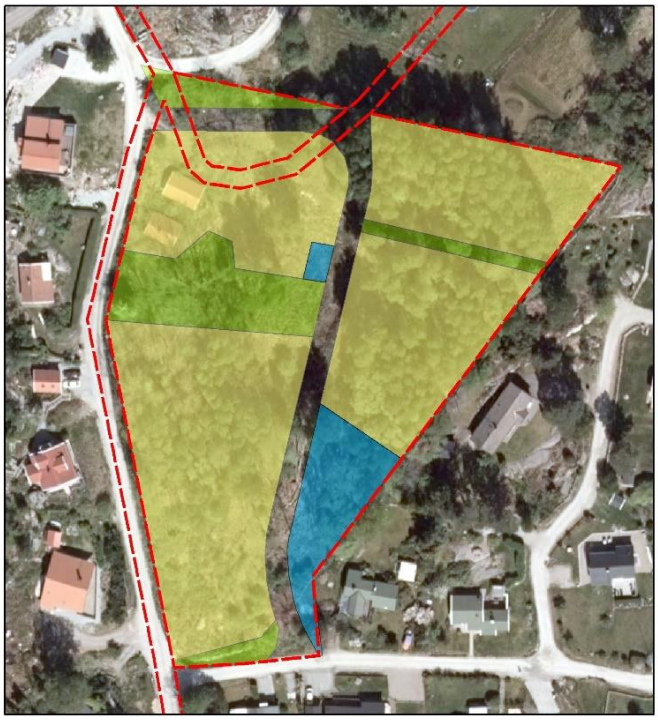
VSD- OCH SKYFALLSUTREDNING

TJÖRNS KOMMUN

Dagvatten-, VA- och skyfallsutredning av detaljplan Hövik 3:33
UPPDRAGSNUMMER 13011395



2020-12-04

VA-SYSTEM SYD

UPPDRAGSLEDARE | LINNEA LARSSON
HANDLÄGGARE | NATHALIE ROOS
KAPACITETSKONTROLL VA-NÄT | MARTIN HELLBERG
GRANSKARE VA | MARTIN HELLBERG & LINNEA LARSSON
GRANSKARE DAGVATTEN OCH SKYFALL | ANNA DAHLSTRÖM

SWECO

Sammanfattning

För detaljplanearbete för fastigheten Hövik 3:33 har en dagvatten-, VA- och inledande skyfallsutredning gjorts. Utredningen beskriver planområdets förutsättningar i dagsläget med bland annat befintliga lågpunkter och flödesvägar, geologiska förutsättningar, befintliga ledningsnät i och omkring området samt status hos recipient enligt miljökvalitetsnormer fastställda av länsstyrelsen.

För planområdet planeras bebyggelse av nio enfamiljshus i form utav villor, en genomgående lokalgata samt område för naturmark och anläggning av en dagvattendamm.

Området sydost om planområdet upplever under höst- och vårperioder (perioder med högre dagvattenflöden) problem med översvämning i det dike som ingår i det lokala dagvattennätet. Föreslagna dagvattenåtgärder inom planområdet tar hänsyn till detta i ett försök att minska problematiken.

Utredningen har kommit fram till att dagvattendammen bör dimensioneras för att hantera en dagvattenvolym om 300 m^3 för att möta de rekommendationer som framförs av Svenskt Vatten. Den inledande skyfallsanalysen pekar på en del problem med marknivåer inom området där dagvatten vid skyfall kan orsaka problem och det rekommenderas att en fördjupad skyfallsutredningen genomförs i ett efterföljande skede.

Tillkommande flöden för dricks- respektive spillvatten har kontrollerats mot befintlig VA-modell för området. Inga kapacitetshöjande åtgärder krävs och även brandvattenförsörjningen för det tillkommande området fungerar.

Denna utredning innefattar en inledande skyfallsanalys som främst syftar till att i ett tidigt skede lokalisera och påvisa problem och förutsättningar för skyfallshantering inom och omkring planområdet. Utredningen har identifierat problem med höjdsättning av mark och sekundära avrinningsvägar. En fördjupad skyfallsanalys bör därför utföras för att kunna ta fram lämpliga förslag på åtgärder och lösningar vid händelse av skyfall.

Sweco
Spannmålsgatan 9

SE 291 32 Kristianstad, Sverige
Telefon +46 44 785 22 00
Fax +46 44 12 92 60
www.sweco.se

Sweco Environment AB
RegNo: 556346-0327
Styrelsens säte: Stockholm

Nathalie Roos
Civilingenjör - VA
Kristianstad

Mobil +46 76 890 03 71
nathalie.roos@sweco.se

Innehållsförteckning

1	**Inledning**	**1**
1.1	Omfattning	1
1.2	Riktlinjer för planering av VA och dagvatten	1
1.3	Svenskt Vattens publikationer	1
1.4	Underlag	2
2	**Områdesbeskrivning**	**3**
2.1	Befintligt område	3
2.2	Efter exploatering	4
3	**Befintliga förutsättningar**	**5**
3.1	Avrinningsområden och flödesvägar	5
3.2	Lågpunkter	6
3.3	Geotekniska förutsättningar och grundvatten	6
3.4	Verksamhetsområde, befintliga ledningar och anslutningspunkter	8
3.5	Vägförening och befintlig dagvattenavledning	9
3.6	Recipienter och miljökvalitetsnormer	10
3.6.1	Hake Fjord (SE575700-114240)	10
3.7	Förorenade områden	10
3.8	Markavvattningsföretag och diken	10
4	**Vatten och avlopp**	**11**
4.1	Förväntat dricksvattenbehov	11
4.1.1	Brandvattenförsörjning	12
4.2	Förväntat spillvattenflöde	13
4.2.1	Kapacitetskontroll ledningen i Ägge Pers väg	14
4.2.2	Kapacitetskontroll pumpstationen vid Ägge Pers väg	15
4.3	Föreslagen ledningsdragning och anslutningspunkter för VA	16
5	**Dagvatten**	**18**
5.1	Beräkningsmetod	18
5.2	Befintliga dagvattenflöden	18
5.2.1	Planområde	18
5.2.2	Planområde inklusive uppströms avrinningsområde	19
5.3	Förväntade framtida dagvattenflöden	20
5.4	Fördröjningsbehov	20
5.5	Förslag på markytor och anläggningstyper lämpliga för fördröjning och rening av dagvatten	21

5.6 Anslutningspunkter 23
5.7 Beskrivning av föreslagna fördröjnings- och reningsanordningar för dagvatten 24
5.7.1 Damm 24
5.7.2 Multifunktionella ytor 24
5.8 Föroreningsanalys 25
5.8.1 Koncentrationer och mängder 26
5.8.2 Påverkan på MKN 28

6 Inledande skyfallsanalys 31
6.1 Beräkningar 31
6.2 Rekommenderade skyfallsåtgärder 32
6.2.1 Höjdsättning av mark 32
6.2.2 Sekundära avrinningsvägar 33
6.2.3 Fördjupad skyfallsanalys 34

7 Globala hållbarhetsmål 35

8 Litteraturförteckning 36

1 Inledning

Sweco har den 2020-05-25 fått i uppdrag av Tjörns Kommun att ta fram en dagvatten-, VA- och skyfallsutredning inför upprättande av detaljplan för fastigheten Hövik 3:33 på Tjörn. Syftet är att utreda markens lämplighet för exploatering, vilka förutsättningar som finns för goda VA- och dagvattenlösningar samt vilka konsekvenser planen för med sig, även beträffande skyfall. Detaljplanen ska pröva förutsättningar för att anlägga nio enfamiljshus.

1.1 Omfattning

Uppdragets omfattning utgörs av följande punkter:

- Analys och beskrivning av befintligt VA-nät inom och omkring planområdet.
- Uppskattning av framtida VA-situation genom beräkning av flöden samt kontroll av trycklinjer i befintlig dricks- och spillvattenmodell (framtagen av Sweco i tidigare projekt).
- Analys av dagvattensituationen innan respektive efter exploatering (beräkning av flöden och fördröjningsbehov samt föroreningsbelastning).
- Beskrivning av recipient samt bedömning av planens påverkan för att uppnå MKN.
- Inledande skyfallsanalys med framtagande av rinnvägar och lågpunkter.
- Översiktlig beskrivning och rekommendation av lämplig placering för ledningsstråk, dagvattenanläggning/-ar samt skyfallshantering.

1.2 Riktlinjer för planering av VA och dagvatten

VA-plan och dagvattenplan för Tjörns kommun är i aktuellt skede ännu inte fastställda av kommunfullmäktige. En utgångspunkt för hantering av dagvatten (enligt avropsförfrågan för uppdraget från Tjörns kommun) är att utifrån områdets naturliga förutsättningar föreslå lämpliga åtgärder för avledning, fördröjning och rening av dagvatten. Lokalt omhändertagande förespråkas för att minimera anläggandet av nya ledningssystem och således minska framtida kostnad och eventuell negativ miljöpåverkan.

Övriga riktlinjer och dokument som styr planering och hantering av VA- och dagvatten är Svenskt Vattens publikationer (se nedan) samt riktvärden för utsläpp av dagvatten till recipient (se vidare kapitel 5.8 Föroreningsanalys).

1.3 Svenskt Vattens publikationer

Svenskt Vattens P83 är en publikation med anvisningar för dimensionering och utformning av allmänna vattenledningsnät (Svenskt Vatten 2001). Ur publikationen hämtas främst information om vattenförbrukning i hushåll och industrier såväl som för allmän platsmark och brandvattenförsörjning.

Svenskt Vattens P110 är en publikation som ger rekommendationer för hur nya exploateringsområden ska uppnå uppsatta funktionskrav för skydd av anläggningar och bebyggelse (Svenskt Vatten 2016). Huvudbudskapen i P110 är övergripande krav och förutsättningar för samhällenas avvattning i form av riktlinjer för dimensionering och utformning av nya dagvattenledningar, dimensionering och utformning av nya spillvattenledningar samt hur vatten från husgrundsdräneringar ska avledas och tas om hand.

Det nya planområdet ingår i tät bebyggelse, varför Svenskt Vatten förespråkar en dimensionerande återkomsttid för fylld ledning är 5 år och för trycklinje i marknivå 20 år. Dimensionering sker med klimatfaktor 1,25 för att ta höjd för klimatförändringar.

1.4 Underlag

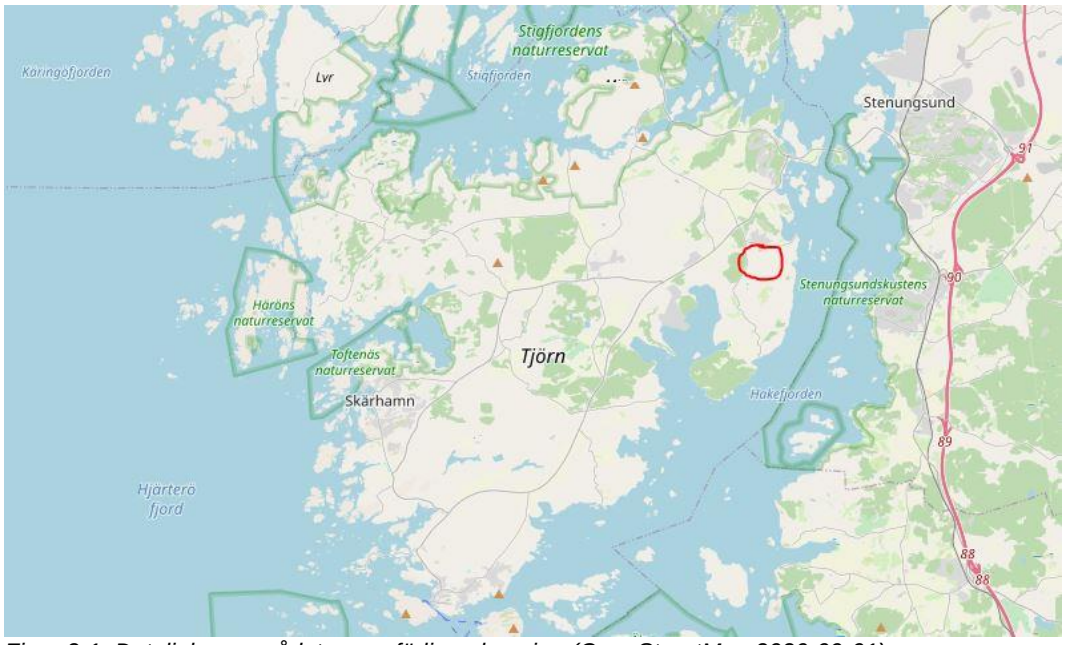
Det underlag som använts vid framtagande av denna rapport utgörs av:

- Plankarta och ortofoto tillhandahållna av beställare 2020-05-28.
- VA-plan och dagvattenplan för Tjörns kommun (dock ej ännu fastställda av kommunfullmäktige).
- Miljöförvaltningens riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till recipient och dagvatten, R 2013:10 (Göteborgs Stad 2013).
- Rapport *Mätkampanj 2017* utförd av länsstyrelsen i Västra Götaland (2018).
- PM – nya planområden (Södra Bohusläns räddningstjänst 2020) (OBS endast utkast).
- SGU:s jordartskarta i skala 1:25 000 – 1:100 000.
- SGU:s jorddjupskarta.
- Miljökvalitetsnormer inhämtade från Vatteninformationssystem Sverige (VISS).
- Naturvärdesinventering utförd av Ecocom, daterad 2020-01-29.
- Arkeologisk utredning utförd av Bohusläns Museum (Alfsdotter 2015).
- Höjddata nedladdad från SCALGO Live 2020-05-29.
- Ledningsnät och vattengångar (erhållet från beställare 2020-06-01).
- Foton från planområde tillhandahållna av beställare.
- Inmätning av befintligt dike tillhandahållen av beställare.

2 Områdesbeskrivning

2.1 Befintligt område

Detaljplaneområdet omfattas idag av en cirka 1,2 ha stor fastighet och ligger på Tjörn vid Sveriges västkust, cirka 4 mil norr om Göteborg. Fastigheten, som är privatägd, ligger cirka 2 km söder om tätorten Höviksnäs och cirka 3 km från väg 169 (Figur 2-1) och är i dagsläget obebyggd med undantag för en komplementbyggnad och en befintlig, förfallen bostadsbyggnad.



Figur 2-1. Detaljplaneområdets ungefärliga placering (OpenStreetMap 2020-09-01).

