

**DAGVATTENUTREDNING - NULÄGESANALYS - UNDERLAG FÖR
FRAMTAGANDE AV DETALJPLAN I SÄVERSTA 2:11 - BOLLNÄS**



UPPDRAG

318760, Utredningar inför framtagande av Detaljplan för del av Säversta 2:11

Titel på rapport:

Dagvattenutredning - nulägesanalys - underlag för framtagande av detaljplan i Säversta 2:11 - Bollnäs

Status:

Rapport

Datum:

2022-03-24

MEDVERKANDE

Beställare:

Hälsingebocken utveckling

Kontaktperson:

Tobias Jermteg

Konsult:

Tyréns Sverige AB

Uppdragsansvarig:

Mina Karimpour, Tyréns Sverige AB

Handläggare

Max Stefansson, Tyréns Sverige AB

Kvalitetsgranskare:

Jesper Bengtsson, Tyréns Sverige AB

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING OCH SYFTE	5
2	MATERIAL OCH METOD	5
2.1	BAKGRUNDSMATERIAL OCH DATA.....	5
2.2	KRAV OCH RIKTLINJER FÖR DAGVATTENHANTERING.....	5
2.2.1	DIMENSIONSPRINCIPER.....	5
3	OMRÅDESBESKRIVNING OCH BEGRÄNSNING	6
3.1	OMRÅDETS LOKALISERING OCH AVGRÄNSNING.....	6
3.2	GEOLOGI OCH HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN.....	7
3.3	AVRINNINGSFÖRHÅLLANDEN OCH DAGVATTENSYSTEM.....	10
3.4	SKYFALLSKARTERING.....	14
3.5	MARKAVVATTNINGSFÖRETAG.....	15
3.6	VATTENDOMMAR.....	16
3.7	RECIPIENT.....	16
4	BERÄKNINGAR	18
4.1	METODER.....	18
4.1.1	FLÖDESBERÄKNING.....	18
4.1.2	BERÄKNING AV DIMENSIONERANDE UTJÄMNINGSVOLYM.....	18
4.1.3	FÖRORENINGSBERÄKNING.....	19
4.2	MARKANVÄNDNING.....	19
4.3	FLÖDESBERÄKNINGAR OCH UTJÄMNINGSVOLYM.....	21
4.4	FÖRORENINGSBERÄKNINGAR OCH BEDÖMNING.....	22
4.4.1	FÖRORENINGSBERÄKNING.....	22
4.4.2	BEDÖMNING AV EXPLOATERINGENS PÅVERKAN PÅ HÄNGSJÖNS MILJÖKVALITETSNORMER.....	23
5	RESULTAT OCH DAGVATTENLÖSNING	24
5.1	DAGVATTENLÖSNING.....	24
5.2	ÖVERSVÄMMNINGSSKYDD OCH HÖJDSÄTTNING.....	27
5.3	GRUNDVATTENSÄNKNING.....	27
5.4	DRÄNERING FRÅN PLANERADE BYGGNADER.....	28
5.5	SUMPSKOGEN.....	28
5.6	DIKEN.....	28
5.7	DAMMAR.....	28
6	OSÄKERHETER	29
7	SAMMANFATTANDE SLUTSATSER	29
8	BILAGA 1	31
9	BILAGA 2	35

1 INLEDNING OCH SYFTE

Hälsingebocken utveckling AB har bett Tyréns Sverige AB ta fram underlag och utformning av detaljplan för del av fastigheten Säversta 2:1. Ett av underlagen som krävs för detaljplanen är en dagvattenutredning.

Syftet med dagvattenutredningen är att belysa förutsättningar för områdets dagvattenhantering och föreslå en hållbar principlösning som uppfyller de krav och riktlinjer som ställs från underlagen *Beställningsunderlag Dagvattenutredning*, *Dagvattenstrategi för Bollnäs Kommun* och *Dagvattenriktlinjer för Bollnäs kommun*. Utredningen gäller endast för planområdet och denna rapport omfattar endast dagvattenhantering.

2 MATERIAL OCH METOD

2.1 BAKGRUNDSMATERIAL OCH DATA

Tabell 1. Underlag och källor som använts för utredningen

Från	Underlag
Sveriges geologiska undersökning	Jordartskarta
Skogsstyrelsen	Skogskarta
Hälsinge Vatten	Dagvattenledningsunderlag
Vatteninformationssystem Sverige	MKN för recipient
StormTac Webb	Reningseffekt av dagvatten
Tyréns Sverige AB	Grundvattenmätningar
Tyréns Sverige AB	Strukturplan
Tyréns Sverige AB	Markmiljöundersökning
Bollnäs kommun	Länsstyrelsens yttrande av detaljplan för del av Säversta 2:1 1
Bollnäs Kommun	Kommentarer om utredningarna
Bollnäs kommun	Bild på skyfallskartering utförd av SMHI
Bollnäs kommun	Beställningsunderlag för dagvattenutredning
Bollnäs kommun	Dagvattenriktlinjer för Bollnäs kommun
Bollnäs kommun	Dagvattenstrategi för Bollnäs kommun

2.2 KRAV OCH RIKTLINJER FÖR DAGVATTENHANTERING

2.2.1 DIMENSIONSPRINCIPER

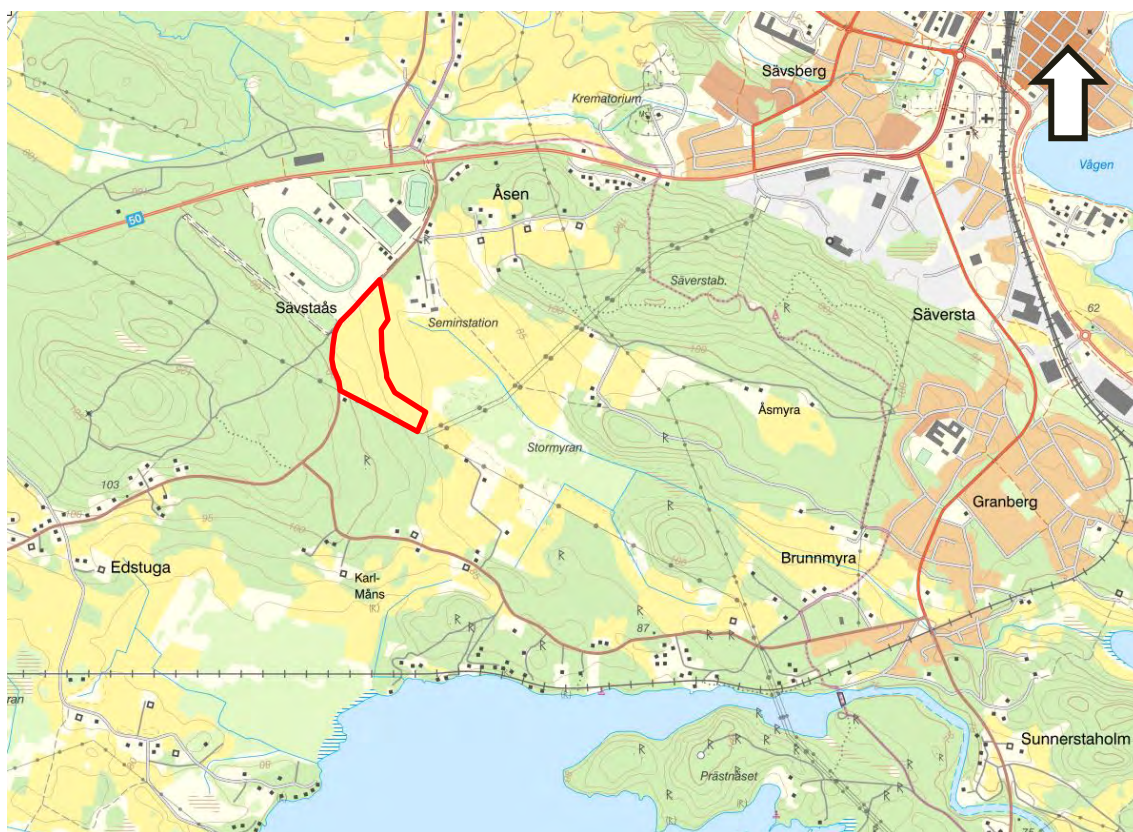
I enlighet med riktlinjer i P110 (Svenskt Vatten, 2016) bedöms området bilda gles bostads-bebyggelse vilket innebär att system för avledning av dagvatten ska dimensioneras så att åtgärderna ej bräddar över till marknivå vid ett 10-årsregn och inte skadar bebyggelse. Regnintensiteten ska även modifieras med hänsyn till klimatförändringar varför en klimatkoefficient motsvarande 1,25 ska användas vid dagvattenberäkningar för framtida bebyggelse. Denna faktor rekommenderas av SMHI enligt svenskt vattens rekommendationer för dimensionering av anläggningar som

beräknas vara i bruk i slutet av detta århundrade med regn kortare än en timme¹. Regn med återkomsttid över 10 år ska hanteras på ytan genom höjdsättning och avsättning av ytor som kan minska avrinningen och fungera som översvämningssytor.

3 OMRÅDESBESKRIVNING OCH BEGRÄNSNING

3.1 OMRÅDETS LOKALISERING OCH AVGRÄNSNING

Området ligger i Bollnäs ytterkant, sydost om Bollnästravet och norr om Voxsjön (Figur 1). Idag brukas jorden inom planområdet för foderproduktion i form av vall till hästar. Väster om området finns en stor höjd täckt med skog. Öst om området fortsätter jordbruksmarken som separeras av ett dike. Sydost om planområdet finns en sumpskog som är dikad till viss del. Planområdet har formen av en hästsko, är helt inom dagens fastighet Säversta 2:11, är 0.10 km² stort samt innehåller inga hårdgjorda ytor.

