

PM



Uppdragsledare
Maria Forsberg
Tel
010-505 36 71
E-post
maria.forsberg@afconsult.com
Datum
2019-02-04
Uppdragsnummer
756286

Mottagare
Åtvidabergs kommun

Dagvattenutredning Grebo-Norrby



Handläggare:

Maria Forsberg

Anna Laidler

Granskad av:

Cim Lennestedt

ÅF-Infrastructure AB, Östra Skeppsbron 1, , SE-611 35 Nyköping Sverige
Telefon +46 10 505 00 00, Säte i Stockholm, www.afconsult.com
Org.nr 556185-2103, VAT nr SE556185210301

Dagvattenutredning Grebo-Norrby 20190204.docx

Sida 1 (61)



Innehållsförteckning

1	Inledning	4
1.1	Bakgrund	4
1.2	Uppdragsbeskrivning	5
2	Förutsättningar	5
2.1	Underlag	5
2.2	Svenskt Vatten – Publikation P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten	6
2.3	Riktvärdesgruppen – Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp	7
2.2	Koordinat och höjdsystem	8
2.3	Dimensioneringsförutsättningar	8
3	Områdets förutsättningar	9
3.1	Beskrivning av området	9
3.2	Flödesvägar och lågområden inom och i anslutning till planprogramsområdet	10
3.3	Översvämningsrisk kring sjön Ärlången, del av Stångån	10
2.4	Natur- och kulturintressen	14
3.4	Geotekniska förhållanden	16
2.4.1	Markförhållanden	16
2.4.2	Grundvattennivåer	18
3.5	Föroreningar i mark	19
3.6	Recipient och miljö kvalitetsnormer	19
3.7	Befintlig dagvattenhantering	21
3.8	Vattendom sjön Ärlången	24
3.9	Markavvattningsföretag	25
3.10	Vattenskyddsområde	25
4	Beräkningar	26
4.1	Indata	26
4.2	Flödesberäkningar	28
4.3	Föroreningsberäkningar	29
5	Föreslagen dagvattenhantering	32
5.1	Placering och höjdsättning av bebyggelse, vägar etc	33
5.2	Öppen dagvattendamm	35
5.2.1	Dimensionering och placering av öppen dagvattendamm	36
5.2.1.1	Alternativ 1, Dagvattendamm för del av planprogramsområde enligt fördelning av bostadsbebyggelse för scenario 1	40



5.2.1.2	Alternativ 2, Dagvattendamm för del av planprogramsområde enligt fördelning av bostadsbebyggelse för scenario 1 samt stor del av tätorten Grebo	44
5.2.2	Föroreningsberäkningar	47
5.2.2.1	Alternativ 1, Dagvattendamm för del av planprogramsområde enligt fördelning av bostadsbebyggelse för scenario 1	47
5.2.2.2	Alternativ 2, Dagvattendamm för del av planprogramsområde enligt fördelning av bostadsbebyggelse för scenario 1 samt stor del av tätorten Grebo	48
5.3	In- och utloppsdiken till dagvattendamm samt bräddike.....	50
5.4	Växtbäddar.....	51
5.5	Genomsläppliga beläggningar	53
5.6	Träd i skelettjord.....	54
5.7	Stuprörsutkastare med uppsamlade dräneringstråk	56
5.8	Avskärande diken.....	57
5.9	Utloppsdike till sjön Ärlången från västra delen av planprogramsområdet.	57
6	Diskussion och slutsatser.....	58
7	Ytterligare utredningar	60
8	Referenser.....	61

Bilagor:

Bilaga 1 – Schematisk placering av dagvattendamm för alternativ 1

Bilaga 2 - Schematisk placering av dagvattendamm för alternativ 2



1.2 Uppdragsbeskrivning

ÅF kommer enligt uppdrag redovisa för:

- Befintligt dagvattensystem för planprogramsområdet Norrby samt Grebo (ledningar och diken)
- Recipientens status utifrån befintliga miljökvalitetsnormer, MKN.
- Översiktlig beskrivning av geoteknik, grundvattenförhållanden samt eventuella markföroreningar inom planprogramsområdet. Eventuella natur- och kulturintressen, markavttningsföretag samt vattenskyddsområde beskrivs och beaktas.
- Beräkning av dagvattenflöden och föroreningar som planprogramområdet samt tätorten Grebo ger upphov till, före och efter exploatering. Eventuellt fördröjningsbehov redovisas utifrån om det finns en flödesbegränsning till recipienten från planerad dagvattendamm. Beräkningarna utförs enligt rekommendationer i Svenskt Vattens publikation P110 och/eller enligt kommunens krav.
- Översiktlig illustration av flödesvägar och lågpunkter utifrån befintlig skyfallskartering från Länsstyrelsen. Redogöra för eventuell påverkan på planområdet från intilliggande områden, samt påverkan från planområdet på omgivande områden.
- Översiktlig dimensionering och placering av dagvattendamm.
- Exempel på lokala principlösningar för fördröjning och rening av dagvatten inom planprogramområdet kommer att beskrivas, dock kommer inga placeringar att anges.

2 Förutsättningar

2.1 Underlag

Följande underlag från beställaren har använts i denna utredning:

Underlag	Datum
Grundkarta över utredningsområdet	2018-10-02
Översiktlig planprogramkarta	2018-10-02
Höjddata	2018-10-02
Underlag för dagvattenledningar	2018-09-21
PM Geoteknik och Markmiljöteknik	2018-10-01



Följande dokument och villkor har använts i denna utredning:

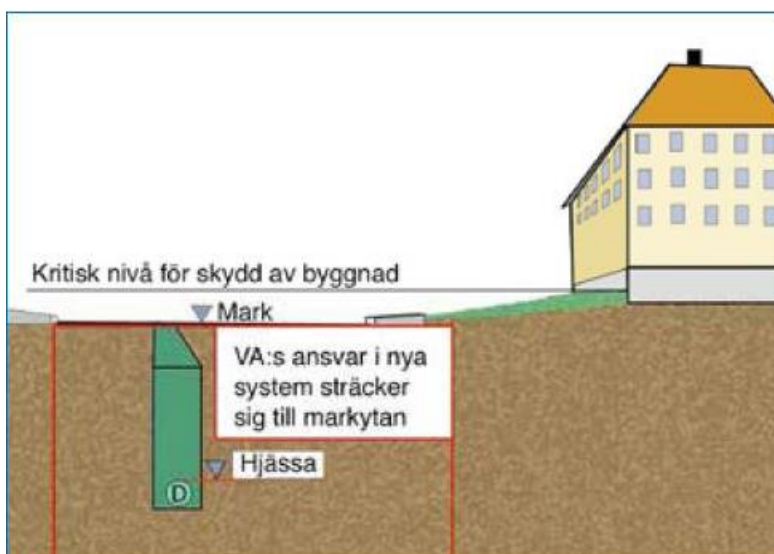
Underlag	Utgivare	Publikationsår
P104	Svenskt Vatten	2011
P105	Svenskt Vatten	2016
P110	Svenskt Vatten	2016
Skyfallskartering	Länsstyrelsen	2018
VISS, Vatteninformationssystem Sverige	Länsstyrelsen	2018
Översvämningsportalen	MSB	2018
Genomsläpplighetskarta	SGU	2018
Jordartskarta	SGU	2018
Förslag på riktvärden för dagvattenutsläpp	Riktvärdesgruppen	2009

2.2 Svenskt Vatten – Publikation P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten

Samhällenas avvattning måste lösas med s.k. hållbar dagvattenhantering för att kunna hantera krav på minskade risker för skador vid översvämningar samt minskade utsläpp av dagvattenföroreningar. Följande punkter är viktiga att beakta för en hållbar dagvattenhantering:

1. Ur föroreningspunkt är hållbar dagvattenhantering att föredra då såväl avrunna dagvattenflöden och därmed även föroreningsbelastningen minskar till recipienten.
2. Kraftiga skyfall måste hanteras med en säker höjdsättning av bebyggelsen. Dessutom kan det krävas möjligheter att fördröja stora regnvolymmer på planerade översvämningsytor.
3. Den övergripande lägsta säkerhetsnivån vid nybebyggelse för skador på byggnader mm föreslås vara ett regn med återkomsttid på minst 100 år med en klimatfaktor.
4. Hänsyn måste tas till framtida ökningar av nederbörden till följd av klimatförändringar. Detta hanteras genom att lägga på en klimatfaktor på de dimensionerande regnen. Svenskt Vatten föreslår att nederbördsintensiteten ska ökas med 25 % vid dagvattenberäkningar.
5. Dagvattenledningar dimensioneras för den s.k. hjässnivån respektive marknivån. Ledningsdimensionen ska ha en säkerhetsfaktor på 1,25. I denna utredning betraktas området som tät bostadsbebyggelseområde och därmed ska dagvattenledningarna dimensioneras, som ett minimikrav, att klara en

nederbörd med återkomsttiden 5 år vid fylld ledning och 20 år för trycklinjen i marknivå (Figur 2).



Figur 2. De tre dimensioneringsnivåerna fylld ledning, trycklinje i marknivå samt kritisk nivå för skydd av byggnad (Svenskt Vatten P110)

2.3 Riktvärdesgruppen – Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp

Idag (år 2018) finns inga fastställda riktvärden för föroreningshalter i dagvatten. Med anledning av detta tog Riktvärdesgruppen under år 2009 fram riktvärden för föroreningar i dagvatten som ska fungera som en indikator på om rening av dagvattnet är nödvändigt. Reningen ska då göras med bästa möjliga teknik och till en rimlig kostnad med målsättningen att åtgärderna leder till att riktvärdena inte överskrids (Riktvärdesgruppen, 2009).

Riktvärdesgruppens riktvärden kan användas som indikator för om dagvatten bör omhändertagas och renas. Nivåer på dessa riktvärden är olika beroende på typen av recipient samt om utsläppet sker direkt till recipient eller om dagvattnet först leds via dike, damm eller ledning och därefter till recipienten. I denna utredning jämförs halter med riktvärde som motsvarar direktutsläpp till havsvik (Tabell 1).

Enligt Weserdomen får man inte riskera att försämma vattenstatus eller äventyra att miljökvalitetsnormer (MKN) inte följs. Riktvärdesgruppen förhåller sig till kvalitetsfaktorer för MKN enligt följande

- Rening ska göras med bästa möjliga teknik och till en rimlig kostnad
- Målsättningen med reningsåtgärder är att riktvärdena ska klaras
- Effekten av planerade anläggningar ska verifieras med hjälp av beräkningar



PM

Tabell 1. Föreslagna riktvärden för dagvattenutsläpp givna i årsmedelhalt. Angivna riktvärden motsvarar direktutsläpp till havsvik (Riktvärdesgruppen 2009).

Ämne	Enhet	Riktvärde (årsmedelhalt)
Fosfor (P)	µg/l	160
Kväve (N)	mg/l	2,0
Bly (Pb)	µg/l	8
Koppar (Cu)	µg/l	18
Zink (Zn)	µg/l	75
Kadmium (Cd)	µg/l	0,4
Krom (Cr)	µg/l	10
Nickel (Ni)	µg/l	15
Kvicksilver (Hg)	µg/l	0,03
Suspenderad substans (SS)	mg/l	40
Olja	mg/l	0,4
Benso(a)pyren (BaP)	µg/l	0,03

2.2 Koordinat och höjdsystem

Gällande koordinatsystem för uppdraget är Sweref 99 16 30 och höjdsystem RH2000.

2.3 Dimensioneringsförutsättningar

Vid beräkning av dagvattenflöden före och efter exploatering används rationella metoden med regnintensitet enligt Dahlströms formel. 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]

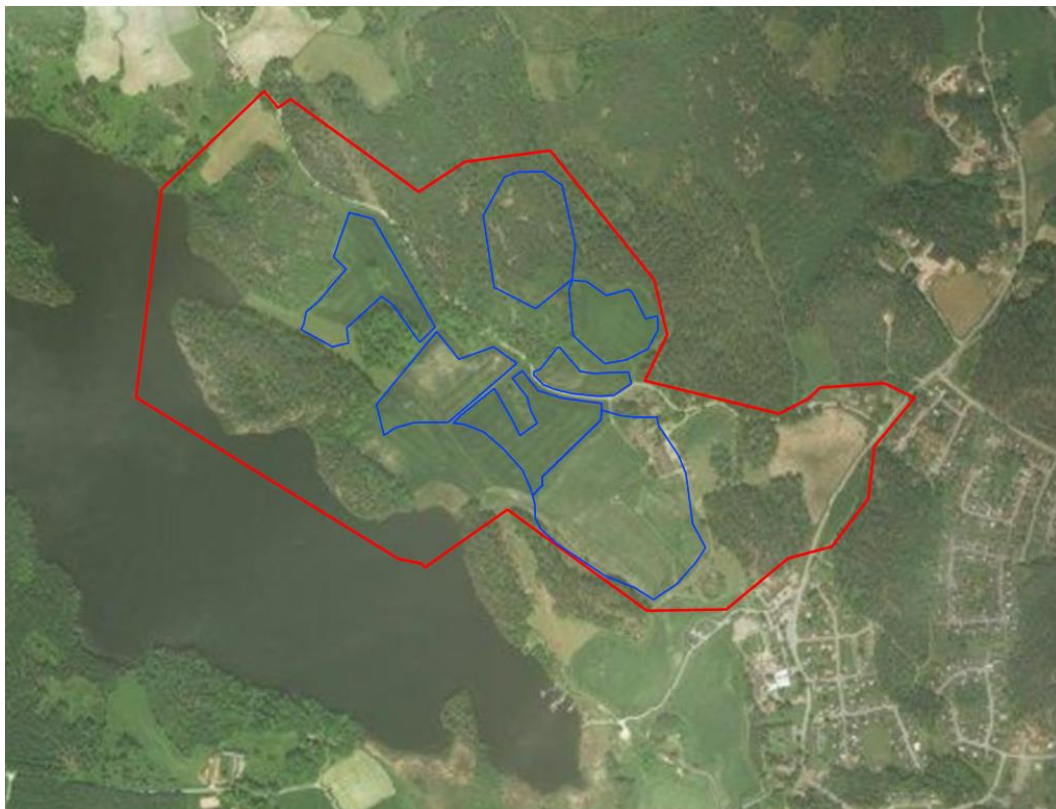
k = klimatfaktor

Allmänna anläggningar dimensioneras för regn med återkomsttider enligt P110. Detta område betraktas som tät bostadsbebyggelseområde och därmed ska dagvattenledningarna dimensioneras, som ett minimikrav, att klara en nederbörd med återkomsttiden 5 år vid fylld ledning och 20 år för trycklinjen i marknivå med en klimatfaktor på 1,25.

3 Områdets förutsättningar

3.1 Beskrivning av området

Planprogramsområdet utgörs av fastigheten Norrby 1:19 m.fl. och är 106 hektar. Området består av åkermark och skogsområden. Området ligger i anslutning till sjön Ärlången som är en del av Stångån. Figur 3 visar ett flygfoto över det aktuella området.



Figur 3. Flygfoto över aktuellt området med rödmarkerad planprogramområdesgräns. Det blåmarkerade områdena visar vart bostadsbebyggelsen är tänkt att placeras.

3.2 Flödesvägar och lågområden inom och i anslutning till planprogramsområdet

Analys av flödesvägar och lågområden inom och i anslutning till planprogramsområdet vid kraftiga skyfall har baserats på Länsstyrelsen i Östergötlands skyfallskartering (Figur 4). Analysen visar en generell flödesriktning mot mitten av planprogramsområdet och sedan mot recipienten Ärlången.



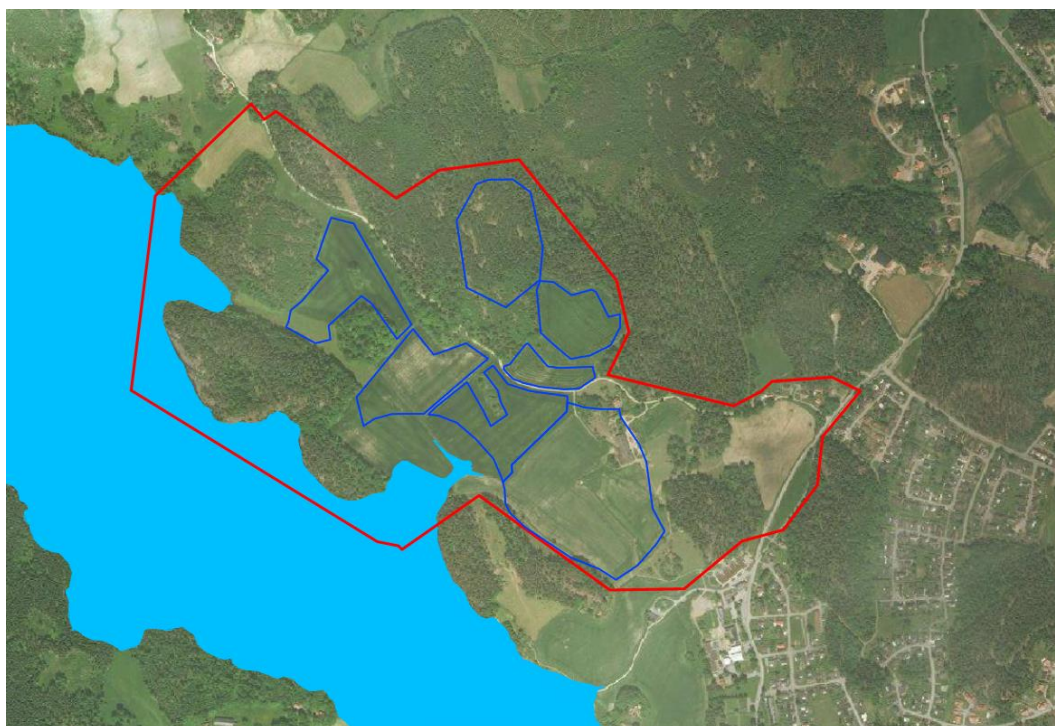
Figur 4. Analys av flödesvägar och lågområden inom och i anslutning till planprogramsområdet enligt Länsstyrelsen i Östergötlands skyfallskartering. Blå områden visar lågområden samt blå sträck visar flödesvägar. Röd markering visar planprogramsområdet ungefärliga läge.