Området är i dagsläget bevuxet med hög och tät blandskog (se Figur 2-2) och utgörs av delvis kuperad före detta jordbruksmark. Förutom områdets nordöstra hörn och en slänt i väst är området dock relativt flackt och tydliga diken löper i områdets centrala delar i huvudsakligen nord-sydlig riktning. Den naturvärdesinventering som gjorts visar på att området innefattar två naturvärdesobjekt, båda vilka erhållit naturvärdesklass 4 vilket är den näst lägsta klassen (Ecocom 2020). Båda naturvärdesobjekten utgörs av naturtypen skog och träd varav man önskar bevara de askar som förekommer inom naturvärdesobjekt 2, se Figur 2-3.

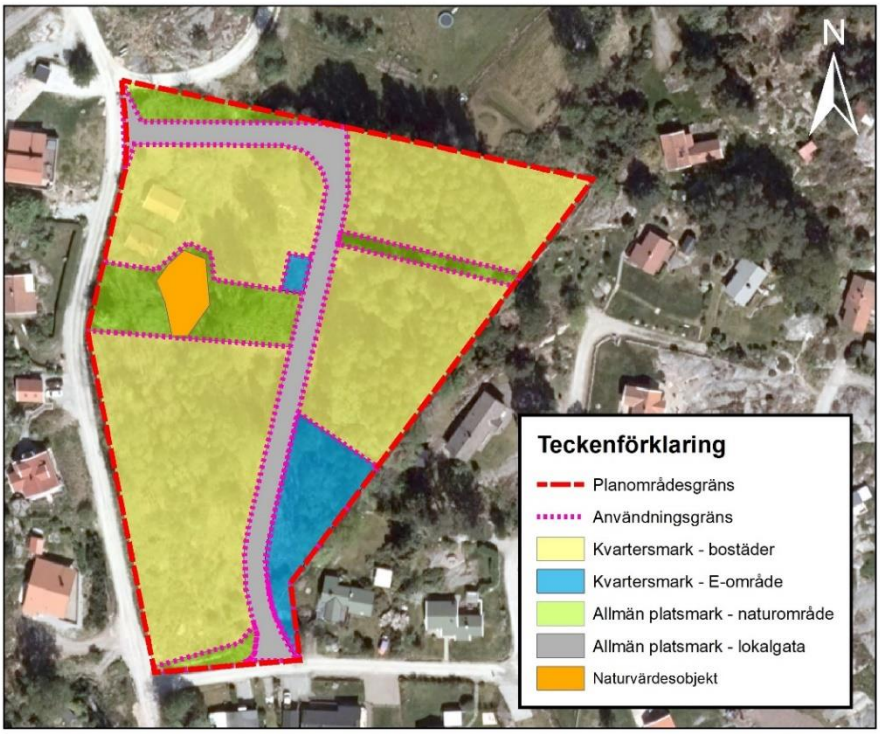
Exploateringen innebär en förtätning av området som idag redan omgärdas av angränsande fastigheter och befintlig bebyggelse, till vilka aktuellt planområde ligger förhållandevis lågt. Befintlig bebyggelse i omgivningen är blandad och kännetecknas av fritidshus samt större om- och tillbyggda hus av villakaraktär.

Figur 2-2. Befintlig mark inom exploateringsområdet.

2.2 Efter exploatering

Syftet med detaljplanen är att möjliggöra för byggandet av nio bostäder i form av enfamiljshus. De träd som lokaliserats i naturvärdesområde 2 ska bevaras och här planerar man därför för naturmark som kan nyttjas i rekreationssyfte.

Den tänkta utformningen för planområdet framgår av Figur 2-3. Figuren är framtagen av Sweco utifrån gränser definierade i utkast till plankarta tillhandahållet av beställare 2020-08-24. E-området i planområdets sydöstra hörn utgör yta där dagvattenanläggning kan implementeras.



Figur 2-3. Tänkta användningsområden inom planområdet, baserat på utkast till plankarta tillhandahållen av beställare.

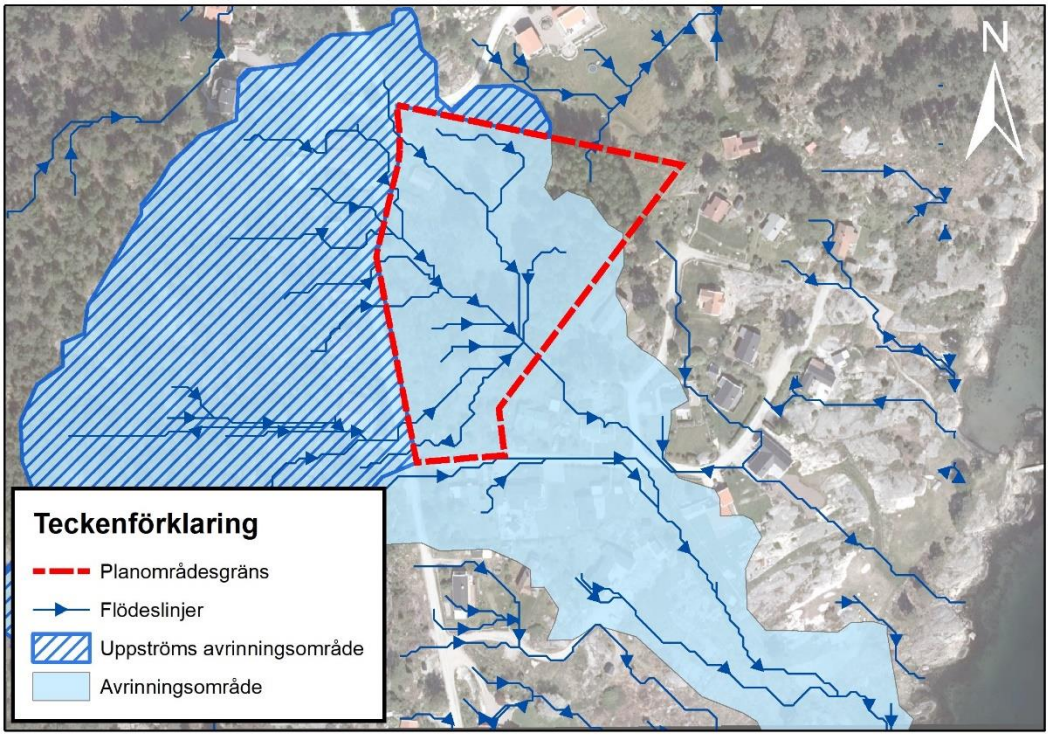
3 Befintliga förutsättningar

3.1 Avrinningsområden och flödesvägar

För analys av avrinningsområden och lågpunkter nyttjas höjddata hämtad från Scalgo och med hjälp av denna höjddata har flödesvägar tagits fram i programmet ArcGIS. Flödesvägarna genereras enbart utifrån topografi och ingen hänsyn tas till exempelvis underjordiska anläggningar som kan påverka flödesvägarna. Höjddata kan inte kopplas till en händelse av specifik återkomsttid och ingen information ges om flödesvägarnas verkliga storlek, vattnets rinnhastighet eller liknande.

Det framgår av Figur 3-1 att större delen av detaljplaneområdet ligger inom samma delavrinningsområde och att dagvatten som alstras här har en gemensam utflödespunkt från området. Det är endast den nordostliga hörnan av området som har ytlig avrinning åt annat håll och vars dagvatten istället rinner i nordostlig riktning. Recipient för allt dagvatten är Hake fjord, se avsnitt 3.4.

Uppströms avrinningsområde till detaljplaneområde är cirka 3,5 ha stort och består till största del av orörd naturmark på högre höjd. Sju fastigheter med bostäder ligger uppströms detaljplaneområdet.

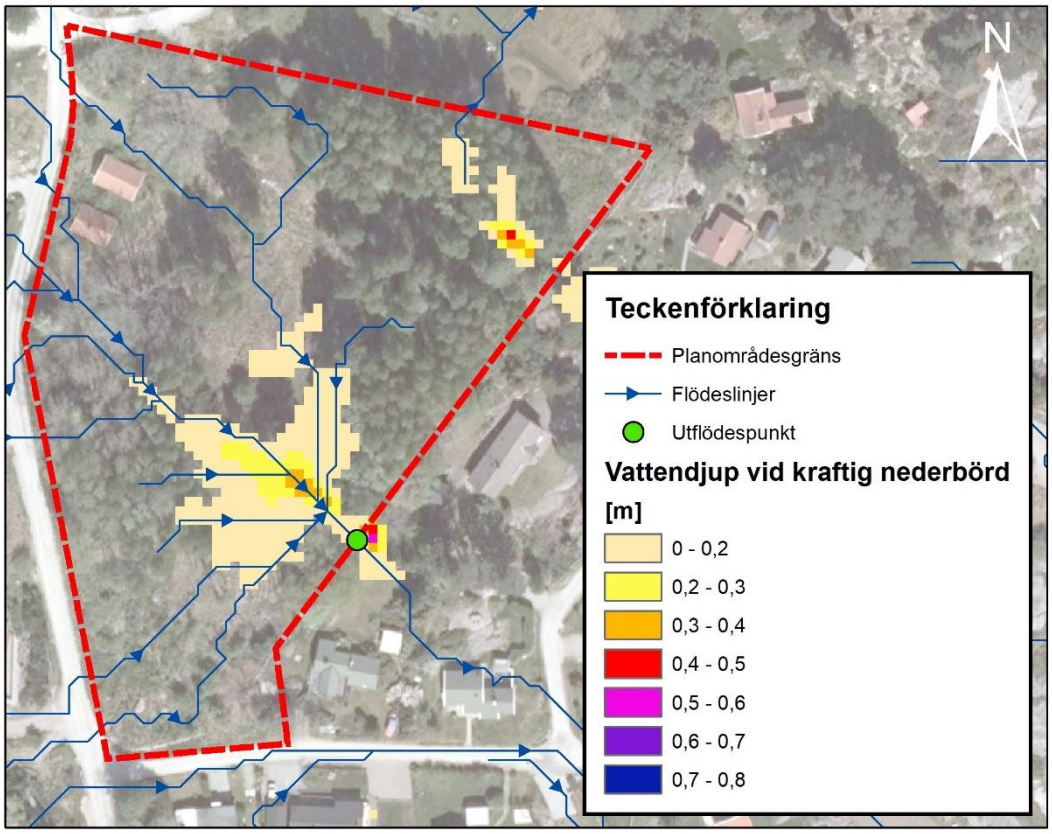


Figur 3-1. Avrinningsområde och flödesvägar inom och strax utanför aktuellt detaljplaneområde (Scalgo Live).

3.2 Lågpunkter

Centralt inom detaljplaneområdet finns en sumpmark som är det lägst belägna partiet inom området. Hit leds dagvatten (och enligt den arkeologiska utredningen troligen även dräneringsvatten från omgivande fastigheter) via anlagda diken som har en huvudsaklig nord-sydlig riktning. Vatten flödar ut ur området huvudsakligen genom utflödespunkt markerad med grönt i Figur 3-2.

Det framgår av Figur 3-2 att vattendjupet av det dagvatten som vid kraftiga regn blir stående huvudsakligen uppgår till 0 - 0,2 meter och att störst vattendjup (0,5 - 0,6 meter) kan uppstå alldeles vid plangränsen vid utflödespunkten.



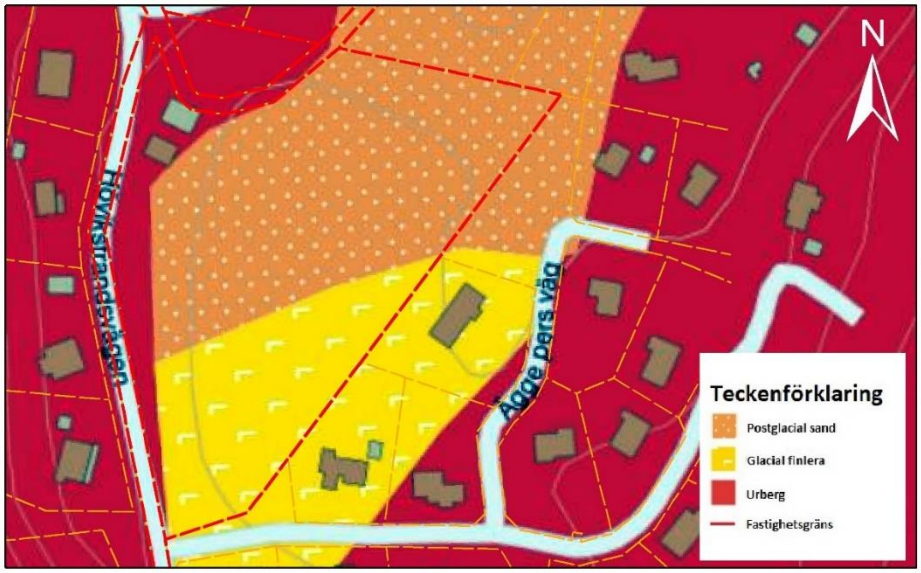
Figur 3-2. Lågpunkter inom detaljplaneområde.

3.3 Geotekniska förutsättningar och grundvatten

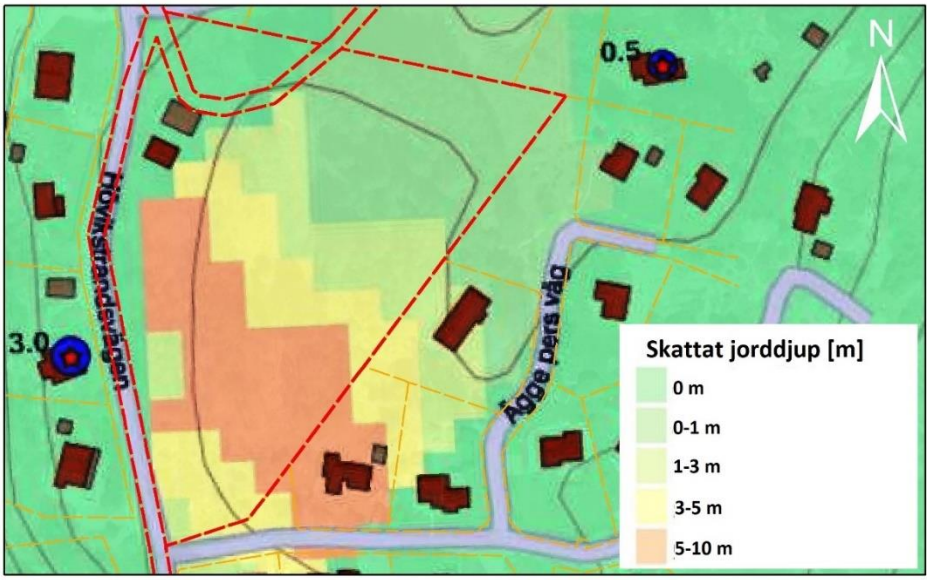
En analys av SGU:s jordartskarta i skala 1:25 000 – 1:100 000 visar på att aktuellt planområde till största del består av postglacial finsand och glacial finlera omgärdat av urberg (Figur 3-3). Sand har en generellt god infiltrationsförmåga som normalt möjliggör för infiltration av dagvatten, dock kan ur Figur 3-4 utläsas att mäktigheten av detta jordlager varierar mellan endast 0 till 5 meter och på ytterst litet område mellan 5 och 10 meter.