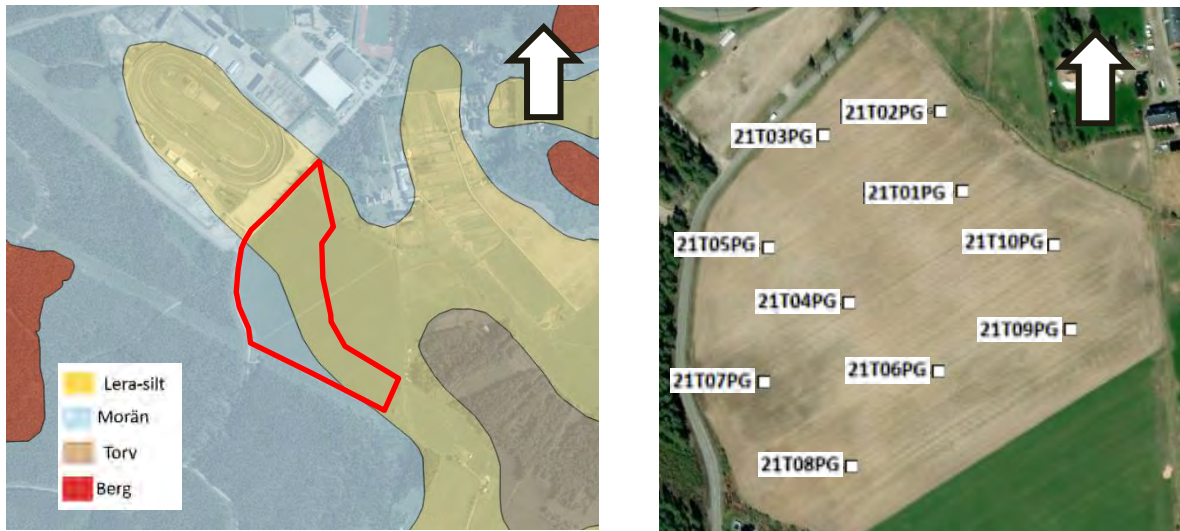


Figur 1. Planområdets placering och dess omnejd.

¹ SMHI. (2020). Länk: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/statistik-for-extrem-korttidsnederbord-1.159736>

3.2 GEOLOGI OCH HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Enligt SGU:s jordartskarta² består majoriteten av planområdet av ler-silt jord och resten av morän. En miljöteknisk undersökning gjordes av Tyréns i September 2021 i området. Då togs jordprover från 10 provpunkter i planområdet (Figur 2).



Figur 2. Till vänster: Jordartskarta från SGU, till höger provtagningsplatser från Tyréns miljötekniska markundersökning 2021.

Jordarterna i provpunkterna mellan vissa djup bedömdes i fält (Tabell 2).

² SGUs kartvisare. Besökt 22/02/08 länk: <https://apps.sgu.se/kartvisare/>

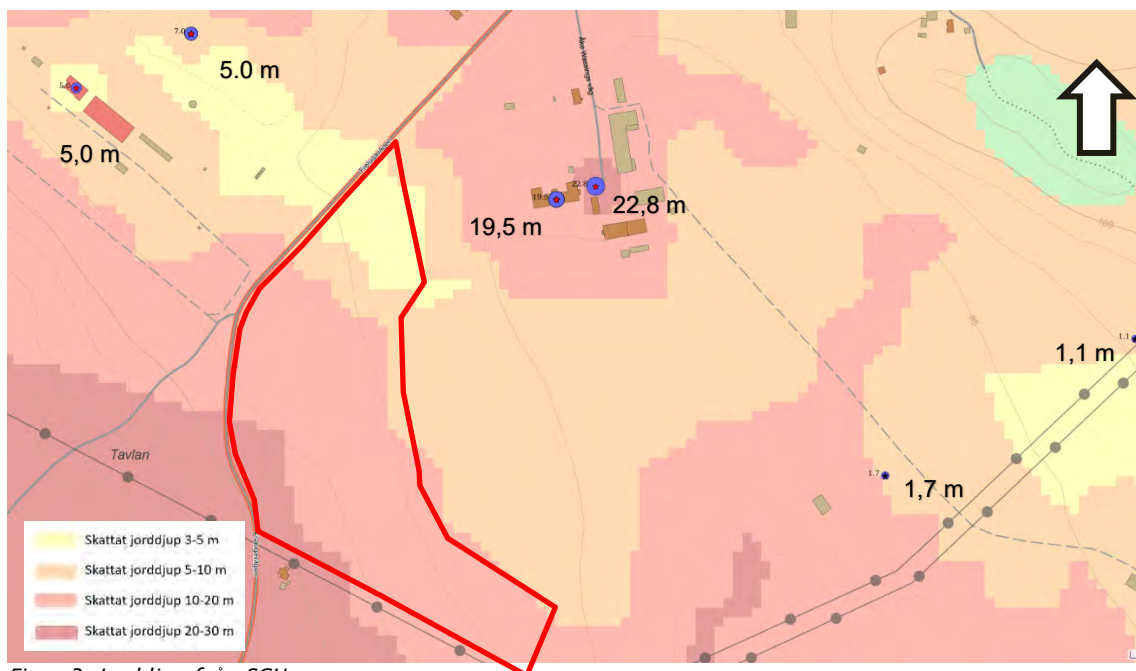
Tabell 2. Jordarter som fältbedömdes under Tyréns miljötekniska markundersökning.

Provpunkt	Datum	Från djup	-	Till djup	Fältbedömd jordart	Laboratorieanalys			
						Metaller inkl. Hg	Alifater, aromater, BTEX, PAH16	PAH	TOC, pH
						MS-1	OJ-21a	OJ-1	TOC, pH
21T01PG	2021-09-10	0	-	0,5	matjord, saSi	X		X	X
		0,5	-	1	Si(le)	X			
		1	-	1,5	siSa				
21T02PG	2021-09-10	0	-	0,5	matjord, saSi	X			
		0,5	-	1	Si				
		1	-	1,5	leSi				
21T03PG	2021-09-10	0	-	0,5	matjord, siSa	X	X		X
		0,5	-	1	grSa(si)				
		1	-	1,5	grSa(st)				
21T04PG	2021-09-10	0	-	0,5	matjord, siSa	X			
		0,5	-	1	siSa	X			
		1	-	1,5	grSa (si, st)				
21T05PG	2021-09-10	0	-	0,5	matjord, siSa	X		X	X
		0,5	-	1	grsiSa				
		1	-	1,5	grSa(si)				
21T06PG	2021-09-10	0	-	0,5	matjord, saSi	X			
		0,5	-	1	grSa				
		1	-	1,5	siSa				
21T07PG	2021-09-10	0	-	0,5	matjord, siSa	X	X		X
		0,5	-	1	grSa	X			
		1	-	1,5	grSa(st)				
21T08PG	2021-09-10	0	-	0,5	matjord, siSa	X		X	X
		0,5	-	1	grSa(si)				
		1	-	1,5	grsa(st)				
21T09PG	2021-09-10	0	-	0,5	matjord, saSi	X			
		0,5	-	1	leSi	X			
		1	-	1,5	siSa				
21T10PG	2021-09-10	0	-	0,5	matjord, Si	X		X	X
		0,5	-	1	leSi				
		1	-	1,5	siSa				
Totalt						14	2	4	6

Då marken har använts som jordbruksmark består det översta jordskiktet av matjord som begränsas av det djup harven har nått. Sedan består de nedre lagrena av kombinationer av jordarterna lera, silt, sand, grus och sten.

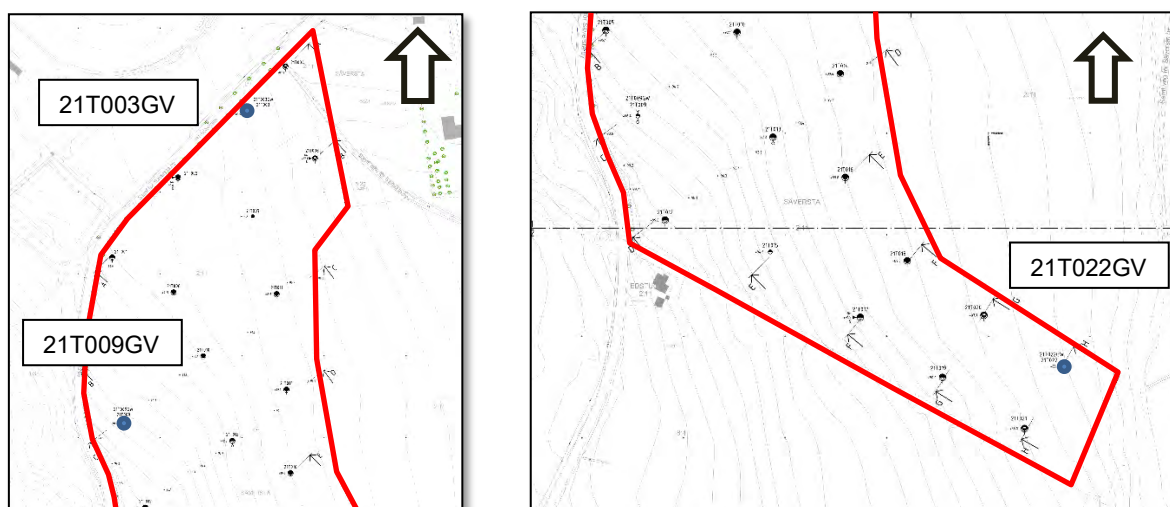
För mer detaljer kring jordens sammanställning och markegenskaper se Geotekniskt PM.

Jorddjup från SGU:s kartvisare uppskattar jorddjupet att vara lägre vid planområdets norra del och högre mot höjdpartiet väst om planområdet (Figur 3).



Figur 3. Jorddjup från SGU

Borrprov har tagits i planområdet av Tyréns Sverige AB. Vid tre av borrplatserna mättes även grundvattennivåerna vid den 18e och 21a november 2021 (Figur 4).



Figur 4. Borrpunkter från geoteknisk utredning av Tyréns AB, placering av grundvattenmätning markerat med blåa punkter. Till vänster norra delen av planområdet, till höger, södra delen av planområdet.

I borrpunkterna 21T009GV och 21T022GV uppmättes höga grundvattennivåer, med 0,2 meter från mark till grundvattennivå vid dessa punkter den 18e november (Tabell 3). Grundvattennivån mättes däremot till en lägre nivå jämfört med marknivån vid punkt 21T003GV. Generellt, brukar grundvattennivåerna vara närmre markytan vi lägre terräng, men så är inte fallet i detta område. En möjlig förklaring till att de två södra grundvattenmätningarna visar högre grundvattennivå än den norra, är att grundvatten strömmar genom dessa punkter från högre belägna skogspartier.

