

Översiktlig dagvattenutredning Planprogram för Brickebackenområdet

Örebro kommun



2020-05-12

TITEL	Översiktlig dagvattenutredning Planprogram för Brickebackenområdet
RAPPORTNUMMER	2019-1477
BESTÄLLARE	Örebro kommun, Sofia Larsson
FÖRFATTARE	Sofia Åkerman och Jenny Näslund, WRS
GRANSKNING	Jonas Andersson
UTGÅVA/STATUS	Slutlig version
DATUM	2020-05-12
OMSLAGSBILD	Sofia Åkerman WRS

Sammanfattning

Brickebacken är ett befintligt bostadsområde söder om Örebro stads kärna där Stadsbyggnad i Örebro kommun arbetar med att ta fram ett planprogram för området och omkringliggande områden. En långsiktig utveckling av Brickebacken föreslås i planprogrammet med kompletteringsbebyggelse inom befintlig bebyggelse samt nybyggnation på naturmark. I den nordvästra delen föreslås ett verksamhetsområde för små och medelstora företag. I alla väderstreck från nuvarande bebyggelse i Brickebacken föreslås bostäder, förskola och skola samt nya vägar.

Nuvarande avrinning från naturmark sker främst söderut till Täljeån, utom för en del i nordväst som avleds norrut till Svartån. Dagvatten från den befintliga bebyggelsen i Brickebacken avleds i ett dagvattenledningsnät norrut till Svartån.

För de planerade utbyggnaderna krävs att dagvattenflödet inte ökar jämfört med ett nuvarande 20-års regn. I och med att det främst är skog i nuläget, vilket har en låg avrinning krävs det att stora volymer fördröjs. När skogsmark bebyggs ökar även mängderna föroreningar vilket innebär att dagvattnet måste renas. Det kan ske på samma plats som fördröjningen och om det ska ske samlat föreslås dammar och våtmarker som den främsta åtgärden. Planförslaget får inte förhindra eller försämra möjligheterna att uppnå miljö kvalitetsnormerna för vatten. Ambitionen är istället att förbättra reningen jämfört med dagsläget. Dagvattenutredningen har därför utrett hur det kan tas ett helhetsgrepp kring dagvattenreningen i området där det befintliga systemet även inkluderats. Dagvattnet från den befintliga bebyggelsen avleds i nuläget i ledningar norrut till Svartån utan rening. Det kan istället öppnas upp och avledas söderut efter rening i våtmark/damm längs med Gällerstavägen. Det innebär en avlastning för ledningsnätet inne i Örebro och rening av dagvatten som tidigare har släppts ut orenat direkt i recipienten, vilket har positiva effekter för miljön och MKN i recipienten.

Inom planområdet finns det tre områden som har föreslagits att bebyggas men som rekommenderas att bevaras obebyggda. På dessa platser kan dagvattnet från den planerade bebyggelsen renas och fördröjas. Verksamhetsområdet i nordväst avleds till tre olika platser där dagvattnet omhändertas i våtmark/dammar men det är också möjligt att anlägga infiltrationsstråk längs med nya vägar. Området i väster kan eventuellt också leda till en våtmark i verksamhetsområdet. Bebyggelsen vid Grankottavägen och i norr kan leda till en våtmark längs med Gällerstavägen. Där finns fler ytor som även kan användas för rening av dagvattnet i det östra området. För den södra bebyggelsen finns goda möjligheter att rena och fördröja dagvattnet i en befintlig våtmark som delvis byggs om och anpassas för rening av dagvattnet.