Finlera har en generellt ogynnsam infiltrationsförmåga. Detta innebär att möjligheterna till infiltration av dagvatten sannolikt är begränsade i området.

Inga uppgifter om grundvattennivåer har erhållits men ur den arkeologiska utredningen framgår att schakt som grävdes ur i januari månad 2015 snabbt fylldes med grundvatten (Alfsdotter 2015), varför grundvattennivån antas ligga högt. Förekomst av höga grundvattennivåer kan innebära behov av att anlägga dagvattenanläggningar med tätskikt för att magasineringskapaciteten inte ska minska till följd av inläckande grundvatten.



Figur 3-3. Jordarter inom aktuellt detaljplaneområde (SGU).



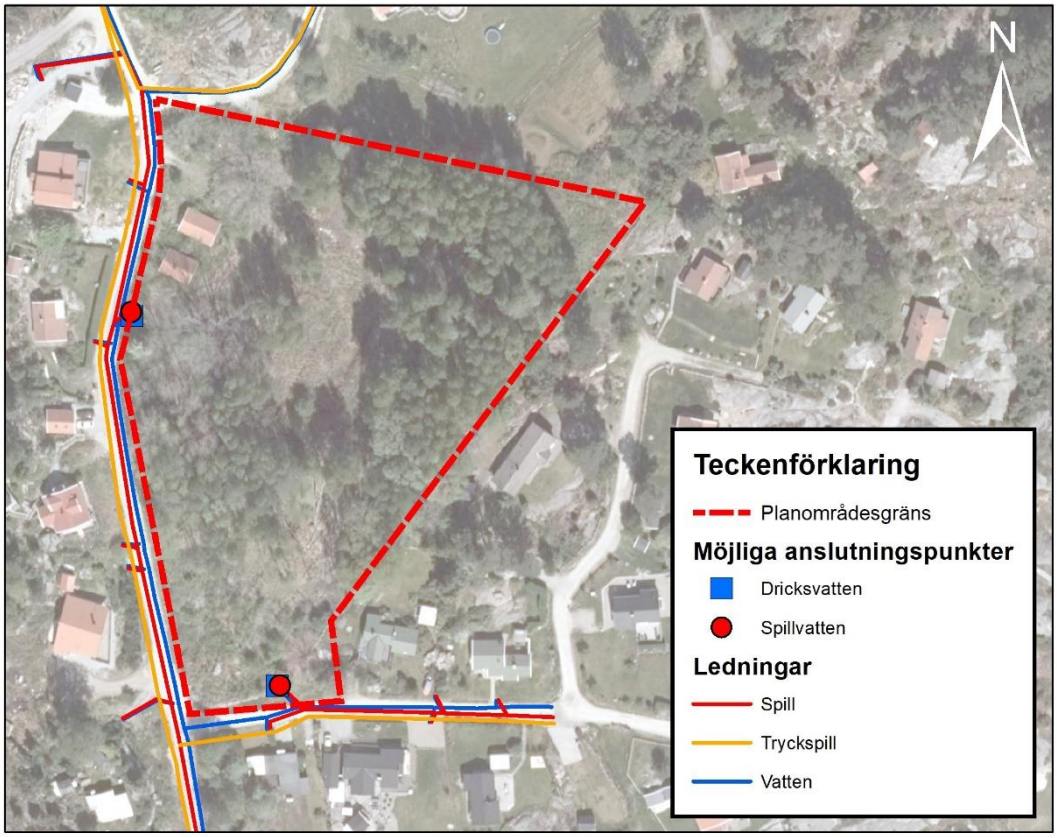
Figur 3-4. Jorddjup inom aktuellt detaljplaneområde (SGU).

3.4 Verksamhetsområde, befintliga ledningar och anslutningspunkter

Området ligger inom verksamhetsområde för spillvatten och dricksvatten. Verksamhetsområde för dagvatten saknas i dagsläget och är inte heller planerat att införas inom den närmaste tiden.

Av Figur 3-5 framgår ett urklipp av kommunens befintliga ledningsnät i planområdets närhet (med viss förskjutning av ledningar för tydlighetens skull), tillhandahållet av beställare 2020-06-01. En självfallsledning för spillvatten går längs med planområdets västra gräns och en ligger placerad i vägen direkt söder om området. Självfallsledningen direkt söder om området leder till en pumpstation i öster, som via en trycksatt ledning släpper spillvattnet till den självfallsledning som går väster om planområdet.

För att ansluta spillvatten inom planområdet med självfall rekommenderas att anslutningspunkt vid områdets södra gräns väljs.



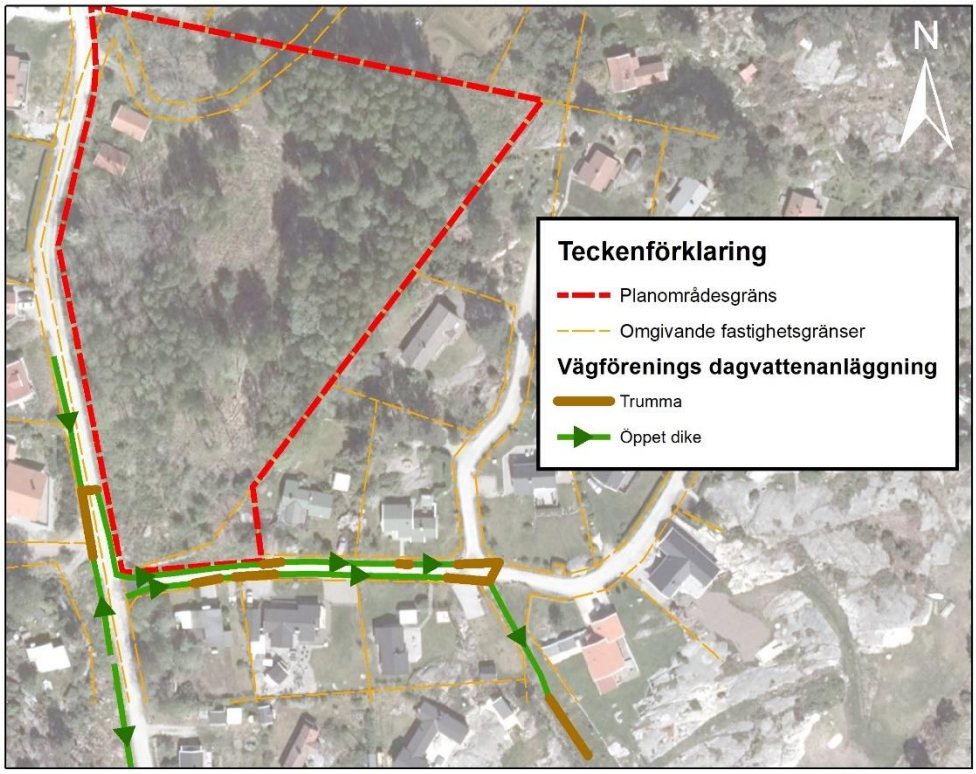
Figur 3-5. Urklipp av befintliga ledningar i planområdets närhet.

3.5 Vägförening och befintlig dagvattenavledning

Allmän platsmark på Tjörn faller under enskilt huvudmannaskap. Marken omkring planområdet ägs av en vägförening vilken också äger de befintliga dagvattenledningar som finns i området. Enligt arbetshandling för vägplan, inhämtat från vägförening via beställare och daterad 2018-10-18, består dagvattenavledning i området i huvudsak av öppna diken längs vägkanter och trummor under infarter till fastigheter. Efter platsbesök har beställare dock konstaterat att dagvattenavledningen längs Ägge Pers väg främst sker via dräneringsrör i makadamdike.

Dikena leder dagvattnet till ett öppet dike sydost om planområdet, se Figur 3-6. Enligt utsago från fastighetsägare sker ofta översvämning av diket under vår och höst (då det ofta är högre dagvattenflöden), vilket påverkar fastigheterna i närheten. I diket har påträffats två övergångar där diket leder vatten in i 225 mm betongrör, cirka 26 respektive 70 meter ifrån Ägge Pers väg. Dimensionen av dessa betongrör är otillräcklig och med stor sannolikhet är det rörens dämmande effekt som orsakar de upprepade översvämningarna.

Ledningen är en 225 mm betongledning, troligen placerad med cirka 2 % lutning enligt inmätningar från platsen, vilket enligt Prandt-Colebrooks formel ger en flödeskapacitet på cirka 70 l/s. Fördelat på storleken av den totala ytan som bidrar med dagvatten till mynningen (5,7 ha) medger detta ett specifikt dagvattenflöde på 12 l/(s, ha).



Figur 3-6. Befintliga dagvattenanläggningar som ägs av vägförening.

3.6 Recipienter och miljökvalitetsnormer

Recipient för dagvatten som passerar genom och uppstår inom aktuellt detaljplaneområde är Hake Fjord vilken omfattas av miljökvalitetsnormer enligt Vatteninformationssystem Sverige (VISS).

3.6.1 Hake Fjord (SE575700-114240)

Hake Fjord är ett cirka 76 km^2 stort kustområde av naturlig härkomst. Dess ekologiska status uppnår i dagsläget ”måttlig” status och dess kemiska status uppnår ”ej god” (VISS 2020). Kvalitetskrav är att recipienten ska uppnå ”god kemisk ytvattenstatus” med undantag för bromerad difenyleter samt kvicksilver och kvicksilverföreningar. Tidsfrist till 2027 råder för tributyltennföreningar. Till 2027 ska recipienten uppnå ”god ekologisk status”.

Av de prioriterade ämnen som bedöms vanligtvis förekommande i dagvatten (bly, kadmium, kvicksilver och nickel) finns för tre av dem information på VISS om uppmätta värden. Uppmätningen av bly och kadmium har hög tillförlitlighetsklassning och överstiger inte de gränsvärden som anges som bedömningsgrund enligt Havs- och Vattenmyndighetens föreskrift om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten (HVMFS 2019:25). Vattenförekomsten bedöms inte uppnå god status med avseende på kvicksilver, men för detta ämne råder också undantag från miljökvalitetsnormerna.

Måttlig ekologisk status beror bland annat på höga halter av näringsämnen så som kväve och fosfor där uppmätta värden för båda ämnena överstiger referensvärde. Detta kan förklaras bland annat av att en utpekad punktkälla till föroreningarna är reningsverk. Andra källor som utpekas är bland annat förorenade områden, jord- och skogsbruk, transport och infrastruktur samt enskilda avlopp.

Även höga halter av koppar är en källa till att recipienten endast uppnår måttlig status. Sedimentprovtagning visar på en uppmätt kopparhalt på 56 400 µg/kg TS vilket överstiger gränsvärdet på 52 000 µg/kg TS.

3.7 Förorenade områden

EBH står för ”efterbehandling av förorenade områden” och är en nationell databas över potentiellt förorenade områden. Enligt EBH-karta för länsstyrelsen i Västra Götalands län finns inga identifierade förorenade områden i eller i närheten av aktuellt planområde. Inga förorenade områden har heller identifierats inom aktuellt delavrinningsområde.

3.8 Markavvattningsföretag och diken

Det aktuella planområdet berörs inte av några markavvattningsföretag. Det dike som omnämns i avsnitt 3.5 är dock enligt länsstyrelsens informationskarta klassat som risk 7 (där 1 är högst risk) gällande erosion, varför detta bör beaktas vid val av avvattningsåtgärder.

4 Vatten och avlopp

4.1 Förväntat dricksvattenbehov

Förväntat dricksvattenbehov beräknas enligt Svenskt Vattens publikation P83 (2001) som anger att hushållsförbrukning för område med färre än 500 brukare ska beräknas som momentanförbrukning. Dimensionerande flöde vid momentanförbrukning beräknas som summan av normflöden för antalet tappställen samt sannolikheten att dessa används samtidigt. Då området är relativt litet tas i beräkningarna ingen hänsyn till så kallad allmän förbrukning.

Inom det aktuella området planeras byggnation av nio enfamiljshus. För antalet tappställen har ett antagande gjorts för generell utformning av småhus och normflöden för respektive tappställe har hämtats ur Boverkets författningssamling (BFS 2002:19). Resultatet av beräkningen redovisas i Tabell 4-1.

Tabell 4-1. Normflöde och summerat flöde för tappställen inom aktuellt planområde.

Tappställe	Normflöde [l/s]	Antal [st]	Flöde [l/s]
WC	0,1	18	1,8
Handfat	0,1	27	2,7
Dusch	0,2	18	3,6
Diskbänk	0,2	9	1,8
Diskmaskin	0,2	9	1,8
Tvättmaskin	0,2	9	1,8
Vattenutkastare	0,2	9	1,8
Summa			15,3

Sannolikheten att alla tappställen utnyttjas samtidigt är mycket liten. Ur Figur 2.24:1 i Svenskt Vattens P83 (2001) kan utläsas att för ett summerat normflöde på 15,3 l/s och för ett normflöde av högst 0,2 l/s (vilket är det största enskilda normflödet för aktuellt fall) blir det sannolika flödet cirka 1,2 l/s. Detta är alltså det beräknade dimensionerande flödet.

Exploateringsområdet kommer att försörjas vid Hakenäsets högzon (HZ) via Tångeröds tryckstegringsstation (TS). Matningen till Tångeröds tryckstegringsstation sker via Höviksnäs högreservoar (HR) som under normala förhållanden har en varierande trycknivå mellan +53 och +51,5 meter. Tångeröds tryckstegringsstation ger cirka 3 l/s vid 25 mvp.

