



Dagvattenutredning

KÄRRA 2:1, TANUM

Beställare
Werner Arkitekter

Datum
2018-11-27



Uppdragsansvarig
Joanna Kleinrock

Granskare
Martin Otter

Datum
2018-11-27

Projekt-ID
758993

Mottagare
Werner Arkitekter
Ida Olsson Bjärmark
Sven Källfelts Gata 203
426 71 Västra Frölunda

Sammanfattning

I planområdet KÄRRA 1:2 planeras byggnation av villor och flerbostadshus, uppdelat på 4 områden. Till ett lågt beläget område rinner idag mycket dagvatten ifrån omkringliggande berg och därför är förslaget att leda om delar av flödet, via ett svackdike, till ett närliggande tjärn som har möjlighet till utökad magasinkapacitet. Åtgärden innebär även att fördröjningen av dagvatten ifrån nästan hela området är löst. Lite vatten som rinner söder ut kan fördröjas i det befintliga småvattnet om det grävs ur/förstoras. Rening av dagvatten ifrån området är föreslaget att göras med olika tekniker. Svackdike, dagvattendamm, biofilter och en sedimentationsbrunn. Sedimentationsbrunnen är en tät anordning som är lämplig i område C där grundvattnet antas vara högt.

Det finns möjlighet att ansluta till kommunalt vatten- och spillvattennät.

Bilagor

Bilaga 1	Ritning R-001
----------	---------------



Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Uppdragsbeskrivning.....	2
2	Förutsättningar	2
2.1	Underlag.....	2
2.2	Hydrologiska beräkningsmetoder	3
2.2.1	Flöden	3
2.3	Miljökrav på recipient för dagvatten.....	4
2.3.1	Miljökvalitetsnormer för dagvatten	5
2.3.2	Riktvärden för föroreningar.....	5
3	Områdets förutsättningar	6
3.1	Planbeskrivning	6
3.1.1	Område A.....	6
3.1.2	Område B.....	7
3.1.3	Område C.....	7
3.1.4	Område D	8
3.1.5	Markförhållanden	9
3.1.6	Grundvattennivåer	10
3.2	Markavvattningsföretag.....	10
3.3	Avrinning	10
4	Flödesberäkningar.....	12
4.1	Flöde till Gärde NÖ	13
4.2	Flöde till Brattåstjärn.....	14
4.3	Flöde till Kustvägen	14
5	Föroreningsberäkningar	15
6	Dagvattenhantering	16
6.1	Allmänna rekommendationer	16
6.1.1	Höjdsättning och översvämningsrisk	16
6.1.2	Miljöanpassade materialval.....	16
6.2	Dagvattenlösningar	17
6.2.1	Avskärande diken och svackdike	17
6.2.1	Dagvattendamm/magasin	18
6.2.2	Biofilter (växtbädd).....	19
6.2.3	Sedimentationsbrunn	21
7	Vatten- och Spillvattenledningar	21

1 Inledning

1.1 Bakgrund

På uppdrag av Werner Arkitekter utreds dagvattenförhållanden före och efter planerad exploatering inom detaljplanen för KÄRRA 2:1, M.FL. GREBBESTAD i Tanums Kommun. Även möjlig lösning för vatten- och spillvattenledningsdragning utreds. Markägaren har för avsikt att sälja tomter för ca 30 nya fastigheter, fördelat på 4 områden.

Detaljplanen för KÄRRA 2:1, M. FL. GREBBESTAD antogs 2015 med ett ändrat planbesked 2016 på grund av flera fornlämningar i området.

Planområdet är idag skogbevuxet med berg i dagen och helt oexploaterat. Se figur 1 nedan.



Figur 1: Bild tagen under platsbesök den 26e oktober 2018.

Planområdet ligger öster om Grebbestad, bortanför Siljevi Fotbollsplan längs Kärravägen, se figur 2 nedan. Delområde B och D ligger på en höjd. Delområde A är beläget endast något lägre till skillnad från område C som ligger i en dal dit vatten rinner från samtliga omkringliggande platåer.

Norr om planområdet finns Brattåstjärn, dit avrinning sker från halva delområde B och D. Siljevi idrottsförening har planer på att dämna upp Brattåstjärn 10 cm samt att byta ut en ledning till en mindre dimension vid tjärnens utlopp.



Figur 2: Översiktsbild över planområdet för fastighet KÄRRA 2:1 som är markerat med gul färg.

1.2 Uppdragsbeskrivning

I denna rapport kommer ÅF enligt uppdrag att redovisa för:

- Beräknade dagvattenflöden för planområdet innan och efter exploatering samt med föreslagna åtgärder.
- Föroreningsbelastning från dagvatten från planområdet före och efter exploatering samt med föreslagna åtgärder.
- Konsekvensbeskrivning av ett 100-års regn.
- Förslag på dagvattenlösning och nya spill och vattenledningar.
- Påverkan på mottagande recipient och befintliga dagvattensystem nedströms planområdet.
- Påverkan på markavvattningsföretag Grebbestad Köping och Norra och södra Kärra dikningsföretag.

2 Förutsättningar

2.1 Underlag

Aqua Canale AB har 2016 utfört en dagvattenutredning för Siljevi idrottsklubb i samband med planering av nybyggnation av en konstgräsplan. I utredningen finns bl a ett förslag om en åtgärd som innebär att dämna flödet ut från Brattåstjärnet för att åstadkomma en ökad fördröjningsvolym i tjärnet. Åtgärden, som 2017 godkändes av länsstyrelsen, innebär en möjlighet till en vattennivåhöjning i Brattåstjärnet på 0,1 m. Enligt beräkningarna i utredningen krävs endast hälften av det (0,05 m) för att fördröja ett 200-årsregn ifrån hela tillrinningsområdet. Enligt mail från Anders Eklund, Grebbestads idrottsförening (GIF) till Karin Görfelt VA-ingenjör på Tanum kommun, skickat den 9 november 2018, planerar GIF att ta beslut angående genomförandet av åtgärderna i början av 2019.



Följande underlag från beställaren har använts i denna utredning:

Underlag	Datum
Uppdragsbeskrivning och offert	2018-09-14
Översiktsskiss över utredningsområdet	x
Checklista för dagvatten och krav från Tanums kommun	x
Uppmätt porttryck, punkt 3, Område C.	2018-11-19
Siljevi IF dagvattenutredning	2016-04-25
Siljevi IF dagvattenutredning, kompletterande utredning	2016-09-01
Beslut om vattenverksamhet, Länsstyrelsen, diariernr: 535-7107-2017	2017-06-26

Följande dokument och villkor har använts i denna utredning:

Underlag	Utgivare	Publikationsår
P83	Svenskt Vatten	2001
P104	Svenskt Vatten	2011
P105	Svenskt Vatten	2016
P110	Svenskt Vatten	2016
Skyfallskartering	Länsstyrelsen	
VISS, Vatteninformationssystem Sverige	Länsstyrelsen	
WebbGIS	Länsstyrelsen	
Genomsläpplighetskarta	SGU	
Jordartskarta	SGU	

2.2 Hydrologiska beräkningsmetoder

Flödesberäkningar görs för 10-, 20- och 100-årsregn med varaktighet på 10 minuter. Hänsyn tas till ökade flöden till följd av klimatförändringarna. För olika återkomsttider förväntas ökningen bli cirka 5 – 30 % vilket ger ett spann på klimatfaktorn för det beräknade regnet på 1,05 – 1,30. (Svenskt Vatten AB)

2.2.1 Flöden

För beräkning av regnintensitet har nedanstående ekvation enligt Svenskt Vatten P110 kap 10.1 använts. Formeln gäller för regnvaraktigheter upp till ett dygn.

$$i_{\lambda} = 190 * \sqrt[3]{\lambda} * \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0,98}} + 2$$

Där:

i_{λ} = regnintensitet [l/s, ha]

T_R = regnvaraktighet [minuter]

λ = återkomsttid [månader]

Vid beräkning av dagvattenflöden före och efter exploatering används rationella metoden med regnintensitet enligt Dahlströms formel ovan. Dagvattenflödena beräknas med följande formel. (Svenskt Vatten AB)

$$q_{dim} = A * \varphi * i_A * k$$

Där:

q_{dim} = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets area [ha]