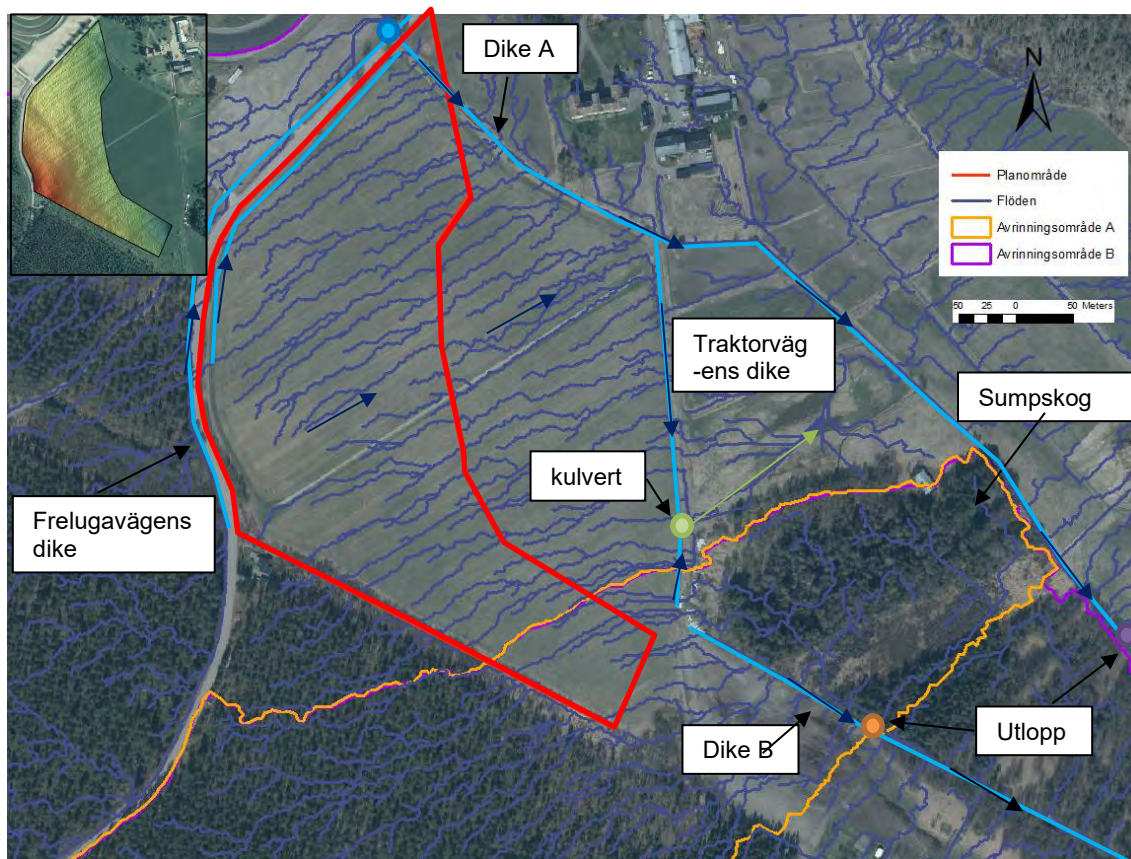
Tabell 3. Grundvattenmätningar från Tyréns

GV-RÖR	Avläsningsdatum	Marknivå	Nivå rör överkant(m)	Djup i förhållandet till markytan(m)	Grundvattnets trycknivå (RH2000)
21T003GV	2021-11-18	+88,9	+87,0	1,4	+87,5
	2021-11-21			1,5	+87,4
21T009GV	2021-11-18	+96,4	+97,3	0,2	+96,2
	2021-11-21			0,4	+96,0
21T022GV	2021-11-18	+86,0	+88,9	0,2	+85,8
	2021-11-21			0,2	+85,8

3.3 AVRINNINGSFÖRHÅLLANDEN OCH DAGVATTENSYSTEM

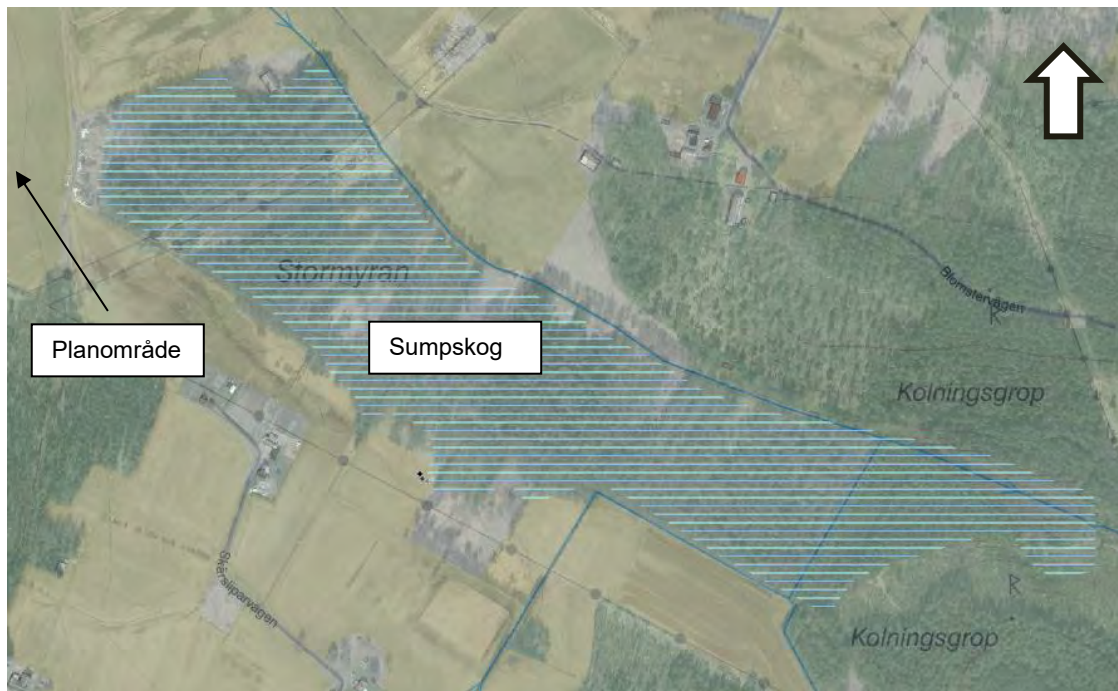
Planområdet har en primär lutning åt nordöst och därmed rinner vattnet i rinnstråk mot diket i norr (dike A) och traktorvägen i öst (Figur 5). Genom utredning av området med det hydrostatiska modellverket Scalgo Live som ej tar hänsyn till infiltration men ger en god syn på områdes lågpunkter och rinnstråk, syns att detta stämmer. Med samma verktyg togs två delavrinningsområden fram som planområdet ingår i. Båda delavrinningsområdena avvattnas i avvattningsföretagets diken som leder vatten mot recipienten Hängsjön.

Stora delar av planområdet sluttar även mot sydost med en mindre kraftig lutning än lutningen åt nordost. Denna sekundära lutning gör att majoriteten av områdets dagvatten skulle rinna åt den södra delen av området om ett dike anläggs längs med planområdets östra rand.



Figur 5. Avrinning inom planområdet och dess omnejd. Orange och Lila cirklar markerar utlopp för de olika avrinningsområdena. Höjdmodell från lantmäteriet syns i det nordvästra hörnet där röd färg visar relativt hög höjd, gul mellan, grön låg och blå lägst höjd. Högsta höjden inom planområdet är 102 m och minsta är 84m (via inspektion av lantmäteriets markkarta 1x1m).

Planrådets södra spets ingår i det södra avrinningsområdet som delvis bidrar med vatten till en sumpskog. Sumpskogen har en area på 18 hektar enligt Skogsstyrelsens kartportal³ och är kraftigt dikad idag (Figur 6).



Figur 6. Sumpskog öster om planområdet. Karta från Skogsstyrelsens kartportal

Majoriteten av vattnet från planområdet inom det södra delavrinningsområdet (Delavrinningsområde A, Figur 5) som hade runnit mot sumpskogen naturligt rinner i stället till dike B (Figur 5) i skogens södra kant, samt till diket vid traktorvägen västra kant (Figur 5), vilket leder till begränsad tillförsel av vatten till sumpskogen idag.

Vid platsbesök undersöktes diken inom planområdet och dess omnejd.

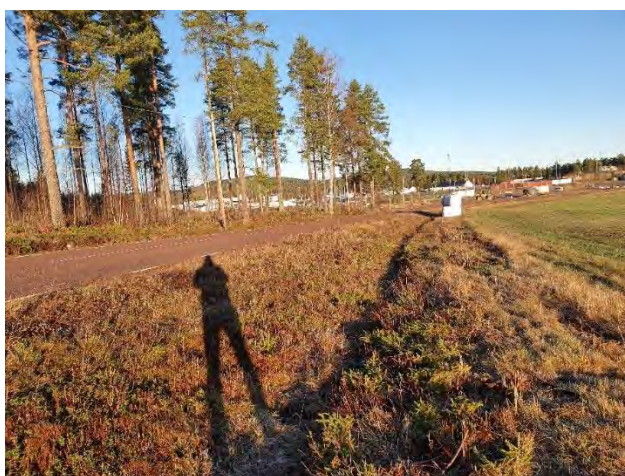
Det finns ett dike vid Frelugavägens västra kant som avvattnar delar av vägen. Diket är dock inte särskilt djupt och enligt Scalgo Live avrinner vatten från stora delar av skogsområdet till planområdet förbi diket och över vägen (Figur 7).

³ Skogsstyrelsen. Hämtat 22/02/03. Länk: <https://kartor.skogsstyrelsen.se/kartor/>



Figur 7. Dike väster om Frelugavägen.

På andra sidan vägen finns en passage där man kan gå in på planområdet från vägen. Söder om passagen går ett mindre dike längs med vägen. Norr om passagen går en mur längs vägen, det är dock svårt att se om diket fortsätter norr om passagen, grund av mycket växtlighet direkt väster om muren (Figur 8).



Figur 8. Till vänster: dike öster om Frelugavägen, till höger: passagen, stengärde och dike

Vid inspektion av dike B upptäcktes att det var igenvuxet med unga lövträd. För att säkra dikets funktion behöver diket därmed rensas (Figur 9).



Figur 9. Dike söder om sumpskogen.