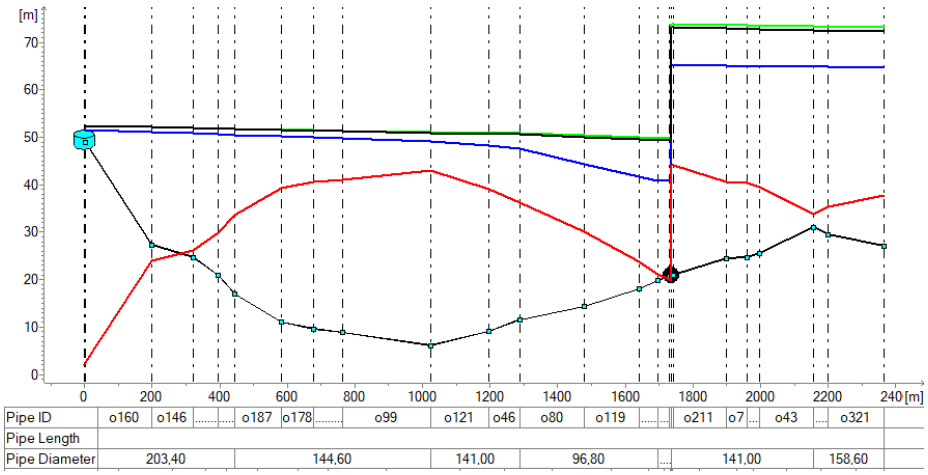
4.1.1 **Brandvattenförsörjning**

Vid exploateringar ska en utredning beträffande brandvattenförsörjning utföras i samband med framtagande av VA-utredningar (Tjörns kommuns VA-plan, ej ännu godkänd av kommunfullmäktige).

Brandvattenförsörjning för konventionellt brandpostsystem ska dimensioneras och utföras enligt Svenskt Vattens publikation P83 (Södra Bohusläns räddningstjänstförbund 2020). Om alternativsystem med tankfordon ska utnyttjas ska tillgänglig brandpost ha en kapacitet om minst 15 l/s och finnas inom en kilometers avstånd från uppställningsplats. För bostadsområde som innehåller flerfamiljshus lägre än 4 våningar, villor, radhus och/eller kedjehus föreskrivs i P83 att släckvattenförbrukning uppgår till 10 l/s.

Då uttag av erforderligt flöde ur brandpost i många fall kräver större ledningsdimensioner än dimensionerande förbrukning för dricksvattenändamål (Tjörns kommuns VA-plan) så bör installation av nya brandposter noggrant övervägas. Detta för att inte orsaka problem med vattenomsättning i ledningarna.

Beräkningar med hjälp av kommunens dricksvattenmodell har gjorts för att visa konsekvensen och eventuella förstärkningsbehov av exploateringen. I Figur 4-1 ses resulterande lägsta trycklinjer vid beräkningar för befintlig belastning, befintlig + framtida belastning samt befintlig + framtida belastning inklusive 15 l/s i brandvattenuttag uppströms tryckstegringsstationen. Vid beräkning av endast abonnentbelastning beaktas maxtim- och maxdygnsfaktor. Vid brandvattenuttag antas det kunna ske i samband med maxtimme, dvs exkl. maxdygnsfaktor. Endast marginella skillnader i trycklinjen kan ses till följd av endast exploateringen och tillgängligt vattentryck når som lägst 19 mvp i anslutning till tryckstegringsstationen vid brandvattenuttag. Det föreligger därmed inga åtgärdsbehov på befintliga system.



Figur 4-1. Resulterande lägsta trycklinjer mellan Höviksnäs HR, via Tångeröds TS, till exploateringsområdet vid olika beräkningsfall. Grön = momentant maxuttag om 3 x medelflöde. Svart = momentant maxuttag inkl. exploatering. Blå = momentant maxuttag inkl. exploatering plus 15 l/s brandvattenuttag strax uppströms Tångeröds TS. Röd = tillgängligt vattentryck över marknivå vid maxuttag, exploatering och brandvattenuttag. Den understa svarta linjen motsvarar marknivå.

Ledningarna mellan Tångeröds TS och planområdet utgörs av PE160 mm och PE180 mm och bör därför ha tillräcklig kapacitet för att tillhandahålla brandvatten om 10 l/s. Dock begränsas kapaciteten i tryckstegringsstationen av dess pumpar och kapaciteten genom Tångeröds tryckstegringsstation är idag därför otillräcklig för uttag av brandvatten. Istället måste uttag ske uppströms, vilket dock fortfarande är inom 1 km från exploateringsområdet. En överslagsberäkning för situationen ges av Tabell 4-2.

Tabell 4-2. Överslagsberäkning för brandvattenförsörjning vid Hakenäsets högzon.

Parameter	**Värde**	**Kommentar**
Qmedel	2,4 l/s	Medelflöde inkl. exploatering inom HZ
Maxtimfaktor (ct)	2,1	Mellan 1,8 till 3,2 enligt P83
Qbr	10 l/s	Brandvatten enligt P83
Qmedel * ct + Qbr	15 l/s	Erforderlig kapacitet Tångeröd TS inkl. brandvatten
f(L=800 m, d=158 mm)	3,5 m	Ungefärlig tryckförlust över 800 meter PE180
vmax	0,8 m/s	Maxhastighet genom PE180 vid 15 l/s

Att uppgradera tryckstegringen för att även bära brandvatten skulle resultera i en cirka 3,5 meter ytterligare avsänkning av trycklinjen, vilket skulle ge närmare 40 mvp i resulterande trycknivå utanför exploateringsområdet. Matarledningen i högzonen kan klara brandvattenbehovet om den befintliga tryckstegringsstationen uppgraderas men det rekommenderas att man istället utnyttjar brandpost uppströms stationen.

4.2 Förväntat spillvattenflöde

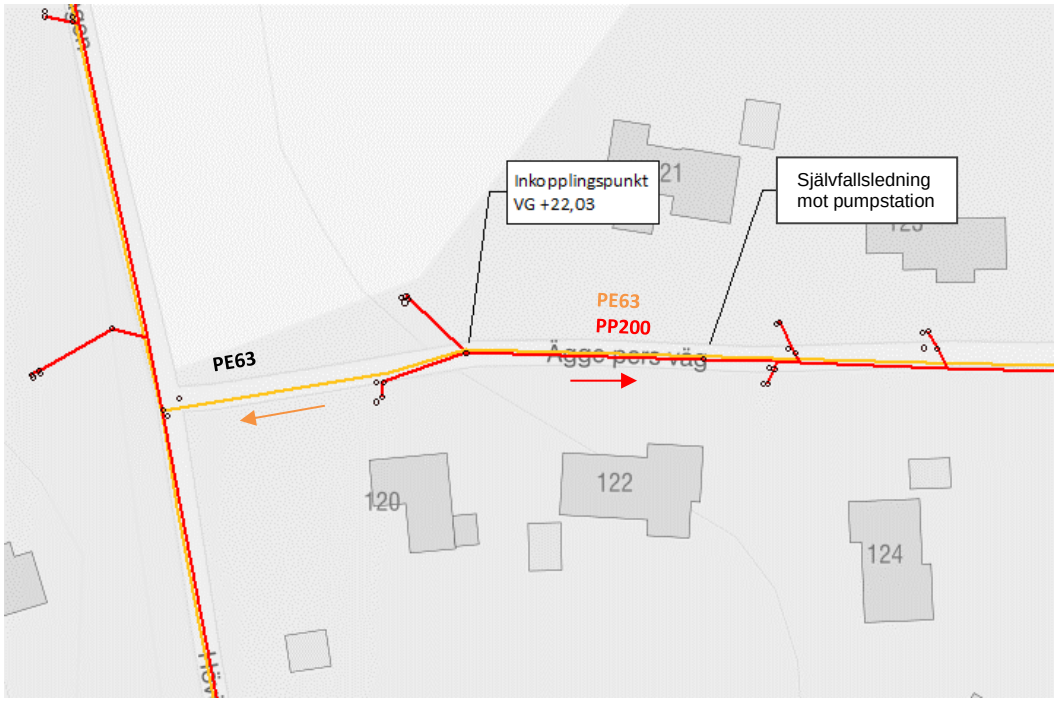
Väsentligen allt dricksvatten som levereras till abonnent kommer att bilda spillvatten (Svenskt Vatten 2016). För det aktuella fallet, där planområdet endast innefattar tomter för enfamiljshus, antas att dimensionerande spillvattenflöde är detsamma som dricksvattenbehovet, alltså 1,2 l/s. Spillvattenflöde ska även dimensioneras för potentiellt tillskottsvatten. I Svenskt Vattens P110 presenteras förslag på schablonvärden för inläckage, se Tabell 4-3. Då ingen indikation finns vad gäller aktuellt tillskottsvatten antas värden i det lägre intervallet. Exploateringsområdet omfattar cirka 1,16 ha så det totala dimensionerande flödet för spillvattenledning uppgår således till 1,2 + 0,06 + 0,23 ≈ 1,5 l/s, d v s dimensionerande abonnentbelastning plus inläckage torrväder plus inläckage regn.

Tabell 4-3. Beräknat inläckage i spillvattennätet enligt Svenskt Vattens P110.

	Inläckage enligt P110 [l/(s, ha)]	**Inläckande flöde för aktuellt område [l/s]**
Torrt väder	0,05 – 0,15	1,16 ha x 0,05 l/s, ha = 0,06 l/s
Regnväder	0,2 – 0,7	1,16 ha x 0,2 l/s, ha = 0,23 l/s

Spillvattenledning ska även dimensioneras med en säkerhetsfaktor 1,5 vilket innebär att aktuell ledning alltså ska dimensioneras för ett flöde på 2,2 l/s. Tjörns kommun saknar kalibrerade modeller över den aktuella delen av spillvattenanläggningen vilket gör att kapacitetskontroll för befintlig, mottagande anläggning görs överslagsmässigt.

Mottagande befintlig anläggning, söder om planområdet, består av en 200 mm PP ledning som avleder spillvatten i östlig riktning via Ägge Pers väg till en pumpstation. Härifrån pumpas spillvattnet genom en 63 PE ledning till självfallsledning i Hövikstrandsvägen. En översikt av befintlig anläggning framgår av Figur 4-2.



Figur 4-2. Översikt spillvattensystem nedströms planområdet Hövik 3:33. Röd linje avser självfallsledning och orange linje en tryckledning.

4.2.1 Kapacitetskontroll ledningen i Ägge Pers väg

Överslagsberäkning för belastning på spillvattennätet före respektive efter inkoppling av planområdet framgår av Tabell 4-4 och Tabell 4-5.

Tabell 4-4. Överslagsberäkning för belastning på spillvattennät i Ägge Pers väg i dagsläget.

Parameter	Värde	Kommentar
Anslutna hushåll	16 st	Indata för normflöde enligt P83
Vattenförbrukning	1,5 l/s	Summa normflöden enligt P83, s. 29
Anslutet område	2 ha	Uppskattat på ortofoto
Dim.flöde, torrväder	1,6 l/s	2 ha x 0,05 l/s, ha + 1,5 l/s
Dim.flöde, nederbörd	2,0 l/s	2 ha x (0,05 + 0,2) l/s, ha + 1,5 l/s

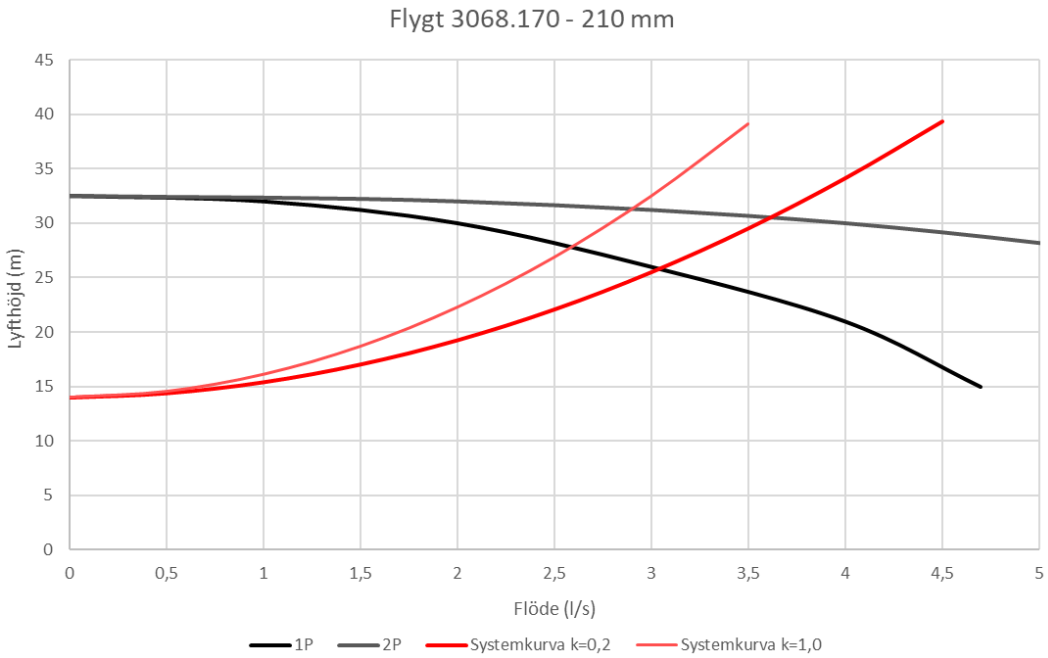
Tabell 4-5. Överslagsberäkning för belastning på spillvattennät i Ägge Pers väg efter exploatering.

Parameter	Värde	Kommentar
Anslutna hushåll	25 st	Indata för normflöde enligt P83
Vattenförbrukning	2,0 l/s	Summa normflöden enligt P83, s. 29
Anslutet område	3,16 ha	Uppskattat på ortofoto och plankarta
Dim.flöde, torrväder	2,2 l/s	3,16 ha x 0,05 l/s, ha + 2,0 l/s
Dim.flöde, nederbörd	2,8 l/s	3,16 ha x (0,05 + 0,2) l/s, ha + 2,0 l/s

Överslagsberäkningarna i tabellerna visar att dimensionerande flöde på nedströms system ökar från cirka 2,0 till 2,8 l/s. Ledningen (200 PP) läng Ägge Pers väg lutar initialt mycket kraftigt, ca 60 promille och har således en kapacitet om cirka 60 l/s vid fylld sektion. Även vid minimilutning (7 promille) har samma ledning en kapacitet om cirka 20 l/s vilket medför en säkerhetsfaktor över 7 relativt det framtida dimensionerande flödet. Observera att kalibrering mot mätdata saknas för området lokalt vilket gör att tillskottsvattnet kan vara både större eller mindre än de 0,25 l/s, ha som antagits enligt P110.

4.2.2 Kapacitetskontroll pumpstationen vid Ägge Pers väg

Pumpstationen vid Ägge Pers väg är belägen strax nedanför vändplanen vilket ger den cirka 14 meters statisk lyfthöjd. Tryckledningen är en 63 PE (ca 265 meter), som kan pumpa mellan 1,5 till 4 l/s för att optimera för flödeshastigheten till mellan 0,6 till 1,6 m/s. I Figur 3 redovisas pump- och systemkaraktäristik för den aktuella pumpstationen och dess utrustning. Här framgår att driftpunkten (kapaciteten) vid 2-pumpsdrift sannolikt ligger mellan 2,9 till 3,6 l/s beroende på ledningens råhet, men med tanke på ledningens ålder antagligen närmare det högre värdet. Detta ger en säkerhetsfaktor relativt det nya dimensionerande flödet om 2,8 l/s på 1,04 till 1,28.