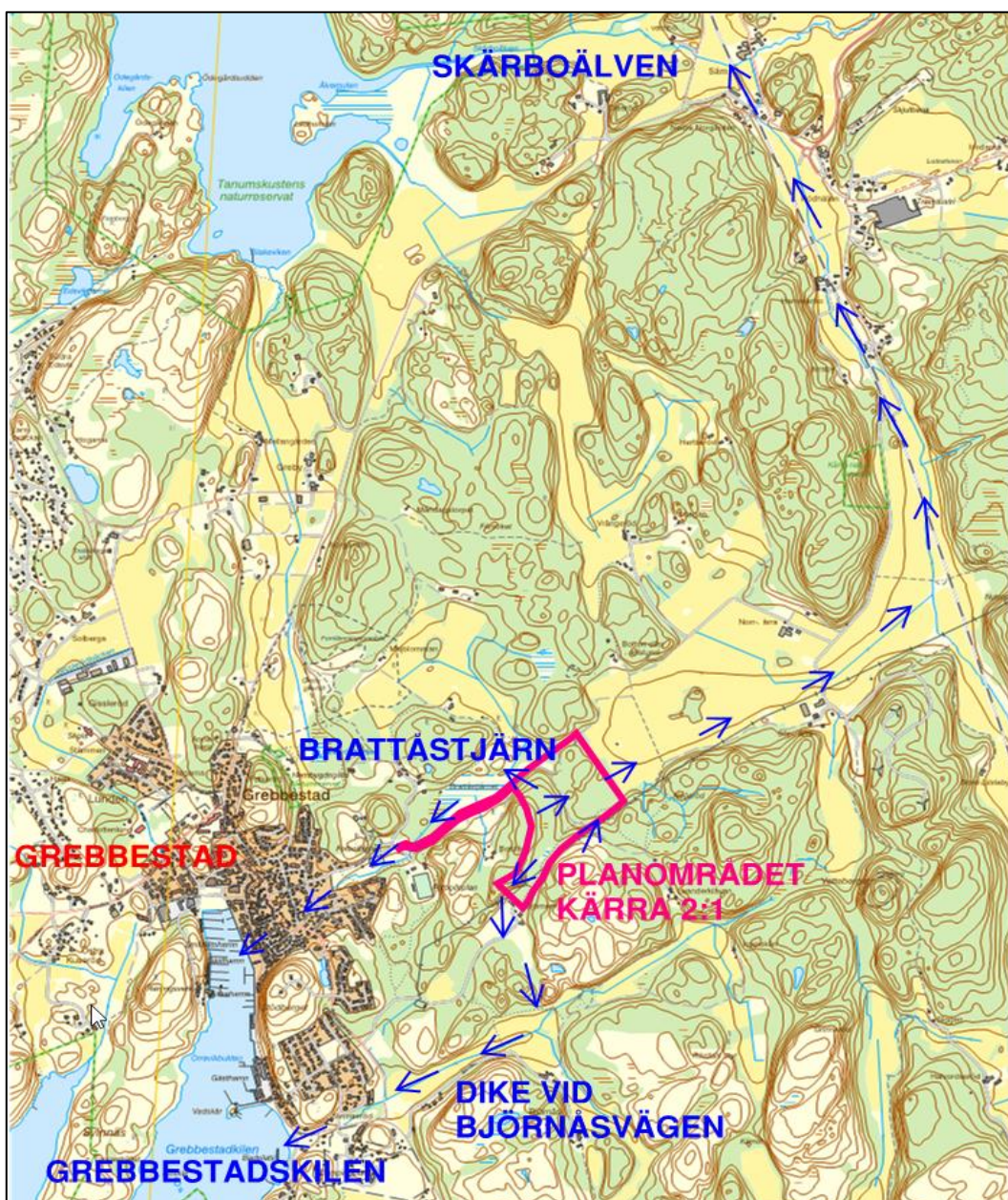
φ = avrinningskoefficient [-]

i_A = regnintensitet [l/s, ha]

k = klimatfaktor; 1,25

2.3 Miljökrav på recipient för dagvatten

Avrinning från KÄRRA 2:1 sker åt 3 riktningar, se figur 3 nedan. Den största andelen rinner öster ut, via diken och kulvert och vidare till recipienten Skärboälven. Övrigt vatten rinner via Brattåstjärn norr om området eller via diken söder om området ut till recipienten Grebbestadskilen.



Figur 3: Karta över avrinning från området samt recipienter.



2.3.1 Miljökvalitetsnormer för dagvatten

EU:s vattendirektiv, ramdirektivet för vatten, införlivades i svensk lagstiftning år 2004 som Vattenförvaltningen. Arbetet med Vattenförvaltningen utförs med hjälp av så kallade miljökvalitetsnormer. Normerna fungerar som ett juridiskt styrmedel som införts i svensk lag för att komma tillrätta med miljöpåverkan från diffusa utsläppskällor. Normerna för vatten beskriver vilken vattenkvalitet en vattenförekomst ska ha vid en viss tidpunkt. Varje vattenförekomst statusklassificeras sedan i syfte att beskriva vattenförekomstens vattenkvalitet i dagsläget. Huvudregeln är att alla vattenförekomster ska uppnå god status eller potential innan år 2021 samt att ingen vattenförekomst status får försämrats, den ska istället förbättras eller bevaras. Miljökvalitetsnormer klassas inom två områden för vattenförekomster, ekologisk status och kemisk status. (HaV, 2016; VISS)

Efter att EU-domstolen meddelade den så kallade Weserdomen har kraven skärpts på att vattenkvaliteten inte får försämrats samt att målen gällande kemisk och ekologisk status ska uppnås. Det innebär att statusen för en enskild kvalitetsfaktor, som används för statusklassificering av vattenförekomsten, inte får försämrats. Projekt eller verksamheter som orsakar en försämring riskerar således att inte tillåtas.

De aktuella recipienterna för KÄRRA 2:1 är enligt vattendirektivet vattenförekomster och klassas i Länsstyrelsens vatteninformationssystem enligt tabell 1. Statusklassificeringen för ekologisk och kemisk status sattes år 2010-2016 i samband med skiftet av den andra förvaltningscykeln.

Tabell 1. Statusklassificering från Länsstyrelsen vatteninformationssystem VISS.

Vattenförekomst	Ekologisk status		Kemisk status	
	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)
Skärboälven SE652236- 124132	Måttlig	God 2027	Uppnår ej god	God
Grebbestads inre skärgård SE584030- 111400	Måttlig	God 2027	Uppnår ej god	God

2.3.2 Riktvärden för föroreningar

Riktvärden på hur mycket föroreningar som kan släppas ut till recipient från olika typer av föroreningskällor har tagits fram av Stockholms läns landsting. Systemet är uppbyggt i olika nivåer där hänsyn tas till vilken sorts recipient dagvattnet avleds till och hur mycket vattenomsättning som recipienten antas ha. För en jämförelse av föroreningar från KÄRRA 1:2 har nivå 2M valts. 2M är enligt systemet lämplig att använda vid nya exploateringsområden, där recipienten är t ex en havsvik och dagvattnet inte släpps direkt till recipienten.

Miljöbalken säger att den som orsakar förorening ska bekosta reningen. Föroreningarna som beräknats för detta område (se kapitel 5) kan jämföras både med riktvärden som tagits fram av Stockholms läns landsting och mot hur mycket föroreningar som finns i området idag, innan exploatering.

3 Områdets förutsättningar

3.1 Planbeskrivning

Planområdet är uppdelat i 4 delområden. Se figur 4. En ny huvudväg förbi Grebbestad kan bli aktuell genom området.

Idag består hela planområdet av naturmark av olika slag.

En kommunal vattenledning finns i området samt en anslutningspunkt för spillvatten finns utpekad i planprogrammet. Det finns dock inga ledningar för dagvatten i området. På ritning R-001 i Bilaga 1 finns ett utkast på hur ledningar kan förläggas i området. En mer detaljerad ritning med dimensioner och exakt placering kan göras efter dimensionering och inmätning av höjddata i området.



Figur 4: Planområdets 4 delområden.

3.1.1 Område A

Genom område A ska en huvudväg förbi Grebbestad möjligtvis anläggas. Området består av framförallt gles barrskog och avgränsas med en dalgång sydöst om området. Se figur 6.



Figur 6. Område A. Mot nordöst. Bild tagen under platsbesök den 26e oktober 2018.



Figur 5: Smävatten i område A. Mot Sydväst. Bild tagen under platsbesök den 26e oktober 2018.