Det finns ett större lågområde i östra delen av planprogramsområdet.

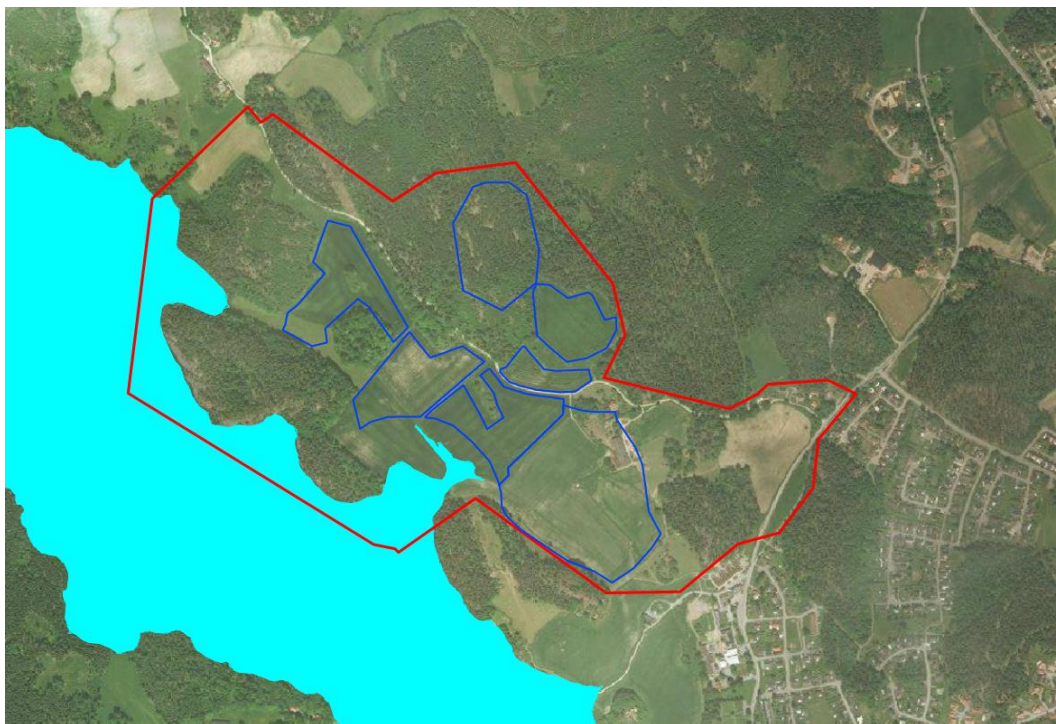
3.3 Översvämningsrisk kring sjön Ärlången, del av Stångån

Planprogramsområdets närhet till ett vattendrag, Stångån, innebär att det föreligger en risk för översvämning med skador på bebyggelse och dagvattenanläggningar som följd. MSB har utfört en simulering av översvämning av vattendrag som indikerar att planprogramsområdet ligger i riskzonen för att drabbas av översvämning vid flöde med återkomsttid på både 100 år och 200 år. I Figur 5 respektive Figur 6 redovisas hur långt upp på land som en översvämning kommer att nå enligt MSB:s översvämningskartering. 100-årsflödet och 200-årsflödet motsvarar en vattennivå på

+ 59,3 meter respektive + 59,5 meter i RH2000 (MSB Portal för översvämningshot, 2018).

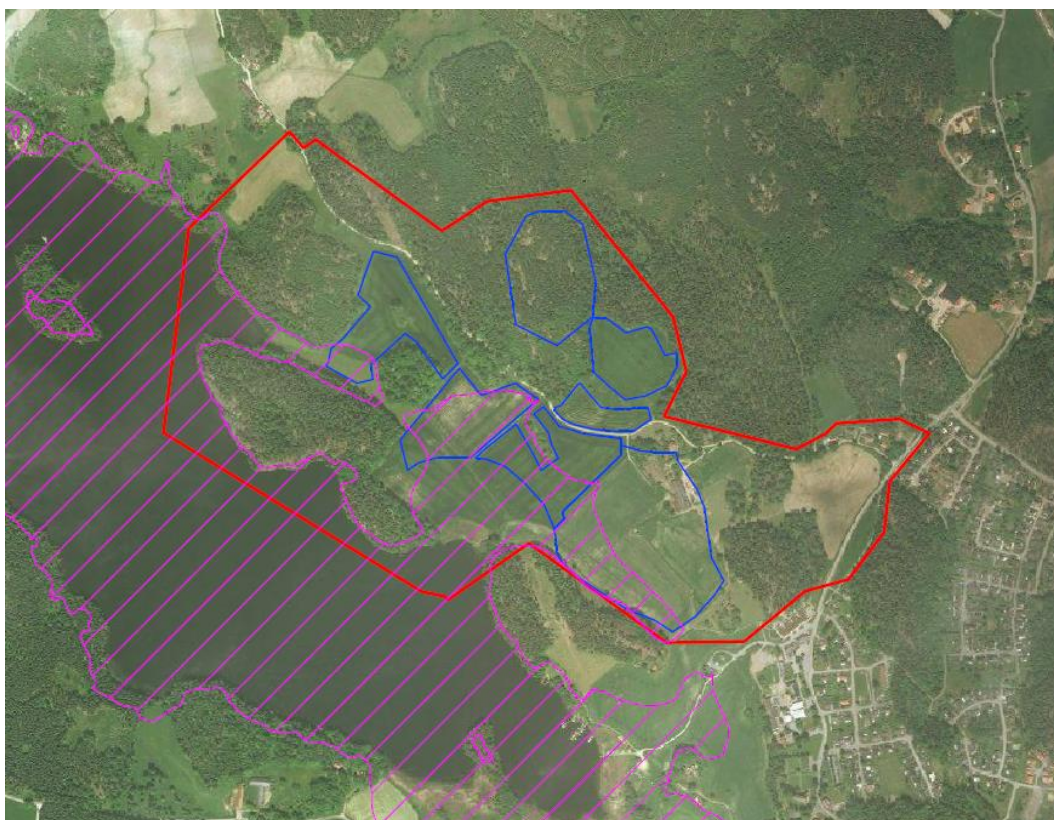


Figur 5. Det blå området illustrerar det område som sätts under vatten vid ett 100-årsflöde, dvs en översvämning som statistiskt inträffar 1 gång på 100 år (MSB Portal för översvämningshot, 2018). Rödmarkering illustrerar planprogramområdesgräns samt de blåmarkerade områdena visar vart bostadsbebyggelsen är tänkt att placeras.



Figur 6. Det turkosa området illustrerar det område som sätts under vatten vid ett 200-årsflöde, dvs en översvämning som statistiskt inträffar 1 gång på 200 år (MSB Portal för översvämningsshot, 2018). Rödmarkering illustrerar planprogramområdesgräns samt de blåmarkerade områdena visar vart bostadsbebyggelsen är tänkt att placeras.

MSB har även genomfört en översvämningskartering för beräknat högsta flöde, dvs en översvämning som motsvarar ett tänkbart värsta scenario som kan inträffa pga naturliga faktorer, för vattendraget Stångån. Det skulle innebära en vattennivå på + 63,6 meter (RH2000) (Figur 7). Delar av den planerade bebyggelser skulle vid detta scenario hamna under vatten.

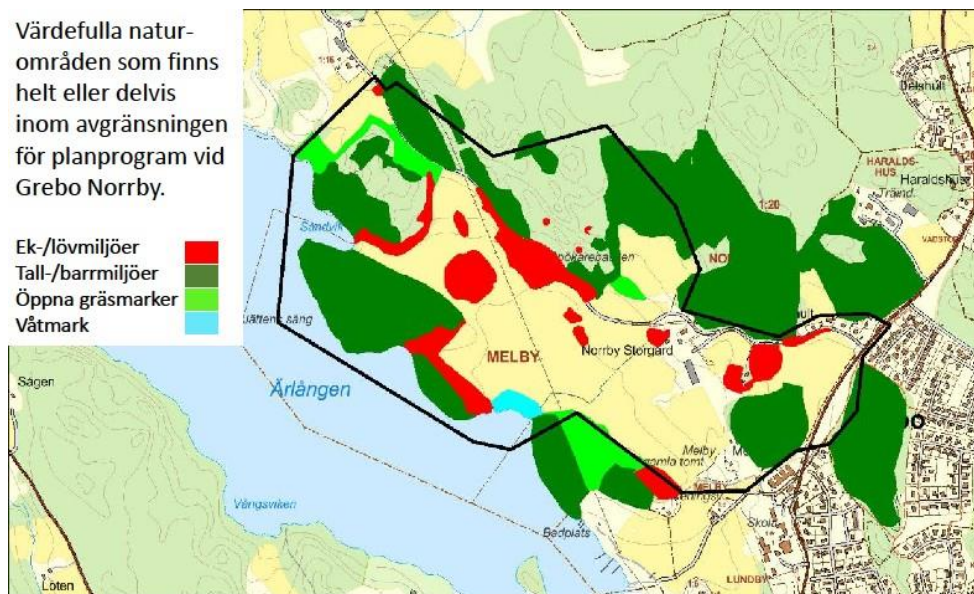


Figur 7. Det lilaskrafferade området illustrerar det område som sätts under vatten vid beräknat högsta flöde (MSB Portal för översvämningshot, 2018). Rödmarkering illustrerar planprogramområdesgräns samt de blåmarkerade områdena visar vart bostadsbebyggelsen är tänkt att placeras.

Åtvidabergs kommun har inga rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå utifrån hänsyn till risken för översvämning.

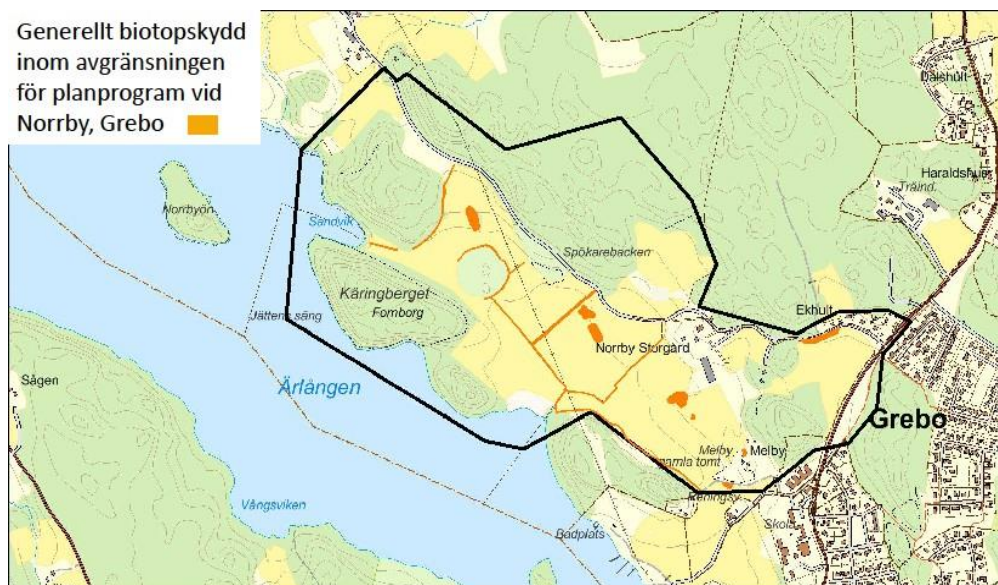
2.4 Natur- och kulturintressen

Planprogramsområdet ligger inom ett riksintresse för naturvården, Eklandskapet, där landskapet är präglad av ekhagar, lövskogar och odlad jord. Det finns även flera värdefulla talldominerande barrskogar inom området (Figur 8).



Figur 8. Värdefulla naturområden. Svart markering visar planprogramområdets ungefärliga läge.

Det finns några objekt som omfattas av ett generellt biotopskydd som tex åkerholmar, odlingsrösen, öppna diken samt en ekallé (Figur 9).



Figur 9. Generellt biotopskydd. Svart markering visar planprogramområdets ungefärliga läge.

Vid sjön Ärlången gäller utökat strandskydd till 150 meter (Figur 10).

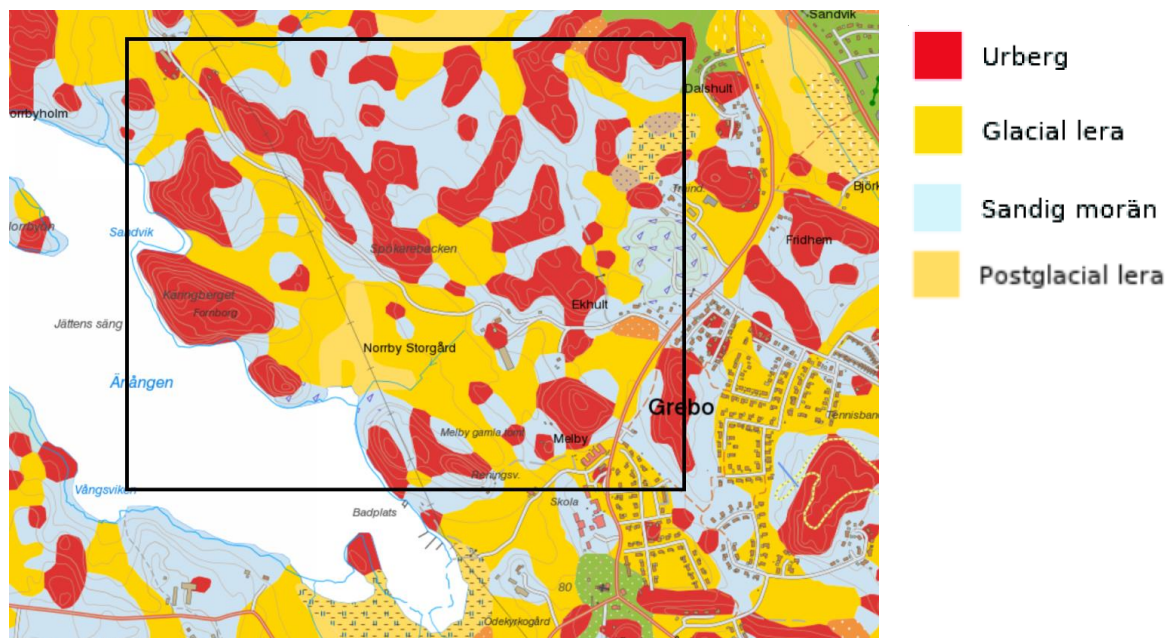


Figur 10. Blå markering visar område som omfattas av strandskydd vid sjön Ärlången. Rödmarkering illustrerar planprogramområdesgräns samt de lilamarkerade områdena visar vart bostadsbebyggelsen är tänkt att placeras.

3.4 Geotekniska förhållanden

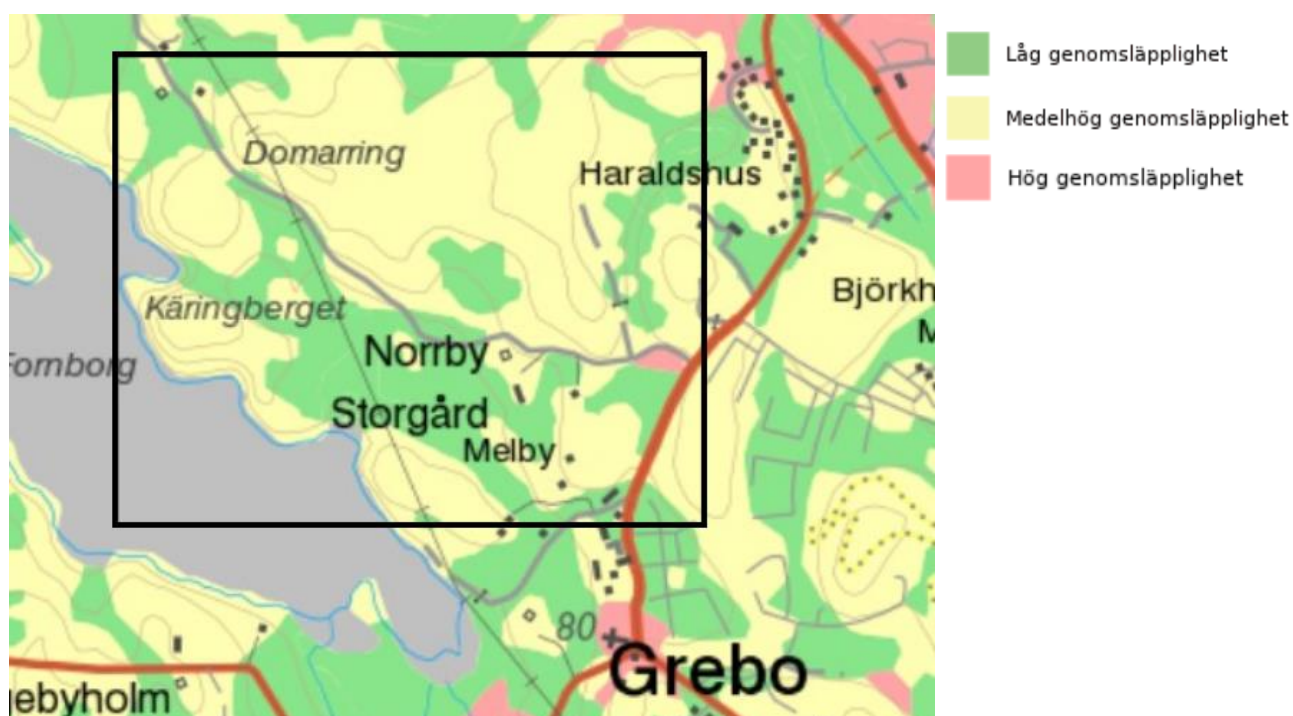
2.4.1 Markförhållanden

Jordarterna inom planområdet utgörs enligt SGU:s jordartskarta av urberg, glacial lera, glacial finlera och sandig morän (Figur 11).