Figur 3. Pump- och systemkaraktäristik för pumpstationen vid Ägge Pers väg

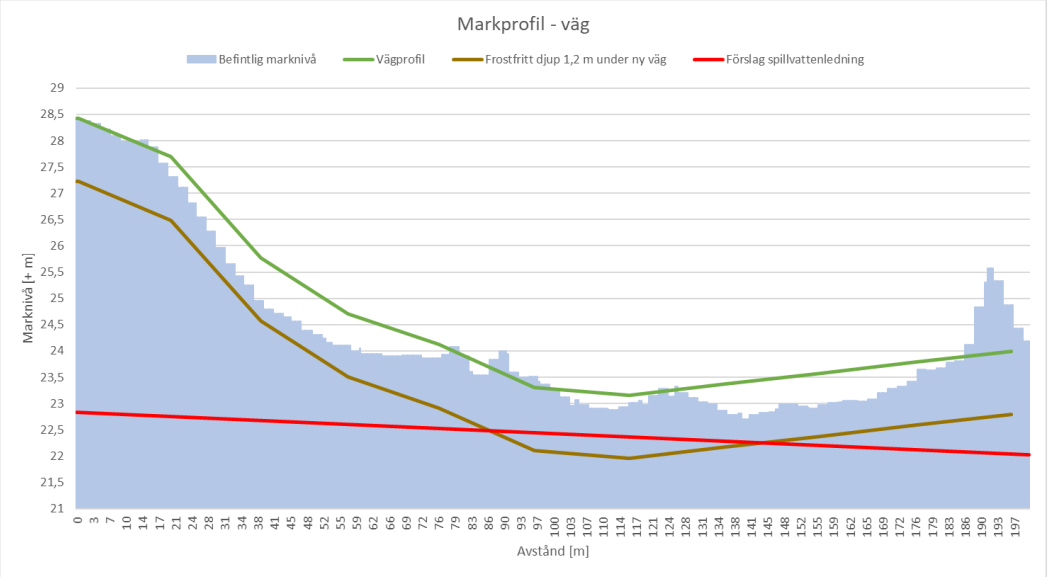
Kapaciteten i pumpstationen bör efter exploatering klara det dimensionerande flödet på 2,8 l/s. Även tryckledningen bedöms klara tillkommande bebyggelse men ytterligare exploatering efter detta fordrar en förnyad utredning.

4.3 Föreslagen ledningsdragning och anslutningspunkter för VA

Det föreslås att ledningar för VA placeras i den väg som ska passera genom området och att anslutning via servisledning till respektive fastighet görs härifrån. Markprofil för befintlig mark samt planerad väg återges av Figur 4-4.

Vattengången i anslutningspunkt för spillvatten i områdets södra del ligger på nivån +22,03 meter. För att spillvattenledning ska kunna anläggas med självfall rekommenderas en minsta lutning på 4 ‰ och ledningens läge i befintlig mark hamnar då enligt röd linje i Figur 4-4 (se även Bilaga 1). Ljusblå nivå motsvarar befintlig marknivå medan grön linje motsvarar nivån av planerad väg. Rekommenderat frostfritt djup i trakten är 1,2 meter under mark och denna nivå i förhållande till planerad väg motsvaras av brun linje.

För att självfall ska kunna uppnås bör spillvattenledning längs en sträcka om cirka 60 meter utföras med termisk isolering eftersom ledningen i denna sträcka hamnar över rekommenderat frostfritt djup. Alternativt bör marken och vägen höjas upp.



Figur 4-4. Markprofil för befintlig mark i tänkt vägsträckning med förslag på nivå för anläggning av spillvattenledning (se även Bilaga 1).

5 Dagvatten

5.1 Beräkningsmetod

För beräkning av de flöden som uppstår inom planområdet har den rationella metoden använts. Vid användning av den rationella metoden beräknas flöden utifrån regnintensitet, områdets storlek samt en avrinningskoefficient som varierar med typ av yta och dess infiltrationsförmåga.

Den dagvattenvolym som uppstår inom planområdet beräknas genom att multiplicera aktuell reducerad yta med regnintensiteter för olika återkomsttider med tillhörande varaktighet (enligt Dahlströms formel). Utgående flöde bestäms av tillåtet utflöde från planområde och den volym som måste fördröjas inom planområde väljs som den största volymen som uppstår för olika regnvaraktigheter, det så kallade ”worst case”.

5.2 Befintliga dagvattenflöden

Dimensionering av dagvattenanordningar kan göras med hänsyn endast till det aktuella planområdet eller med hänsyn till både aktuellt planområde och det relativt obebyggda avrinningsområdet uppströms. Då vatten uppströms planområdet onekligen kommer att flöda in i planområdet så rekommenderas det andra alternativet eftersom en omledning av dagvattnet uppströms ifrån kan orsaka nya och/eller oförutsedda problem utanför planområde. Om ingen hänsyn tas till vattenmängderna från uppströms avrinningsområde kan detta komma att orsaka skada och olägenheter inom planområde efter exploatering.

5.2.1 Planområde

Ytan som omfattas av detaljplaneområdet är cirka 1,2 ha. I stort sett hela detaljplaneområdet utgörs i dagsläget av grönområde med undantag för de två takytor som finns. En sammanställning av ytorna inom området, samt reducerad yta som ger upphov till dagvattenavrinning, presenteras i Tabell 5-1.

Tabell 5-1. Ytor inom planområde innan exploatering.

Typ av yta	Storlek [ha]	φ	Reducerad yta [ha]
Tak	0,01	0,9	0,01
Grönområde	1,18	0,1	0,12
Summa	1,19		0,13
Genomsnittlig φ		0,11	

De dagvattenflöden som uppstår för olika återkomsttider presenteras i Tabell 5-2 (återkomsttid 5 år är dimensionerande för fylld ledning och återkomsttid 20 år är dimensionerande för trycklinje i marknivå). Då området är litet och rinntiden innan hela området bidrar med flöde är liten (cirka 5 minuter) så väljs dimensionerande varaktighet

till 10 minuter. Detta för att korta regn förknippas med höga regnintensiteter, vilka är osannolika.

Tabell 5-2. Dimensionerande dagvattenflöden (l/s) inom planområdet vid olika återkomsttider, innan exploatering.

Återkomsttid [år] / Regnvaraktighet	5	20
10 min	30	45

5.2.2 Planområde inklusive uppströms avrinningsområde

Ytfördelning för planområde inklusive uppströms avrinningsområde framgår av Tabell 5-3. Dagvattenflöden som i dagsläget rinner ut ur planområde i den punkt som anges i Figur 3-2 presenteras i Tabell 5-4. 10 minuter är den verkliga rinntiden om hela uppströms avrinningsområde inkluderas i beräkningarna.

Tabell 5-3. Ytor inom uppströms avrinningsområde.

Typ av yta	Storlek [ha]	φ	Reducerad yta [ha]
Tak	0,28	0,9	0,26
Asfalt	0,11	0,8	0,09
Grus	0,09	0,4	0,04
Grönområde	4,23	0,1	0,42
Summa	4,71		0,81
Genomsnittlig φ		0,17	

Tabell 5-4. Dimensionerande dagvattenflöden (l/s) genererade inom planområde och uppströms avrinningsområde vid olika återkomsttider.

Återkomsttid [år] / Regnvaraktighet	5	20
10 min	145	230

Vid jämförelse av flöden i Tabell 5-2 och Tabell 5-4 blir det tydligt att uppströms avrinningsområde har en stor inverkan på det flöde som passerar genom planområdet och som kommer att påverka dagvattensituationen i och/eller omkring planområdet.

5.3 Förväntade framtida dagvattenflöden

För beräkning av förväntade dagvattenflöden efter exploatering av planområdet används Tabell 4.9 i Svenskt Vattens P110. Ur denna tabell kan utläsas att den sammanvägda avrinningskoefficienten för villaområden med tomter större än 1 000 m^2 i kuperad terräng är 0,45 och att motsvarigheten för tomter mindre än 1 000 m^2 är 0,3. För det aktuella fallet, där planområdet totalt är cirka 1,2 ha, antas tomtstorlekarna ligga i storleksordningen 1 000 m^2 och för beräkningarna används ”det värsta fallet”, alltså en sammanvägd avrinningskoefficient på 0,45 för hela planområdet.

De dagvattenflöden som uppstår vid olika återkomsttider presenteras i Tabell 5-5. Rinntiden är fortfarande 10 minuter och en klimatkoefficient på 1,25 har använts för att ta höjd för klimatförändringar. Åter igen kan man tydligt se vilken inverkan uppströms avrinningsområde har på den verkliga mängden dagvatten som passerar genom planområdet och som måste tas hänsyn till vid planering av området.

Tabell 5-5. Dimensionerande dagvattenflöden (l/s) efter exploatering, inom planområde samt för fallet att även dagvatten från uppströms avrinningsområde ska hanteras.

Återkomsttid [år]	**5**	**20**
Planområde	120	190
Planområde + uppströms område	280	440

Dagvattenledningar i tät bostadsbebyggelse ska enligt P110 dimensioneras för ett 5-årsregn. Det rekommenderas att dimensionering görs för planområde inklusive uppströms avrinningsområde, varför flödet då uppgår till 280 l/s.

5.4 Fördröjningsbehov

Öppna fördröjningsåtgärder dimensioneras för regn med en återkomsttid på 20 år för trycklinje i marknivå. Erforderlig fördröjningsvolym styrs av tillåtet utflöde från planområde där tillåtet utflöde bestäms som ett av följande alternativ:

1. Utflöde från planområde tillåts vara 12 l/(s, ha). Detta baseras på flödeskapacitet i den 225 mm betongledning som är en del av avledande dike sydost om planområdet och som i dagsläget är en trolig orsak till återkommande översvämningar i området.
2. Det flöde som i dagsläget uppstår vid ett 20-årsregn med 10 minuters varaktighet antas vara det tillåtna flödet ut ifrån planområdet. På så vis ”bevaras” befintlig flödessituation även efter exploatering och situationen har således inte förvärrats av exploateringen. Detta flöde uppgår till 49 l/(s, ha).

Erforderliga fördröjningsvolymer presenteras i Tabell 5-6 och gäller för fördröjning av dagvatten som uppstår inom planområde inklusive uppströms avrinningsområde, detta efter beslut i samråd med beställare som önskar ta hänsyn till dagvattnet uppströms ifrån.

Det som främst bör styra vilken erforderlig fördröjningsvolym som krävs är kapaciteten i det dike via vilket dagvatten är tänkt att avledas till recipient, och då främst i de dämmande betongrören. Kapaciteten i detta dike och i ledningarna bör utredas noggrannare så att dagvattenåtgärder bättre kan planeras och dimensioneras så att dessa inte översvämmas och riskerar att orsaka skada på eller olägenhet för närliggande fastigheter. För den fortsatta utredningen utgås ifrån att dagvatten fördröjs till ett utflöde på 12 l/(s, ha).

Tabell 5-6. Erforderlig fördröjningsvolym (m^3) för olika tillåtna utflöden från planområde samt vid vilken regnvaraktighet denna volym erfordras (visas inom parentes).

Tillåtet utflöde [l/(s, ha)]	**12**	**49**
Erforderlig volym [m^3]	300 (40 min)	120 (10 min)

5.5 Förslag på markytor och anläggningstyper lämpliga för fördröjning och rening av dagvatten

Enligt planförslag föreslås den sydostliga delen av planområdet utgöras av kvartersmark av typ E, tekniska anläggningar, vilket innebär att kommunen här får rådighet över planerad dagvattenanläggning. För att hela fördröjningsvolymen (300 m^3) ska kunna rymmas inom detta område föreslås anläggning av en torr damm med maximalt djup 1 meter och släntlutning 1:6. För en anläggning av denna typ erfordras att en yta om cirka 715 m^2 planeras som kvartersmark av E-typ, dock kan ytbehovet komma att minska om till exempel grundvattennivån ligger lägre än vad som antagits och djupet på dammen kan utökas.

Då grundvattennivån är okänd men förväntas ligga högt så rekommenderas anläggning av ett grundare, öppet magasin hellre än ett underjordiskt, slutet magasin. Detta då ett djupare magasin i högre grad riskerar att påverkas av infiltrerande grundvatten om inte väggarna utförs med tätskikt. Ett underjordiskt magasin är i aktuellt fall dyrare att anlägga än ett öppet magasin i förhållande till den volym som eftersträvas. Det är dessutom mer komplicerat att drifta.

För att underhåll i form av till exempel gräsklippning med åkgräsklippare ska kunna utföras så rekommenderas en släntlutning på 1:6 för öppen damm. Då jordlagren i planerat E-området utgörs av lera antas marken ha sämre infiltrationsförmåga och efter regn kan dammen komma att ha en tillfällig vattenspegel, vilket är positivt ur reningssynpunkt. En närmare bestämning av högsta grundvattennivå bör göras för att utreda huruvida dammen bör utformas med tätskikt eller ej.

En dagvattendamm föreslås som primär dagvattenlösning inom området men även mark som enligt plankartan är avsedd som naturmark kan nyttjas för dagvattenhantering. Då denna yta efter byggnation tillfaller vägföreningen så rekommenderas dock att dagvattenåtgärder utformas med så få tekniska anordningar som möjligt och med ett så enkelt underhållsbehov som möjligt för att säkerställa att funktionen bibehålls. Eftersom denna yta ligger längre uppströms så innebär det att inte allt dagvatten som genereras kommer att hamna här naturligt, utan det är endast en del av dagvattnet uppströms ifrån

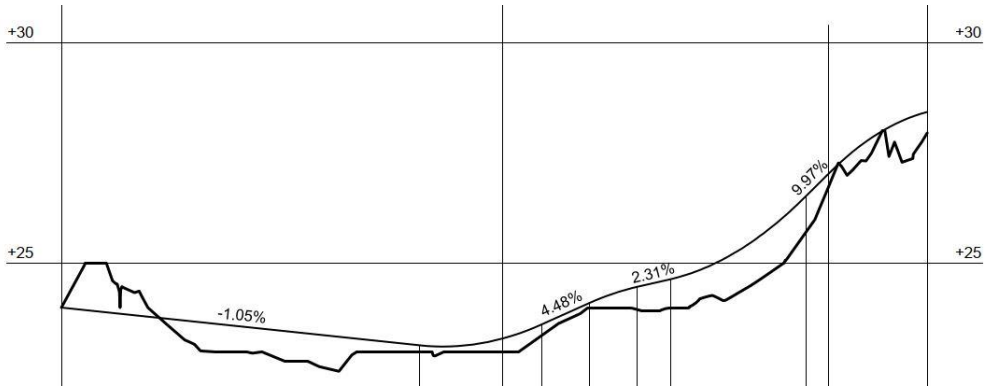
som naturligt hamnar här. Ytan skulle således komma att fungera som en extra dagvattenåtgärd för en del av vattnet men inte vara avsedd som primär dagvattenhantering. Det rekommenderas ändå att dagvattendammen dimensioneras för att kunna hantera hela fördröjningsbehovet inom planområdet och att naturmarken bara utgör en extra säkerhet.