I område A ska endast villor byggas i 1 eller 1 ½ plan. Eftersom området är delvis väldigt kuperat, speciellt väster om den tänkta huvudvägen kan suterränghus vara aktuellt. I södra delen av område A, öster om den föreslagna vägen finns ett småvatten, se figur 5. Södra delen av område A har en avrinning söder ut från planområdet med en naturlig fördröjning i småvattnet i figur 5. Resterande del avvattnas idag mot öster. Vattnet ifrån berget sydöst om område A har en avrinning framför allt mot området där huvudvägens kurva är planerad att anläggas och vidare mot öster. Endast lite vatten kommer ifrån den sydöstra bergstoppen in på område A, på huvudvägens östra sida. På huvudvägens västra sida får område A mycket vatten ifrån berget i norr. En samlad bild av hela planområdets avrinning finns att se i figur 13.

3.1.2 Område B

Område B består av berg i dagen samt ungskog, se figur 7. Området avgränsas med en höjd mot väster. I detta område ska endast 1-plansvillor byggas. Vattnet från berget rinner framförallt öster ut, över delområde B och vidare öster ut mot område C. Den nordligaste delen av område B har en avrinning mot norr, till Brattåstjärnet som är beläget strax norr om planområdet. En samlad bild av hela planområdets avrinning finns att se i figur 13.



Figur 7: Område B. Bild tagen under platsbesök den 26e oktober 2018.

3.1.3 Område C

Enligt planprogrammet kan villor, parhus, radhus och mindre flerbostadshus om 1-3 våningar vara aktuella att bygga i område C. Det är ett flackt område med lägre vegetation och unga träd, dit mycket vatten rinner från omkringliggande berg. Se figur 8. Höjdsättning på färdigt golv samt placering av byggnader bör göras så att de inte blir översvämmade vid minst ett 100-årsregn. Vidare utredning i detaljplaneringsskedet är nödvändig. Vattnet som rinner till område C rinner sedan vidare via ett dike till en brunn

vid gårdeskanten vid planområdets östra gräns. Diket, brunnen och vidare kulvert är del av Norra och Södra Kärra dikningsföretag.



Figur 8: Område C. Bild tagen under platsbesök den 26e oktober 2018.

3.1.4 Område D

Området består främst av gles skog i blandad ålder samt berg i dagen på några ställen. Se figur 9. Området ligger på en höjd och avrinning sker norr ut mot Brattåstjärnet som ligger utanför planområdets norra gräns.

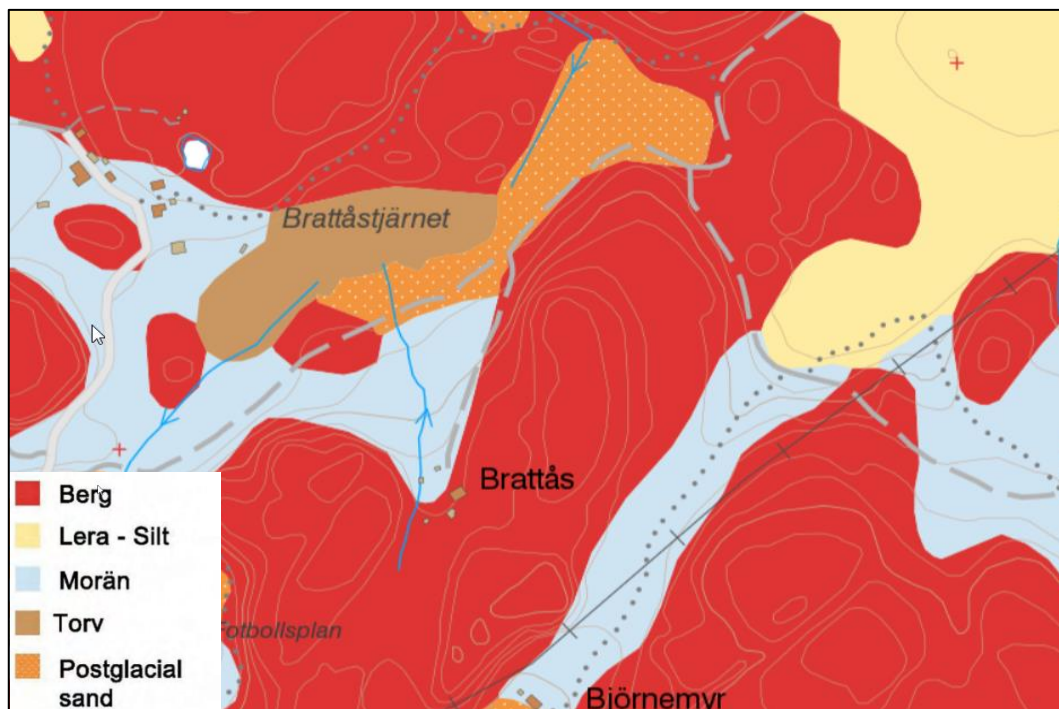
En samlad bild av hela planområdets avrinning finns att se i figur 13. Område D:



Figur 9: Område D. Bild tagen under platsbesök den 26e oktober 2018.

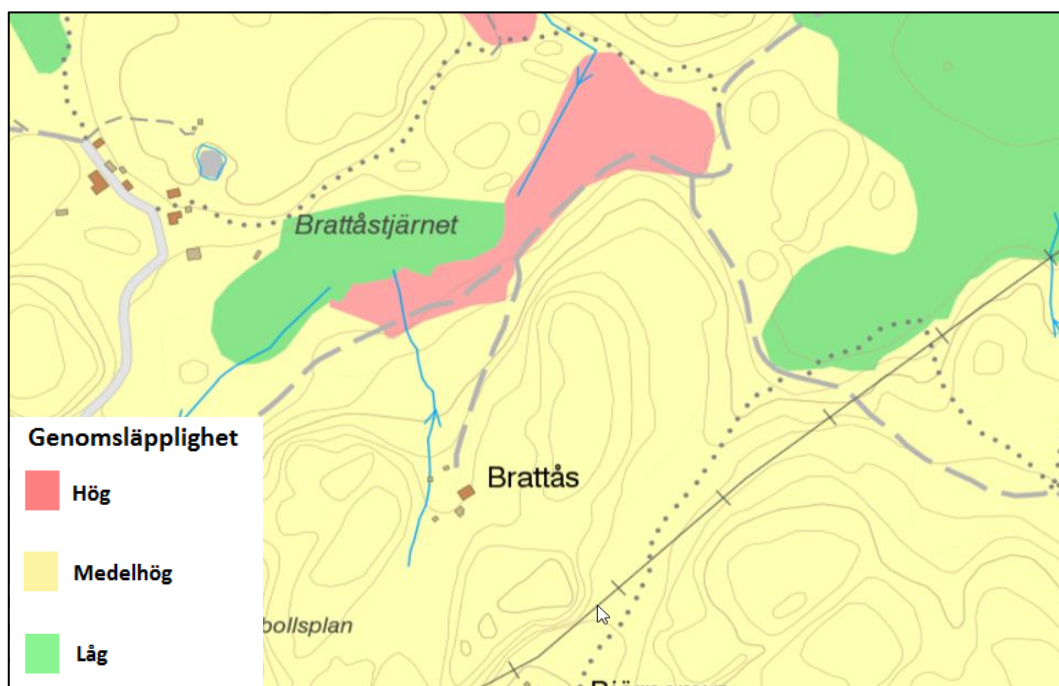
3.1.5 Markförhållanden

Höjderna i planområdet skiftar mellan ca + 10 m till + 40 m över nollplanet. Området är kuperat och det finns en del berg i dagen. I de lägre partierna består marken av lera eller morän. I och i närheten av Brattåstjärnet består marken av torv och sand. Se figur 10.



Figur 10: Bild från SGU:s jordartskarta.

Marken i området har medelhög genomsläpplighet förutom i område C där genomsläppligheten är låg. Se figur 11.



Figur 11: Bild från SGU, genomsläpplighetskarta

Geoteknisk undersökning utförs i området. Den är inte klar ännu varför hänsyn till denna ej kunnat tas i denna utredning.