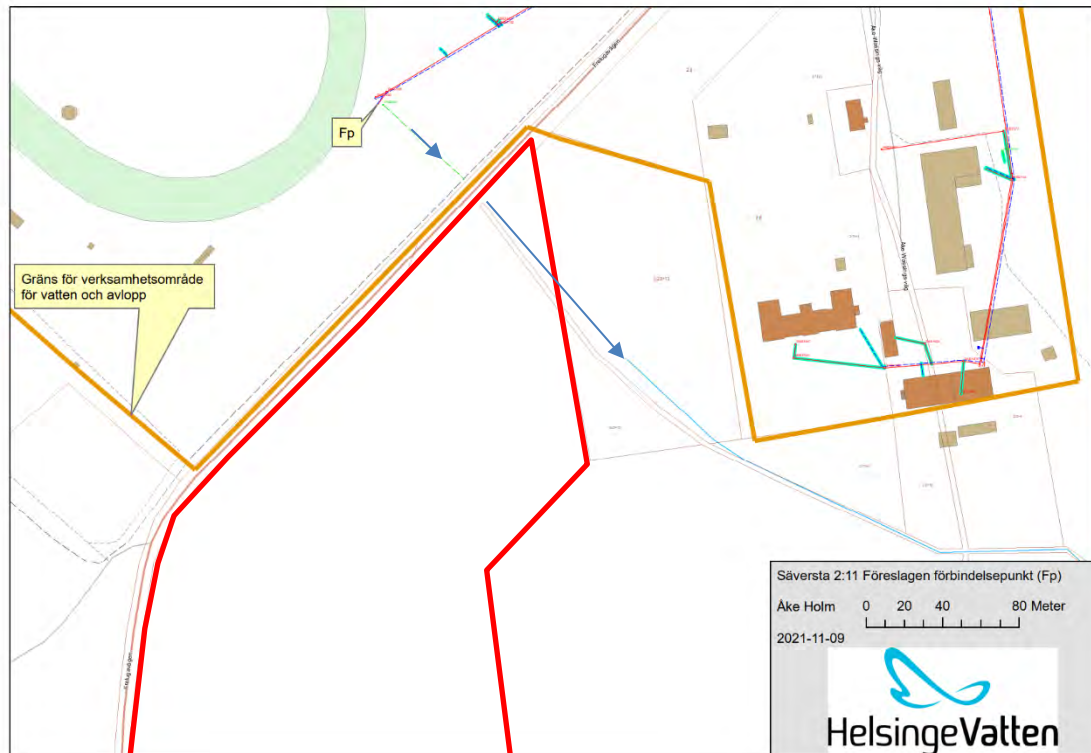
Vid traktorvägen öst om planområdet har ett litet dike skapats (Figur 10). Vatten leds från både norr och syd till en lågpunkt där vatten leds åt öst mot dike A via kulvert, markerad med grön punkt i Figur 5.



Figur 10. Till vänster: Liten dike vid traktorvägen med vy åt syd, till höger: dikets lågpunkt och utlopp (grön punkt i Figur 5)

Det finns en dagvattenledning från västra sidan av Frelugavägen som leder vatten till det norra diket i planområdet. Dagvattenpåkoppling till ett allmänt dagvattennät kan ej erbjudas av Helsingevatten. De hänvisar istället till LOD-lösning inom planområdet. Det finns inget verksamhetsområde för dagvatten inom Bollnäs. De planerar däremot att

utöka planområdet för vatten och avlopp så att det nya planområdet även ingår (Figur 11). Detta är dock en politisk process som kan ta lång tid.



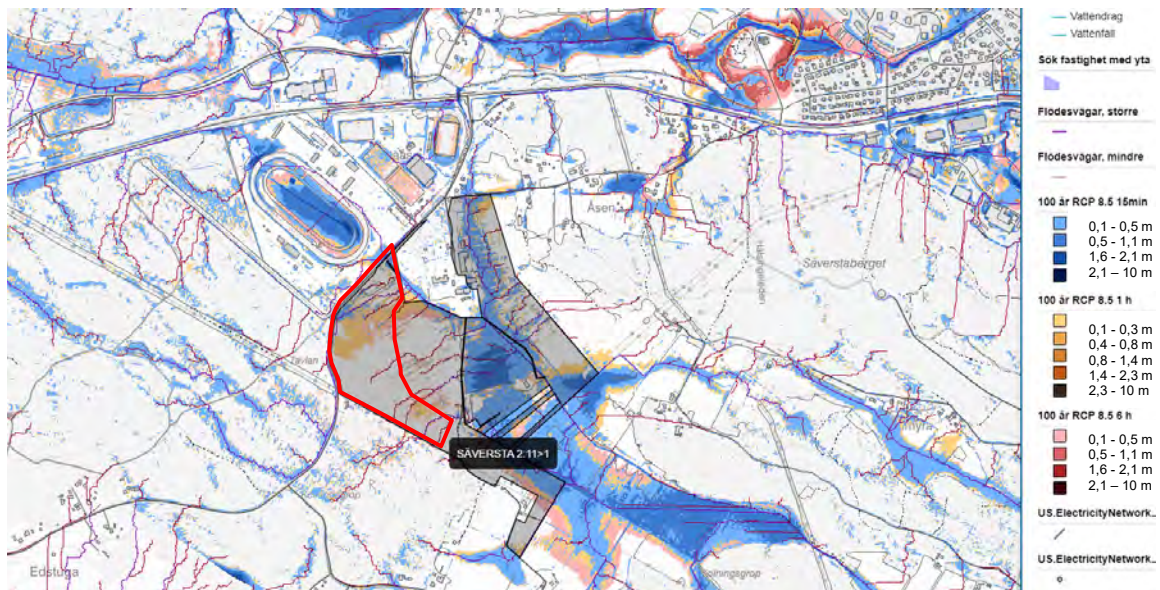
Figur 11. Verksamhetsområde för vatten och avlopp, avlopps- vatten och dagvattenledningar i planområdets omnejd. Planområdets ungefärliga utbredning markeras med röd form.

3.4 SKYFALLSKARTERING

SMHI utförde en skyfallskartering enligt metoden kartering av markavrinning beskriven i MSBs Vägledning för skyfallskartering (MSB, 2017) år 2020 (Figur 12). Två nederbördsscenarion har modellerades, 100-årsregn i historiskt respektive framtida klimat enligt RCP8.5. Regnets varaktighet justerades även med varaktigheterna 15 minuter, 1 timme och 6 timmar.

I bilden nedan syns simuleringsresultat med rinnvägar samt maximala vattendjup inom planområdet för simulering med ett framtida klimat enligt RCP8.5 för de olika varaktigheterna 15 minuter, 1 timme och 6 timmar. Vattendjupet inom planområdet stiger aldrig över de lägsta färgintervallen för de olika simuleringarna alltså mellan 0.1-0.3/0.5m vattendjup.

Vad som kan uttydas ur kartan är att den norra delen av planområdet drabbas hårdast av skyfall då vattendjupen har störst utbredning där.



Figur 12. Skyfallskartering för Bollnäs utförd av SMHI, markering för ungefärlig position av planområde markeras med rött.

3.5 MARKAVVATTNINGSFÖRETAG

Öster om planområdet finns markavvattningsföretaget Häggestadikningen som upprättades mellan åren 1929 och 1930. Markavvattningsföretaget är aktivt idag, och ett informationsmöte om planerna för Säversta 2:11 ska arrangeras. Lista på deltagande fastigheter ska även tas fram av markavvattningsföretagets ordförande.

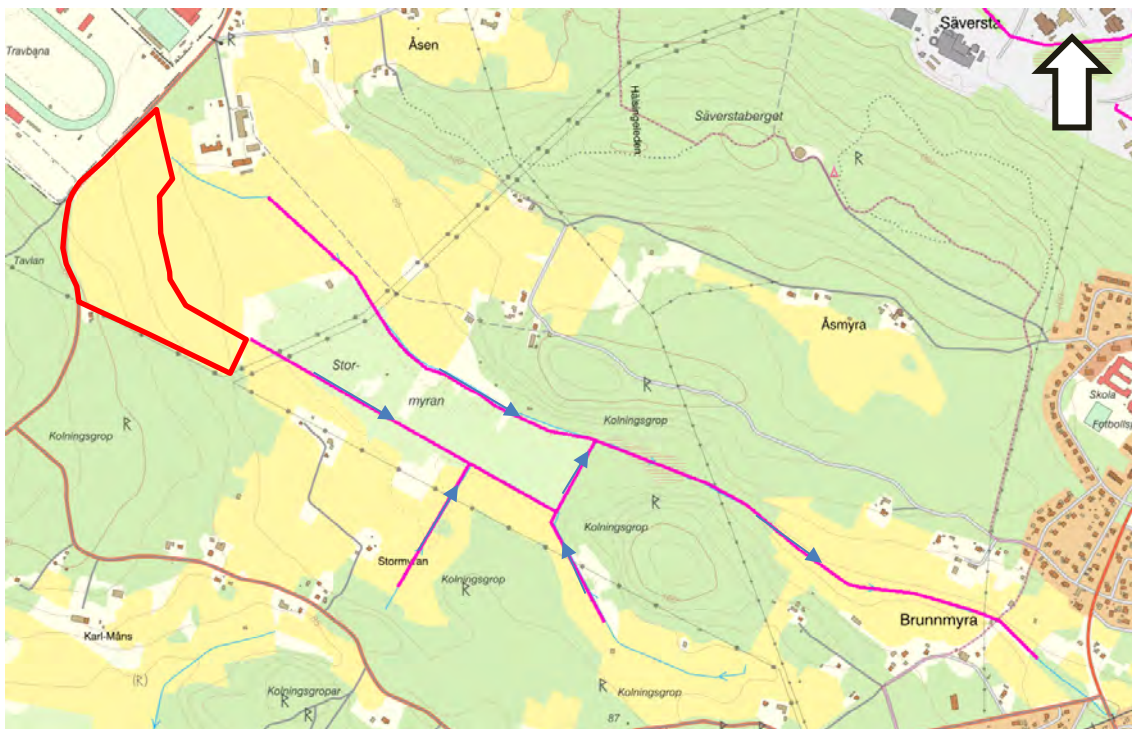
Markavvattningsföretag bildas då flera jordbrukare skapar samfällighet och betalar för ett eller flera diken vars syfte är att sänka grundvattenytan för angränsande jordbruksmark och sedan uppehållet av dikenas funktion. Om sedan täckdiken installeras vid angränsande mark kan grundvattennivån sänkas ytterligare genom avledning till huvuddiket. Markens produktivitet förbättras därmed. Det område som får en jordförbättring kallas för båtnadsområde och Häggestadikningens båtnadsområde syns i Figur 13.