Figur 11. Jordarterna inom planområdet utgörs enligt SGU:s jordartskarta av urberg, glacial lera, postglacial lera och sandig morän (SGU, 2018). Svart markering visar planprogramsområdets ungefärliga läge.

Genomsläppligheten inom planprogramsområdet, enligt SGU:s karta för genomsläpplighet, är i huvudsak låg samt medelhög genomsläpplighet (Figur 12). Infiltrationskapaciteten i lera är generellt dålig, den mättade infiltrationskapaciteten för lera är normalt cirka 4 mm/timme. Infiltrationskapaciteten är betydligt större i sandig morän jämfört med lera.

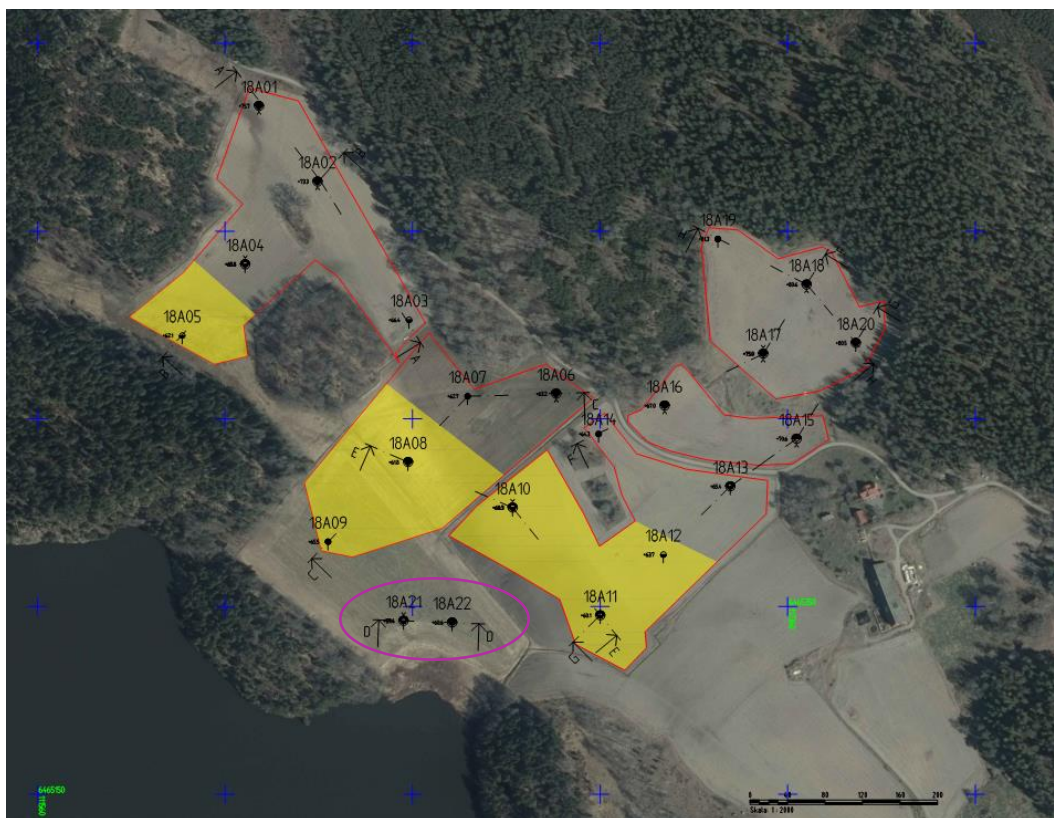


Figur 12. Enligt SGU:s karta för genomsläpplighet, är planprogramsområdets genomsläpplighet i huvudsak låg samt medelhög (SGU, 2018). Svart markering visar planprogramsområdets ungefärliga läge.

En geoteknisk undersökning har genomförts för planprogramsområdet (ÅF, 2018). Den visar följande:

Jorden i området består generellt av torrskorpefast lera ovan lera följt av friktionsjord på berg. Lokalt förekommer det ett tunt lager silt ovanpå den torrskorpefasta leran. Den torrskorpefasta leran, samt leran som följer under denna, innehåller lokalt silt, grus och/eller sand. Den torrskorpefasta leran har en verifierad mäktighet om ca 1 – 3 meter.

Överlag bedöms risken för utveckling av långtidssättningar, av betydande storlek, som liten vid tillkommande belastning av marken i området. De delar inom området för planerad bostadsbebyggelse där det eventuellt kan finnas risk för utveckling av långtidssättningar, av icke försumbar storlek, redovisas i Figur 13.



Figur 13. De gulamarkerade områdena representerar delområden, inom områden för planerad bostadsbebyggelse, där det eventuellt kan finnas risk för utveckling av långtidssättningar.

2.4.2 Grundvattennivåer

I den geotekniska utredningen undersöktes grundvattennivåerna och visade på att grundvattnets trycknivå i den västra samt mittersta delen av planprogramsområdet visar på trycknivåer som, från mitten av augusti till mitten av september år 2018, ligger ca 0 – 0,9 meter under markytan. I den norra delen av området visar utförda observationer på en trycknivå som ligger ca 1,4 – 2,7 meter under markytan under samma period (Tabell 2).

Möjligheterna att placera en dagvattendamm vid/invid undersökningspunkt 18A22 (lilainringad i Figur 13), bedöms ur ett geotekniskt perspektiv överlag som goda, då grundvattentrycknivån ligger cirka 1,9 meter under markytan inom denna del av området. Nivån på grundvattentrycket är cirka +58,7 meter (RH2000). Dammen rekommenderas anläggas med tätduk i botten och på sidorna i syfte att förhindra inträngning och bortledning av grundvatten.

Vid/invid undersökningspunkt 18A21 (lilainringad i Figur 13) bedöms möjligheterna till anläggande av dagvattendamm som mindre goda, då grundvattentrycknivån endast ligger ca 0,7 – 0,8 meter under markytan inom denna del av området.



Tabell 2. Grundvattnets trycknivå inom planprogramsområdet vid installerade grundvattenrör (Figur 13).

GV-rör	Marknivå (RH2000)	Nivå grundvattentryck (RH2000)	Djup grundvattenyta (meter under markyta)
18A04	+ 65,8 meter	+ 64,9 - 65,5 meter	0,3-0,9
18A10	+ 60,3 meter	+ 59,7 - 60,3 meter	0-0,6
18A17	+ 75,0 meter	+ 72,3 - 73,6 meter	1,4-2,7
18A21	+ 59,4 meter	+ 58,6 - 58,7 meter	0,7-0,8

Avståndet mellan underkant av planerade dagvattenanläggningar till högsta grundvattennivån bör vara minst 0,5 meter. För dagvattendammar gäller andra krav beroende av markförhållandena. Det är viktigt att ta hänsyn till grundvattennivåerna vid projektering av dagvattendammar.

3.5 Föroreningar i mark

Inom planprogramsområdet idag (år 2018) sker endast jordbruksverksamhet. I den utförda miljötekniska markprovtagningen är det endast halten kobolt som överstiger riktvärdet för KM (känslig markanvändning). Känslig markanvändning är en lämplig skyddsnivå för planerad bebyggelse.

Källan/orsaken till de något förhöjda halterna av kobolt är okänd. Med hänsyn till att punkterna med något förhöjda halter ligger långt från varandra är den rimliga bedömningen att det troligtvis finns naturligt förhöjda kobolthalter i jorden. Efter beräkning av platsspecifika riktvärden har en bedömning gjorts att de förhöjda kobolthalterna inte utgör någon miljö- och hälsorisk och det finns därmed inget behov av sanering.

3.6 Recipient och miljö kvalitetsnormer

EU:s vattendirektiv, ramdirektivet för vatten, införlivades i svensk lagstiftning år 2004 som Vattenförvaltningen. Arbetet med Vattenförvaltningen utförs med hjälp av så kallade miljö kvalitetsnormer, 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 vattenförekomsts status får försämrats, den ska istället förbättras eller bevaras. Miljö kvalitetsnormer klassas inom två områden för vattenförekomster, ekologisk status och kemisk status. (HaV, 2016; VISS)

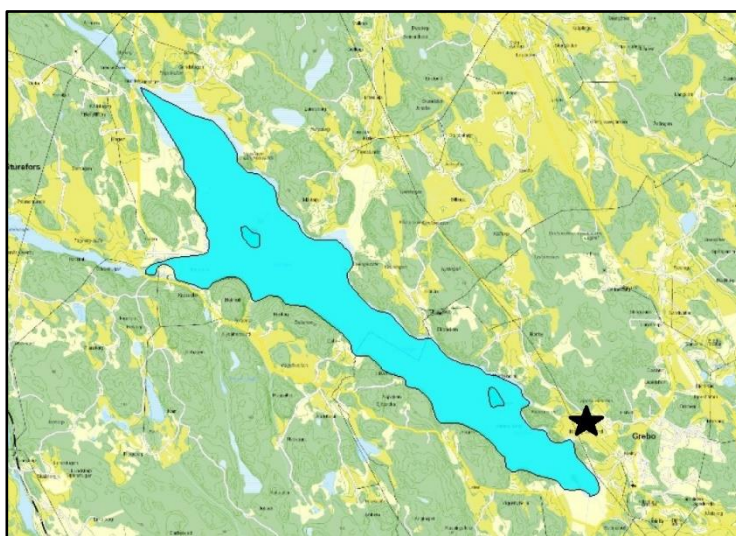
Efter att EU-domstolen meddelade den så kallade Weserdomen har kraven skärpts på att vattenkvaliteten inte får försämrats samt att målen gällande kemisk och ekologisk status ska uppnås. Det innebär att statusen för en enskild kvalitetsfaktor, som används för statusklassificering av vattenförekomsten,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

Recipient för dagvatten från planprogramsområdet är Ärlången (EU CD: SE66891-149744) (Figur 14) (Viss, 2018). Den ekologiska statusen och kemiska statusen i Ärlången klassificeras idag som otillfredsställande respektive uppnår ej god (Tabell 3). Recipienten har miljöproblem så som övergödning, syrefattiga förhållanden (halt av totalfosfor), miljögifter samt flödesförändringar och morfologiska förändringar och kontinuitet.

Tabell 3. VISS statusklassificering av recipienten Ärlången från 2017-02-23 .

Vattenförekomst	Ekologisk status		Kemisk status	
	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)
Ärlången- SE646891-149744	Otillfreds- ställande	God ekologisk status år 2027	Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus	God kemisk ytvattenstatus

Kvalitetskravet enligt MKN är att Ärlången ska uppnå god ekologisk status år 2027. Målet är även att Ärlången ska uppnå god kemisk ytvattenstatus med undantag för bromerad difenyleter och kvicksilver och kvicksilverföreningar, där kraven är mindre stränga. Detta beror på att det bedöms som tekniskt omöjligt att sänka halterna av dessa ämnen till de nivåer som motsvarar god kemisk ytvattenstatus. Det finns dock ingen tidsfrist definierat för detta mål.



Figur 14. Planområdets geografiska placering (stjärnmarkering) i förhållande till ytvattenförekomsten Ärlången (turkosmarkerad).

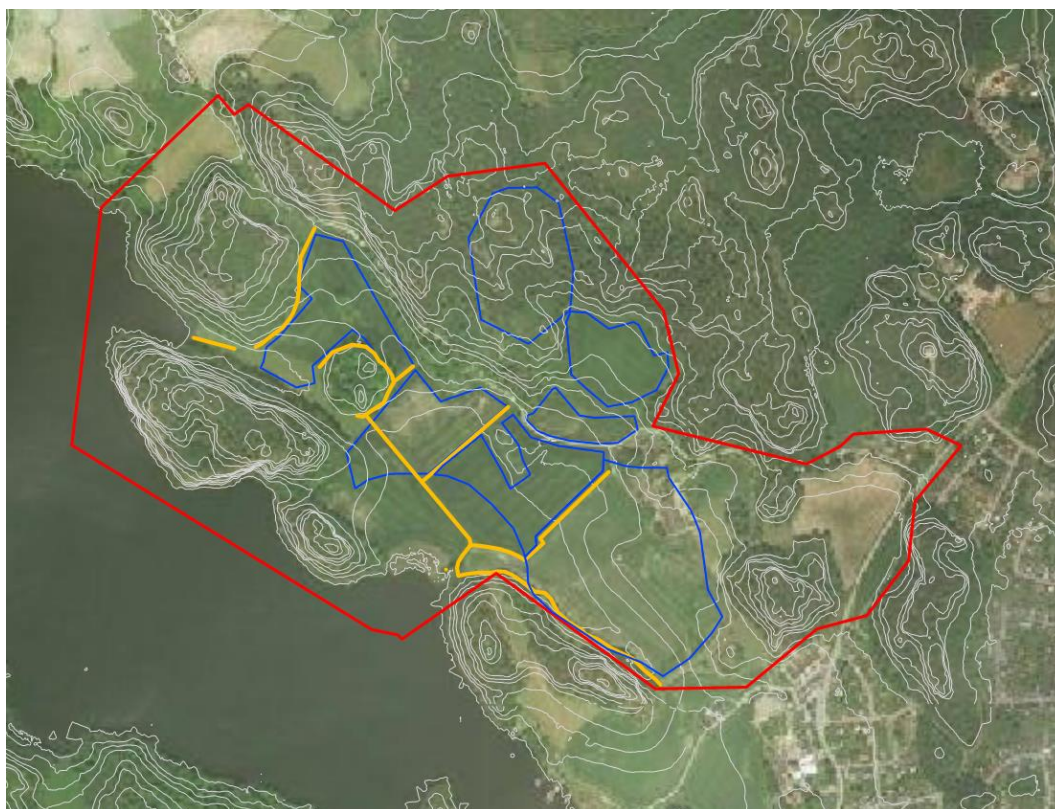
3.7 Befintlig dagvattenhantering

Planprogramsområdet är kuperat i utkanterna och flackt i mitten. Området är som högst i norr, öster och väster med en nivå på cirka + 100 meter och sluttar ner mot mitten av området och mot sjön Ärlången till nivåer omkring +60 till +65 meter (RH2000). Höjdryggarna i söder längs sjön Ärlången ligger på nivåer på cirka + 90 meter (RH2000). Figur 15 illustrerar ungefärliga avrinningsområden för ytlig avrinning idag (år 2018).



Figur 15. Rödmarkering illustrerar planprogramområdesgräns samt de blåmarkerade områdena visar vart bostadsbebyggelsen är tänkt att placeras. Lilamarkering visar ungefärliga avrinningsområden för ytlig avrinning idag (år 2018). Svarta pilar visar övergripande flödesriktning.

Inom planprogramsområdet finns två dikesystem som är biotopskyddade, se orangea linjer i Figur 16.



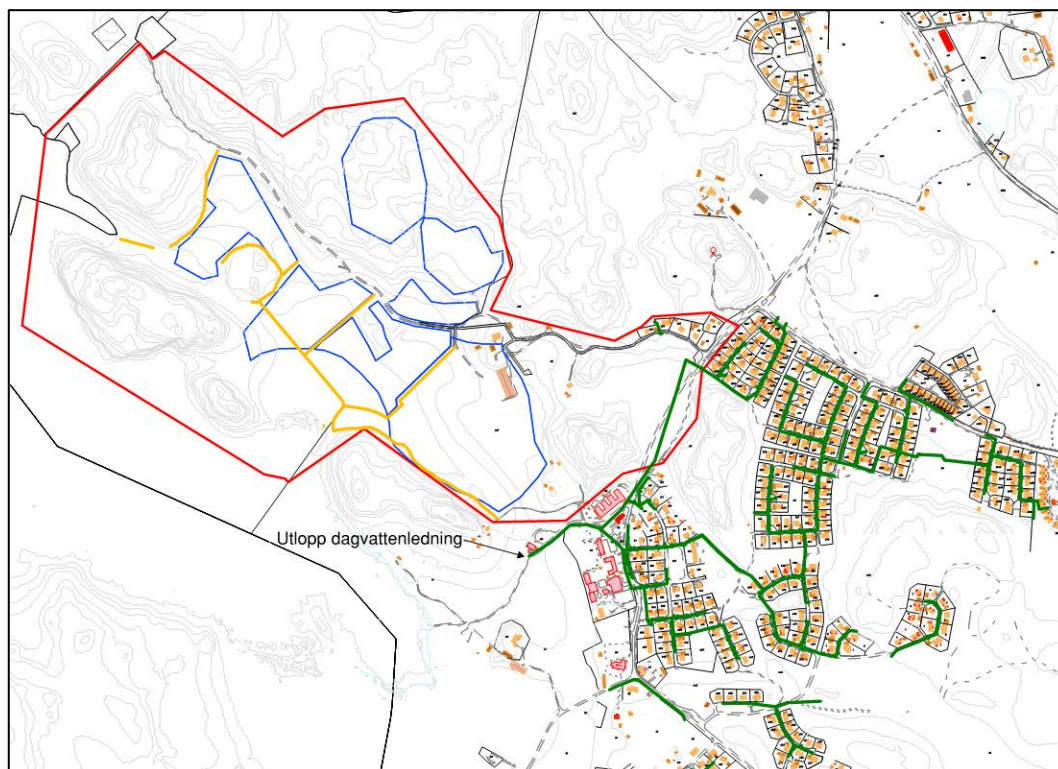
Figur 16. Orangea linjer illustrerar befintliga dikessystem som är biotopskyddade. Rödmarkering illustrerar planprogramområdesgräns samt de blåmarkerade områdena visar vart bostadsbebyggelsen är tänkt att placeras.