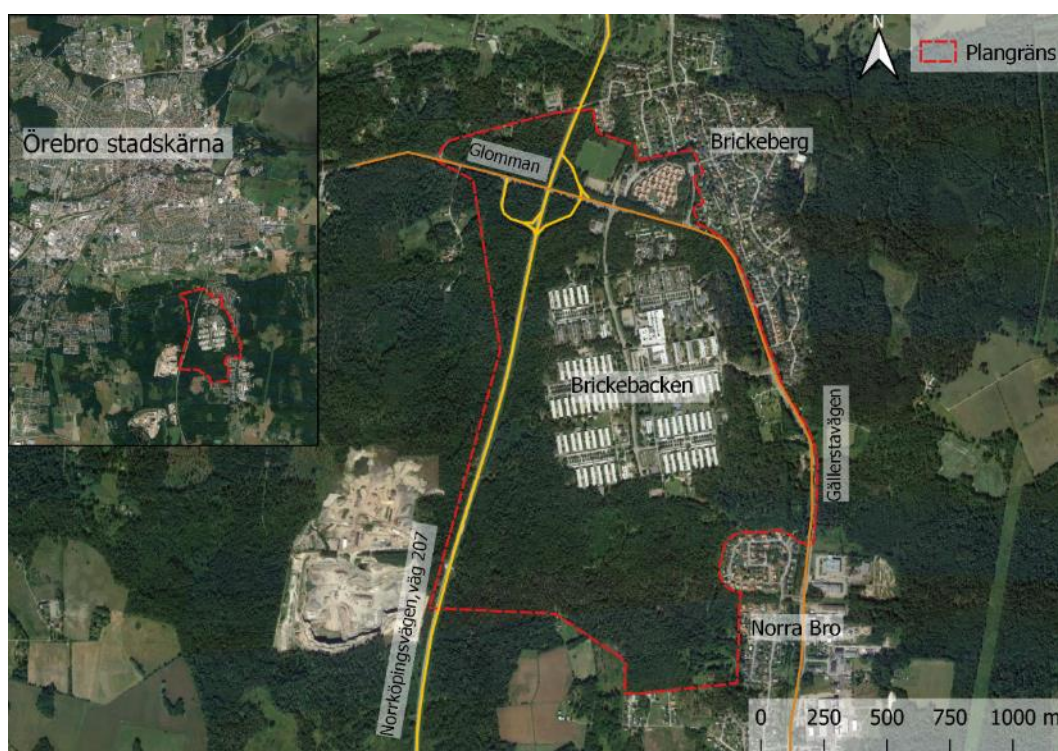
Det finns goda möjligheter att genom att reservera ytor för fördröjning och rening klara av kraven att inte öka flödena ut från områdena vid ett 20-års regn, enligt Tabell 2.1 i P 110 (Svenskt Vatten, 2016). För att inte öka föroreningsmängderna behöver dagvattnet från den nya bebyggelsen renas med 85 %. För att uppnå det krävs infiltration i marken, tvåstegsrening eller kompensationsåtgärder. När arbetet med planprogrammet fortsätter är det viktigt att se över hur dagvattenhanteringen påverkas av förslag till utformning.

Innehåll

Sammanfattning	3
Innehåll	4
1 Inledning.....	5
1.1 Uppdrag och syfte.....	5
2 Förutsättningar	6
2.1 Planprogramsområdet i nuläget	6
2.2 Geologi och topografi	7
2.3 Avrinning	8
2.4 Vattenförekomster, avrinning	18
2.5 Riktlinjer för dagvattenhantering	20
3 Planerad exploatering	21
4 Flödes- och föroreningsberäkningar	22
4.1 Markanvändning	22
4.2 Flödesberäkningar.....	22
4.3 Magasinsbehov.....	23
4.4 Närsalts- och föroreningsberäkningar	23
5 Beskrivning av dagvattenåtgärder	26
5.1 Dagvattendamm och våtmark	26
5.2 Torrdamm.....	27
5.3 Infiltrationsstråk.....	27
5.4 LOD, lokalt omhändertagande av dagvatten	29
5.5 Jämförelser mellan olika dagvattenåtgärder	29
6 Dagvattenhantering inom planprogrammet.....	30
6.1 Områden som inte bör bebyggas	30
6.2 Dagvatten från befintlig bebyggelse	33
6.3 Dagvatten från ny bebyggelse	36
6.4 Extrema regn, 100-årsregn	42
7 Lagkrav.....	44
7.1 Vattenverksamhet.....	44
7.2 Verksamhetsområde för dagvatten.....	44
8 Ytterligare utredningar	45
8.1 Ytor som översvämmas	45
8.2 Dikningsföretaget	45
8.3 Infiltration inom planområdet	45
8.4 Fortsatt planarbete	45
Referenser	46
Bilaga 1	47
Flödesberäkningar.....	47
Bilaga 2	49
Indata och utdata från Stormtac	49
Bilaga 3 Modellering av Norrabrobäckens dikningsföretag.....	51