Figur 13. Båtnadsområde för Häggestadikningen från Gävleborgs länsstyrelses kartportal

Olika marker förbättras däremot olika mycket, och därför betalar medlemmarna i markavvattningsföretaget beroende på hur mycket deras mark ökar i värde av åtgärden. Båtnadsområdet delas i sin tur in i ägofigurer som är arealer med ett viss marktyp och förbättringsvärde. Båtnadsområdet och planområdet överlappar ej.

Diken inom markavvattningsföretag avleder ibland vatten från andra fastigheter när kapacitet är tillgänglig (Figur 14). Häggstadikningen ser ut att avleda dagvatten från travbanan via markavvattningsföretagets norra dike. I dessa fall sluts ofta ett kontrakt mellan markavvattningsföretaget och den anslutande fastigheten. Då betalar den anslutande fastigheten för ett avloppsintresse beroende på hur stor andel av ett dimensionerande flöde som kommer från denna fastighet.



Figur 14. Markavvattningsföretagets diken (lila färg) och dess flödesriktningar (blå färg) visas, samt planområdet (röd färg).

3.6 VATTENDOMMAR

Mark och miljödomstolen i Östersunds tingsrätt har kontaktats och de uppger att det ej finns några vattendomar som berör planområdet i deras system.

3.7 RECIPIENT

Området avvattnas idag till dike vars uppströms sträcka används för avvattning av jordbruksmark, se del 3.4. Diket fortsätter åt öst efter markavvattningsföretag där den delvis kverteras under vägar och banvall vid stadsdelen Brunnumyra. Diket mynnar till sist ut i Hängsjön (Figur 15). Till skillnad från diket är Hängsjön en vattenförekomst klassad av Vatteninformationssystem för Sverige (VISS EU_CD: SE680097-153256). Därmed har sjön statusklassning för dess ekologiska status och kemiska status, samt miljö kvalitetsnormer som innebär kvalitetskrav som sjön ska uppnå inom en bestämd tidsram. Således räknas hängsjön som recipient för planområdets dagvatten.



Figur 15. Hängsjön är recipient för planområdets dagvatten. Planområdets position är markerat med röd inringning.

Hängsjön har en yta på 0,15 km², är 3,3 meter djup och har ett utlopp vars vatten rinner till sjön Varpen⁴. Hängsjöns avrinningsområde är 5,1 km² som är ett delavrinningsområde inom Ljusnans avrinningsområde⁵.

Hängsjöns kemiska status är *måttlig* med tillförlitklassning *medel* och dess ekologiska status är *Uppnår ej god* med tillförlitklassning *låg*.

Anledningen till dess kemiska status är att de prioriterade ämnena kvicksilver (Hg) och kvicksilverföreningar samt bromerad difenyletyleter (PBDE) bedöms ha för höga halter. Detta är en nationell klassificering av Hg och PBDE som gjorts av Vattenmyndigheterna. Mätdata för dessa ämnen finns inte för Hängsjön varför en modell används. I Sverige idag anses att kvicksilverhalten i fisk överstiger gränsvärdet i alla ytvattenförekomster; sjöar, vattendrag och kustvatten. (VISS, Hängsjön)

Hängsjöns miljö kvalitetsnorm för kemisk status är god kemisk ytvattenstatus år 2027 med mindre stränga krav för Hg och PBDE. Det bedöms dock finnas risk att de prioriterade ämnena överstiger bedömningsgrunden för god kemisk status.

Hängsjöns ekologiska status bedöms till måttlig eftersom miljökonsekvenstyperna övergödning, morfologiska förändringar och kontinuitet har sämre än *god* status. Hantering av dagvatten till recipienten har troligtvis störst påverkan på den fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorn *näringsämnen*. Denna kvalitetsfaktor som dagvattnet inte ska påverka negativt har måttlig status idag. Klassningen är baserat på modellerat data från SMHI (S-hype) av antropogen och bakgrundsbelastning av fosfor i avrinningsområdet. Den ekologiska kvoten är ett förhållande mellan dessa två. Modellerat data ger en osäker klassning. Dess ekologiska kvot är 0,41 vilket är i mitten av spannet för statusklassificeringen *måttlig* för totalfosfor (Tabell 4. Statusklassificering av totalfosfor i sjöar.).

⁴ SMHI vattenwebb 2021. Modelarea, utloppet av hängsjön.

⁵ Viss.länstyrelsen.se 2021. Hängsjön

Tabell 4. Statusklassificering av totalfosfor i sjöar⁶.

Status	Klassgräns (EK-värde)
Hög	$0,7 \leq EK$
God	$0,5 \leq EK < 0,7$
Måttlig	$0,3 \leq EK < 0,5$
Otillfredsställande	$0,2 \leq EK < 0,3$
<i>Dålig</i>	$EK < 0,2$

Hängsjöns har den ekologiska miljö kvalitetsnormen God ekologisk status 2027. Så därmed borde dagvatten inom hängsjöns avrinningsområde eftersträva att minska fosforutsläppet till sjön jämfört med dagens halter för att detta mål ska uppfyllas.

4 BERÄKNINGAR

4.1 METODER

4.1.1 FLÖDESBERÄKNING

I Svenskt vattens publikation P110 rekommenderas dimensionering av nya ledningssystem vid gles bostadsbebyggelse att utföras för ett 10-årsregn, dimensionerad återkomsttid för trycklinje i marknivå⁷. Samma krav ställdes på ett liknande nyexploaterat område i Bollnäs som kallas Ren. Därmed rekommenderade kommunen samma fördröjningskrav för Säversta 2:11. Detta krav hade ställts på VA-huvudman om området hade ingått i ett verksamhetsområde för dagvatten.

Den dimensionerande nederbördsintensiteten är en funktion av regnets varaktighet. För den rationella metoden är regnets varaktighet lika med områdets rinntid, som är den tidsmässigt längsta rinnvägen inom delavrinningsområdet fram till beräkningspunkten. För planområdet är rinntiden mindre än 10 minuter, och därmed används 10 minuters varaktighet för regnet.

Vid flödesberäkningarna används rationella metoden som beskrivs i Svenskt Vattens publikation P110:

$$q = A \cdot \varphi \cdot i(tr) \cdot kf$$

där:

q	är flödet (l/s)
A	är avrinningsområdets area (ha)
φ	är avrinningskoefficienten
i(tr)	är den dimensionerande nederbördsintensiteten (l/s ha)
tr	är regnets varaktighet (min)
kf	är klimatfaktor

4.1.2 BERÄKNING AV DIMENSIONERANDE UTJÄMNINGSVOLYM

⁶ Havs och Vattenmyndigheten 2013. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten. HVMFS 2013:19

⁷ Svenskt vatten 2016. P110 - Avledning av dag-, drän- och spillvatten

För att undvika att dagvatten från planområdet orsakar erosion och översvämning för nedströms markavvattningsföretag behövs magasinering av flödestoppar från planområdet så att lägre flöden kan släppas mot nedströms diken. Beräkningen för framtagning av erforderlig magasininsvolym är baserad metod från P105, Svenskt Vatten (2011)⁸. Förslag på utjämning utgår från att beräknat vattenflöde efter exploatering ska motsvara flöde innan exploatering för ett uniformt dimensionerande blockregn med 10 års återkomsttid och den varaktighet som ger störst magasineringsbehov

4.1.3 FÖRORENINGSBERÄKNING

Beräkningar av föroreningsbelastning i dagvattnet har utförts med modellverktyget StormTac version 22.1.1. Verktygets standardvärden på avrinningskoefficienter och nederbörd har använts.

4.2 MARKANVÄNDNING

På området planeras en ekoby att anläggas där viss mark ska bevaras för odling. De olika bebyggelse typerna som ska anläggas är äldreboende, förskola, trygghetsboende, ISS-Boende, flerfamiljsbostäder, radhus och villaområden. En strukturplan på hur området ungefär kommer att se ut är framtagen.

För att underlätta dagvattenhanteringen bör planområdets dagvatten ledas till två separata utlopp. Därmed bildas två tekniska avrinningsområden (Figur 16).

⁸ Svenskt Vatten (2011). P105 - hållbar dag- och dränvattenhantering - råd vid planering och utförande

STRUKTURPLAN
SÄVERSTAA EKOPY - BOLLNÄS



TYRÉNS
2021-01-20

Figur 16. Strukturplan för planområdet med teknisk vattendelare, markering av Norra- och Södra området samt utlopp.

Ytor för markanvändning är uppmätt från strukturplan och ansätts enligt StormTac Lives marktyper.

I bilaga 1 beskrivs noggrannare ansättningen av marktyperna. I Tabell 5 redovisas ytorna före och efter planerad exploatering tillsammans med ytans avrinningskoefficient. Figur beskrivande markanvändning med avrinningskoefficienter uppdelat i norra och södra området finns i bilaga 1.

LOD i form av utkastare från tak mot diken och vägdiken rekommenderas och antas gälla för bebyggelsen i Norra område. I Södra området ansätts, utkastare men ej diken eftersom det finns begränsat med plats där, då bland annat mindre parkeringar planeras att anläggas vid delar av gatan. Markanvändning om LOD ej används redovisas i bilaga 1 för jämförelse.

Tabell 5. Arealer i planområdet avrundat till närmsta 100m².

Markanvändning	Avrinningskoefficient	Markanvändning före exploatering (m ²)	Markanvändning efter exploatering (m ²)
Jordbruksmark	0,1	103700	
Äldreboende	0,5		7600
Förskola	0,35		7200
LSS-Boende	0,5		6600
Villor med total LOD	0,15		17900
Radhus med LOD, ej LOD för vägar	0,22		13200
Radhus med total LOD	0,18		12700
Flerfamiljshusområde med total LOD	0,22		4800
Flerfamiljshusområde	0,45		7900
Parkmark	0,1		14900
Odling	0,1		10300
Gräsyta	0,1		600
Totalt		103700	103700

4.3 FLÖDESBERÄKNINGAR OCH UTJÄMNINGSVOLYM

Resultatet av flödesberäkning med rationella metoden visar på ökning av flöden efter exploatering (Tabell 6) med eller utan LOD. LOD i form av utkastare, diken och vägdiken rekommenderas, men även flöde utan LOD redovisas i Tabell 6.

Tabell 6. Beskrivning av dagvattenflödets förändring före och efter planerad exploatering. De lägre flödena efter exploatering baseras på markanvändning med LOD och de högre utan LOD, de understrukna värdena korresponderar till markanvändning med LOD.