Figur 17 visar dikessystemet i mitten av planprogramsområdet.



Figur 17. *Befintligt dikessystem i mitten av planprogramsområdet.*

Det finns idag (år 2018) inga dagvattenledningar inom planprogramsområdet. Dock finns dagvattenledningar i den närliggande tätorten Grebo (Figur 18). Idag (år 2018) avleds inte dagvattnet från tätorten Grebo till planprogramsområdet utan dagvattenledningar mynnar i ett dike vid Grebos avloppsreningsverk.



Figur 18. Befintligt dagvattensystem i tätorten Grebo. Gröna linjer visar dagvattenledningar. Rödmarkering illustrerar planprogramområdesgräns samt de blåmarkerade områdena visar vart bostadsbebyggelsen ska placeras. De orangea linjerna illustrerar befintliga dikessystem.

3.8 Vattendom sjön Ärlången

Det finns en vattendom för sjön Ärlången som reglerar dämningssgräns och sänkningsgräns. Dämningssgränsen för Ärlången är + 57,42 meter och sänkningsgränsen är +56,77 meter (RH2000)¹. Den nivå som mäts upp och som gäller enligt vattendomen kan vara lägre än sjöns verkliga nivå. Tabell 4 redovisar uppmätt vattenstånd i närheten av sjön Ärlången¹.

¹ Peder Österlöf, Energiingenjör Tekniska Verken i Linköping, uppgifter enligt e-post. Dagvattenutredning Grebo-Norrby 20190204.docx



Tabell 4. Uppmätt vattenstånd i närheten av Ärlången angivet i meter, höjd över havet i höjdsystem RH00 samt RH2000.

	År 2006-2018 (RH00)	År 2006-2018 (RH2000)
Lägsta vattenstånd	+ 56,39 meter	+ 56,78 meter
Medelvattenstånd	+ 56,82 meter	+ 57,21 meter
Högsta vattenstånd	+ 57,00 meter	+ 57,39 meter

3.9 Markavvattningsföretag

Inga markavvattningsföretag har identifierats inom eller i anslutning till planprogramsområdet (KlimatGIS Östergötland, 2018).

3.10 Vattenskyddsområde

Planprogramsområdet ligger inom vattenskyddsområdet för Stångån (Råberga vattentäkt i Linköping). Sjön Ärlången med en 50 meter bred strandzon ingår i sekundär skyddszon. Övriga delen av planprogramsområdet ingår i tertiär skyddszon. För vattenskyddsområdet finns skyddsföreskrifter.

För samtliga tre nivåer på skyddszoner gäller föreskriften att "utsläpp av dagvatten från nya och ombyggda hårdgjorda ytor där mer än ringa risk för vattenförorening föreligger, till exempel större vägar, broar och parkeringsanläggningar, får inte ske till ytvatten utan föregående rening".



4 Beräkningar

Dagvattenflöden och föroreningsbelastning beräknades med hjälp av recipient- och dagvattenmodellen StormTac (v18.3.2). Modellen används för översiktliga beräkningar av flöden och koncentrationer av olika föroreningar. Indata till modellen består av nederbördsdata samt områdets area och markanvändning. Till beräkningarna använder modellen vetenskapligt granskade schablonhalter av föroreningar baserade på flödesproportionell provtagning.

4.1 Indata

Föroreningsmängder har beräknats utifrån en årsnederbörd om 570 mm och kommer från SMHI:s mätstation Linköping D (nr 8525). Nederbördsvärdet är korrigerat med en faktor 1,1 för att ta höjd för mätförluster. Markanvändning före exploatering har tolkats utifrån flygfoto medan arealer för markanvändningen efter exploatering beräknades efter erhållen planprogramskarta.

Markanvändning före och efter exploatering för planprogramsområdet redovisas i Tabell 6 och Tabell 7. Planprogramsområdet är uppdelat i två avrinningsområden. Ett avrinningsområde med avrinning till den planerade dagvattendammen och ett avrinningsområde med avrinning västerut ner till sjön Ärlången (Figur 15).

Indata i form av markanvändning till flödes- och föroreningsberäkningar har tagits fram för tre scenarier, efter exploatering, där bostadsbebyggelsen inom planprogramsområdet är delats upp enligt Tabell 5.

Tabell 5. *Fördelning av markanvändning för områden för bostadsbebyggelse inom planprogramsområdet.*

	Villaområde	Radhusområde	Flerfamiljshusområde
Scenario 1	33 %	33 %	33 %
Scenario 2	60 %	20 %	20 %
Scenario 3	90 %	5 %	5 %

För att dimensionera anläggningar för transport eller utjämning av dagvattenflöden används specifika dimensionerande avrinningskoefficienter för respektive markanvändning angivna i t.ex. Svenskt vatten publikation P110.

De dimensionerande avrinningskoefficienter kan skilja sig från de volymavrinningskoefficienter som används för beräkning av årliga flöden och föroreningstransport. Volymavrinningskoefficienterna är empiriskt framtagna från en längre period av flödesmätning från områden med viss markanvändning.



Tabell 6. Markanvändning före och efter exploatering, för planprogramsområde med avrinning till den planerade dagvattendammen (se Figur 15), som nyttjades till beräkningar av dagvattenflöden (avrinningskoefficient) och föroreningar (volymavrinningskoefficient) i StormTac.

Markanvändning	Volym- avrinnings- koefficient (ϕ)	Avrinnings- koefficient (ϕ)	Före exploatering (ha)	Efter exploatering (ha) Scenario:		
				<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
Villaområde	0,25	0,35		8,63	15,69	23,53
Radhusområde	0,32	0,4		8,63	5,23	1,31
Flerfamiljshus- område	0,45	0,4		8,63	5,23	1,31
Väg (ÅDT 2000)	0,85	0,8		0,61	0,61	0,61
Skogsmark	0,05	0,1	32,66	27,74	27,74	27,74
Jordbruksmark	0,26	0,1	30,00	10,69	10,69	10,69
Gård vid jordbruksmark	0,15	0,15	1,97			
Grusväg	0,4	0,4	0,55			
Totalt			65	65	65	65

Tabell 7. Markanvändning före och efter exploatering, för planprogramsområdet med avrinning västerut (se Figur 15), som nyttjades till beräkningar av dagvattenflöden (avrinningskoefficient) och föroreningar (volymavrinningskoefficient) i StormTac.

Markanvändning	Volym- avrinnings- koefficient (ϕ)	Avrinnings- koefficient (ϕ)	Före exploatering (ha)	Efter exploatering (ha) Scenario:		
				<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
Villaområde	0,25	0,35		0,83	1,5	2,25
Radhusområde	0,32	0,4		0,83	0,5	0,13
Flerfamiljshus- område	0,45	0,4		0,83	0,5	0,13
Väg (ÅDT 2000)	0,85	0,8		0,07	0,07	0,07
Skogsmark	0,05	0,1	8,76	8,76	8,76	8,76
Jordbruksmark	0,26	0,1	4,53	1,96	1,96	1,96
Totalt			13	13	13	13



4.2 Flödesberäkningar

Beräknat dimensionerande flöde för planprogramsområdet vid ett 5, 10, 20 och 100-års regn redovisas i tabell 8 och 9. Vid beräkning av dimensionerande flöde **efter exploatering** har regnen kompletterats med en klimatfaktor på 1,25 enligt Svenskt Vattens rekommendationer.

Beräkningarna visar att dagvattenflödet kommer att öka efter exploatering jämfört med innan exploatering.

Tabell 8. Beräknade dimensionerande flöde före och efter exploatering för planprogramsområdet med avrinning till den planerade dagvattendammen. Vid beräkning av dimensionerande flöde **efter exploatering** har regnen kompletterats med en klimatfaktor på 1,25.

Parameter	Dimensionerande flöde (l/s)	Dimensionerande flöde (l/s)		
	Före exploatering utan klimatfaktor	Efter exploatering med klimatfaktor 1,25		
		Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
5 - års-regn	330	2200	2100	2100
10 - års-regn	420	2700	2700	2600
20 - års regn	520	3400	3400	3300
100 - års regn	880	5800	5800	5600

Tabell 9. Beräknade dimensionerande flöde före och efter exploatering för planprogramsområdet med avrinning västerut. Vid beräkning av dimensionerande flöde **efter exploatering** har regnen kompletterats med en klimatfaktor på 1,25.

Parameter	Dimensionerande flöde (l/s)	Dimensionerande flöde (l/s)		
	Före exploatering utan klimatfaktor	Efter exploatering med klimatfaktor 1,25		
		Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
5 - års-regn	120	280	270	270
10 - års-regn	160	350	340	330
20 - års regn	200	430	430	420
100 - års regn	330	740	730	720

Det bedöms inte föreligga något behov av att fördröja dagvatten till följd av planprogramsområdets närhet till recipienten Ärlången, då recipienten inte är flödesbegränsad samt att det inte finns någon risk för skada pga översvämningar



nedströms planprogramsområdet. Istället bör fokus läggas på rening av dagvatten samt höjdsättning av området.

4.3 Föroreningsberäkningar

Föroreningshalter före respektive efter exploatering utan rening i dagvattenanläggningar för planprogramsområdet redovisas i Tabell 10 och 11.

Resultatet indikerar att halterna för samtliga föroreningar förutom kväve och suspenderad substans kommer att öka efter exploatering av planprogramsområdet.

Efter exploatering av planprogramsområdet är det endast föroreningshalten för suspenderad substans som överskrider Riktvärdesgruppens föreslagna riktvärden som motsvarar direktutsläpp till havsvik .

Tabell 10. Beräknade föroreningshalter i StormTac före och efter exploatering för del av planprogramsområdet med avrinning till den planerade dagvattendammen. Nedanstående föroreningshalterna är utan rening i dagvattenanläggningar. Gråmarkerade celler visar halter som överskrider riktvärdet.

Förorening	Enhet	Före	Efter	Efter	Efter	Riktvärde
			Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	
P	µg/l	110	150	140	120	160
N	mg/l	2,6	1,7	1,6	1,6	2,0
Pb	µg/l	5,2	7,4	6,8	6,0	8
Cu	µg/l	9,4	15	14	13	18
Zn	µg/l	18	48	45	41	75
Cd	µg/l	0,092	0,3	0,27	0,24	0,4
Cr	µg/l	1,9	4,6	4,1	3,4	10
Ni	µg/l	1,7	4,6	4,2	3,7	15
Hg	µg/l	0,0053	0,014	0,013	0,011	0,03
SS	mg/l	66	48	46	43	40
Olja	mg/l	0,15	0,33	0,29	0,25	0,4
BaP	µg/l	0,006	0,024	0,023	0,021	0,03



Tabell 11. Beräknade föroreningshalter i StormTac före och efter exploatering för del av planprogramsområdet med avrinning västerut. Nedanstående föroreningshalterna är utan rening i dagvattenanläggningar. Gråmarkerade celler visar halter som överskrider riktvärdet.

Förorening	Enhet	Före	Efter	Efter	Efter	Riktvärde
			Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	
P	µg/l	92	110	100	93	160
N	mg/l	2,2	1,4	1,4	1,4	2,0
Pb	µg/l	4,6	5,7	5,3	4,8	8
Cu	µg/l	8,4	12	11	9,9	18
Zn	µg/l	16	34	31	29	75
Cd	µg/l	0,088	0,21	0,19	0,17	0,4
Cr	µg/l	1,9	3,4	3,0	2,6	10
Ni	µg/l	1,8	3,5	3,2	2,9	15
Hg	µg/l	0,0053	0,011	0,0098	0,009	0,03
SS	mg/l	56	41	40	38	40
Olja	mg/l	0,14	0,24	0,22	0,19	0,4
BaP	µg/l	0,0053	0,016	0,015	0,014	0,03

Tabell 12 och 13 visar beräknade mängder av olika föroreningar för planprogramsområdet. Mycket små beräknade föroreningsmängder ($>10^{-3}$ kg) redovisas inte, då det är osäkert att dra slutsatser gällande planprogramsområdets påverkan på recipienten utifrån de små mängderna.

Beräknat resultat indikerar att föroreningsbelastningen ökar för samtliga föroreningar, förutom kväve och suspenderad substans, efter exploatering för planprogramsområdet.



Tabell 12. Beräknade föroreningsmängder i StormTac före och efter exploatering utan rening i dagvattenanläggningar för planprogramsområdet med avrinning till planerade dagvattendammen. Värden redovisade i kg/år.

Förorening	Före	Efter	Efter	Efter	Förändring (%)*		
		Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario		
		1	2	3	1	2	3
P	13	21	18	16	+62	+38	+23
N	300	220	210	200	-27	-30	-33
Pb	0,59	1,0	0,88	0,74	+69	+49	+25
Cu	1,1	2,1	1,9	1,6	+91	+73	+45
Zn	2,0	6,5	5,8	5,1	+225	+190	+155
Cd	0,011	0,041	0,036	0,029	+273	+227	+164
Cr	0,22	0,63	0,53	0,42	+186	+141	+91
Ni	0,19	0,62	0,55	0,46	+226	+189	+142
SS	7600	6500	6000	5400	-14	-21	-29
Olja	17	45	38	31	+165	+124	+82

* Plustecken samt minustecken betyder ökning respektive minskning av mängden föroreningar.

Tabell 13. Beräknade föroreningsmängder i StormTac före och efter exploatering utan rening i dagvattenanläggningar för planprogramsområdet med avrinning västerut. Värden redovisade i kg/år.

Förorening	Före	Efter	Efter	Efter	Förändring (%)*		
		Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario		
		1	2	3	1	2	3
P	1,9	2,5	2,3	2,0	+32	+21	+5
N	46	32	32	30	-30	-30	-35
Pb	0,097	0,13	0,12	0,10	+34	+24	+3
Cu	0,18	0,26	0,24	0,21	+44	+33	+17
Zn	0,33	0,75	0,69	0,61	+127	+109	+85
Cd	0,0019	0,0047	0,0042	0,0036	+147	+121	+89
Cr	0,039	0,076	0,066	0,056	+95	+69	+44
Ni	0,038	0,078	0,071	0,063	+105	+87	+66
SS	1200	920	870	820	-23	-28	-32
Olja	2,9	5,4	4,8	4,1	+86	+66	+41

* Plustecken samt minustecken betyder ökning respektive minskning av mängden föroreningar.



5 Föreslagen dagvattenhantering

Det beräknade resultatet indikerar att föroreningsmängderna för samtliga ämnen förutom kväve och suspenderad substans ökar för hela planprogramsområdet efter exploatering utan rening i dagvattenanläggningar, vilket innebär att det föreligger ett behov av att rena det dagvatten som genereras inom planprogramsområdet för att det inte ska ske en försämring av ytvattensförekomstens ekologiska och kemiska status.

Det bedöms inte föreligga något behov av att fördröja dagvatten till följd av planprogramsområdets närhet till recipienten Ärlången, då recipienten inte är flödesbegränsad samt att det inte finns någon risk för skada pga översvämningar nedströms planprogramsområdet. Istället bör fokus läggas på rening av dagvatten samt höjdsättning av området.

Föreslagen dagvattenhantering är enligt följande:

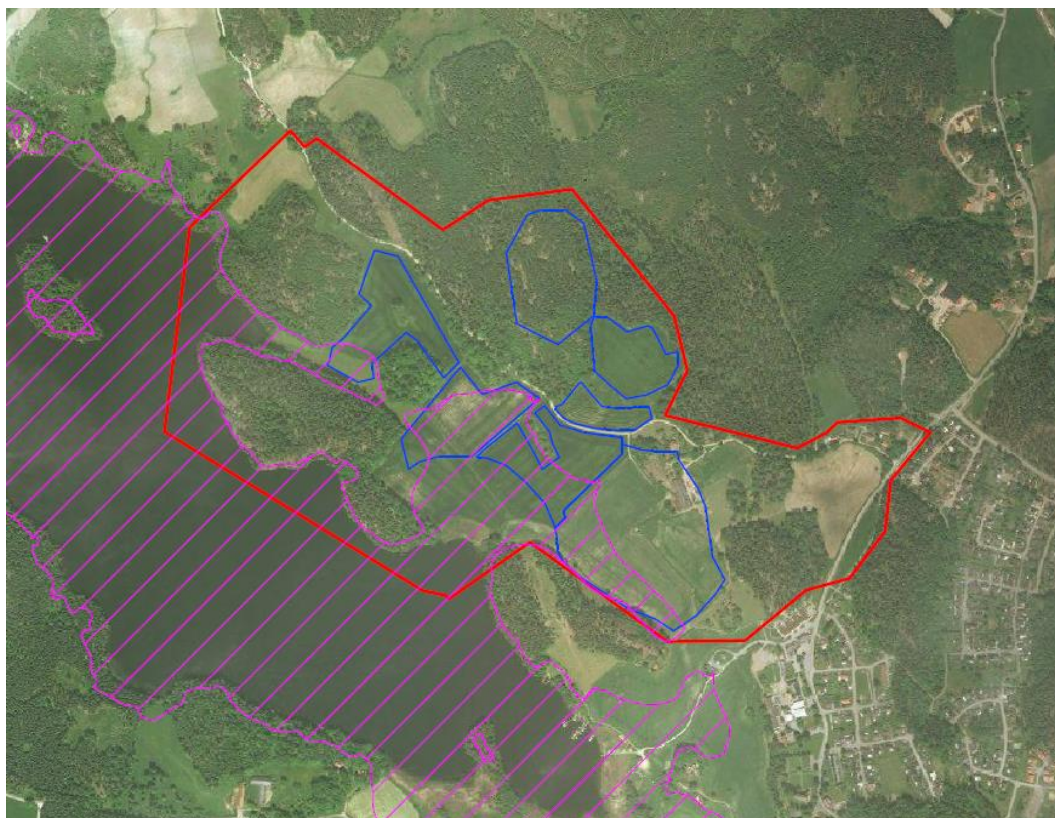
- Dagvatten från delar av planprogramsområdet leds till en öppen dagvattendamm med en försedimenteringsdamm. Dagvattendammen har dimensionerats för två alternativ utan och med stora delar av tätorten Grebo.
- För att möjliggöra avledning av vatten till och från dagvattendammen måste det anläggas diken. Befintliga diken kan utnyttjas, dock måste kapaciteten kontrolleras och utformningen måste även anpassas till den kommande exploateringen. Även ett bräddike, för större regn än 10-års regn, ska anläggas för dagvattnet som måste ledas förbi dagvattendammen.
- Dagvatten från västra delen av planprogramsområdet kan inte ledas till dagvattendammen utifrån de rådande marknivåerna. I det västra avrinningsområdet får istället lokala dagvattenlösningar, beroende av typ av bebyggelse, anläggas för rening av dagvatten som tex:
 - Växtbäddar
 - Genomsläppliga beläggningar
 - Träd i skelettjord
 - Stuprörsutkastare med uppsamlade dräneringsstråk
- Avskärande diken för att hindra och möjliggöra avledning av vatten som annars skulle riskera att rinna in från omgivande mark till de planerade bostadsområdena.