1 Inledning

Brickebacken är ett befintligt bostadsområde där Stadsbyggnad i Örebro kommun arbetar med att ta fram ett planprogram för området och omkringliggande områden, se Figur 1 för översiktskarta av planområdet. En långsiktig utveckling av Brickebacken föreslås i planprogrammet med kompletteringsbebyggelse inom befintlig bebyggelse samt nybyggnation på naturmark. Brickebacken ligger söder om Örebro stadskärna med befintligt bostadsområde uppfört på 1960- och 70-talet, med skola, förskola och centrum. Planprogrammet föreslår att bevara befintliga kvartersparker i bebyggt område samt att området ska karakteriseras av en grönstruktur där bebyggelse ska integreras i den naturliga terrängen. I de nordvästra delarna av planområdet planeras ett verksamhetsområde. Planprogrammet är i ett övergripande och tidigt skede och ska ligga till grund för kommande detaljplaner i området.



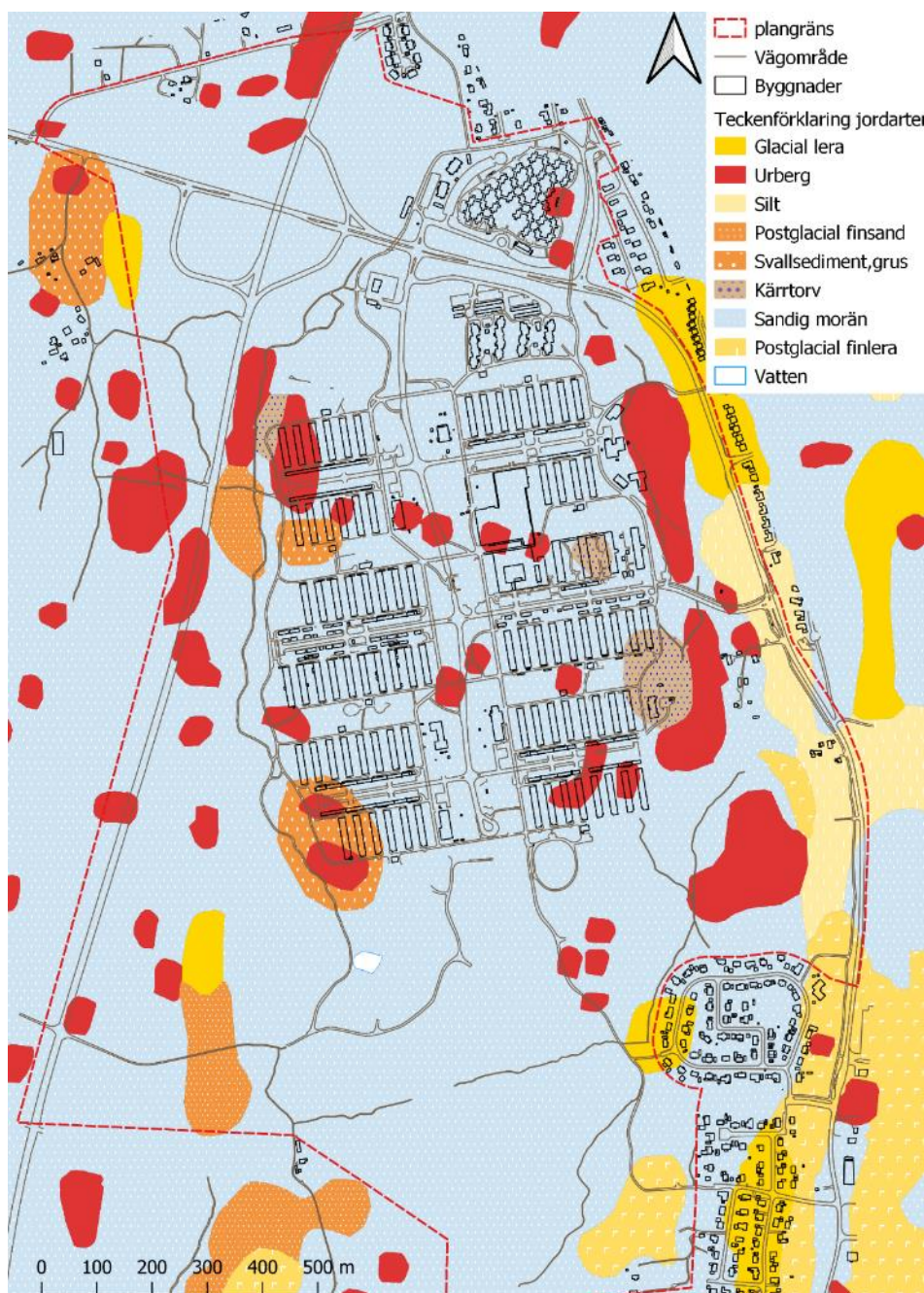
Figur 1. Översiktskarta över Brickebackenområdet med planprogramgräns samt intilliggande stadsdelar Brickeberg i norr och Norra Bro i sydöst. Inom planområdet går Norrköpingsvägen (väg 207) samt Glomman och Gällerstavägen.