I planområdets sydöstra hörn finns en naturlig flödeslinje där vatten uppströms ifrån tar sig in i planområdet. Av Figur 3-6 framgår att det befintliga dagvattensystemet utanför planområdet tar hand om en del av detta dagvatten genom avledning i trumma under väg och vidare i dike längs väg, men då dagvattensystemets dimensioner är okända så är också flödet in till planområdet okänt. Det kan antas att det endast är vid större eller mer långvariga regn som dagvatten uppströms ifrån når planområdet och för att säkerställa att vattnet hamnar i dagvattendammen kan man längs fastighetens södra gräns anlägga ett dike eller en ledning av något slag. Det finns i nuläget en kilformad naturremsa avsatt i plankartan längs den södra gränsen. Denna bör utökas så att den får en jämn bredd för att möjliggöra anläggandet av ett dike. Om möjligt bör denna remsa utökas norrut längs den västra plangränsen upp mot befintlig vägtrumma. Det bör säkerställas på plats att remsan är tillräckligt bred för att ett dike ska få plats.

Naturmarksområdet kan planeras som en multifunktionell yta, se vidare i avsnitt 5.7.2. Olika fördröjningsvolymer kan skapas med hjälp av olika lösningar i mindre skala, till exempel svackdiken, stråk med lägre nivåer och nedsänkta lekparker med mera. Det rekommenderas att ta hjälp av en landskapsarkitekt för planering av ytan. En multifunktionell yta kan dessutom bidra med trög avledning av dagvatten och ett jämnare flöde till dagvattendamm, även vid skyfall.

I naturmarksområdet utgörs jordarterna främst av material med god infiltrerande förmåga, dock bör även här grundvattennivån bestämmas närmare.

Höjdsättning av den planerade lokalgatan genom planområdet framgår av Figur 5-1. Då den planerade vägen genom planområdet passerar den naturliga sänka där dagvatten i dagsläget ansamlas så rekommenderas att naturmarksområdet och dagvattendammen planeras och höjdsätts för att undvika att vatten blir stående på vägen då dagvattenmagasinet går fullt.



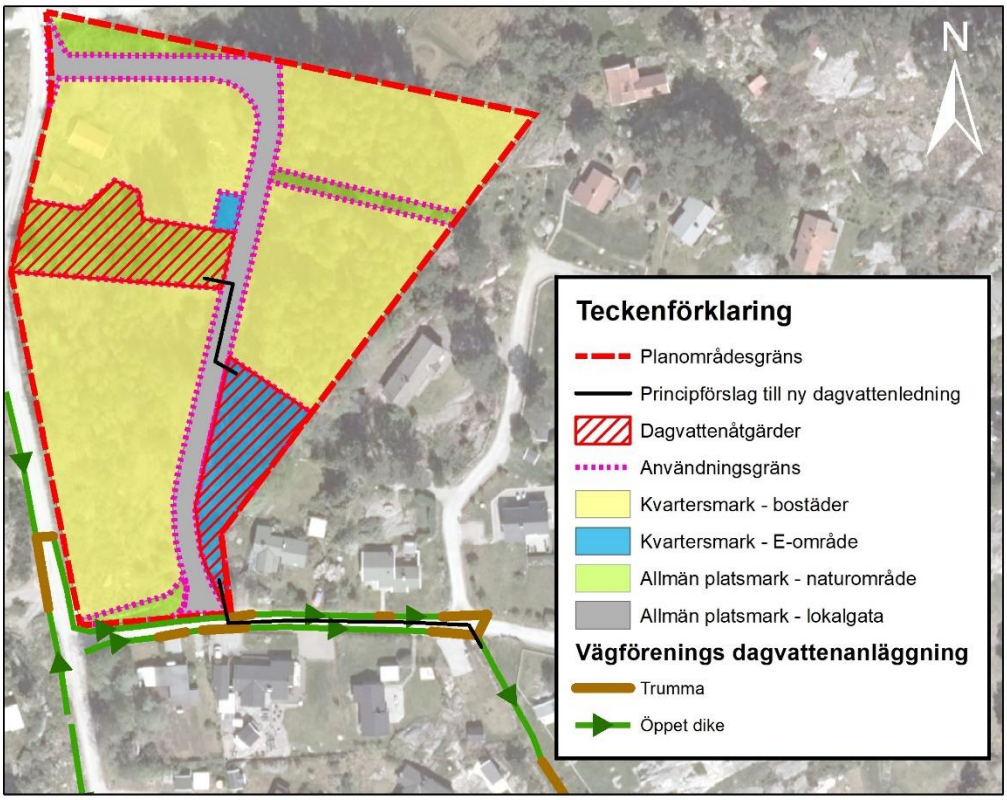
Figur 5-1. Vägprofil enligt förslag, tillhandahållet av beställare 2020-06-18.

5.6 Anslutningspunkter

Anslutningspunkter för dagvatten saknas då inget kommunalt dagvattennät finns tillgängligt i närområdet. De dagvattenledningar som finns, och även all mark omkring planområdet, ägs av en vägförening och det rekommenderas att dagvatten från planområde inte ansluts till dessa ledningar.

Eftersom vattnet ändå har rätt till sin naturliga väg, alltså att ta sig fram där det redan i dagsläget rinner, så rekommenderas att en ny dagvattenledning förläggs från fördröjningsmagasin, längs vägkanten och släpper dagvatten till det öppna dike som i dagsläget används som mottagare för övrigt dagvatten i området. Då även diket ägs av vägföreningen är det önskvärt att inte bidra ytterligare till de översvämningar som redan i dagsläget sker i diket och det är därför viktigt att dagvattensituationen inte förvärras till följd av exploateringen jämfört med dagsläget. Största tillåtna utflöde från planområde bör därför motsvara dimensionerande flöde i dagsläget, men genom att minska tillåtet utflöde för att istället anpassas till kapacitet i dike så har man snarare förbättrat dagvattensituationen nedströms planområdet. Det rekommenderas att titta på möjligheten att även utöka dikets dimensioner och/eller betongrörens dimensioner.

Det rekommenderas att ny dagvattenledning för avledning till dike förläggs i befintlig väg där kommunen redan har ledningsrätt för övriga VA-ledningar, se Figur 5-2.



Figur 5-2. Förslag på placering av dagvattenåtgärder.

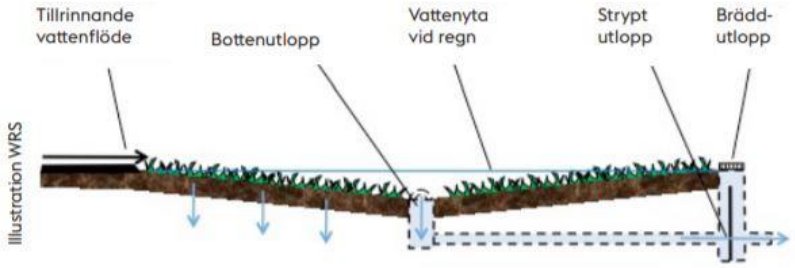
5.7 Beskrivning av föreslagna fördröjnings- och reningsanordningar för dagvatten

5.7.1 Damm

En överdämningsyta, eller en torr damm, är en nedsänkt grönyta som kan nyttjas för fördröjning av stora dagvattenflöden. Avsaknaden av en konstant vattenspegel medger för större fördröjningsvolymer än till exempel en våt damm och vid låga flöden sker rening främst genom översilning över slänterna. Vid högre flöden bildas en tillfällig vattenspegel och rening sker då främst genom att partikelbundna föroreningar sedimenterar (förutsatt att flödena inte är alltför höga och uppehållstiden i dammen blir väldigt kort).

Rening sker vid lägre flöden genom att partiklar sedimenterar och avskiljs över gräsytan på sin väg mot dammens botten. I perioder av torka mellan nederbördstillfällen kan föroreningarna (även oljeföroreningar) brytas ned. Vid högre dagvattenflöden sker avskiljning av partiklar genom sedimentation i den vattensamling som bildas. Ju längre uppehållstid partiklarna har i vattnet desto bättre blir avskiljningsgraden. Är flödet stort och utloppet kraftigt strypt kan avskiljningsgraden för partiklar bli nästan lika hög som för en konventionell damm, i alla fall då ytan är vattenfylld.

Principiell utformning av överdämningsytor/torra dammar framgår av Figur 5-3. I botten av dammen placeras ofta ett utlopp (speciellt om marken har sämre infiltrationsförmåga) vilket kan förses med en flödesregulator för att kontrollera utflödet. Alternativt kan utloppet förses med en klen ledning som stryper flödet och som kompletteras med ett bräddutlopp på högre nivå, detta för förenklad framtida drift. Efter flödesutjämning kan dagvattnet släppas till recipient eller vid behov till ytterligare reningsanläggning.



Figur 5-3. Principskiss för överdämningsyta/torr damm (Stockholm Vatten och Avfall 2017).

Gräsklädda överdämningsytor/torra dammar behöver slås minst en gång per år men om ytan även nyttjas som parkmark blir skötselbehovet något större. Gräset behöver klippas efter behov samt träd och buskar som kommer upp bör avlägsnas. Om föroreningsbelastningen är hög kan det i torrperioder finnas behov att avlägsna sediment från ytan.

5.7.2 Multifunktionella ytor

Multifunktionella ytor är ytor som vid kraftiga regn tillåts att översvämmas genom att överskottsvatten leds hit och således bort från känsliga områden. Under perioder utan

eller med mindre regn kan dessa fungera som rekreationsytor, till exempel idrottsanläggningar, parker eller lekplatser, och under perioder med kraftigt regn fungerar de som magasin för flödesutjämning. Utseendet av multifunktionella ytor kan variera i det oändliga och kan bidra till bland annat estetiska parkmiljöer mm, se Figur 5-4 och Figur 5-5. Genom anläggning av multifunktionella ytor nyttjas ekosystemtjänster som främjar både djur och natur.

Figur 5-4. Exempel på utförande av multifunktionell yta i Augustenborg, Malmö.

Figur 5-5. Exempel på utförande av lekplats som multifunktionell yta i Hanaskog, Östra Göinge.

5.8 Föroreningsanalys

Beräkning av föroreningsbelastning har utförts med hjälp av den webbaserade recipient- och dagvattenmodellen StormTac (v20.2.2). Modellen är ett planeringsverktyg där översiktliga beräkningar av flöden och koncentrationer av olika föroreningar kan utföras. Nödvändiga indata består i modellen av nederbördsdata samt det aktuella områdets area och markanvändning. Till beräkningarna nyttjar modellen vetenskapligt granskade schablonhalter av föroreningar baserade på flödesproportionell provtagning.

Nederbördsdata för det aktuella området hämtas från SMHI. För Tjörn används ett årsmedelvärde för nederbörd på 700 mm korrigerat med en faktor 1,1 som kompensation för eventuellt underskott i mätningarna.

Då beräkningarna utförs med schablonhalter av varierande kvalitet och säkerhet ska föroreningsberäkningarna främst ses som en riktlinje för hur den situation kan se ut som kan komma att uppstå i området. Ur dagvattenkvalitetsperspektiv är det också viktigt att studera föroreningsmängder som når recipienten på årsbasis eftersom vissa föroreningar kan leda till kroniska effekter i miljön och därmed försämra miljökvalitetsnormerna för recipienten, vilket inte får ske enligt vattendirektivet.

5.8.1 Koncentrationer och mängder

För aktuellt planområde har olika typer av ytor använts för beräkning och uppskattning av föroreningskoncentrationer och halter. Planområdet innan exploatering betraktas som ”skogsmark” medan området efter exploatering analyseras som ”villaområde”. I StormTacs databas finns alternativen ”villaområde” samt ”villaområde, mindre förorenat” vilka båda passar in på aktuellt planområde. Tillförlitligheten för schablonhalter av föroreningskoncentrationer för ”villaområde” är större än för ”villaområde, mindre förorenat” (hög och medel tillförlitlighet för 10/13 parametrar jämfört med låg tillförlitlighet för samtliga parametrar) varför dessa kan anses ge ett mer säkert resultat. Dock kan planområdet även anses vara ett ”villaområde, mindre förorenat” då detta definieras av mindre täthet mellan villor och mindre trafik än ett normalt villaområde.

För beräkning av föroreningskoncentrationer efter rening i dagvattenanläggning nyttjas värden för uppskattad reningseffekt, vilka i sin tur beror på typ av anläggning. För det aktuella fallet uppskattas föroreningskoncentrationerna efter rening i damm med konstant vattenspegel, detta eftersom vatten mycket troligen kommer att bli stående en längre tid i damm innan nivån stiger till utloppsnivån, alternativt kan infiltrera. Detta medför goda sedimenteringsmöjligheter och därför god rening av partiklar om inte flöden är alltför höga och uppehållstiden i dammen blir kort, vilket bör beaktas vid dimensionering.

Värdena för reningseffekten för respektive ämne återges av Tabell 5-7 och är hämtade från StormTac. Angivna reningseffekter är generellt framtagna för anläggningstypen våt damm. Den faktiska reningseffekten beror på flera platsspecifika förutsättningar, så som föroreningshalter i ingående dagvatten, dammens utformning, uppehållstid och andel växtlighet. En mer detaljerad beräkning av reningseffekten kan vid behov göras i samband med dimensionering av anläggningen.

Tabell 5-7. Reningsgrad för olika parametrar vid rening av dagvatten i våt damm.

Ämne	**Cr**	**Cd**	**Pb**	**Cu**	**Zn**	**Ni**	**Hg**	**Olja**	**BaP**	**P**	**N**	**SS**
Reningsgrad [%]	75	50	75	60	60	50	30	80	75	55	35	80

Resultatet av föroreningsanalysen presenteras i Tabell 5-8 och här redovisas föroreningskoncentrationer innan och efter exploatering samt efter rening.