Avrinningsområde	Före exploatering ¹ (l/s)	Efter exploatering med klimatfaktor 1,25 (l/s)
Norra området	124	<u>456</u> -597
Södra området	112	<u>245</u> -484
Hela området	236	<u>701</u>-1063

Eftersom dagvattenberäkningar visar att avrinningen ökar från planområdet efter exploatering behöver flöden magasineras. De regnvaraktigheter som genererar störst fördröjningsbehov används för dimensionering av magasinerna, dessa är 20 minuters varaktighet för det Norra området och 10 minuter för det Södra området (Tabell 7).

Tabell 7. Beräknat erforderlig fördröjningsvolym och dimensionerat flöde i magasinets utlopp, baserat på markanvändning med LOD

Avrinningsområde	Norra området	Södra området	totalt
Erforderlig fördröjningsvolym (m ³)	214	80	294
Dimensionerat flöde i magasinets inlopp (l/s)	303 (20 min varaktighet)	245 (10 min varaktighet)	548
Dimensionerat flöde i magasinets utlopp (l/s)	124	112	236

4.4 FÖRORENINGSBERÄKNINGAR OCH BEDÖMNING

4.4.1 FÖRORENINGSBERÄKNING

Föroreningsmängderna från planområdet ökar för flera ämnen efter exploatering utan åtgärder, föroreningshalterna minskar av reningsåtgärder men understiger inte alltid dagens uppskattade utsläppsmängder. Beräknade föroreningshalter och -mängder är hämtade från StormTac web v.22.1.1 (Tabell 8 & Tabell 9)

Tabell 8. Beräknade föroreningsmängder

Ämne		Föroreningsmängd (kg/år)		
		Befintlig markanv.	Efter exploatering, utan rening ¹	Efter exploatering, med rening ¹
Näringsämnen	P	4.1	3.4	2.67
	N	100	37	42
Tungmetaller	Pb	0.18	0.16	0.107
	Cu	0.31	0.35	0.294
	Zn	0.51	1.3	0.88
	Cd	0.0026	0.0072	0.00636
	Cr	0.06	0.085	0.0472
	Ni	0.039	0.11	0.082
	Hg	0.00015	0.00026	0.000239

Partiklar	SS	1900	750	493
Oljeindex	Olja	4.7	7.3	1.76
Karcinogen	BaP	0.00018	0.00095	0.000568

1 Mängder som överskrider icke försämringskravet är markerad med rött.

Tabell 9. Beräknade föroreningshalter

Ämne		Föroreningsmängd (µg/l)	
		Befintlig markanv.	Efter exploatering, utan rening ¹
Näringsämnen	P	160	150
	N	3900	1300
Tungmetaller	Pb	7	7
	Cu	12	15
	Zn	20	62
	Cd	0.1	0.35
	Cr	2.3	4.1
	Ni	1.5	5
	Hg	0.006	0.012
	Partiklar	SS	73000
Oljeindex	Olja	180	290
Karcinogen	BaP	0.007	0.036

Tabeller med föroreningshalter och årsmängder före och efter exploatering, med och utan rening uppdelat för Södra och Norra området med tillhörande reningshalter finns i bilaga 1.

4.4.2 BEDÖMNING AV EXPLOATERINGENS PÅVERKAN PÅ HÄNGSJÖNS MILJÖKVALITETSNORMER

Efter exploatering sker viss ökning av tungmetallerna (förutom bly), olja och Benso(a)pyren (BaP). För alla föroreningar efter rening understiger halterna de referensvärden som finns att jämföra med i StormTac Live, dessa halter är framtagna av Riktvärdesgruppen inom det regionala dagvattennätverket i Stockholms län⁹. Riktvärdena finns i bilaga 1.

⁹ Regionala dagvattennätverket i Stockholms län 2009. Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp. länk: https://www.mjolby.se/download/18.667955fc16ddd5d3164141fb/1571917186227/F%C3%B6rslag_till_riktvarden_dagvattenutsl%C3%A4pp.pdf

Hur känslig recipienten är för ökningen av dessa föroreningar är idag okänt, då mätningar av dessa ämnen ej är utförda. I VISS står däremot Hängsjöns känslighet mot övergödning beskriven se rubrik (3.7). Det krävs mindre utsläpp av gödande ämnen för att Hängsjön ska kunna förbättra den fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorn *näringsämnen* från måttlig till god och därmed kunna nå miljökvalitetsnormen god ekologisk status. Efter exploateringen bedöms mängden av de gödande ämnena kväve och fosfor som släpps till recipienten minska, då mindre andel av marken kommer brukas, och dagvattnet kommer renas innan utsläppet till dagens diken. Därmed bedöms exploateringen med tillhörande rening vara positiv för recipientens ekologiska status, men smått negativ för dess kemiska status. Däremot uppskattas endast små ökning av tungmetaller, vilket därmed inte torde riskera att försämra Hängsjöns kemiska status.

Det ska noteras att det råder stora osäkerheter för uträkning av många föroreningshalter från viss markanvändning, (se bilaga 1), men även uppskattningen av den fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorn *näringsämnen* som togs fram via modell.

5 RESULTAT OCH DAGVATTENLÖSNING

5.1 DAGVATTENLÖSNING

Genom studering av framtagna strukturplan, topografin inom planområdet, samt lämpliga påkopplingspunkter till dike A och B i togs förslag på dagvattenhantering fram (Figur 17).

Ett olyckscenari som kan inträffa framför allt på parkeringar och vägar är att olja eller bensin läcks från fordon. Det kan därmed vara lämpligt att anlägga oljeavskiljare för de större parkeringarna för att minimera konsekvenserna av ett oljeläckage.

Framtaget förslag på dagvattenlösningar innebär att områdets dagvatten bör avledas i två separata delavrinningsområden som beskrevs under rubrik 4.2. Både det södra och norra området leder dagvatten till magasineringsåtgärder. Förslagsvis våta dagvattendammar. Magasinet i norr släpper sedan vatten mot dike A och magasinet i södra området släpper vatten till dike B.

För det norra området leds vattnet förslagsvis främst med dagvattenledningar för att de strukturer som planeras ska få plats. Däremot kan dike anläggas i den östra randen. Dagvattenledningarna bör projekteras så att vatten rinner mot diket i öst så tidigt som möjligt, då diket har större kapacitet och dess placering leder till mindre översvämningsproblematik än ledningarna.

Ålderdomshemmet och dess parkering ligger nedströms planerat magasin i norr. För att dess vatten ska kunna fördröjas och renas via samma dagvattendamm som resten av det norra området och ledas dit via självfall behöver marken höjas.

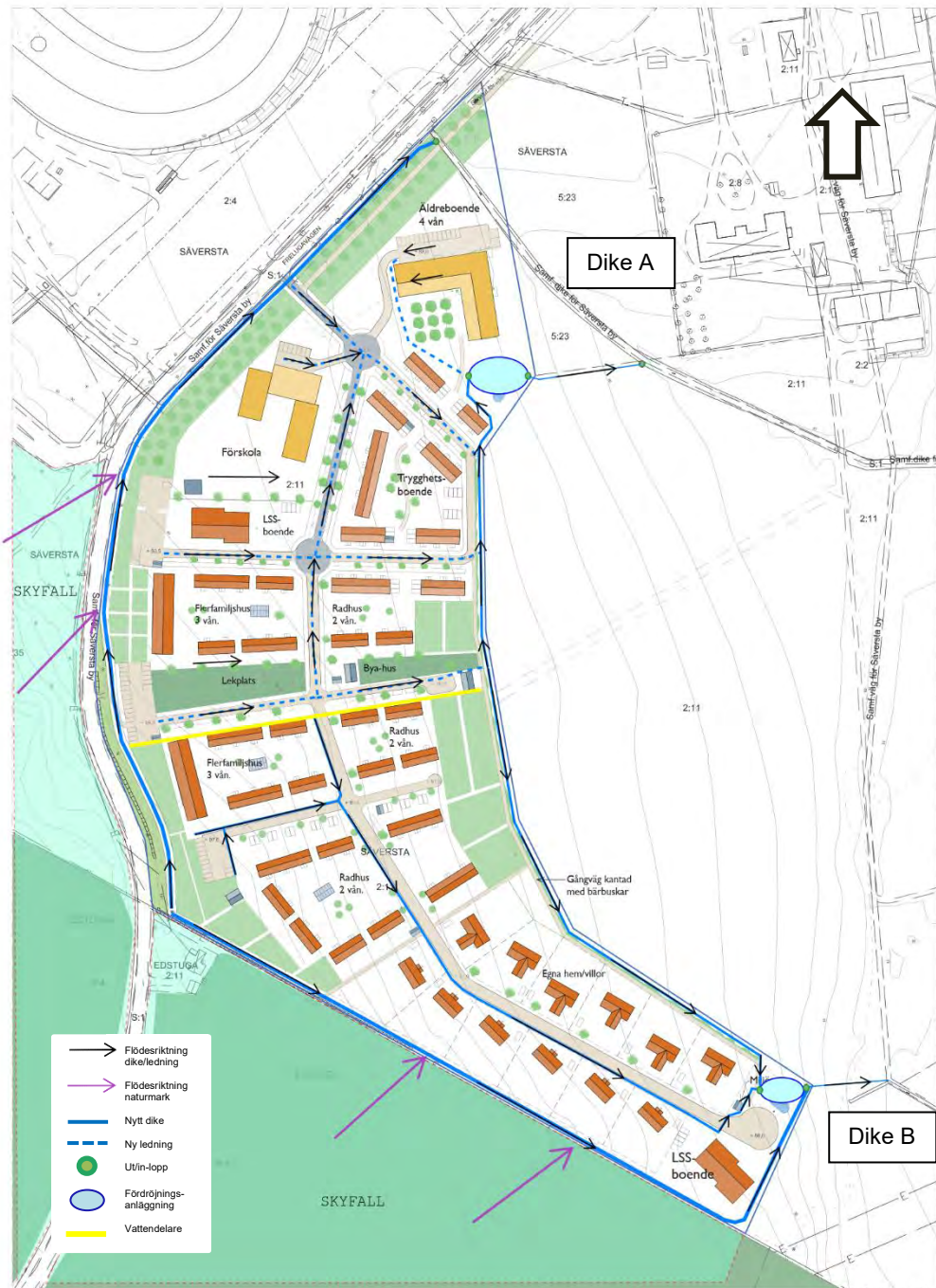
Ytterligare en fördel med att höja marken vid ålderdomshemmet och dess parkering är göra den mindre sårbar för översvämnning av dike A, som är benäget mycket nära det tänkta ålderdomshemmet. I denna rapport antas att markhöjningen utförs.

