osäkerheter i StormTac