Koncentrationerna efter rening har beräknats som en reducering av medelvärdeskoncentrationen av de två alternativen ”villaområde” och ”villaområde, mindre förorenat” och är endast ett teoretiskt resultat som ger en uppskattning av situationen. I verkligheten beror reningsgraden på en rad parametrar, till exempel flöde

och uppehållstid i damm, och kan variera stort med olika förhållanden i omgivningen. En viss rening av dagvatten sker även vid ytlig avledning till och från dammen samt till recipient genom översilning och infiltration via dike.

Resultaten i Tabell 5-8 bör endast ses som en fingervisning om vilka reningsåtgärder som erfordras. Till exempel så är föroreningskoncentrationen av krom lägre efter exploatering för fallet ”villaområde, mindre förorenat” än vad den antas vara innan exploatering, men eftersom värdet långt understiger gränsvärde bör inte rening av krom anses vara en prioritet vid val av dagvattenåtgärd.

De ämnen som bör prioriteras för rening är framförallt zink och fosfor som för båda exploateringsalternativ överstiger riktvärde enligt Göteborgs stad, men även koppar, kväve och suspenderat material bör beaktas. Fosfor är det ämne som kan antas överstiga gränsvärde även efter rening men då skillnaden mellan beräknat värde och gränsvärde är liten, och då osäkerheten i beräkningarna är stor, bör detta också endast ses som en riktlinje.

Tabell 5-8. Föroreningskoncentrationer innan samt efter exploatering. Värden som är gråmarkerade representerar föroreningskoncentrationer som överstiger riktvärde i utsläppspunkt enligt Göteborgs Stad (2013), vilka dock endast används för jämförelse och som inte är antagna för Tjörn.

Parameter	**Riktvärde i utsläppspunkt***	**Innan exp.**	**Efter exp. (villaområde)**	**Efter exp. (villaområde, mindre förorenat)**	**Efter rening**
Krom (Cr)	15 µg/l	1,8	4,5	1,4	0,7
Kadmium (Cd)	0,4 µg/l	0,1	0,38	0,19	0,14
Bly (Pb)	14 µg/l	2,9	7,7	3,3	1,4
Koppar (Cu)	10 µg/l	5	16	9,6	5,1
Zink (Zn)	30 µg/l	12	66	41	21
Nickel (Ni)	40 µg/l	2,9	5,3	3,2	2,1
Kvicksilver (Hg)	0,05 µg/l	0,0065	0,013	0,0065	0,0068
Oljeindex	1 000 µg/l	100	310	140	45
Bens(a)pyren	0,05 µg/l	0,0047	0,039	0,015	0,0068
Totalfosfor	50 µg/l	16	160	93	57
Totalkväve	1 250 µg/l	310	1 400	1 100	813
SS	25 mg/l	15	36	19	5,5

*Enligt Miljöförvaltningens riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till recipient och dagvatten, R 2013:10 (Göteborgs Stad 2013).

I Tabell 5-9 återges föroreningsmängderna på årsbasis.

Tabell 5-9. Föroreningsmängder (kg/år) innan samt efter exploatering.

Parameter	Innan exp.	Efter exp. (villaområde)	Efter exp. (villaområde, mindre förorenat)	Efter rening
Krom (Cr)	0,006	0,03	0,005	0,004
Kadmium (Cd)	0,0003	0,002	0,0007	0,0007
Bly (Pb)	0,01	0,04	0,01	0,007
Koppar (Cu)	0,02	0,09	0,03	0,024
Zink (Zn)	0,04	0,4	0,14	0,1
Nickel (Ni)	0,02	0,03	0,01	0,01
Kvicksilver (Hg)	0,00002	0,00007	0,00002	0
Oljeindex	0,34	1,7	0,5	0,2
Bens(a)pyren	0,0002	0,0002	0,00005	0
Totalfosfor	0,05	0,9	0,3	0,3
Totalkväve	1	7,5	3,8	3,7
SS	50	200	65	26,5

5.8.2 Påverkan på MKN

Det bedöms inte att exploatering av det aktuella området i någon närmare bemärkelse kommer att påverka recipientens status. Spillvatten leds till reningsverk för rening innan utsläpp till recipient och koncentrationer enligt föregående avsnitt visar på att alla ämnen i dagvattnet förutom fosfor ligger under gränsvärdet enligt Göteborgs stad. Dock ger föregående avsnitt endast en uppskattning om situationen och verkligheten kan komma att se annorlunda ut. Föroreningshalten i dagvatten kommer troligtvis att förändras mycket lite i och med exploateringsområdets ringa storlek och den relativt låga exploateringsgraden för tomter med enfamiljshus.

De riktvärden som anges enligt Göteborgs stads miljöförvaltning är för utvalda ämnen korrigerade med en uppräkningsfaktor 2, vilket är en förenkling gjord för att räkna upp löst halt till total halt. Aktuella, korrigerade ämnen är kadmium, bly, koppar och nickel för vilka gränsvärdet för lös halt alltså är hälften av värdena enligt Göteborgs stads miljöförvaltning.

Det utgås ifrån att dagvatten kommer att fördröjas så att flöde anpassas till kapacitet i den befintliga betongledning som avleder dagvatten från området. Detta flöde är mindre än det flöde som i dagsläget uppstår vid ett 20-årsregn med 10 minuters varaktighet varför vattenföringen från området inte antas ha någon särskild påverkan på recipienten.

Närmaste vattenförekomst som dagvattnet från planområdet kommer att ledas till är Hake Fjord. Då dagvattnet når recipienten kommer en snabb omblandning av vattnet ske och det bedöms därför inte att halterna av föroreningar till följd av exploatering kommer att ha någon effekt på recipientens status.

I Tabell 5-10 anges hur koncentrationen av specifika föroreningar i dagvattnet har förändrats till följd av exploateringen. För de ämnen som fått ett koncentrationstillskott är det endast fosfor som överstiger riktvärde enligt Göteborgs stad. Koppar överstiger gränsvärde för biotillgänglig halt men ligger bara precis över gränsen för gränsvärde för löst halt (hälften av det värde som anges av Göteborgs stad).

Tabell 5-10. Koncentrationstillskott i dagvatten till följd av exploatering, för jämförelse mot olika gränsvärden.

Parameter	Riktvärde i utsläppspunkt*	Efter rening	Tillåtet årsmedelvärde**	Koncentrationstillskott från planområde
Krom (Cr)	15 µg/l	0,7	3,4	-1,1
Kadmium (Cd)	0,4 µg/l	0,14	0,2	+0,04
Bly (Pb)	14 µg/l	1,4	1,3 (biotillg.)	-1,5
Koppar (Cu)	10 µg/l	5,1	2,6 (biotillg.)	+0,1
Zink (Zn)	30 µg/l	21	3,4 (biotillg.)	+9
Nickel (Ni)	40 µg/l	2,1	8,6 (biotillg.)	-0,8
Kvicksilver (Hg)	0,05 µg/l	0,0068	0,07***	+0,0003
Oljeindex	1 000 µg/l	45	-	-55
Bens(a)pyren	0,05 µg/l	0,0068	0,00017	+0,0021
Totalfosfor	50 µg/l	57	-	+41
Totalkväve	1 250 µg/l	813	-	+503
SS	25 mg/l	5,5	-	-9,5

*Enligt Miljöförvaltningens riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till recipient och dagvatten, R 2013:10 (Göteborgs Stad 2013).

**Enligt HVMFS 2019:25.

***Maximal tillåten koncentration.

Uppmätta värden av bly och kadmium i Hake Fjord enligt VISS understiger redan de gränsvärden som anges av Havs- och vattenmyndigheten och då halterna av dessa ämnen i dagvattnet från planområdet inte heller överstiger riktlinjerna enligt Göteborgs Stad så anses dessa ej påverka recipienten negativt. Vattenförekomsten bedöms inte uppnå god status med avseende på kvicksilver, men inte heller detta ämne bedöms förekomma i större koncentrationer i dagvattnet från planområdet.

Höga halter av näringsämnen (kväve och fosfor) och även höga halter av koppar är en del av anledningen till att Hake Fjord inte uppnår god status enligt MKN. Koppar och kväve bör kunna avlägsnas från dagvatten så till den grad att utsläppshalterna understiger gränsvärdena enligt Göteborgs stad och även fosfor bör kunna renas tillräckligt genom bra dimensionering av dagvattenanläggning. Byggnadsmaterial av koppar och zink bör undvikas, vilket till exempel kan skrivas in i planbestämmelserna. Det handlar då om att skriva in detta på grund av estetiska skäl eftersom regleringar av miljöskäl inte får skrivas in i planbestämmelser.

Dammar bidrar till god rening och med en konstant vattenspegel (eller en tillfälligt förekommande sådan vid långvariga regn) anses de vara den bästa tekniken för avskiljning av partiklar. Vid anläggning med mycket vegetation fångas lösta föroreningar upp bra. Området är dessutom ett lågförorenat område med mestadels stugor ombyggda till villor. Det bedöms att varken kemisk eller ekologisk status kommer att försämras och att möjligheten att uppnå MKN inte kommer att försämras till följd av exploatering.

6 Inledande skyfallsanalys

Denna inledande skyfallsanalys syftar främst till att i ett tidigt skede lokalisera och påvisa problem och förutsättningar för skyfallshantering inom och omkring planområdet. En fördjupad skyfallsanalys bör göras för att få en bättre uppskattning av området och för att kunna ta fram lämpliga förslag på åtgärder och lösningar vid händelse av skyfall.

Länsstyrelsen i Västra Götalands län 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.

I det stora sammanhanget handlar länsstyrelsens rekommendationer om att exploatering av ett planområde inte ska skapa sämre förhållanden för nedströms/omkringliggande områden och att detaljplan för planområde ska ha god skyfallshantering för att överhuvudtaget vara lämplig att planlägga.

6.1 Beräkningar

Lågpunkter samt rinnvägar vid ytlig avrinning för befintliga förhållanden framgår av Figur 3-2. Om marknivåerna inom planområdet inte förändras i större omfattning bör inte heller de naturliga flödesvägarna förändras nämnvärt, vilket innebär att höga flöden vid skyfall kommer att flöda genom planområdet. Där flera flödesvägar sammanstrålar är ett högre flöde och risk för översvämning att vänta.

Dagvattenflöden vid skyfall (100-årsregn) framgår av Tabell 6-1. Störst flöde inträffar efter cirka 10 minuter då hela planområdet (inklusive uppströms avrinningsområde) bidrar till avrinningen. Det teoretiska flödet till följd av exploatering ökar med cirka 50%, detta till följd av att ytan inom avrinningsområdet som bidrar med avrinning ökar från cirka 0,8 ha till 1,22 ha. Med hänsyn till klimatförändringar kommer teoretiskt flöde vid skyfallsregn att uppgå till cirka 750 l/s.

Tabell 6-1. Dagvattenflöde vid skyfall (100-årsregn).

	Regnvaraktighet 10 min
Flöde [l/s] innan exp.	400
Flöde [l/s] efter exp.	600
Flöde [l/s] inkl. klimatfaktor	750

Den dagvattenvolym som uppstår vid skyfall i dagsläget presenteras i Tabell 6-2. Befintliga lågpunkter inom planområdet fångar upp cirka 150 m^3 av den dagvattenvolym som i dagsläget alstras uppströms och inom planområdet, vilket innebär att cirka 110 m^3 dagvatten flödar ut ur området.

Utan att ta hänsyn till klimatförändringar genom att räkna med en klimatkoefficient så ökar den teoretiska dagvattenvolymen vid ett 100-årsregn, endast till följd av exploateringen, med cirka 200 m^3 (se Tabell 6-2). Eftersom dagvattendammen inom planområdet dimensioneras för att kunna ta hand om en volym om 300 m^3 så innebär detta att volymen dagvatten som vid skyfall strömmar från området uppgår till cirka 160 m^3, alltså 50 m^3 mer än i dagsläget. Med hänsyn till klimatförändringar uppgår ”överskottsvolymen" till 325 m^3, alltså 275 m^3 mer än i dagsläget. För dessa beräkningar har dock ingen hänsyn tagits till den volym som kan komma att fördröjas inom naturmarksområdet i planområdets västra del, om detta planeras som multifunktionell yta.

Tabell 6-2. Dagvattenvolymer vid skyfall (100-årsregn).

	Total volym [m^3]	**Volym ut från område [m^3]**
Innan exp.	260	110
Efter exp.	460	160
Efter exp. inkl. klimatfaktor	625	325

6.2 Rekommenderade skyfallsåtgärder

6.2.1 Höjdsättning av mark

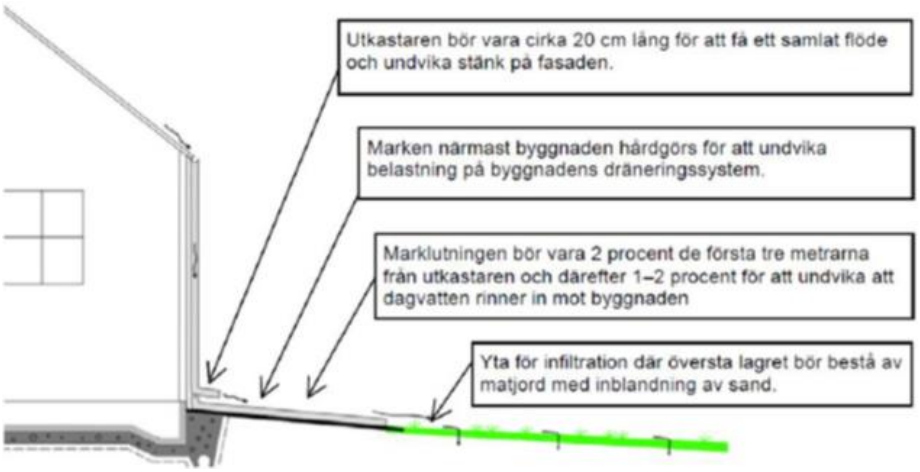
För vidare arbete är det viktigt att detaljplaneområdet höjdsätts på så vis att byggnader vid extrema regnevent inte riskerar att skadas, samt att inga nya instängda områden skapas. Med en planerad höjdsättning kan det säkerställas att vattnet inom området kan ställa sig på platser där det orsakar minst skada vid extrema nederbördshändelser och placeringen av byggnaderna måste tillåta att vattnet kan ta sig bort från området utan att instängda områden skapas. Marken bör luta bort från samtliga byggnader mot valt stråk för förbiledning av höga dagvattenflöden, ofta en gata eller ett anlagt dike. Framförallt för byggnader som kan komma att anläggas i närheten av de huvudsakliga flödesvägarna bör marken anpassas höjdmässigt för att undvika att höga flöden orsakar skada på konstruktion.