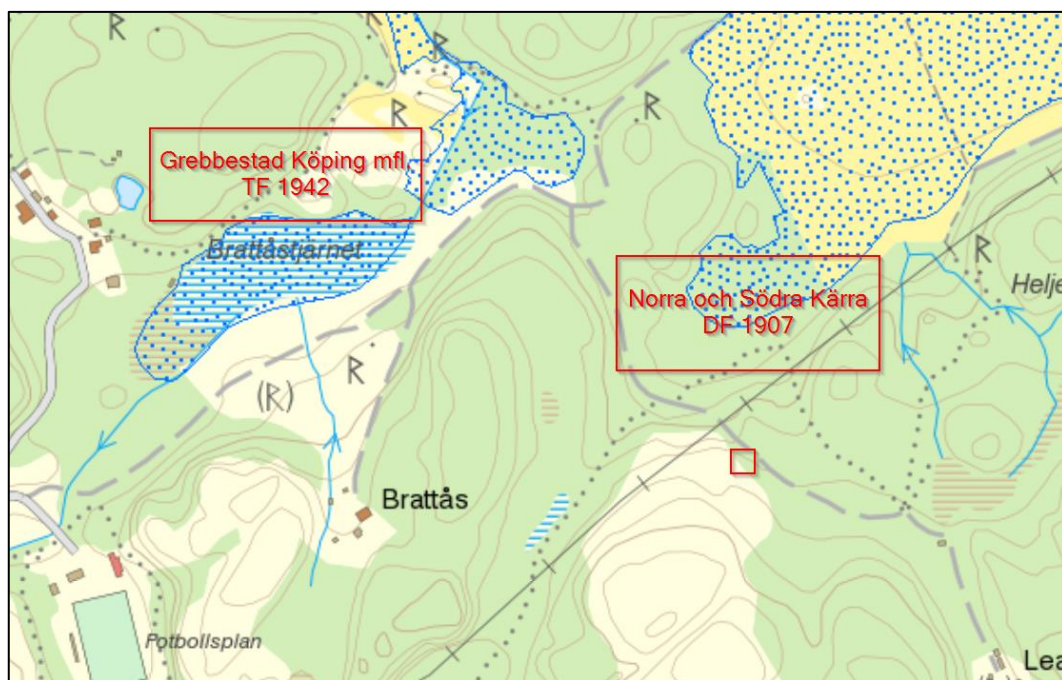
3.1.6 Grundvattennivåer

Geoteknisk undersökning utförs av Bohusgeo. Rapporten är ännu inte klar men uppmätt portryck i en punkt på område C har levererats via mail. Diagrammet visar att portrycket för område C är 0 vid min 1 m under markytan vilket innebär att grundvattnet når upp till 1 m under mark. Det är oklart hur grundvattennivån i område C varierar över året men det är med säkerhet låga grundvattennivåer och dagvattenlösningar måste anpassas till de. Vidare utredning krävs innan lämplig åtgärd fastställs. Övriga områden ligger på högre höjder och kan därför antas ha lägre grundvattennivåer jämfört med område C.

3.2 Markavvattningsföretag

Markavvattningsföretag är gemensamhetsföreläggningar enligt anläggningslagen och är en vanlig företeelse i Sverige där bönder under sent 1800-tal och tidigt 1900-tal dikade ut stora ytor för att odla upp kärr, mosse eller annan vattendränkt mark. Företaget måste omprövas eller avvecklas om flöden till företaget avleds eller förändras. (Länsstyrelsen, 2017)

Markavvattningsföretag som finns i närheten av planområdet redovisas i figur 12.



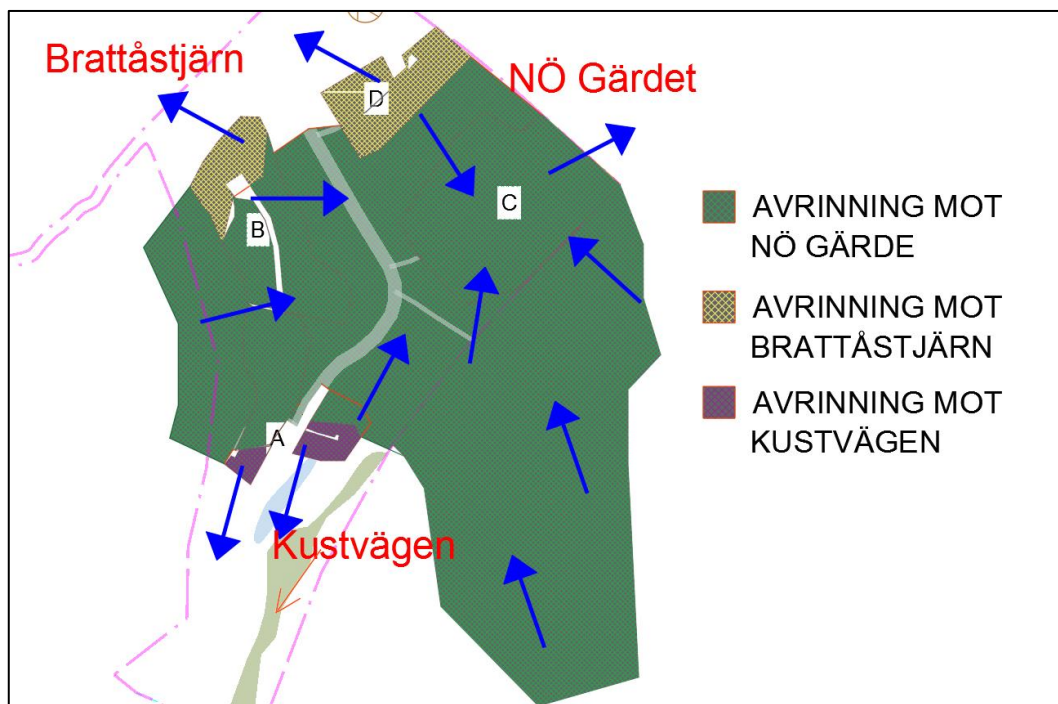
Figur 12: Markavvattningsföretag i närheten av planområdet.

Grebbestad Köping m.fl. TF och Norra och Södra Kärra DF kommer inte att påverkas nämnvärt av exploateringen efter att föreslagna åtgärder i kapitel 5 genomförts. Se beräkningar i kapitel 4 och 5 för förklaring.

3.3 Avrinning

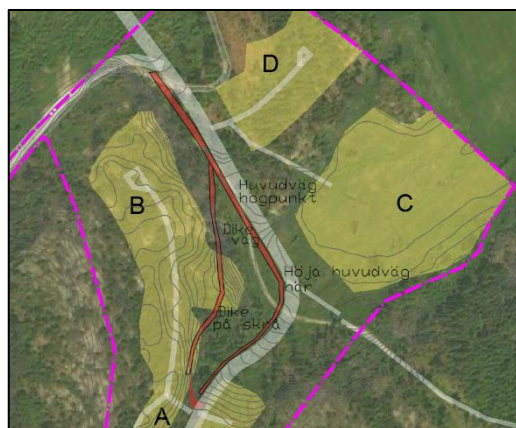
Idag rinner dagvatten ifrån planområdet och omkringliggande platåer främst till ett dike nordöst om planområdet. Diket gränsar till ett gärde som avvattnas av markavvattningsföretaget Norra och Södra Kärra. I figur 13 är gul markering avrinning till Brattåstjärn från områden där exploatering ska ske. Det är dessa områden som medför

ett förändrat flöde till Brattåstjärn efter exploatering. Lila markering är avrinning till ett dike vid Kustvägen, via ett småvatten. Även det är områden där exploatering ska ske och de områden som medför förändrat flöde till småvattnet och vidare söderut. Grön markering är avrinning till diket vid gärdet nordöst om planområdet. Förutom avrinning från nya exploateringsområden som påverkar diket har även hela diket tillrinningsområde som rinner genom område C markerats med grönt, eftersom det handlar om mycket vatten som passerar framtida planerad bebyggelse.



Figur 13: Avrinning från området och närliggande platåer, före exploatering.