Storlek samt schematiska placeringar för planerad dagvattendamm för alternativ 1, endast del av planprogramsområde, och alternativ 2, del av planprogramsområde samt stor del av tätorten Grebo, illustreras i Bilaga 1 respektive Bilaga 2.

Istället för att rena delar av planprogramsområdets dagvatten i en dagvattendamm kan lokala dagvattenlösningar anläggas inom hela planprogramsområdet enligt exempelvis de förslagna dagvattenanläggningar för den västra delen av planprogramsområdet.

5.1 Placering och höjdsättning av bebyggelse, vägar etc.

Åtvidabergs kommun har inga rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå för bebyggelse utifrån hänsyn till risken för översvämning. Dock bör hänsyn tas till att MSB har genomfört en översvämningskartering för beräknat högsta flöde, dvs en översvämning som motsvarar ett tänkbart värsta scenario som kan inträffa pga naturliga faktorer, för vattendraget Stångån. Det innebär att delar av den planerade bebyggelsen, vid detta scenario, skulle hamna under vatten (Figur 19).

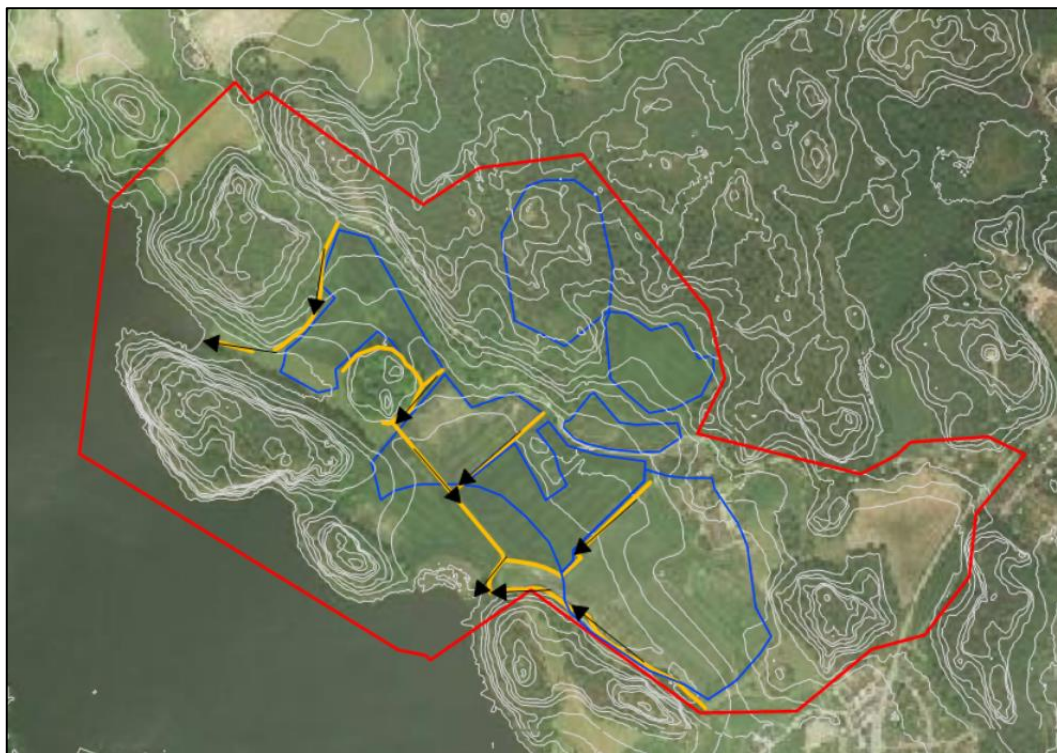


Figur 19. Det lilaskrafferade området illustrerar det område som sätts under vatten vid beräknat högsta flöde, dvs en översvämning som motsvarar ett tänkbart värsta scenario som kan inträffa pga naturliga faktorer (MSB Portal för översvämningsshot, 2018). Rödmarkering illustrerar planprogramområdesgräns samt de blåmarkerade områdena visar vart bostadsbebyggelsen är tänkt att placeras.

För att undvika skador vid kraftiga skyfall måste planprogramsområdet utformas med en säker höjdsättning av bebyggelsen.

Bebyggelse ska ansättas till en höjd som är högre än angränsande gata och omgivande grönytor. Detta medför att dagvatten vid extrem nederbörd kan avledas ytligt via gator och grönytor (sekundära avrinningsvägar) vid händelse av att dagvattensystemets maxkapacitet skulle överskridas. Inga lokala lågpunkter får skapas inom planprogramsområdet. Det är viktigt att bevara de

avvattningsmöjligheter som de befintliga diken i södra och västra delen av planprogramsområdet utgör idag, då dessa fungerar som sekundära avrinningsvägar vid kraftiga skyfall (Figur 20). Om diken läggs igen i samband med exploateringen måste de ersättas med nya avvattningsstråk som kan fungera som sekundära avrinningsvägar. Det är även viktigt att ta hänsyn till de större flödesvägarna för dagvatten i Figur 4 när man planerar utformningen av de nya bostadsområdena.



Figur 20. Förslag på sekundära avrinningsvägar (svarta pilar) vid händelse av kraftiga skyfall inom planprogramsområdet. Dessa avrinningsvägar finns idag, om dessa försvinner i samband med exploateringen måste de ersättas med nya avvattningsstråk. Orangea linjer illustrerar befintliga dikessystem. Rödmarkering illustrerar planprogramområdesgräns samt de blåmarkerade områdena visar vart bostadsbebyggelsen är tänkt att placeras.

När dräneringsvatten från husgrund avleds med självfall till dagvattenledning finns det risk för att vatten kommer att dämma bakåt i servisledningen, då dagvattenledningen är överbelastad. Höjdsättningen för färdigt golv behöver därför anpassas för att erhålla tillräckligt skydd vid sådana situationer.



5.2 Öppen dagvattendamm

Dagvattendammar används för att fördröja och rena stora volymer dagvatten. I dammen sker reningen främst genom att partikelbundna föroreningar sedimenterar. I viss utsträckning sker även ytterligare rening genom växtupptag och andra biologiska processer som kan reducera halterna av lösta föroreningar. Reningseffekten och de biologiska värdena blir högre när växter deltar i reningsprocessen.

För att en damm ska fungera optimalt ur reningssynpunkt ska den vara långsmal och har inlopp och utlopp placerat i varsin ände av dammen. Förhållandet mellan dammens längd och bredd rekommenderas i CiRIA SuDS Manual 2015 vara 3:1 om det är ett inlopp och 4:1 eller 5:1 när det finns flera inlopp. Formen bör vara meandrande (Figur 21). En försedimenteringsdamm kan anläggas där grövre sediment fångas. Rekommendationen är att en försedimenteringsdamm ska motsvara ca 10 procent av den totala dammarealen.

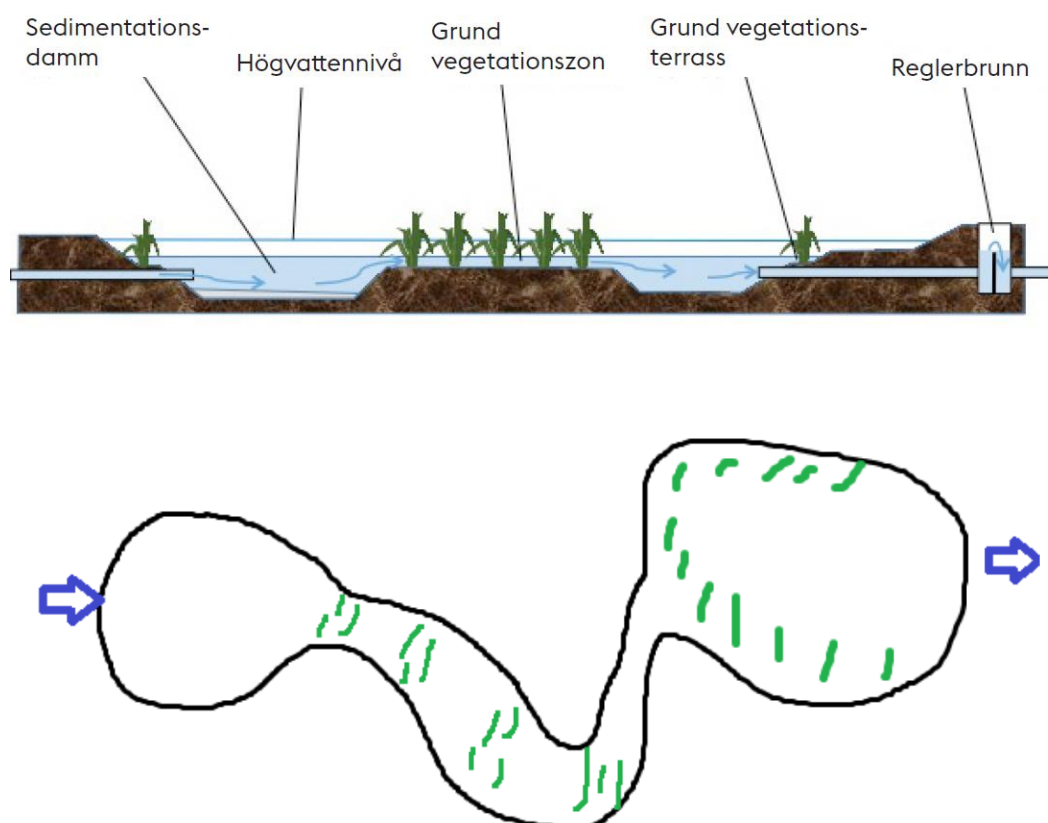
Djupet på den permanenta vattenytan bör vara 1,2 meter, för att minska risken för algtillväxt. In- och utlopp bör placeras ca 3 dm under den permanenta vattenytan. Det är viktigt att utloppet är placerat under vattenytan för att försedimenteringsdammen ska kunna avskilja olja. Dammens slänter bör vara flacka. En plan yta bör anordnas närmast vattnet för att minska fallrisken. Strandpartierna ska utformas med högst 1:6 lutning.

Om markanvändningen i huvudsak utgörs av bostadsbebyggelse inom tillrinningsområdet för dagvattendammen sätts $K = 150 \text{ m}^2/\text{ha}_{\text{red}}$ (del av reducerat avrinningsområde) för att beräkna dammens permanenta vattenyta.

Reningsvolymen bör klara ett dimensionerande regndjup på cirka 10 mm med en tömningstid på cirka 24 h.

Undervattensvegetation bidrar till att syresätta vattnet i djupdelarna och fungerar som ett renande filter. Tät övervattenvegetation kan användas som partikelbroms och filter. För att få optimal rening i dammen fördelas växtligheten över hela dammytan.

Tyngre fordon måste kunna nå dammen för skötsel, därför är det viktigt att det finns en serviceväg för dagvattendammen.



Figur 21. Principskisser dagvattendamm. (Illustration: Stockholm Stad samt Uppsala Vatten).

5.2.1 Dimensionering och placering av öppen dagvattendamm

Dagvattendammen dimensionerades med hjälp av Stormtac (v18.3.2).

Dagvattendammen har dimensionerats för två alternativ:

1. Del av planprogramsområdet med avrinning mot dagvattendammen enligt fördelning av bostadsbebyggelse för scenario 1 (se Tabell 5).
2. Del av planprogramsområdet med avrinning mot dagvattendammen enligt fördelning av bostadsbebyggelse enligt scenario 1 (se Tabell 5) samt stor del av tätorten Grebo.

Fördelning av bostadsbebyggelse enligt scenario 1 valdes då scenario 1 generade den största dammen.

Om det finns risk för hydraulisk bottenuppträckning skall dagvattendammarna byggas i våta förhållanden. Vid skötsel av dammen får vattnet i dammarna inte pumpas bort vilket skulle minska mottrycket, därmed måste sedimenten avlägsnas genom att suga bort dem från den permanenta vattenvolymen.

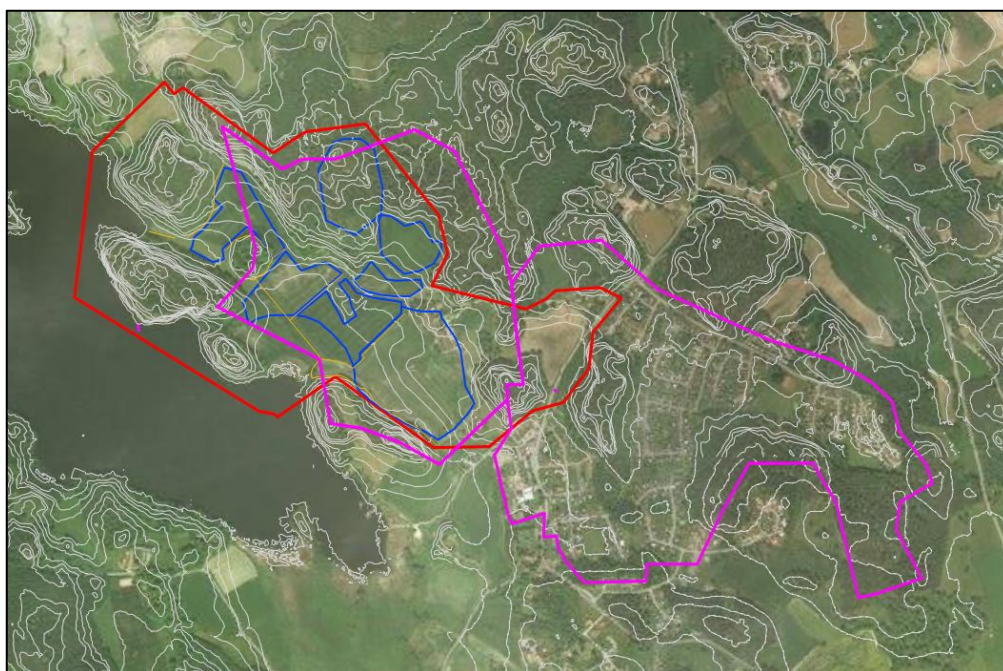
Vid utformning och placering av försedimenteringsdamm samt dagvattendamm måste särskild hänsyn tas till följande:

- De rådande geotekniska- och grundvattenförhållandena i form av hydraulisk bottenuppträckning och släntstabilitet.
- Att tillräcklig lutning fås för diket som ska leda dagvatten från tätorten Grebo.
- In- och utloppsdikenas samt bräddikets placering, höjdsättning samt utformning.
- Områden som översvämmas vid ett 100-års och 200-års flöde för sjön Ärlången.
- Utloppet från dagvattendammen bör ligga minst cirka 0,5 meter över Ärlångens högsta vattenyta, dvs minst på nivå + 57,89 meter (RH2000).
- De befintliga biotopskyddade diken.
- Dagvattendammen skulle kunna kompletteras med en oljefälla.

Figur 22 visar dagvattendammens avrinningsområde för alternativ 1, del av planprogramsområdet, och Figur 23 visar dagvattendammens avrinningsområde för alternativ 2, del planprogramsområdet samt stor del av tätorten Grebo.



Figur 22. Rödmarkering illustrerar planprogramområdesgräns samt de blåmarkerade områdena visar var bostadsbebyggelsen är tänkt att placeras. Lilamarkering visar dagvattendammens avrinningsområde för alternativ 1, del av planprogramsområdet.



Figur 23. Rödmarkering illustrerar planprogramområdesgräns samt de blåmarkerade områdena visar vart bostadsbebyggelsen är tänkt att placeras. Lilamarkering visar dagvattendammens avrinningsområde för alternativ 2, del planprogramsområdet samt stor del av tätorten Grebo.



I Tabell 14 redovisas markanvändningen efter exploatering för dagvattendammens avrinningsområde för alternativ 1 och alternativ 2.

Tabell 14. Markanvändning efter exploatering som nyttjades till dimensionering av dagvattendamm i StormTac.