För att skapa ett tillräckligt skydd för byggnader rekommenderas att marken precis intill byggnaderna ligger minst 30 cm högre än intilliggande hårdgjord yta eller flödesstråk. Sådana justeringar kan regleras till exempel med hjälp av planbestämmelser.

Höjdsättning i anslutning till husfasader bör utformas enligt Figur 6-1. Detta motsvarar en utkastare på cirka 20 cm samtidigt som marken närmast fasad hårdgörs i syfte att undvika belastning på byggnadens dräneringssystem. Marklutningen rekommenderas till

2 procent de första tre metrarna från utkastaren och därefter cirka 1–3 procent för att inte riskera att dagvatten rinner in mot byggnaden.

De delar av befintlig lågpunkt som ligger inom kvartersmark bör höjas upp och det rekommenderas också att den planerade lokalgatan höjdjusteras och utjämnas för att undvika en instängd lågpunkt här. En sådan justering bör dock utredas noggrannare för att undersöka vilken problematik detta kan skapa för områden nedströms planområdet, speciellt mot Ägge Pers väg dit mycket av dagvattnet kommer att flöda istället om inte någon rinnväg tvärs igenom planområdet finns tillgänglig.



Figur 6-1. Principiell höjdsättning enligt Alm och Pirard (2014).

6.2.2 **Sekundära avrinningsvägar**

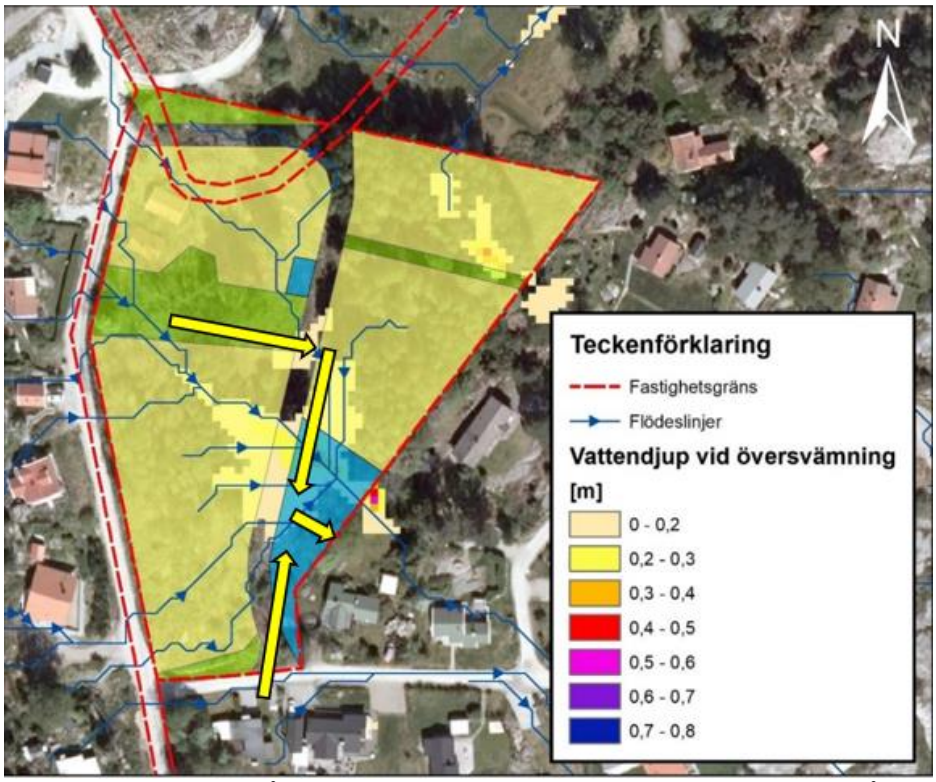
Naturliga flödeslinjer för befintlig mark framgår av Figur 3-1 samt Figur 6-2 nedan. Det är tydligt att dagvattendammen fått en lämplig placering då samtliga flödeslinjer inom planområdet sammanströmmar här. Med lämplig nivåjustering av befintlig mark kan översvämning på oönskad plats (där planerad väg ska gå) undvikas genom att vatten istället rinner vidare till damm.

För att undvika att vatten från uppströms avrinningsområde flödar okontrollerat över kvartersmark bör marknivåerna i naturmarksområdet justeras så att de sekundära rinnvägarna i huvudsak följer de gula pilarna i figuren nedan.

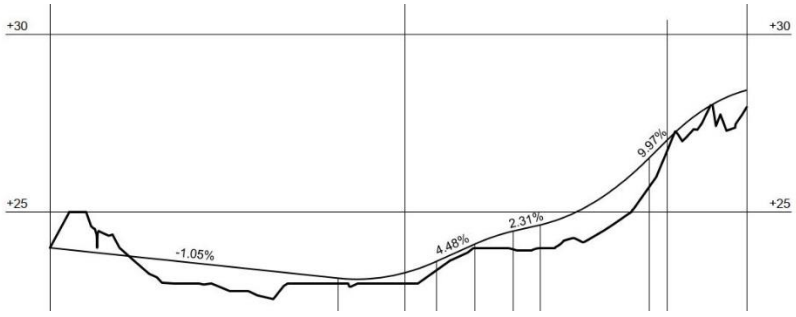
Den genomgående vägen är tänkt att följa områdets topografi och med den tänkta utformningen kommer en naturlig lågpunkt i vägen att uppkomma, se Figur 6-3. Denna lågpunkt uppkommer i höjd med där dagvatten naturligt strömmar mot dagvattendamm och för att undvika att vägen blir översvämmad då dammen är fylld bör bräddavlopp från dammen placeras på en nivå under vägens nivå, alternativt att vägnivån justeras och höjs.

Bräddutlopp från dagvattendamm bör placeras så att överflödigt vatten orsakar så lite skada som möjligt på omgivningen. Enligt Figur 6-2 tycks den naturliga flödesvägen ut ur området riskera att orsaka skada på de två fastigheterna omedelbart öster om

planområdet och denna flödesväg rekommenderas därför inte att nyttjas som sekundär rinnväg vid skyfall. Bräddavlopp kan exempelvis placeras i planområdets och dagvattendammens södra del istället, varifrån dagvatten kan brädda över till befintlig väg med tillhörande vägdiken och troligtvis på ett säkrare sätt ledas till recipient. Detta bör dock också undersökas närmare i en fördjupad skyfallsanalys.



Figur 6-2. Flödesvägar, lågpunkter och förslag till sekundära rinnvägar (baserat på nuvarande förslag på höjdsättning av lokalgata).



Figur 6-3. Profil för tänkt väg genom planområde, anslutning till Ägge Pers väg till vänster.

6.2.3 **Fördjupad skyfallsanalys**

En fördjupad skyfallsanalys bör utföras för att vidare utreda och ge åtgärdsförslag till de ovan identifierade problemen med höjdsättning av mark och sekundära avrinningsvägar.

7 Globala hållbarhetsmål

Sweco strävar efter att hjälpa våra kunder att efterleva FN:s 17 Globala Hållbarhetsmål. I detta uppdrag ser vi att projektet har beaktat följande mål:

	6.3 Till 2030 förbättra vattenkvaliteten genom att minska föroreningar, stoppa dumpning och minimera utsläpp av farliga kemikalier och material, halvera andelen obehandlat avloppsvatten och väsentligt öka återvinningen och en säker återanvändning globalt.	Genom att rena dagvatten förhindrar vi att föroreningar når till våra sjöar, vattendrag och grundvatten. Både för att förhindra att förorena våra nuvarande och framtida dricksvattentäkter, men även för att skydda vattenlevande djur och växter.
	13.1 Stärka motståndskraften mot och förmågan till anpassning till klimatrelaterade faror och naturkatastrofer i alla länder.	Dagvattenhanteringen bidrar till att öka samhällets motstånds-kraft vid häftiga skyfall och anpassning till ett förändrat klimat. Detta genom att redovisa lösningar på hur dagvattnet kan hanteras på ett tryggt och säkert sätt.
	15.9 Senast 2020 integrera ekosystemens och den biologiska mångfaldens värden i nationella och lokala planerings- och utvecklingsprocesser, strategier för fattigdomsminskning samt räkenskaper.	Vi har i projektet undersökt möjligheten att använda ekosystemtjänster vid projektering av dagvattenrening då detta skulle främja både oss människor och andra organismer.

8 Litteraturförteckning

Alfsdotter, C. (2015). *Boplatslämningar i Hövik* (Bohusläns museum Rapport 2015:22). Borås: Bording AB.

Alm, H. & Pirard, J. (2014). *Dagvattenhantering – En exempelsamling.* https://www.uppsalavatten.se/globalassets/dokument/om-oss/verksamhet-och-drift/dagvatten_exempelsamling.pdf

BFS 2002:19. *Boverkets författningssamling.* https://www.boverket.se/contentassets/3108c5069a60495380949c906e9c6f0b/bbr-10-ovk.pdf [2020-06-17].

Ecocom (2020). *Naturvärdesinventering Hövik, Tjörns kommun, 2020.* [Rapport].

Göteborgs Stad (2013). *Miljöförvaltningens riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till recipient och dagvatten.* Reviderad 2013:10. https://goteborg.se/wps/wcm/connect/fee9bd22-ed19-43ed-907c-14fc36d3da16/N800_R_2013_10.pdf?MOD=AJPERES [2020-05-18].

Havs- och Vattenmyndigheten (2019). *Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten.* (Havs- och vattenmyndighetens författningssamling HVMFS 2019:25). https://www.havochvatten.se/download/18.4705beb516f0bcf57ce1c145/1576576601249/HVMFS%202019-25-ev.pdf [2020-07-13].

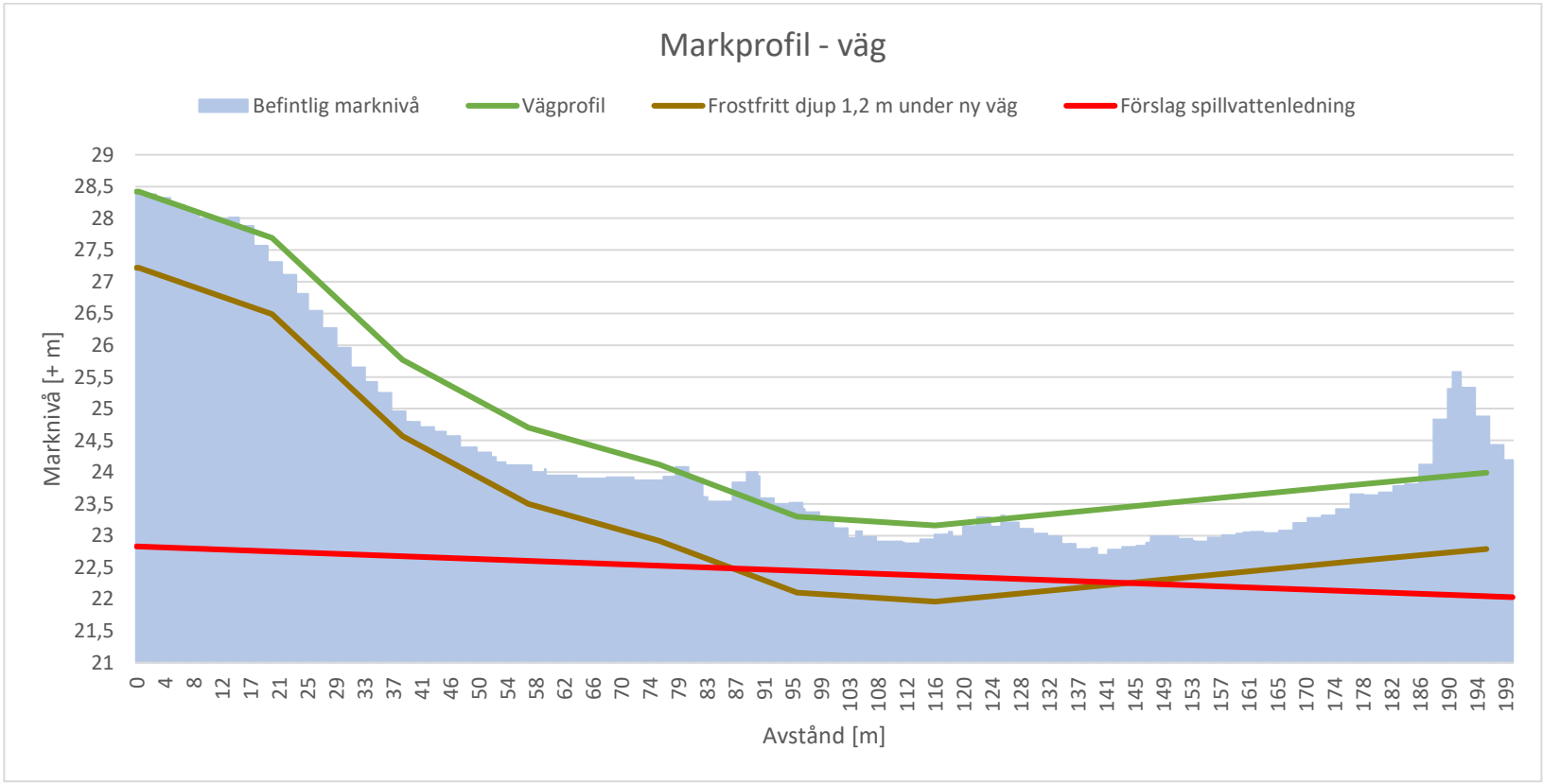
Länsstyrelsen Västra Götalands län (2018). *Mätkampanj 2017 – Miljögifter i ytvattenförekomster.* (Länsstyrelsens rapportserie 2018:44). https://www.lansstyrelsen.se/download/18.2887c5dd16488fe880d52142/1537254275664/2018-44.pdf [2020-07-13].

Stockholm Vatten och Avfall (2017). *Dagvattenanläggningar.* https://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/bibliotek/dokument-om-dagvatten/anlaggningsbeskrivningar/ [2020-06-18].

Svenskt Vatten (2001). *Publikation VAV P83.* Allmänna vattenledningsnät – Anvisningar för utformning, förnyelse och beräkning.

Svenskt Vatten (2016). *Publikation P110 Del 1*. Avledning av dag-, drän- och spillvatten – Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem.

Södra Bohusläns räddningstjänstförbund (2020). *PM – nya planområden.* [PM, utkast].

Vatteninformationssystem Sverige (VISS) (2020). *Hake fjord.* https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA55040263 [2020-05-29].

Bilaga 1 – Förutsättningar för självfallssystem, spillvatten