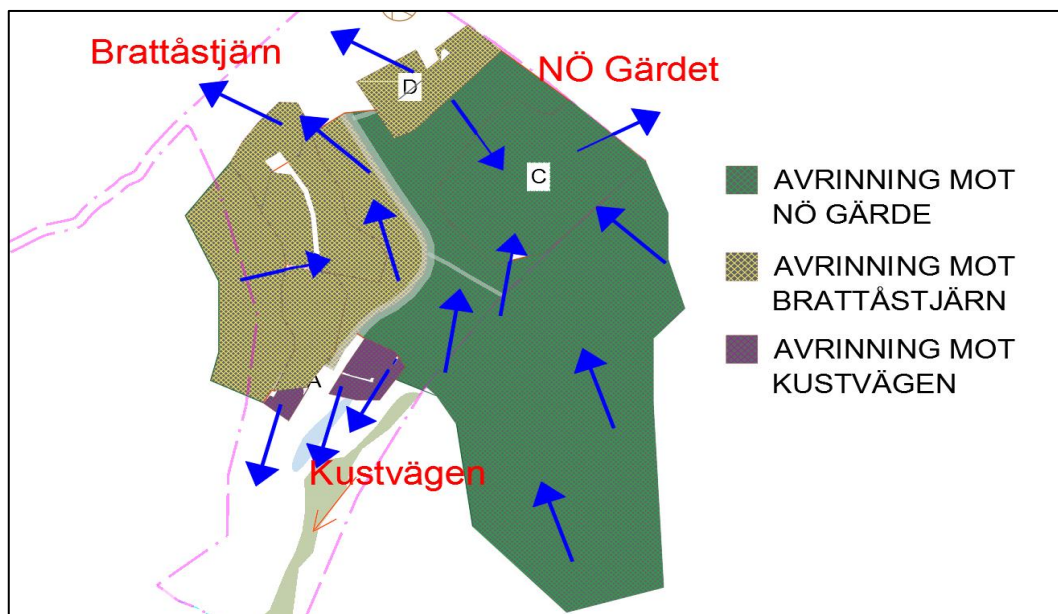
Efter exploatering i område B och C kommer tillkommande hårdgjord yta att öka avrinningen mot det nordöstra gärdet och dikningsföretaget. Efter samråd med markägare har därför ett förslag om att leda dagvattnet från väster om huvudvägen till Brattåstjärn tagits fram. Det är möjligt att anlägga ett dike på skrå öster om område B för att leda dagvatten mot Brattåstjärn. Se figur 14. Ett annat alternativ som skulle innebära att ännu mer vatten skulle kunna ledas till Brattåstjärn istället för den naturliga vägen mot nordöstra gärdet är att spränga högpunkten på huvudvägen och istället höja vägen lite



vid kurvan. Det skulle även innebära bättre sikt på vägen samt en mindre total lutning på vägen som fortsätter söder ut, mot område A. Alternativet med en förändrad vägprofil innebär att allt dagvatten från område A och B kan ledas om till Brattåstjärnet. I utredningen antas vidare att någon av dessa två alternativ kommer att genomföras och vatten leds om till Brattåstjärnet.

Figur 14: Illustration av möjlig omledning av dagvatten.

Resultatet för ny riktning för avrinningen av att anlägga ett avskärande dike längst en profilförändrad väg eller på skrå längst bergslutningen redovisas i figur 15. På skissen går att utläsa vilka områden som innebär förändrad avrinning till de olika recipienterna. En stor del av det grönmarkerade området har blivit gult och lila jämfört med figur 13. Det innebär att Markavvattningsföretaget Norra och Södra kärra avlastas från dagvatten och möjlighet för att ta emot dagvatten från område C efter exploatering öppnas utan att påverka markavvattningsföretaget. Beräkningar som visar detta följer i nästa kapitel.



Figur 15: Avrinning från planområdet och angränsande platåer efter genomförd avskärning med ett dike.

Som tidigare nämnts har länsstyrelsen godkänt en dämning av Brattåstjärn för att möjliggöra en ökad fördröjning av dagvatten i tjärnet. Åtgärden är dock ännu inte genomförd.

4 Flödesberäkningar

Avrinning till de tre recipienterna har beräknats för 10-, 20- och 100-årsregnet, före och efter exploatering. I tabell 2 presenteras hur mycket dagvatten som tillkommer på grund av exploatering om ingen åtgärd med avskärande dike längst huvudväg och omriktning av flöde genomförs.

Tabell 2: Avrinning till de tre recipienterna före och efter exploatering för områden där byggnader ska anläggas.

AVRINNING q (liter/sekund)										
	10-årsregn			20-årsregn			100-årsregn			
	Före expl.	Efter expl.	Skillnad	Före expl.	Efter expl.	Skillnad	Före expl.	Efter expl.	Skillnad	
Tot alla	367	615	248	461	774	313	786	1319	533	
Brattåstjärnet	172	237	65	217	298	81	370	508	139	
Gärde NÖ	168	342	174	212	431	219	361	734	373	
Kustvägen	26	36	10	33	45	12	56	77	21	



Utan dagvattenåtgärder kommer recipienterna få en ökning av vattenflöde enligt de mörkare färglagda rutorna i tabellen ovan.

De avrinningskoefficienter som valts för beräkningar av dagvattenflödet från området finns presenterade i tabell 3. Beräkningarna har gjorts med hjälp av formel i kapitel 2.2.1.

Tabell 3: Avrinningskoefficienter som valts för beräkningar av avrinning från området.

Avrinningskoefficient natur/berg flackt område, φ	0,1	Finns att hitta i P110 tabell 4.8
Avrinningskoefficient natur/berg, kuperat område φ	0,4	Finns att hitta i P110 tabell 4.8
Avrinningskoefficient hårdgjord, φ	0,9	Finns att hitta i P110 tabell 4.8
Avrinningskoefficient hårdgjord 30%, ursprung kuperat 70%, φ	0,55	beräknat
Avrinningskoefficient hårdgjord 30%, ursprung flackt 70%, φ	0,34	beräknat

För beräkningarna gjorda för område KÄRRA 2:1 har antagits att tomtmark (gula områden i planskissen) kommer att bebyggas med 30 % hårdgjorda ytor. Resterande 70 % antas behålla ursprunglig markbeteckning. Berg i dagen och naturmark/gräsmatta. Naturmark och gräsmatta likställs. För hårdgjorda ytor, t.ex. tak samt asfalterade vägar och uppfarter, har avrinningskoefficient 0,9 används för beräkningarna. Extrem nederbörd, så som 100-årsregn, ökar avrinningskoefficienten för icke hårdgjorda ytor, såsom gräs och skog, till ett värde inom 0,2-0,8 beroende på topografi (Blomquist m.fl., 2016). För naturområdena i området har avrinningskoefficienten 0,1 valts för flackare områden och 0,4 för de kuperade.

4.1 Flöde till Gärdet NÖ

Istället för att fördröja de stora volymerna som efter exploatering kommer rinna genom område C och vidare till gärdet nordöst om planområdet är förslaget att leda om dagvattnet till Brattåstjärn med hjälp av en profiländring av huvudvägen samt ett avskärande svackdike längst vägen. Detta för att inte påverka dikningsföretaget Norra och Södra Kärra med ett ökat flöde och skydda bebyggelse i område C.

Tabell 4: Skillnad i avrinning till Norra och Södra Kärra dikningsföretag vid genomförandet av åtgärden att rikta om dagvatten mot Brattåstjärn.

	AVRINNING q (liter/sekund)								
	10-årsregn			20-årsregn			100-årsregn		
	Före expl.	Efter expl.	Skillnad	Före expl.	Efter expl.	Skillnad	Före expl.	Efter expl.	Skillnad
Tot tillrinning till NÖ Gärdet	1392	1566	174	1752	1971	219	2985	3358	373
Tot efter flödesvändning		1245	-147		1567	-185		2670	-315

I tabell 4 går att utläsa att åtgärden då dagvatten riktas om mot Brattåstjärn innebär en minskning av flöde för dikningsföretaget nedströms. Det behövs alltså inga andra åtgärder för att fördröja vatten som hamnar i diket vid gärdet nordöst om planområdet för att hydrauliskt inte påverka markavvattningsföretaget. Den kuperade terrängen medför en viss osäkerhet vid val av avrinningskoefficient och det är därför bra med de marginaler som beräkningarna visa på. Dessutom blir det mindre vatten till planområde C.



4.2 Flöde till Brattåstjärn

Åtgärden som innebär att avrinning som naturligt rinner till gärdet nordöst om planområdet leds om till Brattåstjärn medför självfallet en ökning av flöde till Brattåstjärn. I tabell 5 presenteras det ökade flödet för olika regnåterkomsttider.

Tabell 5: Tillkommande flöde till Brattåstjärn efter exploatering och omledning av flöde enligt förslag med avskärande dike.