1.1 Uppdrag och syfte

WRS har fått i uppdrag av Örebro kommun att utföra en översiktlig dagvattenutredning för planprogrammet Brickebackenområdet. Syftet med dagvattenutredningen är att ge en helhetsbild av hur dagvattensituationen ser ut i planområdet idag. Utredningen ska också ta fram förslag på principlösningar för hur en hållbar dagvattenhantering kan säkerställas i framtiden. Utredningen ska fokusera på hur dagvattnet kan fördröjas och renas samt hur översvänningsproblematik kan hanteras i området. Föreslagna dagvattenlösningar ska vara i överrensstämmelse med framtagna riktlinjer och utgångspunkten är att vattenkvaliteten i mottagande recipienter inte försämras. Den översiktliga dagvattenutredningen ska utgöra underlag för fortsatt planering av Brickebackenområdet.

2.2 Geologi och topografi

Inom planområdet för Brickebacken är den dominerade jordarten sandig morän med inslag av berg i dagen på flertalet ställen, se Figur 3. I området finns mindre områden med bland annat kärrtorv, postglacial finsand och svallsediment med grus. Ett stråk av glacial lera och silt finns i anslutning till Gällerstavägen i öster. Enligt länsstyrelsens webbkarta bedöms risk för ras och skred till klass 1 i området på grund av att det är lera och silt som lutar minst 10 % längst med Gällerstavägen. Klass 2 är om jordarten är sand och grus intill ett vattendrag. Längs med Gällestavägen föreslås längre fram dagvattendammar /våtmarker. Dessa är placerade i lågpunkten där det inte lutar så mycket. För att utreda geotekniken kan en provgrop grävas som ett första steg och därefter en mer fullständig geoteknisk utredning.



Figur 3. Jordarter inom planområdet med illustration av byggnader och vägområde. Underlag: SGU:s jordartskarta 1:25 000-1:100 000 (SGU, u.å.)

Befintlig bebyggelse är belägen i den högsta delen av programområdet, 60- 65 meter över havet (RH 2000), med relativt små höjdförändringar och bildar en ”platå”, se Figur 8. Längst i sydöst finns områdets lägsta punkt på 42 meter. Från den befintliga bebyggelsen lutar marken ut från området i alla riktningar. Marken öster om bebyggelsen sluttar ned mot Gällerstavägen och avvattnas i diket som rinner söder ut. Området väster om bebyggelsen sluttar marken ned mot Norrköpingsvägen.