Ett annat alternativ är en separat anläggning av till exempel kassetmagasin under parkeringen eller en separat damm norr om parkeringen.

För det södra området leds vattnet förslagsvis i stället med öppna diken för att ge en trögare avrinning och större kapacitet.

Den större andelen hårdgjorda ytor i samband med att dagvatten transporteras i ledningar i stället för diken gör att det krävs en större magasineringsvolym i det norra området än i det södra och därmed en större damm.

De västra delarna av planområdet avvattnas av samma åtgärder som gatumarken. Öster om gatorna rinner dagvatten mot diken i planområdets östra rand där diken leder vattnet mot fördröjningsmagasin.



SKISS 03

rev. 1_2022-02-04

Figur 17. Förslag på dagvattenlösningar markerade på strukturplan från 2022-02-04.

5.2 ÖVERSVÄMMNINGSSKYDD OCH HÖJDSÄTTNING

Idag finns inga lågpunkter inom planområdet, och det bör förbli så efter exploateringen.

För att skydda planerade bostäder från vattenflöden vid skyfall bör två strategier tillämpas.

Byggnadernas mark höjs ovanför angränsande mark och gata med motlutning så vatten rinner från byggnaderna. På så sätt kan gatumark bilda sekundära rinnvägar utan att skada bostäder vid skyfall då dagvattensystemets kapacitet är överstiget.

Diken anläggs även i planområdets västra och södra rand med utlopp i dike A och B för att skydda bostäder och annan verksamhet mot vatten från uppströms skogsområden vid skyfall (Figur 17). Delar av diket mot skyfallsavrinning i väst finns redan idag, se Figur 8. Detta dike kan då även behöva få utökad kapacitet.

Äldreboendet är extra sårbart då det ligger mellan dike A i norr samt rekommenderade kulvertar som ligger lågt i relation till resterande kulvertar i dagvattensystemet. Därmed bör äldreboendet och dess parkering höjdsättas för att vara motståndskraftigt mot skyfall. Byggnaden bör vara minst 0,5 m högre än omgivande mark. Parkeringen bör även höjdsättas så att ambulanser kan parkera där vid skyfall.

Vid skyfall då fördröjningsanläggningarnas kapacitet överstigs ska vatten ledas via ett bräddutlopp. Då kommer vattnet släppas som inte är fullt renat. Detta är dock inte ett stort problem då föroreningarna då kommer vara väldigt utspädda och den stora majoritet av årsnederbörden faller vid mindre regn, så för årsmängderna av föroreningssämnen spelar det inte någon stor roll.

5.3 GRUNDVATTENSÄNKNING

Grundvattennivån har uppmätts på 3 platser vid 2 tillfällen, se Tabell 3.

Huruvida grundvattensänkning blir aktuellt för byggnader beror på deras grundnivåer, vilka inte är fastställda.

Eftersom grundläggningsnivåerna är okända för Tyréns behövs en kompletterande geohydrologisk undersökning för att se vilken grundvattensänkning som kan behövas.

Eftersom höga grundvattennivåer är uppmätta i sydöst och i väst, kan täta dagvattenlösningar anläggas för att inte sänka grundvattennivån. För dikena kan detta innebära täta dagvattendukar med dräneringsrör och makadam ovanför.

Ett problem med täta lösningar i kombination med höga grundvattennivåer är trycket från grundvattnet vid djupa lösningar under mark. För att motverka att fördröjningsanläggning inte trycks upp av grundvattentryck, kan höga permanentdjup för dagvattendamm krävas som motkraft. För underjordiska dagvattenkassetter kan istället utstickande aggregeringsjärn användas för att stabilisera anläggningen.

Billigast är att undvika täta lösningar. Marken innehåller delvis styva jordtyper vilket generellt innebär att fortplantningen av en grundvattensänkning blir relativt liten jämfört med friktionsjordar.

För dagvattendammar kan det innebära att grundvatten läcker in i dammen, (störst risk i södra området som har hög uppmätt grundvattennivå), vilket generellt bör undvikas så att inte rent och förorenat vatten blandas. Eftersom det inte ska anläggas någon särskilt förorenande verksamhet kan detta dock ändå fungera väl.

Det torde krävas ansökning om vattenverksamhet för uppförandet av diken och dammar om det bedöms att det leder till markavvattning och om det visar sig att grundvattennivåer kommer sänkas av åtgärderna, vilket beror av markens hydrogeologi.

5.4 DRÄNERING FRÅN PLANERADE BYGGNADER

Dränering av husgrunderna för planerade byggnader planeras ingå i den avvattning av området som beskrivs i Figur 17.

5.5 SUMPSKOGEN

Under rubrik 3.3 beskrevs sumpskogen öster om planområdet. Cirka 1.5 ha av åkern och uppströms område rinner till sumpskogen utan att korsa dike B idag enligt avrinningsområde framtaget med Scalgo live. Därmed bör de planerade dikena minska tillförseln av ytvatten till sumpskogen till viss del om inte diket längs traktorvägen redan hindrar resterande vatten att nå sumpskogen idag.

5.6 DIKEN

Dikena kan fyllas med makadam för att minska risken för drunkningsolyckor. Släntlutningar kan även justeras för att öka infiltration, vid stor lutning kallas dikena för svackdiken. Vallar i dikenas tvärsektioner kan även anläggas för att minska rinhastigheten vilket är bra mot erosion. På vintern kan snö lagras i dikena samt vid vändplats och vid större parkeringar. För bilder på hur diken kan se ut, se bilaga 2.

5.7 DAMMAR

För att fördröja den ökade avrinningen och rena de tillkommande föroreningshalterna efter exploatering kan två dagvattendammar anläggas.

Egenskaper för lämpliga dammar redovisas i tabell 10, det är dessa dammar som reningsberäkningen i StormTac utgår ifrån, och fördröjningsvolymen utgår ifrån områden med LOD i den mån som beskrivits tidigare.

Tabell 10. Dimensioner på dagvattendammar för rening och fördröjning av dagvatten i det norra och södra området

Damm	Norra dammen	Södra dammen
Fördröjningsvolym	214	80
Maxutflöde	124	112
Permanent vattendjup (m)	0,5	0,5
Permanent vattenyta (m ²)	190	160
Totaldjup (m)	1,2	0,9
Total regleryta (m ²)	400	230

För bilder på hur dammar kan se ut, se bilaga 2.

6 OSÄKERHETER

- Storm Tacs markanvändningar har varierande osäkerheter som även varierar för olika föroreningsämnen, se bilaga 1
- De uppskattningar av kemisk och ekologisk status för Hängsjön som VISS har gjort innehåller stora osäkerheter på grund av bland annat modellering.
- Klimatfaktorn 1.25 som används för flödesberäkning efter exploatering rekommenderas av SMHI men kan leda till att magasinen är överdimensionerad under majoriteten av dess livslängd. Dessutom finns stora osäkerheter i dagens klimatmodeller, beroende på bland annat osäkerhet kring politisk handling.

7 SAMMANFATTANDE SLUTSATSER

- Skissförslag till utformning innebär en ökning av dagvattenflöden ifrån området på grund av att de hårdgjorda ytorna ökar jämfört med befintliga förhållanden. För att inte riskera att skada dike eller banvall nedströms området bör flödesutjämningsåtgärder tillämpas. Systemen dimensioneras för ett 10-årsregn med 10 minuters varaktighet och 1,25 klimatfaktor
- Ytor behöver tas i anspråk för renings- och fördröjningsåtgärder av dagvatten
- Planområdet delas in i två tekniska delavrinningsrområden som kallas Norra- och Södra området.
- Dagvatten från tomtmarker och vägar planeras att tas om hand om via dagvattenledningar och diken för att sedan ledas till dagvattendammar och sedan till befintliga diken.
- Förslag på flödesutjämning utgår från att magasinens utflöde motsvarar beräknat dimensionerande vattenflöde innan exploatering.
- 214 m³ respektive 80 m³ erforderlig magasineringsvolym erhålls efter exploatering av Norra området och Södra området respektive med LOD i form av utkastare och diken i Söder, och endast utkastare i Norra området. Utan diken och utkastare krävs större magasinering.
- För flödesreglering via våtdamm med bottendjup på 1,2 m krävs för Norra området att cirka 400 m² tas i anspråk, och 230 m² med 0,9 m djup för Södra området.
- Diken anläggs längs planområdets västra och södra rand för att kunna avleda vatten från uppströms naturmark vid större flöden i samband med skyfall.
- Höjdsättning av området ska göras så att vatten rinner från byggnader och inte mot dem. Vid skyfall ska då höjdsättningen avleda vatten inom planområdet via diken och gatemark mot dammar som kan bräddas. Äldreboendet är extra sårbart då det ligger mellan dike A i norr samt kulvertar som ligger lågt i

relation till resterande kulvertar i Norra området. Därmed bör skyfallsresistans för äldreboendet prioriteras vid projektering och byggnaden bör vara minst 0,5 m högre än omgivande mark. Parkeringen bör även höjdsättas så att ambulanser kan parkera där vid större flöden.

- Dagvattensituationen efter exploatering bedöms ge ökade föroreningshalter av tungmetaller och Benso(a)pyrene för Hängsjön nedströms, efter rening bedöms dessa halter ej påverka recipienternas miljö kvalitetsnormer, mängden näringsämnen bedöms minska.
- Beroende på hur hårt trafikerad de nya vägarna blir inom planområdet blir, kan oljeavskiljare bli nödvändigt att installeras vid större parkeringar, då detta är en försäkring mot större oljeläckage som kan ha stora negativa effekter på recipienten

8 BILAGA 1

Markanvändningstyp med schablonhalter (µg/l) som använts i föroreningsberäkning i StormTac v22.1.1. Färg indikerar säkerhet i mätdata och beror på mängd och spridning.