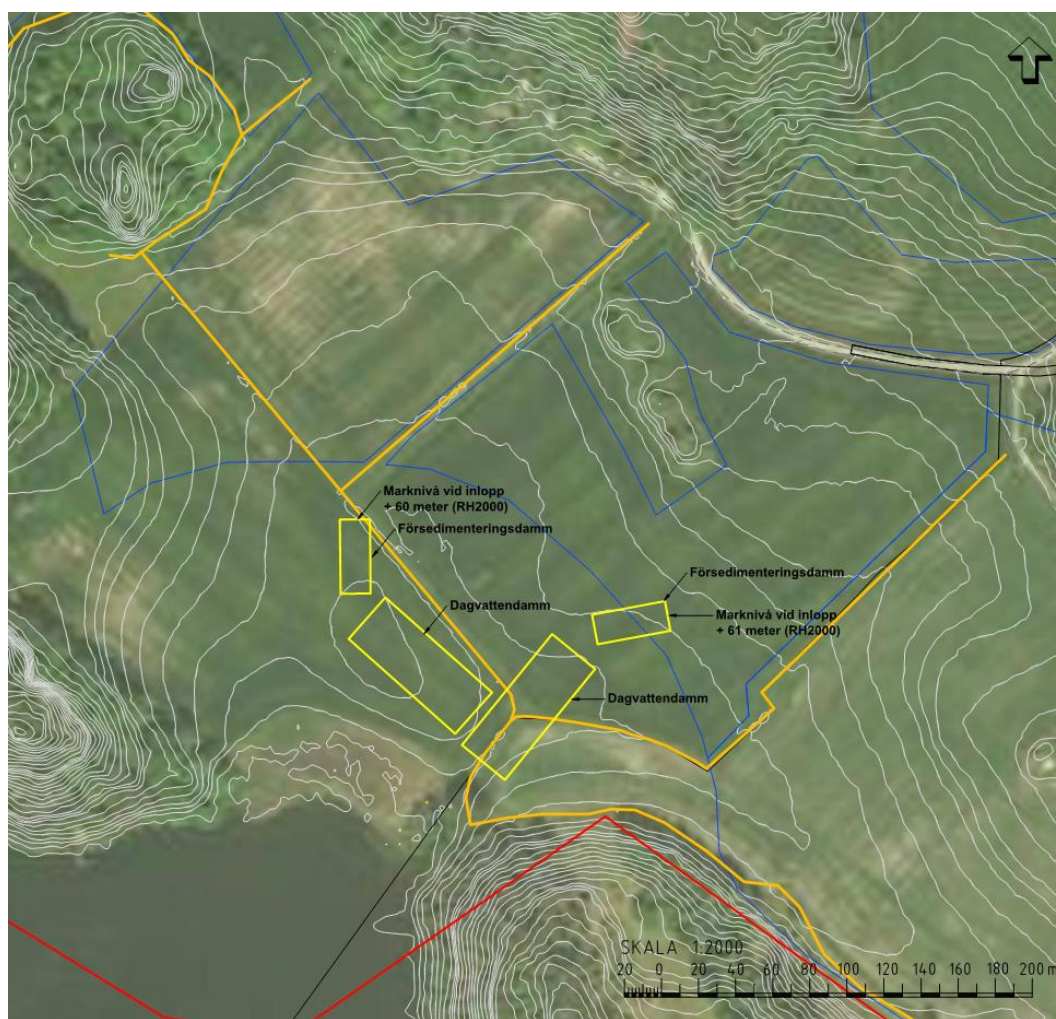
Markanvändning	Volym- avrinnings- koefficient (ϕ)	Avrinnings- koefficient (ϕ)	Efter exploatering (ha) Alternativ:	
			<u>1</u>	<u>2</u>
Villaområde	0,25	0,35	8,63	36,13
Radhusområde	0,32	0,4	8,63	11,42
Flerfamiljshus- område	0,45	0,4	8,63	8,63
Väg (ÅDT 2000)	0,85	0,8	0,61	1,22
Skogsmark	0,05	0,1	27,74	71,47
Jordbruksmark	0,26	0,1	10,69	13,84
Skola	0,45	0,5		3,07
Grönyta	0,10	0,1		6,15
Lokalgata	0,85	0,8		0,47
Totalt			65	152

5.2.1.1 Alternativ 1, Dagvattendamm för del av planprogramsområde enligt fördelning av bostadsbebyggelse för scenario 1

Det krävs ingen fördröjning i dagvattendammen, då recipienten inte är flödesbegränsad. Beräknat dimensionerande flöde till dagvattendammen vid ett 10-års regn med klimatfaktor 1,25 från aktuellt avrinningsområde (Figur 25) är **2700 l/s**. Större regn än 10-års regn måste ledas förbi dagvattendammen.

Dagvattendammen har utformats med en försedimenteringsdamm för maximal reningseffekt.

Storlek samt schematiska placeringar för dagvattendamm med tillhörande försedimenteringsdamm redovisas i Figur 24 samt i Bilaga 1.



Figur 24. De gula markeringarna redovisar storlek samt schematiska placeringar för försedimenteringsdamm samt dagvattendamm. De blåmarkerade områdena visar vart bostadsbebyggelsen ska placeras samt orangea linjer illustrerar befintliga dikessystem.



Dimensionerande parametrar för försedimenteringsdammen samt dagvattendammen redovisas i Tabell 15 respektive Tabell 16 och Figur 26.

Försedimenteringsdamm

Tabell 15. Dimensionerande parametrar för försedimenteringsdamm.

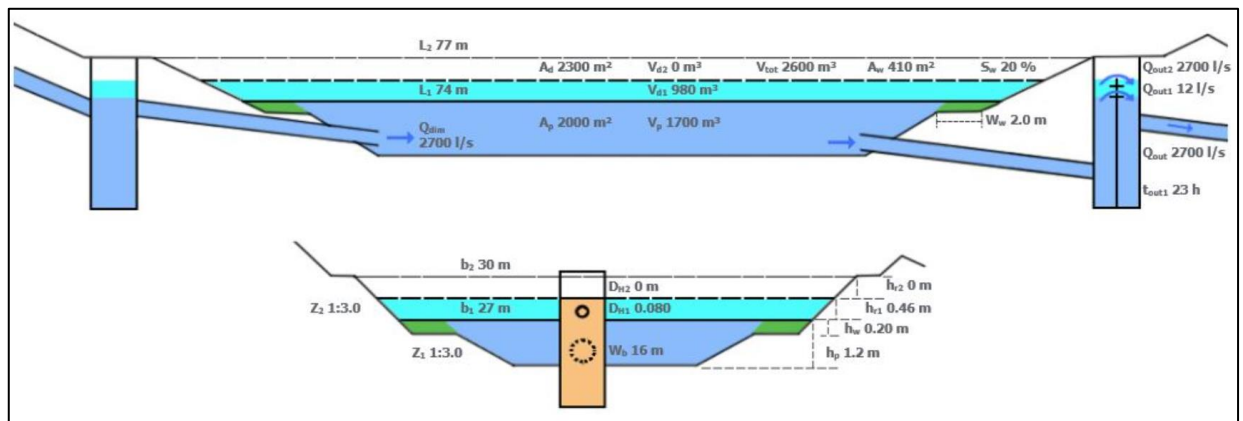
Försedimenteringsdamm			
Del av reducerat avrinningsområde	$K_{A\phi}$	30	$\text{m}^2/\text{ha}_{\text{red}}$
Utflöde från permanent vattennivå	$Q_{\text{out}1}$	12	l/s
Dim. utflöde	$Q_{\text{out}2}$	2695	l/s
Maximalt utflöde	Q_{out}	2700	l/s
Permanent vattenyta	A_p	400	m^2
Total regleryta	A_d	650	m^2
Permanent vattenvolym	V_p	300	m^3
Längd vid permanent vattennivå	L_1	35	m
Längd vid maximal vattennivå	L_2	40	m
Bredd vid permanent vattennivå	b_1	12	m
Bredd vid maximal vattennivå	b_2	16	m
Bottenbredd	W_b	4,4	m
Permanent vattendjup	h'	1,2	m
Nedre släntlutning	Z_1	1:3	
Övre släntlutning	Z_2	1:3	



Dagvattendamm

Tabell 16. Dimensionerande parametrar för dagvattendamm.

Dagvattendamm			
Del av reducerat avrinningsområde	$K_{A\phi}$	150	$\text{m}^2/\text{ha}_{\text{red}}$
Utflöde från permanent vattennivå	Q_{out1}	12	l/s
Dim. utflöde	Q_{out2}	2688	l/s
Maximalt utflöde	Q_{out}	2700	l/s
Permanent vattenyta	A_p	2000	m^2
Total regleryta	A_d	2300	m^2
Vegetationsyta	A_w	410	m^3
Permanent vattenvolym	V_p	1700	m^3
Total vattenvolym	V_{tot}	2600	m^3
Uppehållstid, total avrinning, årsmedel	$t_{d,\text{tot}}$	7	dygn
Uppehållstid, medelavrinning.	$t_{d,m}$	17	h
Dimensionerande regndjup	r_d	12	mm
Nedre reglervolym	V_{d1}	980	m^3
Övre reglervolym	V_{d2}	0	m^3
Andel vegetation	S_w	20	%
Tömningstid för Q_{out1}	T_{out1}	23	h
Längd vid permanent vattennivå	L_1	74	m
Längd vid maximal vattennivå	L_2	77	m
Bredd vid permanent vattennivå	b_1	27	m
Bredd vid maximal vattennivå	b_2	30	m
Diameter av lägre skibordshål	D_{H1}	0.080	m
Diameter av övre skibordshål	D_{H2}	0	m
Bottenbredd	W_b	16	m
Undre reglerhöjd	h_{r1}	0.46	m
Övre reglerhöjd	h_{r2}	0	m
Djup på våtmarkszonen	h_w	0.20	m
Permanent vattendjup	h'	1.2	m
Nedre släntlutning	Z_1	1:3	
Övre släntlutning	Z_2	1:3	
Tvärsnittsarea	Across	38	m^2



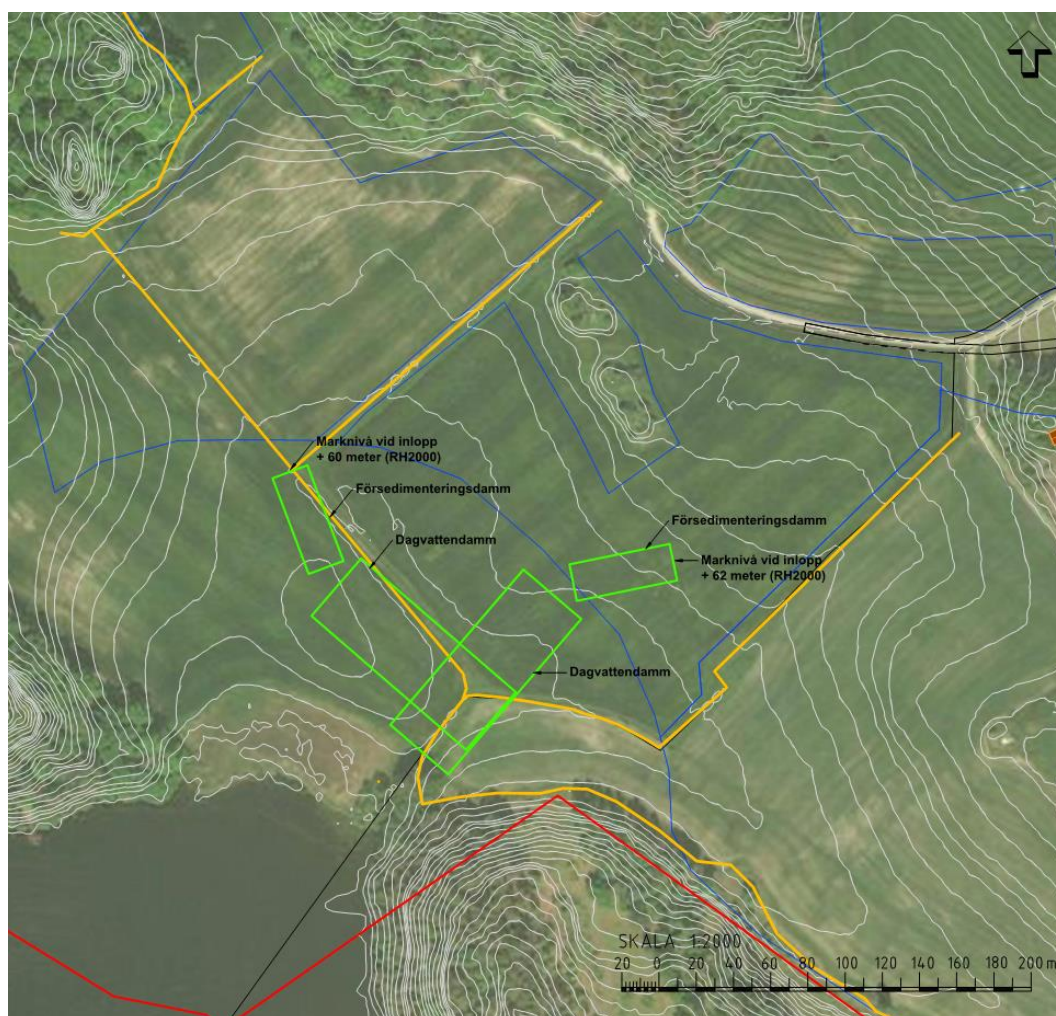
Figur 26. Dimensionerande parametrar för dagvattendamm.

5.2.1.2 Alternativ 2, Dagvattendamm för del av planprogramsområde enligt fördelning av bostadsbebyggelse för scenario 1 samt stor del av tätorten Grebo

Det krävs ingen fördröjning i dagvattendammen, då recipienten inte är flödesbegränsad. Beräknat dimensionerande flöde till dagvattendammen vid ett 10-års regn med klimatfaktor 1,25 samt 1,2 från aktuellt avrinningsområde (Figur 26) är **3700 l/s**. Större regn än 10-års regn måste ledas förbi dagvattendammen.

Dagvattendammen har utformats med en försedimenteringsdamm för maximal reningseffekt.

Storlek samt schematiska placeringar för dagvattendamm med tillhörande försedimenteringsdamm redovisas i Figur 27 samt i Bilaga 2.



Figur 27. De gröna markeringarna redovisar storlek samt schematiska placeringar för försedimenteringsdamm samt dagvattendamm. De blåmarkerade områdena visar vart bostadsbebyggelsen ska placeras samt orangea linjer illustrerar befintliga dikessystem.



Dimensionerande parametrar för försedimenteringsdammen samt dagvattendammen redovisas i Tabell 17 respektive Tabell 18 och Figur 27.

Försedimenteringsdamm

Tabell 15. Dimensionerande parametrar för försedimenteringsdamm.

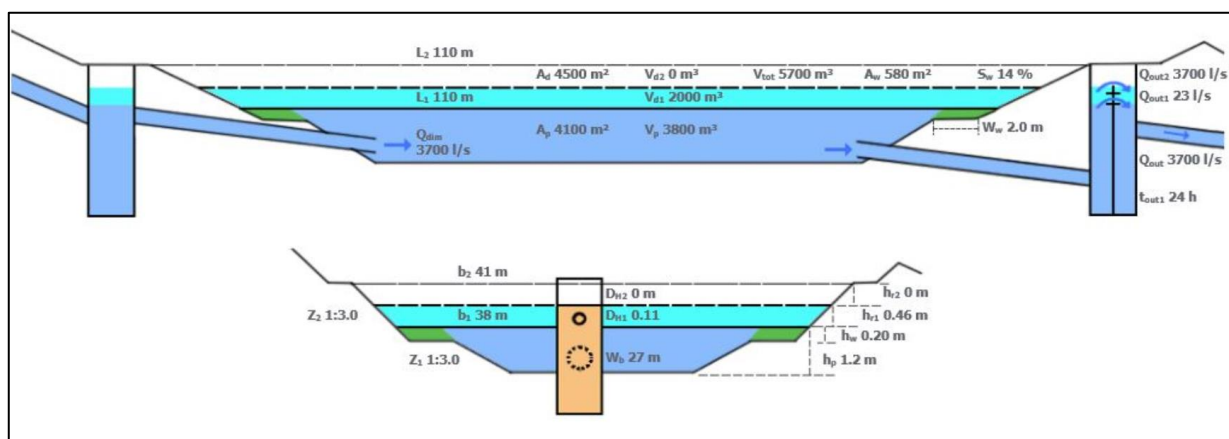
Försedimenteringsdamm			
Del av reducerat avrinningsområde	$K_{A\phi}$	30	$\text{m}^2/\text{ha}_{\text{red}}$
Utflöde från permanent vattennivå	$Q_{\text{out}1}$	5.0	l/s
Dim. utflöde	$Q_{\text{out}2}$	3688	l/s
Maximalt utflöde	Q_{out}	3700	l/s
Permanent vattenyta	A_p	820	m^2
Total regleryta	A_d	1100	m^2
Permanent vattenvolym	V_p	810	m^3
Längd vid permanent vattennivå	L_1	49	m
Längd vid maximal vattennivå	L_2	55	m
Bredd vid permanent vattennivå	b_1	20	m
Bredd vid maximal vattennivå	b_2	16	m
Bottenbredd	W_b	7,5	m
Permanent vattendjup	h'	1,5	m
Nedre släntlutning	Z_1	1:3	
Övre släntlutning	Z_2	1:3	



Dagvattendamm

Tabell 16. Dimensionerande parametrar för dagvattendamm.

Dagvattendamm			
Del av reducerat avrinningsområde	$K_{A\phi}$	150	$\text{m}^2/\text{ha}_{\text{red}}$
Utflöde från permanent vattennivå	Q_{out1}	5	l/s
Dim. utflöde	Q_{out2}	3677	l/s
Maximalt utflöde	Q_{out}	3700	l/s
Permanent vattenyta	A_p	4100	m^2
Total regleryta	A_d	4500	m^2
Vegetationsyta	A_w	580	m^3
Permanent vattenvolym	V_p	3800	m^3
Total vattenvolym	V_{tot}	5700	m^3
Uppehållstid, total avrinning, årsmedel	$t_{d,\text{tot}}$	7	dygn
Uppehållstid, medelavrinning.	$t_{d,m}$	16	h
Dimensionerande regndjup	r_d	14	mm
Nedre reglervolym	V_{d1}	2000	m^3
Övre reglervolym	V_{d2}	0	m^3
Andel vegetation	S_w	14	%
Tömningstid för Q_{out1}	T_{out1}	24	h
Längd vid permanent vattennivå	L_1	110	m
Längd vid maximal vattennivå	L_2	110	m
Bredd vid permanent vattennivå	b_1	38	m
Bredd vid maximal vattennivå	b_2	41	m
Diameter av lägre skibordshål	D_{H1}	0.11	m
Diameter av övre skibordshål	D_{H2}	0	m
Bottenbredd	W_b	27	m
Undre reglerhöjd	h_{r1}	0.46	m
Övre reglerhöjd	h_{r2}	0	m
Djup på våtmarkszonen	h_w	0.20	m
Permanent vattendjup	h'	1.2	m
Nedre släntlutning	Z_1	1:3	
Övre släntlutning	Z_2	1:3	
Tvärsnittsarea	Across	56	m^2



Figur 26. Dimensionerande parametrar för dagvattendamm.