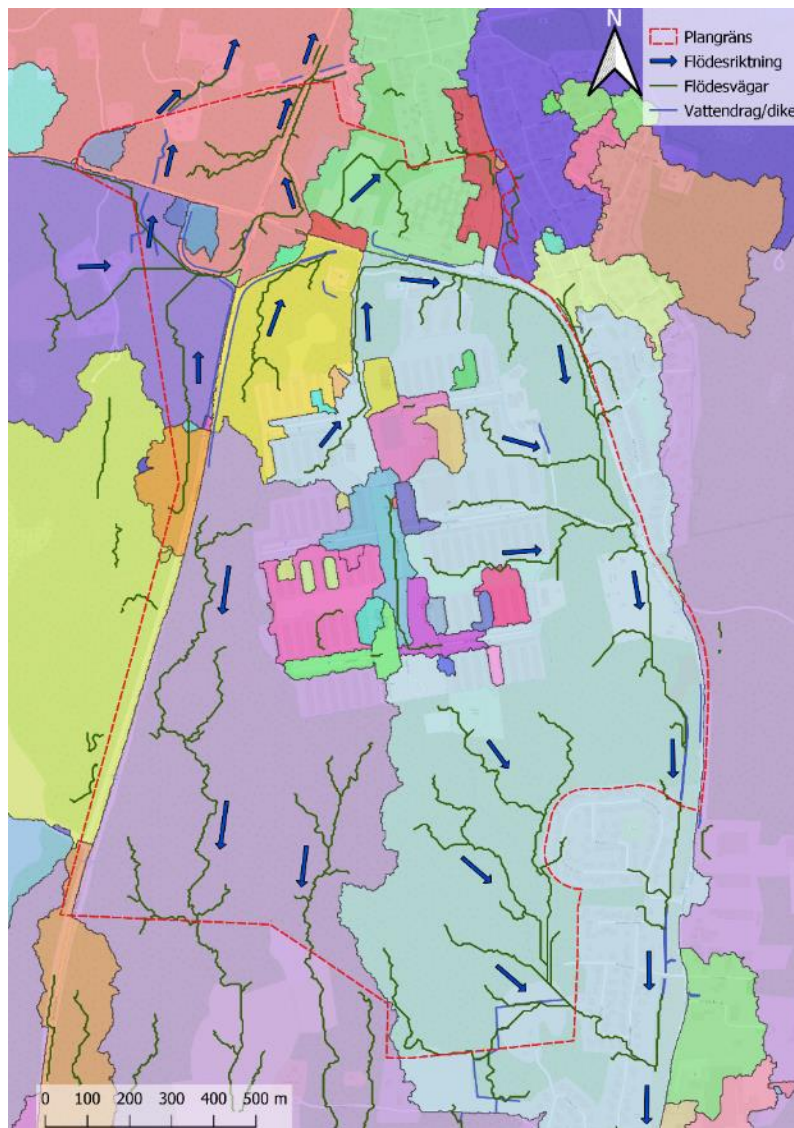
2.2.1 Markföroreningar

Inom planområdet finns tre områden med risk för förorenad mark enligt Länsstyrelsen i Örebro län. I planområdets norra del finns en drivmedelhantering som ej är riskklassad och enligt planprogrammet för Brickebackenområdet planeras området att bebyggas med bostäder. I planområdets östra delar intill Gällerstavägen finns två potentiellt förorenade områden. Det ena, en plantskola har riskklass 2 (stor risk) som är MIFO-inventerad 2013 och det andra potentiellt förorenade området är en pälsdjursfarm, ej riskklassad. Ett antal potentiellt förorenade områden finns även i direkt anslutning till planområdet. Markföroreningarna bedöms inte påverka föreslagna dagvattenhantering.