AVRINNING q (liter/sekund)			
Tillkommande tot flöde till	10-årsregn	20-årsregn	100-årsregn
Brattåstjärn	333	465	792

Enligt dagvattenutredning för Siljevi idrottsförening ger den tänkta dämningen av Brattåstjärnet en extra magasinvolym på 3000 m³ varav knappt en tredjedel behövs för att fördröja ett 200-årsregn ifrån hela nuvarande tillrinningsområdet, efter att en ny konstgräsplan på Siljevi har anlagts. Ett 100-årsregn med varaktigheten 10 minuter och ett totalt flöde på 792 l/s (från tabell 5) ger en volym på knappt 500 m³. Det finns alltså plats att, efter utförd dämningssåtgärd, fördröja ytterligare 500 m³ (och mer) i Brattåstjärn utan att, hydrauliskt, nämnvärt påverka markavvattningsföretaget Grebbestad, Köping m.fl.

Dagvattnet kommer även att fördröjas i det svackdike som det leds i fram till Brattåstjärnet.

4.3 Flöde till Kustvägen

Det ökade dagvattenflödet ifrån södra delarna av planområde A är relativt litet jämfört med flödet till de andra två recipienterna. I tabell 6 är beräkningarna för det ökade dagvattenflödet mot kustvägen redovisat.

Tabell 6: Tillkommande flöde till dike vid Kustvägen efter exploatering.

AVRINNING q (liter/sekund)			
Tillkommande tot flöde till	10-årsregn	20-årsregn	100-årsregn
Kustvägen	26	32	55

Enligt kommunens strategi för dagvattenhantering ska flödet från området inte öka efter exploatering vilket innebär att dagvatten måste fördröjas på området innan utsläpp till recipient sker. Det bästa alternativet för fördröjning från exploaterade södra delarna av område A är att vända även detta dagvatten mot Brattåstjärn. Det kan göras via ledningar från tomter och släppas i svackdike vid vägen. Detta går att genomföra endast om alternativet där vägprofilen ändras väljs. Om istället alternativet med ett dike på skrå längst östra sidan av område B väljs, kommer flödet från södra delarna av område A inte kunna ledas till Brattåstjärn. Då behöver flödet fördröjas lokalt i exempelvis ett sprängstensmagasin eller genom att fördjupa det befintliga småvattnet som ligger i angränsning till område A. Att göra småvattnet djupare kräver godkännande från Länsstyrelsen då det utgör vattenverksamhet.



5 Föroreningsberäkningar

Översiktliga beräkningar har utförts i databasen StormTac för föroreningskoncentrationer och -mängder inom området före och efter exploatering. Koncentrationerna och mängderna har delats upp beroende på placering inom planområdet och redovisas i tabell 7 och 8.

Område A, B, C och D kommer efter exploatering att bestå av kvartersmark till skillnad från dagens naturmark. Det innebär en ökning av många föroreningar.

En huvudväg är även tänkt att anläggas som kommer vara 8 m bred och ca 700 m lång genom planområdet. Det anges i planbeskrivningen att vägen beräknas trafikeras med upp till 5000 fordon/dygn under högsäsong och cirka 1000 fordon/dygn under lågsäsong. Område A och B är tänkt att avvattnas via ett avskärande dike mot Brattåstjärn. Det är lämpligt att vägvatten ifrån den nya huvudvägen också avvattnas till samma dike. Därför är dessa föroreningar sammanslagna i tabell 7.

I tabell 7 och 8 kan det utläsas att samtliga föroreningar förutom fosfor klarar gränsen för riktvärden enligt M2 från Stockholms läns landsting (se kapitel 2.3.2.). Enligt vattenförvaltningen får dock ingen vattenförekomst status försämrats och eftersom det är stora skillnader på föroreningar jämfört med före exploatering bör dagvattnet renas.

De reningsanläggningarna som föreslås för de olika områdena beskrivs i kapitel 6.

Tabell 7: Föroreningsberäkningar för område A och B samt ny huvudväg före och efter exploatering utan dagvattenåtgärder i kolumn 1 och 2. Riktvärden framtagna av Stockholms läns landsting i kolumn 3 (gråmarkerad) och föroreningshalt i dagvattnet efter införd dagvattenåtgärd i kolumn 4. Röd markering är halter som förväntas bli högre än riktvärdet. Grön markering är halter som blir bättre än före exploatering.

Område A och B, med ny väg			Före expl.	Efter expl.	Rikt-värden	Svackdike
P	Nutrient	µg/l	35	200	175	140
N	Nutrient	µg/l	750	1400	2500	840
Pb	Metal	µg/l	6	10	10	3
Cu	Metal	µg/l	6,5	20	30	7
Zn	Metal	µg/l	15	80	90	28
Cd	Metal	µg/l	0,2	0,5	0,5	0,175
Cr	Metal	µg/l	0,5	4	15	1,6
Ni	Metal	µg/l	0,5	6	30	3
Hg	Metal	µg/l	0,005	0,02	0,07	0,01275
SS	Particles	µg/l	34000	45000	60000	13500
oil	Oil	µg/l	100	400	700	60



Tabell 8: Föroreningsberäkningar för område C och D före och efter exploatering utan dagvattenåtgärder i kolumn 1 och 2. Riktvärden framtagna av Stockholms läns landsting i kolumn 3 (gråmarkerad) och föroreningshalt i dagvattnet efter införda dagvattenåtgärder i kolumn 4, 5 och 6. Röd markering är halter som förväntas bli högre än riktvärdet. Grön markering är halter som blir bättre än före exploatering.

Område C, D och södra A			Före expl.	Efter expl.	Rikt-värden	Sedimenta-tionsbrunn	biofilter	Dagvatten-damm
P	Nutrient	µg/l	35	200	175	140	100	90
N	Nutrient	µg/l	750	1400	2500	1260	980	910
Pb	Metal	µg/l	6	10	10	6	2	2,5
Cu	Metal	µg/l	6,5	20	30	15	9	7
Zn	Metal	µg/l	15	80	90	36	32	40
Cd	Metal	µg/l	0,2	0,5	0,5	0,325	0,1	0,1
Cr	Metal	µg/l	0,5	4	15	2,6	1,6	1,6
Ni	Metal	µg/l	0,5	6	30	2,94	4,5	0,9
Hg	Metal	µg/l	0,005	0,02	0,07	0,0135	0,0105	0,0105
SS	Particles	µg/l	34000	45000	60000	13500	6750	9000
oil	Oil	µg/l	100	400	700	60	20	80

6 Dagvattenhantering

6.1 Allmänna rekommendationer

6.1.1 Höjdsättning och översvämningsrisk

Vid kraftigare regn än de dimensionerande 10-årsregnen kommer vattnet inte kunna avledas tillräckligt snabbt via det planerade dagvattenledningsnätet på fastigheten. Då måste området vara höjdsatt så att vattnet avrinner från byggnaderna mot områden som kan översvämmas utan skador på byggnader. Svenskt Vatten rekommenderar att nybyggda fastigheter dimensioneras så att marköversvämningar med skador på byggnader sker mer sällan än vart 100:e år (Svenskt Vatten P110, 2016). Detta är extra viktigt i område C som naturligt får mycket vatten från kringliggande platåer. Vidare utredning krävs för att säkerställa rätt nivå för färdigt golv i område C. Av samma skäl är det olämpligt att bygga hus med källare i område C.

För att förhindra att yt- eller dagvatten rinner in i byggnaden måste marken ges en tillräcklig lutning från byggnaden. Avrinningen sker då lämpligast i riktning mot närliggande gator.

6.1.2 Miljöanpassade materialval

För att minska miljöpåverkan på dagvattnet bör material som inte innehåller miljöskadliga ämnen väljas.

Kända material som avger föroreningar är exempelvis takbeläggning, belysningsstolpar och räcken som är varmförzinkade eller i övrigt innehåller zink. Plastbelagda plåttak avger organiska föroreningar. Planen bör därför inte föreskriva material som ger ifrån sig miljöskadliga ämnen som exempelvis zinktack. Byggvaror bör klara egenskapskriterier som satts upp av branschorganisationer såsom BASTA eller Byggvarubedömningen. För att undvika onödigt tillskott av miljöfarliga ämnen är det viktigt att tidigt se över de materialval som ska användas för byggnation.

6.2 Dagvattenlösningar

Föreslagna dagvattenlösningar för de olika områdena samt placering finns presenterade på ritning R-001 i bilaga 1.