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	Bap
Flerfamiljshus	Grön	Grön	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red
Flerfamiljshusområde med total LOD	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Radhus	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Grön	Yellow	Red	Red	Yellow	Yellow	Red
Radhusområde med LOD, ej LOD för vägar	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Radhusområde med total LOD	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Villaområde	Grön	Grön	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Grön	Grön	Yellow	Red	Yellow	Red
Villaområde utan vägdike, standard	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Villaområde med total LOD	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Gräsyta	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Parkmark	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Grön	Red	Red	Yellow	Red	Red
Koloniområde	Grön	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Datasäkerhet	Hög			Mellan				Låg				

För markanvändningarna Äldreboende, Förskola och LSS-boende används passande varianter av markanvändningen Villaområde för föroreningsberäkning. För de ovan nämnda markanvändningarna uppskattades dimensionerande avrinningskoefficienter för flödesberäkning genom att utgå från passande varianter av villaområde med eller utan LOD som ansattes för södra respektive norra områdena. Avrinningskoefficient justerades sedan beroende på andelen hårdgjorda ytor för Äldreboende, Förskola och LSS-boende i jämförelse med andelen hårdgjorda ytor för villaområdena.

Följande ekvation användes då:

$$(\text{Andel hårdgjorda ytor}_{\text{Markanvändning}} / \text{Andel hårdgjorda ytor}_{\text{villaområde}}) \cdot \varphi_{\text{villaområde}} = \varphi_{\text{Markanvändning}}$$

Markanvändningen Koloniområde har avrinningskoefficienten 0,15 i StormTac Live. Beskrivningen av markanvändningen lyder: *Kolonilotter eller koloniträdgårdar med odling och eventuellt med små hus*. Eftersom endast odlingar och inga småhus är planerade justeras avrinningskoefficienten 0.1 i stället som motsvarar avrinningskoefficienten för jordbruksmark.

Förändring av markanvändning för de norra respektive södra områdena med LOD.
Ansatt markanvändning för flödesberäkning

Markanvändning	Avrinnings-koefficient	Norra området före exploatering (m ²)	Norra området efter exploatering (m ²)	Södra området före exploatering (m ²)	Södra området efter exploatering (m ²)
Jordbruksmark	0,1	54600		49100	
Äldreboende	0,5		7600		
Förskola	0,35		7200		
LSS-Boende	0,5		3600		3000
Villaområde med total LOD	0.15				17900
Radhus med total LOD	0.18				12700
Radhus med LOD, ej lod för vägar	0.22		13200		
flerfamiljshus	0,45		7900		4800
parkmark	0,1		10200		4700
Odling	0,1		4300		6000
Gräsyta	0,1		600		
Totalt			54600		49100

Förändring av markanvändning för de norra respektive södra områdena utan LOD.
Ansatt markanvändning för flödesberäkning

Markanvändning	Avrinnings-koefficient	Norra området före exploatering (m ²)	Norra området efter exploatering (m ²)	Södra området före exploatering (m ²)	Södra området efter exploatering (m ²)
Jordbruksmark	0,1	54600		49100	
Äldreboende	0,6		7600		
Förskola	0,45		7200		
LSS-Boende	0,8		3600		3000
Villor	0,35				17900
radhus	0,4		13200		12700
flerfamiljshus	0,45		7900		4800
parkmark	0,1		10200		4700
Odling	0,1		4300		6000
Gräsyta	0,1		600		
Totalt			54600		49100

Ansatt markanvändning för föroreningsberäkning i StormTac med LOD i form av utkastare och diken där det är möjligt.

Markanvändning	Avrinnings-koefficient	Norra området före exploatering (m ²)	Norra området efter exploatering (m ²)	Södra området före exploatering (m ²)	Södra området efter exploatering (m ²)
Jordbruksmark	0,1	54600		49100	
Villaområde med total LOD	0,15				20900
Villaområde utan vägdike, standard	0,28		18400		
Radhusområde med total LOD	0,18				12700
Radhusområde med LOD, ej LOD för vägar	0,22		13200		
Flerfamiljshusområde med total LOD	0,22				4800
flerfamiljshus	0,45		7900		
parkmark	0,1		10200		4700
Odling	0,15		4300		6000
Gräsyta	0,1		600		
Totalt			54600		49100

Föroreningsberäkning för norra området (kg/år)

Ämne	Före explo. (kg/år)	Efter explo. Före rening ² (kg/år)	Efter explo. Efter rening ² (kg/år)	Reducering efter exploatering och rening (kg/år)
Norra området				
Totalfosfor	2.2	2.3	1.2	1.1
Totalkväve	53	22	16	5.4
Bly	0.095	0.12	0.051	0.07
Koppar	0.16	0.25	0.13	0.12
Zink	0.27	0.89	0.4	0.5
Kadmium	0.0014	0.0055	0.0031	0.0024
Krom	0.032	0.063	0.023	0.04
Nickel	0.02	0.073	0.037	0.036
Kvicksilver	0.000081	0.00017	0.00011	0.000055
Suspenderad substans	990	570	230	340
Olja	2.5	5.5	0.83	4.7
Benso(a)pyren	0.000095	0.00079	0.00027	0.00051

Föroreningsberäkning för norra området (µg/l)

Ämne	Före explo. (µg/l)	Efter explo. Före rening ² (µg/l)	Efter explo. Efter rening ² (µg/l)	Reningsgrad efter explo. och rening (%)
Norra området				
Totalfosfor	160	180	92	49
Totalkväve	3900	1700	1300	25
Bly	7	9.5	4	58

Koppar	12	20	11	47
Zink	20	70	31	56
Kadmium	0.1	0.43	0.24	44
Krom	2.3	4.9	1.8	63
Nickel	1.5	5.7	2.9	50
Kvicksilver	0.006	0.013	0.0087	33
Suspenderad substans	73000	45000	18000	59
Olja	180	430	65	85
Benso(a)pyren	0.007	0.062	0.021	65

Föroreningsberäkning för södra området (kg/år)

Ämne	Före explo. (kg/år)	Efter explo. Före rening ² (kg/år)	Efter explo. Efter rening ² (kg/år)	Reducering efter exploatering och rening (kg/år)
Södra området				
Totalfosfor	2	1.1	0.57	0.55
Totalkväve	48	15	11	3.8
Bly	0.085	0.037	0.016	0.021
Koppar	0.15	0.099	0.054	0.045
Zink	0.24	0.41	0.17	0.24
Kadmium	0.0012	0.0017	0.00096	0.00078
Krom	0.029	0.022	0.0092	0.013
Nickel	0.018	0.034	0.018	0.017
Kvicksilver	0.000073	0.000092	0.000059	0.000033
Suspenderad substans	890	170	83	92
Olja	2.2	1.8	0.26	1.5
Benso(a)pyren	0.000086	0.00017	0.000048	0.00012

Föroreningsberäkning för södra området (µg/l)

Ämne	Före explo. (µg/l)	Efter explo. Före rening ² (µg/l)	Efter explo. Efter rening ² (µg/l)	Reningsgrad efter explo. och rening (%)
Södra området				
Totalfosfor	160	120	61	49
Totalkväve	3900	1600	1200	26
Bly	7	3.9	1.7	57
Koppar	12	11	5.8	45
Zink	20	43	18	59
Kadmium	0.1	0.19	0.1	45
Krom	2.3	2.4	0.98	58
Nickel	1.5	3.7	1.9	49
Kvicksilver	0.006	0.0098	0.0063	35
Suspenderad substans	73000	19000	8900	52
Olja	180	190	28	85
Benso(a)pyren	0.007	0.018	0.0051	71

Riktvärden för föroreningshalter från StormTac:

Ämne	P	N	Pb	C u	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP
Riktvärde	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	0.030	40000	400	0.030

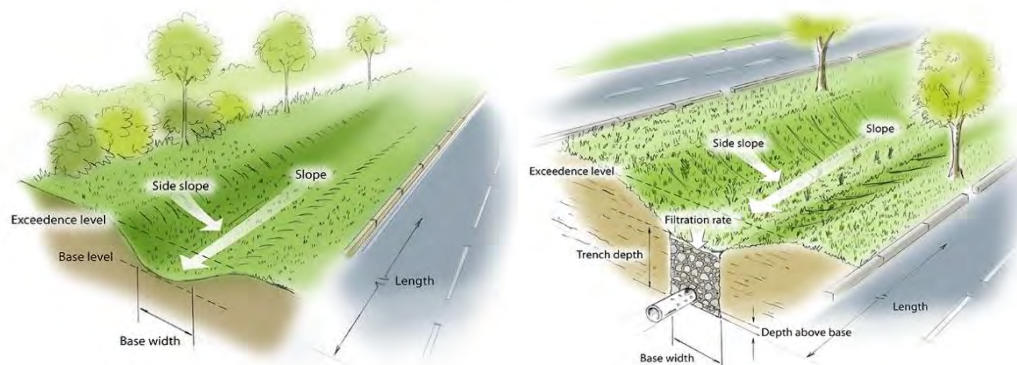
9 BILAGA 2

Exempelutformning av anläggningar.

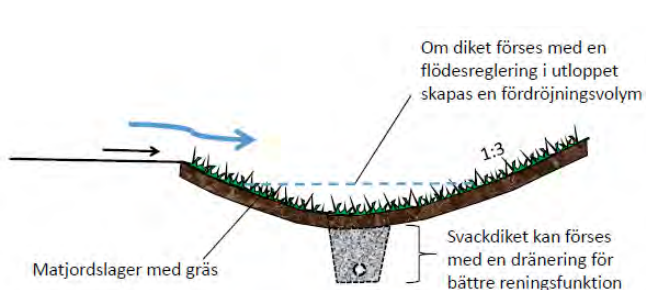
Diken



Två olika vattenfyllda diken, varav den till vänster är mindre och meandrande. Foto: Tyréns



Illustrationer av ett typiskt svackdike. Till vänster: utan längsgående dräneringsrör. Till höger: med längsgående dräneringsrör i botten. Källa: xpsolutions, 2017.



Till vänster: illustration av sektion genom ett typiskt svackdike. Källa: Stockholm vatten och avfall, 2017. Till höger: exempel på dämme i slutet av ett dike för att skapa större utjämningsvolym. Källa: VegTech.



Till vänster: dämnen i ett svackdike i USA för att öka utjämningsvolymen och skapa trögare avledning av dagvatten. Källa: Massachusetts Department of Environmental Protection, 2017. Till höger: exempel på dämnen i svackdike i Tyskland. Källa: Stockholm vatten och avfall, 2017.

Dammar



Två olika våta dammar, den vänstra har en vägg mellan olika delar av dammen för att öka retenstionstiden samt är djup i början för sedimentering för att sedan bli grundare (Våtmarkszon). Foto: Tyréns