5.2.2 Föroreningsberäkningar

5.2.2.1 Alternativ 1, Dagvattendamm för del av planprogramsområde enligt fördelning av bostadsbebyggelse för scenario 1

Föroreningshalter innan och efter rening för dagvattendammens avrinningsområde för del av planprogramsområde enligt fördelning av bostadsbebyggelse för scenario 1 (se Tabell 5) redovisas i Tabell 17. Alla beräknade föroreningshalterna efter rening för dagvattendammens avrinningsområde underskrider Riktvärdesgruppens föreslagna riktvärden som motsvarar direktutsläpp till havsvik.

Tabell 17. Beräknade föroreningshalter i StormTac innan och efter rening för dagvattendammens avrinningsområde för del av planprogramsområde. Gråmarkerade celler visar halter som överskrider riktvärdet.

Förorening	Enhet	<u>Innan</u> rening	<u>Efter</u> rening	Riktvärde
P	µg/l	150	27	160
N	mg/l	1,7	0,88	2,0
Pb	µg/l	7,4	0,9	8
Cu	µg/l	15	4,1	18
Zn	µg/l	48	6,3	75
Cd	µg/l	0,3	0,081	0,4
Cr	µg/l	4,6	0,52	10
Ni	µg/l	4,6	1,1	15
Hg	µg/l	0,014	0,0062	0,03
SS	mg/l	48	5,3	40
Olja	mg/l	0,33	0,3*	0,4
BaP	µg/l	0,024	0,005*	0,03

* Minsta möjliga utloppshalt från en dagvattendamm.



Tabell 18 visar beräknade mängder av olika föroreningar innan och efter rening. Mycket små beräknade föroreningsmängder ($>10^{-3}$ kg) redovisas inte, då det är osäkert att dra slutsatser gällande avrinningsområdets påverkan på recipienten utifrån de små mängderna.

Tabell 18. Beräknade föroreningsmängder i StormTac innan och efter rening för dagvattendammens avrinningsområdet för del av planprogramsområdet.

Förorening	Innan rening (kg/år)	Efter rening (kg/år)	Avskild mängd (kg/år)	Rening (%)
P	21	3,6	17	83
N	220	120	100	46
Pb	1,0	0,12	0,88	88
Cu	2,1	0,55	1,5	74
Zn	6,5	0,84	5,7	87
Cd	0,041	0,011	0,030	73
Cr	0,63	0,071	0,56	89
Ni	0,62	0,15	0,46	75
SS	6500	720	5780	89
Olja	45	41	4,4	9,8

Då halten olja i inkommande dagvatten till dammen är låg kommer inte dagvattendammen att klara rena mer olja än ca 10 procent. Därmed skulle dagvattendammen kunna kompletteras med en oljefälla.

5.2.2.2 Alternativ 2, Dagvattendamm för del av planprogramsområde enligt fördelning av bostadsbebyggelse för scenario 1 samt stor del av tätorten Grebo

Föroreningshalter innan och efter rening för dagvattendammens avrinningsområde för del av planprogramsområde enligt fördelning av bostadsbebyggelse för scenario 1 (se Tabell 5) samt stor del av tätorten Grebo redovisas i Tabell 18. Alla beräknade föroreningshalterna efter rening för dagvattendammens avrinningsområde underskrider Riktvärdesgruppens föreslagna riktvärden som motsvarar direktutsläpp till havsvik .



Tabell 18. Beräknade föroreningshalter i StormTac innan och efter rening för dagvattensdammens avrinningsområde för del av planprogramsområde samt stor del tätorten Grebo.

Förorening	Enhet	Innan rening	Efter rening	Riktvärde
P	µg/l	130	24	160
N	mg/l	1,4	0,73	2,0
Pb	µg/l	6,5	0,83	8
Cu	µg/l	14	3,8	18
Zn	µg/l	45	6,0	75
Cd	µg/l	0,28	0,074	0,4
Cr	µg/l	4,0	0,50*	10
Ni	µg/l	4,2	1,1	15
Hg	µg/l	0,013	0,0060	0,03
SS	mg/l	39	5,1	40
Olja	mg/l	0,29	0,29*	0,4
BaP	µg/l	0,023	0,005*	0,03

* Minsta möjliga utloppshalt från en dagvattendamm.

Tabell 19 visar beräknade mängder av olika föroreningar innan och efter rening. Mycket små beräknade föroreningsmängder ($>10^{-3}$ kg) redovisas inte, då det är osäkert att dra slutsatser gällande avrinningsområdets påverkan på recipienten utifrån de små mängderna.

Tabell 19. Beräknade föroreningsmängder i StormTac innan och efter rening för dagvattendammens avrinningsområdet för del av planprogramsområdet samt stor del av Grebo.

Förorening	Innan rening (kg/år)	Efter rening (kg/år)	Avskild mängd (kg/år)	Rening (%)
P	39	7,0	32	82
N	400	210	190	47
Pb	1,9	0,24	1,7	87
Cu	4,1	1,1	3,0	73
Zn	13	1,7	11	87
Cd	0,081	0,022	0,059	73
Cr	1,2	0,15	1,0	87
Ni	1,2	0,31	0,92	75
SS	11000	1500	9500	86
Olja	84	84	0	0

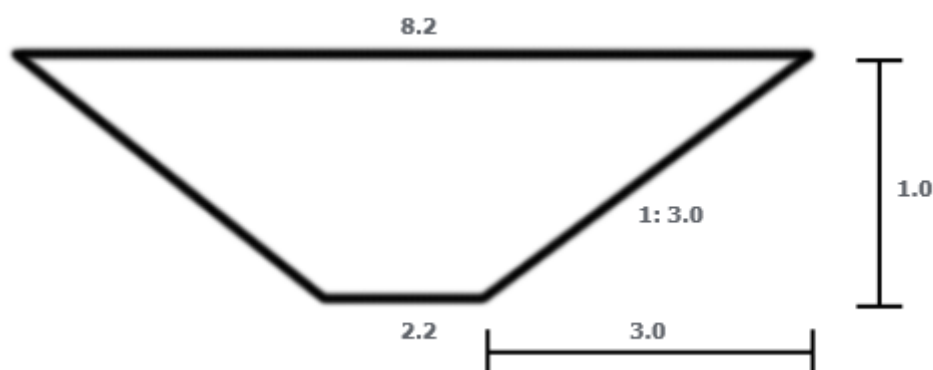
Då halten olja på inkommande dagvatten till dammen är låg kommer inte dagvattendammen att klara rena någon olja. Därmed skulle dagvattendammen kunna kompletteras med en oljefälla.



5.3 In- och utloppsdiken till dagvattendamm samt bräddike

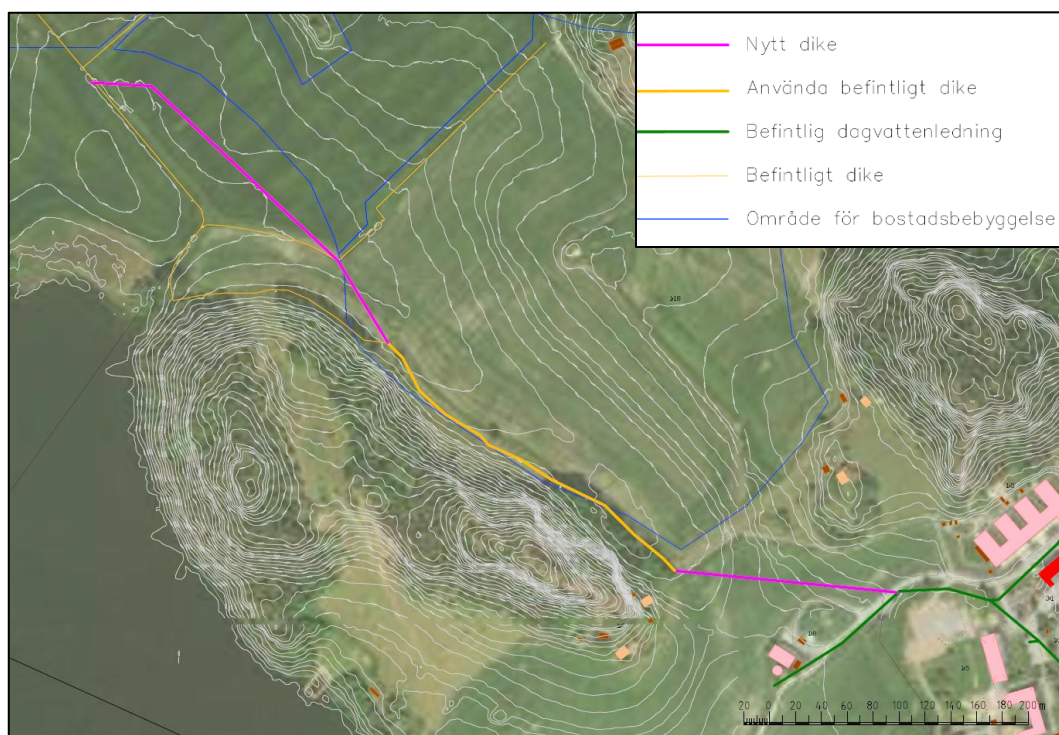
För att möjliggöra avledning av vatten till och från dagvattendammen måste det anläggas diken. Befintliga diken bör utnyttjas i största möjliga mån, dock måste kapaciteten kontrolleras. Även ett bräddike, för större regn än 10-års regn, ska anläggas för dagvattnet som måste ledas förbi dagvattendammen.

Ett inloppsdike med 5 promilles lutning som är dimensionerat för ett 20-års regn med klimatfaktor 1,25 för dagvatten från del av planprogramsområde enligt fördelning av bostadsbebyggelse för scenario 1 (se Tabell 5) samt stor del av tätorten Grebo får en sektion enligt Figur 27.



Figur 27. Sektion för inloppsdike till dagvattendamm med 5 promilles lutning för ett 20-års regn med klimatfaktor 1,25 för dagvatten från del av planprogramsområde enligt fördelning av bostadsbebyggelse för scenario 1 samt stor del av tätorten Grebo.

Ett nytt dike måste anläggas från Grebo till befintliga diken inom planprogramsområdet för att kunna avleda dagvatten från tätorten Grebo till den planerade dagvattendammen (Figur 28). För att kunna anlägga ett dike från Grebo till området för de planerade dagvattendammarna med en minimumlutning på 5 promille behöver marknivån vid inloppet för dagvattendammen vara högst + 59 meter (RH2000) enligt en översiktlig kontroll.



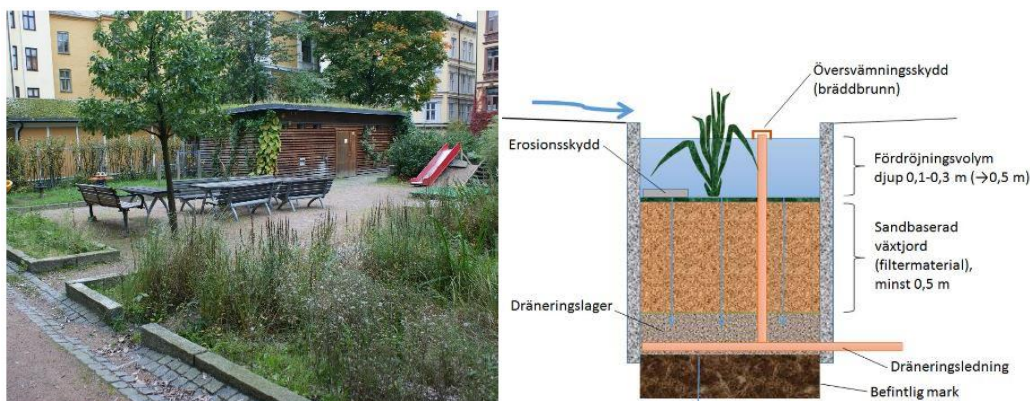
Figur 28. Översiktlig sträckning för dike som ska leda dagvatten från tätorten Grebo till den planerade dagvattendammen.

För att ta fram in- och utloppsdikenas, bräddikets samt diket från tätorten Grebo placering, höjdsättning samt utformning bör en förprojektering genomföras i samband med förprojekteringen av dagvattendammen.

5.4 Växtbäddar

Växtbäddar används för att fördröja, infiltrera och rena dagvatten från omgivande hårdgjorda ytor (Figur 28). De konstrueras för att dagvatten ska kunna magasineras under en kort tid i samband med kraftiga regn. Växterna i en växtbädd bör anpassas till områdets förutsättningar och vegetationen kan bestå av gräs, buskar, träd, örter etc. Ytterligare fördelar med växtbäddar är växternas förmåga att avdunsta vatten vilket bidrar till ett ännu effektivare omhändertagande av dagvattnet. Växtbäddar kan bidra med grönska och biologisk mångfald, de är även estetiskt tilltalande.

Växtbäddar kan utformas med tät eller öppen botten, vilket avgörs av föroreningsbelastningen och/eller infiltrationskapaciteten i underliggande mark. Det bör även installeras en bräddbrunn med tillhörande ledning för att undvika översvämningar vid kraftigare regn.



Figur 28. Exempel på grön gård med nedsänkta växtbäddar samt principskiss över nedsänkt växtbädd. (Foto: Nacka kommun samt Illustration: Stockholm stad)

Stuprörsutkastare kan mynna i upphöjda eller nedsänkta växtbäddar (Figur 29).



Figur 29. Exempel på olika typer av växtbäddar intill husfasad. (Foto och Illustration: Nacka kommun)

Dagvatten måste ytligt kunna rinna undan då grönytor och växtbäddarna blir vattenmättade vid kraftiga regn. Då kan dagvattnet rinna längs dagvattenrännor. I Figur 30 illustreras dagvattenrännor.



Figur 30. Exempel på dagvattenrännor. (Foto: S: Eriks, 2017)

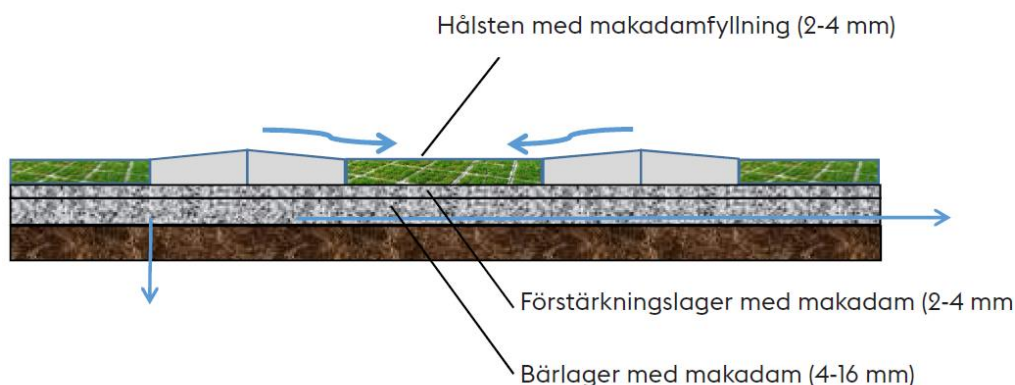
5.5 Genomsläppliga beläggningar

En genomsläpplig beläggning kan användas som alternativ till traditionell asfalt och bidrar med flödesutjämning och rening av dagvatten (Figur 31). Ytor som släpper igenom vatten minskar även risken för översvämningar vid kraftiga regn.



Figur 31. Exempel på genomsläpplig beläggning med gräs.

Grus, hålstensbeläggning, beläggningar med genomsläppliga fogar och genomsläpplig asfalt är några beläggningsexempel. Under den översta beläggningen finns lager av makadam i olika grovlekar som släpper igenom och filtrerar dagvattnet nedåt. När vattnet rinner genom beläggningen och underlaget renas det i flera steg genom sedimentation, filtrering och fastläggning. En genomsläpplig beläggning bidrar till effektiv ytanvändning då flödesutjämning skapas direkt under beläggningssytan. För att funktionen på genomsläppliga beläggningar ska bibehållas krävs kontinuerligt underhåll så de inte sätter igen. Figur 32 visar en principskiss på genomsläpplig beläggning.

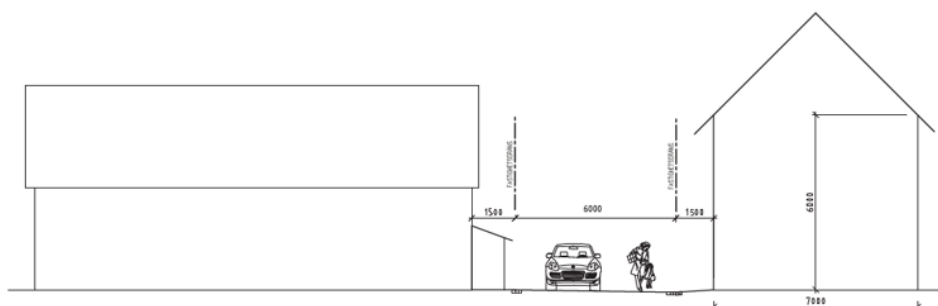


Figur 32. Principskiss genomsläpplig beläggning. (Illustration: Stockholm Stad).