6.2.1 Avskärande diken och svackdike

Ett svackdike är en öppen dagvattenanläggning som kan fungera som en infiltrationsanläggning, ett fördröjningsmagasin och ersätta en nedgrävd dagvattenledning. Dikets kanter sluttar svagt och normalt brukar längsgående lutning vara 2-5 ‰ (Svenskt vatten). Svackdiken måste underhållas för att kapacitet och reningseffekt ska bibehållas. Växter kan behöva klippas/rensas samt gräset i ett svackdike ska vara klippt till rätt längd. Sediment vid inlopp måste rensas regelbundet.



Figur 16: Bild på ett svackdike vid väg.

Område A och B samt ny huvudväg kan avvattnas till ett svackdike längst vägen som leder vattnet till Brattåstjärn. Diket behöver dimensioneras dels för att uppnå god reningseffekt och dels för att klara flöden från ett 100-årsregn mot Brattåstjärn. Eftersom god rening av total mängd dagvatten kan uppnås genom att endast rena små regn och så kallat "first flush" behöver diket endast en hydraulisk dimensionering.

För hydraulisk beräkning av öppna diken har Mannings formel används:

$$q = A * R^{\frac{2}{3}} * M * \sqrt{S_0}$$

Där:

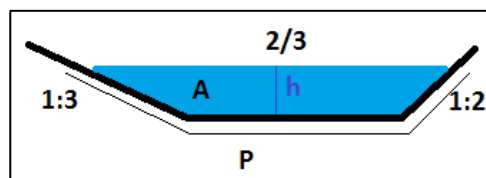
q = flöde [m^3/s]

A = tvärsnittsarea [m^2]

R = hydraulisk radie = A/P [m]

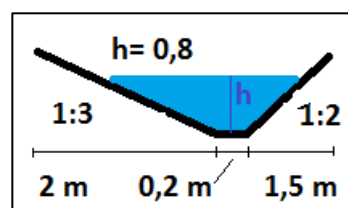
S_0 = bottenlutning [m/m]

M = Mannings tal



Figur 17: Schematisk tvärsnittsbild av ett dike för enheter i Mannings formel.

Ca 800 l/s behöver få plats i svackdiket för att klara ett klimatkompenserat 100-årsregn med återkomsttiden 10 minuter. Eftersom marken är kuperad föreslås ett lite djupare dike med brantare slänter, som figur 17 och 18 visar. En ungefärlig uträkning har gjorts för att uppskatta ytan som behövs. Den totala ytan som diket behöver ta i anspråk är ca 4 m i bredd. För att minska bredden kan diket göras djupare. Bredden kommer även minska uppströms eftersom dagvatten ansluter till diket på flera ställen längst diket.

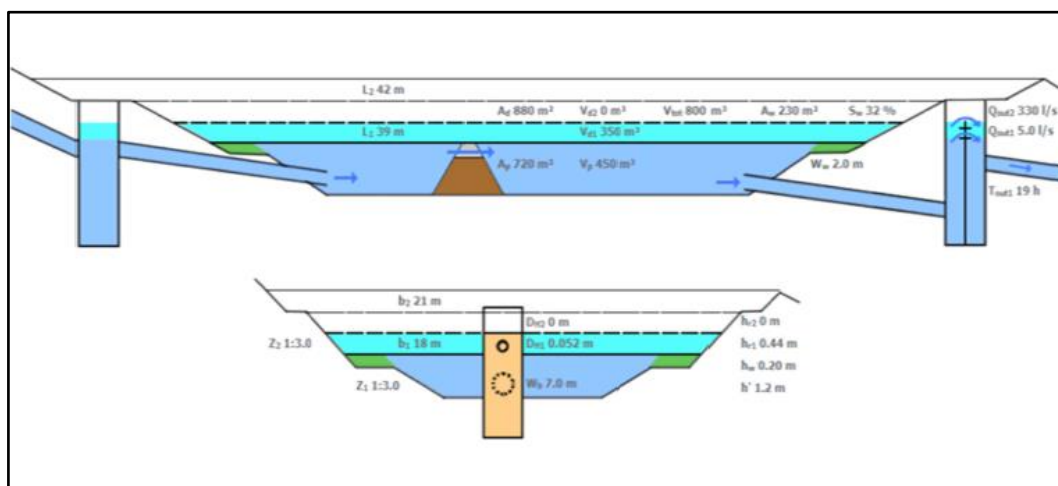


Dagvatten som rinner i diket renas enligt tabell 7 i föregående kapitel. Mycket av föroreningarna i dagvattnet kommer då omhändertas. Dock återstår förhöjda halter av bl.a. fosfor samt metallerna zink och krom. Det bedöms ändå vara godkänt eftersom dagvattnet kommer att renas ytterligare via sedimentation i Brattåstjärn och infiltration i kommande diken innan utsläpp sker i Grebbestadsviken. Avskärande dike behöver även anläggas runt område C för att skydda bebyggelse från dagvatten vid stora regn. Se ritning R-001 i bilaga 1.



6.2.1 Dagvattendamm/magasin

En av de vanligaste reningsanläggningarna för dagvatten är dammar. Syftet med en dagvattendamm är att utjämna dagvattenflödet, reducera dagvattnets innehåll från föroreningar samt minska belastningen på recipienten i samband med ökad exploatering i avrinningsområdet. Reningen sker till största del mellan regntillfällena i form av sedimentation och växtupptag. För att en damm ska fungera optimalt ur reningsynpunkt ska den vara långsmal och har inlopp och utlopp placerat i varsin ände av dammen, se bild i figur 19.



Figur 19. Exempel på hur en dagvattendamm kan designas.

Småvattnet vid södra delen av område A lämpar sig därför bra eftersom det är långsmalt i rätt riktning i förhållande till avrinningen. Normalt är djupet på den permanenta vattenytan 1,2 m. För en liten till mellanstor damm är ett lämpligt djup på den temporära volymen 0,5 m. Det är val av storlek på regn som ska fördröjas som är bestämmande för behovet av den temporära volymen. Enligt kommunens strategi för dagvattenhantering ska dagvattenanläggningar dimensioneras för 10-årsregn med varaktigheten 10 minuter om med hänsyn till följderna nedströms för större regn. I tabell 6, kapitel 4, kan det utläsas att för att fördröja ett 10-årsregn behöver det tillkommande flödet 26 l/s fördröjas. Det innebär att den tillfälliga volymen behöver vara $(26 \times 600 / 1000) 16 \text{ m}^3$. Om djupet på den temporära volymen är 0,5 m så behöver arean på småvattnet vara 31 m^2 . Vid val av magasin istället för en förändring av småvattnet är det samma volym som behöver fördröjas.

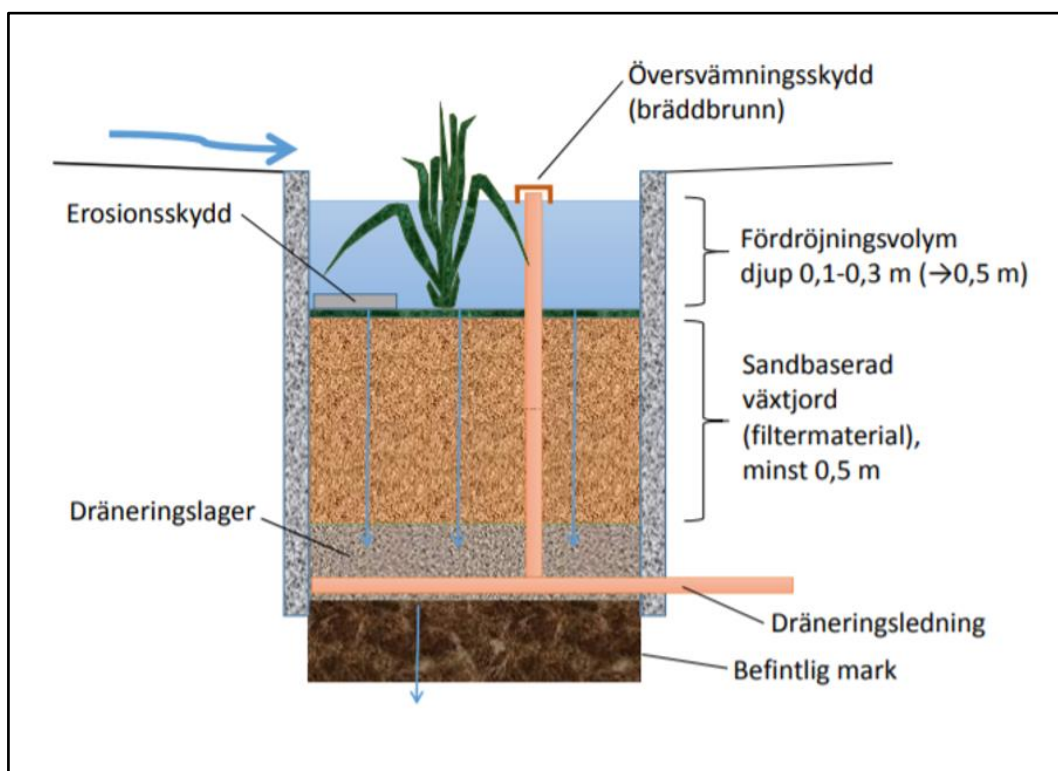
Dagvatten som rinner till dammen renas enligt tabell 8 i föregående kapitel. Mycket av föroreningarna i kommer då omhändertas. Dock återstår förhöjda halter av bl a fosfor samt metallerna zink och krom. Det bedöms ändå vara godkänt eftersom dagvattnet kommer att renas ytterligare via infiltration i mark och diken nedströms innan utsläpp sker i Grebbestadsviken.

Det är viktigt att sedimentet i dammen grävs upp och körs till deponi samt att in- och utlopp inte sätter igen och bidrar till minskad hydraulisk funktion eller erosion till recipienten (Blecken m fl, 2017). En viktig aspekt att tänka på redan när dammen byggs, är att den ska vara lättillgänglig för inspektion och tömning. När halva volymen av dammen är fylld med sediment bör sedimentet tas bort. Det varierar beroende på

föroreningshalten från omgivningen och utformningen av dammen men kan antas behöva göras var 5:e år.

6.2.2 Biofilter (växtbädd)

Biofilter används framförallt för att infiltrera och rena dagvatten från omgivande hårdgjorda ytor men bidrar även till fördröjning av dagvatten. Biofilter brukar dock inte dimensioneras för stora regn utan endast för att rena de mest vanligt förekommande regnen för att uppnå en totalt hög reningsgrad. De byggs upp så att dagvatten kan magasineras under en kort tid i samband med regn för att vattnet sedan ska kunna infiltrera i filtermaterialet. Växterna i en växtbädd bör anpassas till områdets förutsättningar och vegetationen kan bestå av gräs, buskar, träd, örter etc. Med en välkomponerad växtmix får man en växtbädd som fyller en teknisk funktion samtidigt som den även medför estetiska och miljömässiga mervärden. Se figur 20 för principskiss.



Figur 20. Principskiss på växtbädd (Stockholm stad, 2018).

När de naturligt förekommande jordlagren har en begränsad infiltrationskapacitet, som i område C ska en ledning kopplas från växtbädden till befintligt dagvattensystem. Ledningen bör ha en liten dimension för att fördröja dagvattnet men den ska säkerställa att vattnet kan dräneras inom 48 timmar. Det bör även installeras en bräddledning eller brunn för att undvika översvämningar vid kraftigare regn. Figur 20 visar en principskiss över en växtbädd.

Ett förslag är att anlägga ett biofilter norr om område D, vid norra infarten till bostadsområdet. Norr om område D finns medelgoda till goda infiltrationsmöjligheter och det bör därför undersökas om biofiltret i det området kan utföras med naturlig infiltration. Biofiltret som ska rena dagvattnet i område D bör vara ett nedsänkt biofilter. Se figur 21. Ledningarna som leder dagvattnet dit kan behöva isoleras den sista sträckan för att inte vatten ska frysa i ledningen och dämna ledningen.



Figur 21. Exempel på nedsänkt växtbädd (Solna stad dagvattenstrategi, 2018).

I område C kan upphöjda biofilter anläggas vid flerbostadshus för att rena takvattnet. Se figur 22 och 23.



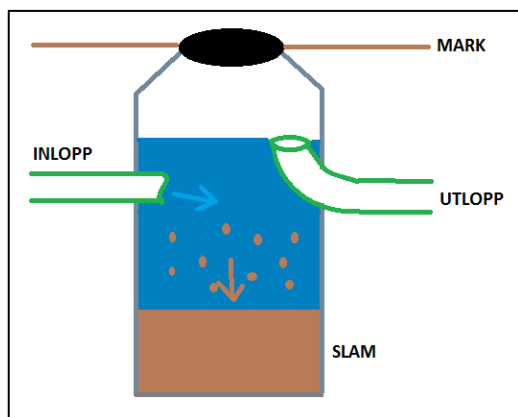
Figur 22 & 23. Exempel på upphöjd växtbädd som tar emot dagvatten från tak via stuprör (Vinnova, 2014).

Dagvatten som rinner till biofilterna renas enligt tabell 7 i föregående kapitel. Mycket av föroreningarna i dagvattnet kommer då omhändertas. Dock återstår förhöjda halter av bl.a. fosfor samt metallerna krom och nickel. Det bedöms ändå vara godkänt eftersom dagvattnet kommer att renas ytterligare via sedimentation i Brattåstjärn och infiltration i kommande diken innan utsläpp sker i Grebbestadsviken eller via diken nedströms innan utsläpp i Skärboälven.

Underhåll som behöver göras för biofilter är att kontrollera in- och utlopp, växtligheten, infiltrationskapaciteten samt byte av filtermaterial. Dött växtmaterial behöver tas bort regelbundet för att inte näringsämnen ska gå ut i vattnet igen vid nedbrytningen.

6.2.3 Sedimentationsbrunn

En sedimentationsbrunn är en vanlig dagvattenbrunn med något större diameter för att vattnet ska kunna rinna långsammare och hinna sedimentera. Det måste finnas plats i brunnen under inkommande ledning för att sedimentation ska kunna ske. Utlopp från brunnen ska placeras högre upp än inlopp. Sedimentationsbrunnen ska byggas tät och är därför ett bra alternativ för områden med högt grundvatten. Vid normala flöden kommer brunnen att avskilja slam och större partiklar från dagvattnet via sandfång.



Figur 23: Schematisk bild av en sedimentationsbrunn.

Sedimentationsbrunnen kommer omhänderta slammet från det första och mest förorenade dagvattenflödet från uppströms hårdgjorda ytor.

Den stora nyttan med dessa brunnarna är att de omhändertar bl.a. PAH från däckslitage som uppkommer vid stora mängder trafikrörelser som kan uppstå på

korta lokalgator med trånga passager samt trafik till och från garageutrymmen.

Vid mycket stora dagvattenflöden kommer vattnet att rinna för snabbt genom brunnen och rening kommer inte kunna ske i samma utsträckning. Redan uppsamlade föroreningar kommer dock inte att omröras nämnvärt och kommer inte att följa med det utgående vattnet. Rensning och tömning av brunnarna och gallerbrunnarna ska ingå i underhållsplanen för dagvattenhanteringen i området.

Dagvatten som rinner till sedimentationsbrunnen via ledningar från område C renas enligt tabell 7 i föregående kapitel. Mycket av föroreningarna i dagvattnet kommer då omhändertas. Dock återstår förhöjda halter av bl a fosfor samt metallerna zink och krom. Det bedöms ändå vara godkänt eftersom dagvattnet kommer att renas ytterligare via diken nedströms innan utsläpp sker i Skärboälven.

7 Vatten- och Spillvattenledningar

Anslutning för dricksvatten till planområdet kan göras på befintlig kommunal vattenledning som går igenom planområdet. Enligt planbeskrivningen kommer förmodligen tryckreducering behövas.

Spillvatten kan rinna med självfall från alla områden till en lågpunkt i område C där en pumpstation får anläggas. Viktigt att tänka på avstånd till närmaste hus i område C och att luktreducering installeras. Spillvatten pumpas upp till lämplig plats för släppbrunn i högpunkt vid norra infarten till planområdet. Möjligt att spillvatten från område D inte behöver pumpas utan kan ledas direkt till släppbrunn. Anslutningsmöjlighet till kommunalt spillvattennät finns vid planområdets gräns vid Kärravägen mot Grebbestad.

Ledningar kan förläggas i samband med nya vägar. Se ritning R-001 i bilaga 1.