Beroende på markens infiltrationskapacitet kan genomsläppliga beläggningar anläggas på olika sätt. Är infiltrationskapaciteten begränsad kan dräneringsledningar anläggas.

Är det mindre än en meter till grundvattnet under överbyggnaden bör vattnet inte infiltreras och kan då anläggas med exempelvis en tät duk och ledningar som avleder vattnet som infiltrerar.

Typsektionen för det mindre gaturummet i Figur 33 är aktuellt inom planprogramsområdet. Här kan genomsläppliga beläggningar användas för rening och flödesutjämning av dagvatten.



Figur 33. Typsektion för det mindre gaturummet som ger en mer intim känsla och fungerar som gårdsgator där trafiken sker på fotgängarnas villkor.

5.6 Träd i skelettjord

Skelettjord är en teknik som har tagits fram för att skapa goda förutsättningar för träd som planteras i en hårdgjord statsmiljö (Figur 34). Skelettjordar kan även fördröja och rena dagvatten samtidigt som anläggningen är yteffektiv då den placeras under mark.



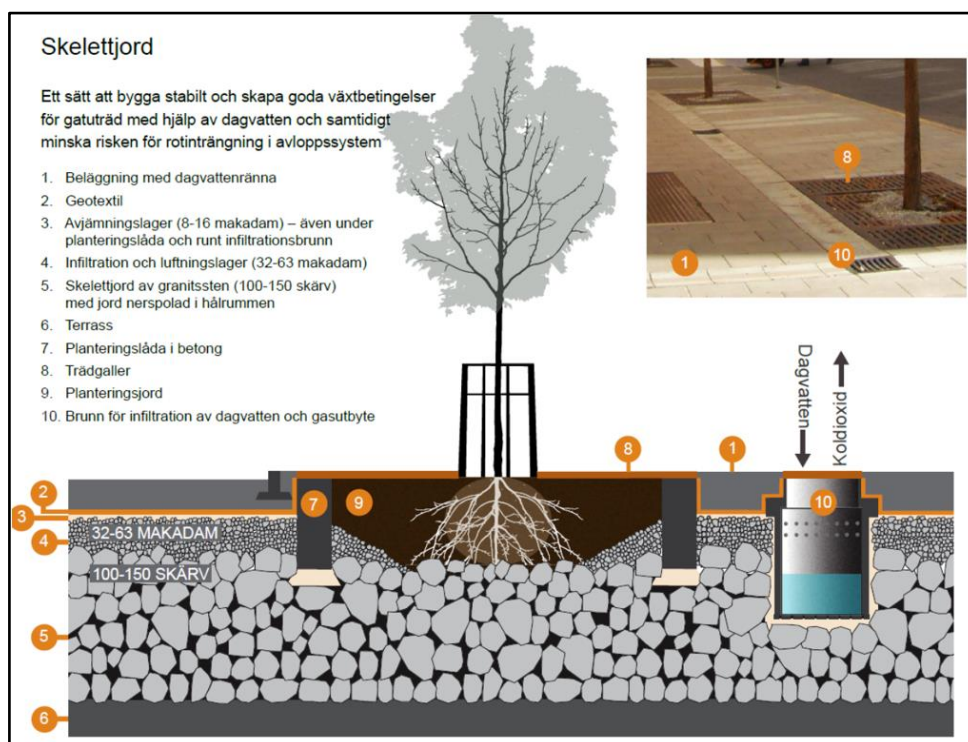
Figur 34. Exempel på träd som planterats i skelettjord och genomsläpplig beläggning på parkeringsyta. (Foto: Uppsala Vatten, 2017)

Varje träd ska ges en skelettjordsvolym på minst 15 m³ per träd. Trädrötterna ska ges möjlighet att växa i princip obegränsat i åtminstone två riktningar. Minimibredden på växtbädden bör inte understiga 4 meter för större skogsträd, typ lind, lönn och ek. För mindre träd typ rönn, körsbär och prydnadsapel, ska bredden aldrig understiga 2 meter. Generösare växtvolym ger bättre växtförutsättningar. Växtbädden bör ha ett djup på 0,8-1 meter.

Vid varje trädplantering placeras en luftbrunn för tillförsel av luft och dagvatten till trädet (Figur 35). Dagvatten kan även ledas till skelettjordarna via rännstensbrunnar med sandfång och dräneringsledningar. Vid tät och/eller lerig terrassbotten läggs en längsgående dränering med koppling mot dagvattennätet. Terrassbotten ska luta 1 procent mot dräneringsledningen. När fördröjningsvolymen överskrids behöver bräddning kunna ske till dagvattennätet.

Det finns två typer av skelettjordar:

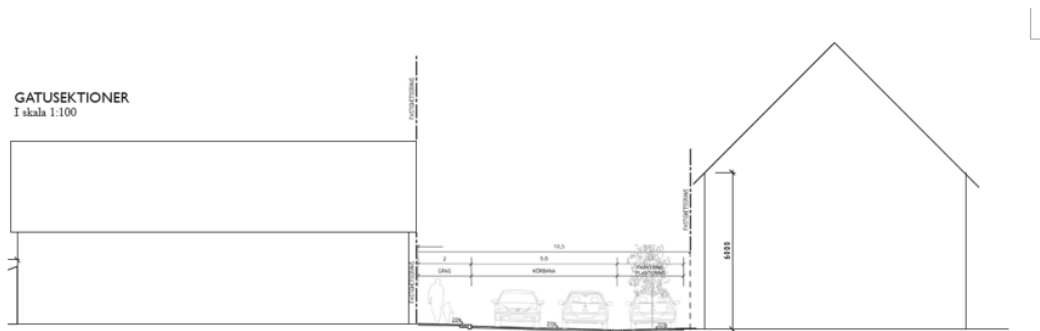
- Vanlig skelettjord, där jord vattnas ner i makadamlagret som sedan överlagras av ett luftigt bärlager. Provolym cirka 10 procent, vilket innebär att fördröjningsvolymen är cirka 10 procent.
- Luftig skelettjord består av endast makadam. Provolym cirka 30 procent, vilket innebär att fördröjningsvolymen är cirka 30 procent.



Figur 35. Schematisk illustration över planering av träd i skelettjord (Illustration: Stockholm Stad).



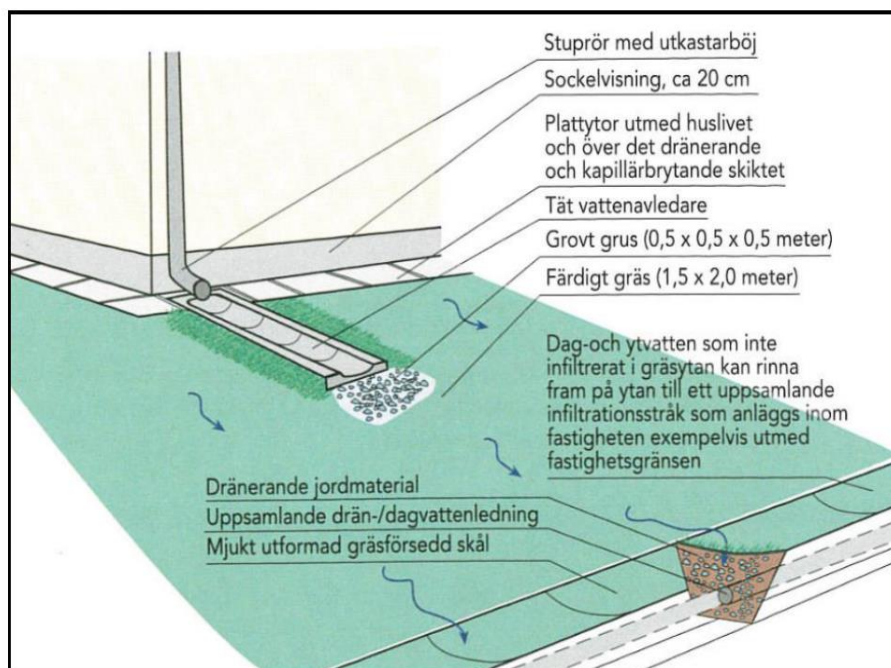
I Figur 36 redovisas en typsektion för en relativt smal gata, men med längsgående parkering mellan planterade träd. Denna typsektion är aktuell inom planprogramsområdet. Här kan träd i luftiga skelettjordar användas för rening och flödesutjämning av dagvatten. Parkeringsytorna kan även anläggas med genomsläpplig beläggning.



Figur 36. Typsektion för en relativt smal gata, men med längsgående parkering mellan planterade träd.

5.7 Stuprörsutkastare med uppsamlande dräneringstråk

Avledning från hustak inom planprogramsområdet kan göras ytligt med stuprörsutkastare så vattnet kan utnyttjas som ett positivt inslag i bostadsmiljön. Genom att låta vattnet avrinna ytligt och infiltrera ovanifrån erhålls en rening av vattnet genom luftning och avsättning av partiklar i det översta markskiktet. Vid användning av stuprörsutkastare är det viktigt att marken är hårdgjord närmast huset, alternativt kan en tät duk användas. Närmast byggnaden, ca 3 meter, ska marken luta 5 procent och därefter cirka 1-2 procent för att undvika att dagvatten rinner in mot byggnaden. För att underlätta infiltrationen av vattnet kan den mottagande ytan även anläggas med krossmaterial de första metrarna. Principskiss för stuprörsutkastare med uppsamlande dräneringsstråk visas i Figur 37.



Figur 37. Skiss på stuprörsutkastare där tak- och ytvattnet leds ut över mark till uppsamlende dräneringsstråk (Svenskt Vatten, P105).

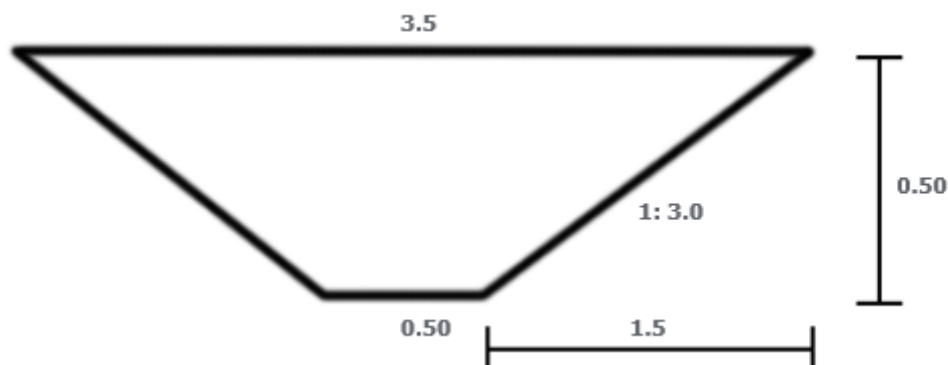
5.8 Avskärande diken

För att hindra och möjliggöra avledning av dagvatten som annars skulle riskera att rinna från omgivande mark till de planerade bostadsområdena kan det vara nödvändigt att anlägga avskärande diken. För att diken ska kunna möjliggöra bortledning av dagvatten vid ett 100-års regn krävs samtidigt att anläggningen ges en tillräcklig lutning. Om marken utgörs av berg indikerar det att diket kan behövas kompletteras med dränering.

5.9 Utloppsdike till sjön Ärlången från västra delen av planprogramsområdet

Ett utloppsdike måste anläggas från den del av planprogramsområdet med avrinning västerut ner till sjön Ärlången (Figur 15).

Ett utloppsdike med 5 promilles lutning som är dimensionerat för ett 20-års regn med klimatfaktor 1,25 får en sektion enligt Figur 38.



Figur 38. Sektion för ett utloppsdike med 5 promilles lutning för ett 20-års regn med klimatfaktor 1,25 för dagvatten från den del av planprogramsområdet med avrinning västerut ner till sjön Ärlången.

6 Diskussion och slutsatser

Följande slutsatser kan sammanfattas utifrån ett dagvattenperspektiv.

- Utförda beräkningar av mängder för olika föroreningar i dagvatten indikerar att föroreningsbelastningen ökar för samtliga föroreningar, förutom kväve och suspenderad substans, efter exploatering av planprogramsområdet. Genom att rena planprogramsområdets dagvatten i föreslagna dagvattenanläggningar kommer exploaterings påverkan på recipienten att minska.
- Det bedöms inte föreligga något behov av att fördröja dagvatten till följd av planprogramsområdets närhet till recipienten Ärlången, då recipienten inte är flödesbegränsad samt att det inte finns någon risk för skada pga översvämningar nedströms planprogramsområdet.
- Förslag till systemlösning för dagvattenhantering inom planprogramsområdet är följande:
 - Dagvatten från delar av planprogramsområdet leds till en dagvattendamm med en försedimenteringsdamm. Dagvattendammen har dimensionerats för två alternativ utan och med stora delar av tätorten Grebo.
 - För att möjliggöra avledning av vatten till och från dagvattendammen måste det anläggas diken. Befintliga diken bör utnyttjas i största möjliga mån, dock måste kapaciteten kontrolleras. Även ett bräddike, för större regn än 10-års regn, ska anläggas för dagvattnet som måste ledas förbi dagvattendammen.
 - Dagvatten från västra delen av planprogramsområdet kan inte ledas till dagvattendammen utifrån de rådande marknivåerna. I det västra



avrinningsområdet får istället lokala dagvattenlösningar, beroende av typ av bebyggelse, anläggas för rening av dagvatten som tex:

- Växtbäddar
 - Genomsläppliga beläggningar
 - Träd i skelettjord
 - Stuprörsutkastare med uppsamlade dräneringsstråk
- Avskärande diken för att hindra och möjliggöra avledning av vatten som annars skulle riskera att rinna in från omgivande mark till de planerade bostadsområdena.
- Istället för att rena delar av planprogramsområdets dagvatten i en dagvattendamm kan lokala dagvattenlösningar anläggas inom hela planprogramsområdet enligt exempelvis de förslagna dagvattenanläggningar för den västra delen av planprogramsområdet.
- Vid utformning och placering av försedimenteringsdamm samt dagvattendamm måste särskild hänsyn tas till följande:
 - De rådande geotekniska- och grundvattenförhållandena i form av hydraulisk bottenuppträckning och släntstabilitet.
 - Att tillräcklig lutning fås för diket som ska leda dagvatten från tätorten Grebo.
 - In- och utloppsdikenas samt bräddikets placering, höjdsättning samt utformning.
 - Områden som översvämmas vid ett 100-års och 200-års flöde för sjön Ärlången.
 - Utloppet från dagvattendammen bör ligga minst cirka 0,5 meter över Ärlångens högsta vattenyta.
 - De befintliga biotopskyddade diken.
 - Dagvattendammen skulle kunna kompletteras med en oljefälla.
- Åtvidabergs kommun har inga rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå för bebyggelse utifrån hänsyn till risken för översvämning. Dock bör hänsyn tas till att MSB har genomfört en översvämningskartering för beräknat högsta flöde, dvs en översvämning som motsvarar ett tänkbart värsta scenario som kan inträffa pga naturliga faktorer, för vattendraget Stångån. Det innebär att delar av den planerade bebyggelsen inom planprogramsområdet, vid detta scenario, skulle hamna under vatten.



- Bebyggelse ska ansättas till en höjd som är högre än angränsande gata och omgivande grönytor. Detta medför att dagvatten vid extrem nederbörd kan avledas ytligt via gator och grönytor (sekundära avrinningsvägar) vid händelse av att dagvattensystemets maxkapacitet skulle överskridas. Inga lokala lågpunkter får skapas inom planprogramsområdet. Det är viktigt att bevara de avvattningsmöjligheter som de befintliga diken i södra och västra delen av planprogramsområdet utgör idag, då dessa fungerar som sekundära avrinningsvägar vid kraftiga skyfall (Figur 20). Om diken läggs igen i samband med exploateringen måste de ersättas med nya avvattningsstråk som kan fungera som sekundära avrinningsvägar. Det är även viktigt att ta hänsyn till de större flödesvägarna för dagvatten i Figur 4 när man planerar utformningen av bostadsområdena.

7 Ytterligare utredningar

Utreda krav för lägsta grundläggningsnivå för bebyggelse inom planprogramsområdet utifrån risken för översvämning från sjön Ärlången.

En förprojektering av försedimenteringsdamm samt dagvattendamm med tillhörande in- och utloppsdiken samt brädddike bör genomföras för att få fram en optimal placering och utformning utifrån de rådande förhållandena. Diket som ska leda dagvatten från tätorten Grebo bör även förprojekteras i samband med detta för att se till att diket får tillräcklig lutning för att kunna leda dagvattnet till inloppet för försedimenteringsdammen. Då dammarnas placering och utformning är fastställd kan kompletterande geotekniska undersökningar behöva utföras.

Utreda vilka eventuella krav som gäller vid anläggande av dagvattendamm inom strandskyddsområde samt vad som gäller vid omläggning av biotopskyddade diken.



8 Referenser

Riktvärdesgruppen, 2009. Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp.

http://stormtac.com/admin/Uploads/Riktvarde_n_dagvatten_feb_2009.pdf

Svenskt Vatten, 2016. P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten – Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem.

Länsstyrelsen Östergötland, 2018. Geodatakatalogen.

<http://extra.lansstyrelsen.se/gis/Sv/lansvisa-geodata/ostergotlands-lan/Pages/default.aspx>

MSB, 2018. Översvämningsportalen.

<https://gisapp.msb.se/Apps/oversvamningsportal/enkel-karta.html>

VISS, 2018. Vatteninformationssystem Sverige.

<http://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA72858454>

Jansson M, 2018-10-01. PM/Geoteknik och markmiljöteknik, Norrby 1:19, Grebo. Norrköping: ÅF Infrastructure AB.