2.3 Avrinning

2.3.1 Naturlig avrinning

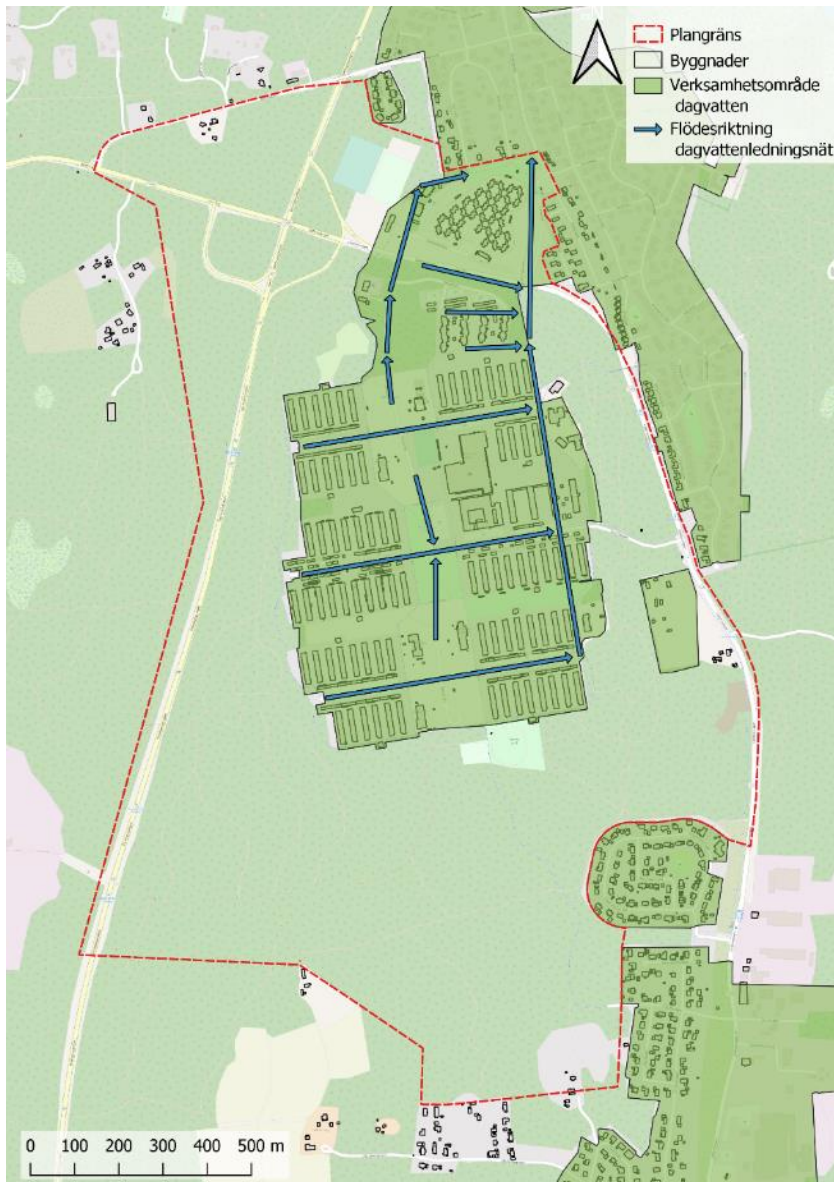
Den naturliga avrinningen sker åt norr till Svartån och åt söder mot Täljeån. I programmet Scalgo har de naturliga delavrinningsområdena tagit fram med utgångspunkt i topografin, se Figur 4. Det är endast ett mindre område i nordväst som avrinner norrut, främst det planerade verksamhetsområdet. Det östra området avrinner först åt norr och sedan söderut i ett dike längs med den västra sidan av Gällerstavägen mot villaområdet Norra Bro. De södra delarna av skogsområdet avrinner mot ett våtmarksområde innan det rinner ut genom en ledning, med diametern 400 mm, som går i Lillebovägen innan det ansluter till diken längs med Gällerstavägen. Det sydvästra området avrinner söderut mot Ässkogen med slutrecipient Täljeån. Längst i nordväst vid Norrköpingsvägen avrinner området mot norr i ett dike som går under Glomman och Stenåsvägen. I de centrala delarna visar topografin på flera mindre avrinningsområden. I praktiken sker avrinning i detta område huvudsakligen till dagvattenledningsnätet. Scalgo tar inte hänsyn till dagvattenledningsnätet.



Figur 4. Naturliga avrinningsområden för planområdet framtagna i Scalgo (Scalgo, 2020) med analys baserad på höjddata utan hänsyn till trummor och befintligt dagvattennät. De gröna stråken visar flödesvägar och blå pilar visar flödesriktning för varje avrinningsområde. I de centrala delarna visas flera mindre delavrinningsområden, inom detta område finns det tekniska avrinningsområdet med befintligt dagvattensystem som denna analys inte tar hänsyn till.

2.3.2 Tekniskt avrinningsområde

Den bebyggda delen i Brickebacken ingår i kommunalt verksamhetsområde för dagvatten och avleds från kvarteren ned i brunnar och ledningsnät och vidare norrut till Svartån, se Figur 5. Längs med varje tvärgata inom området går en dagvattenledning från väster till öster där ledningarna samlas i en stor ledning (1200 mm) som avleder allt dagvatten norrut. Den nordligaste delen av Saxonsväg avleds i ett annat system som också avrinner norrut väster om Grankottevägen. Ledningsnätet är generellt väl tilltaget i dimensioner och det finns inga kända problem med översvämningar. Längs den centrala gatan, Saxons väg, finns vägdike/slänt på båda sidor dit dagvattnet avleds. Lokalgatorna är direkt anslutna till brunnar och ledningsnät. I huvudsak leds de hårdgjorda ytorna i planområdet ned till dagvattennätet. På stora delar av husen finns det inga utanpåliggande stuprör, troligen avleds takdagvattnet i rör inne i husen som ansluter till dagvattennätet.



Figur 5. Tekniskt avrinningsområde, VA-verksamhetsområde med flödesriktning för dagvattenledningsnätet. Underlag från Örebro kommun.



Figur 6. Parkering längs Björkrivvägen med dagvattenbrunn i lågpunkt. Foto: WRS 2019-10-30.

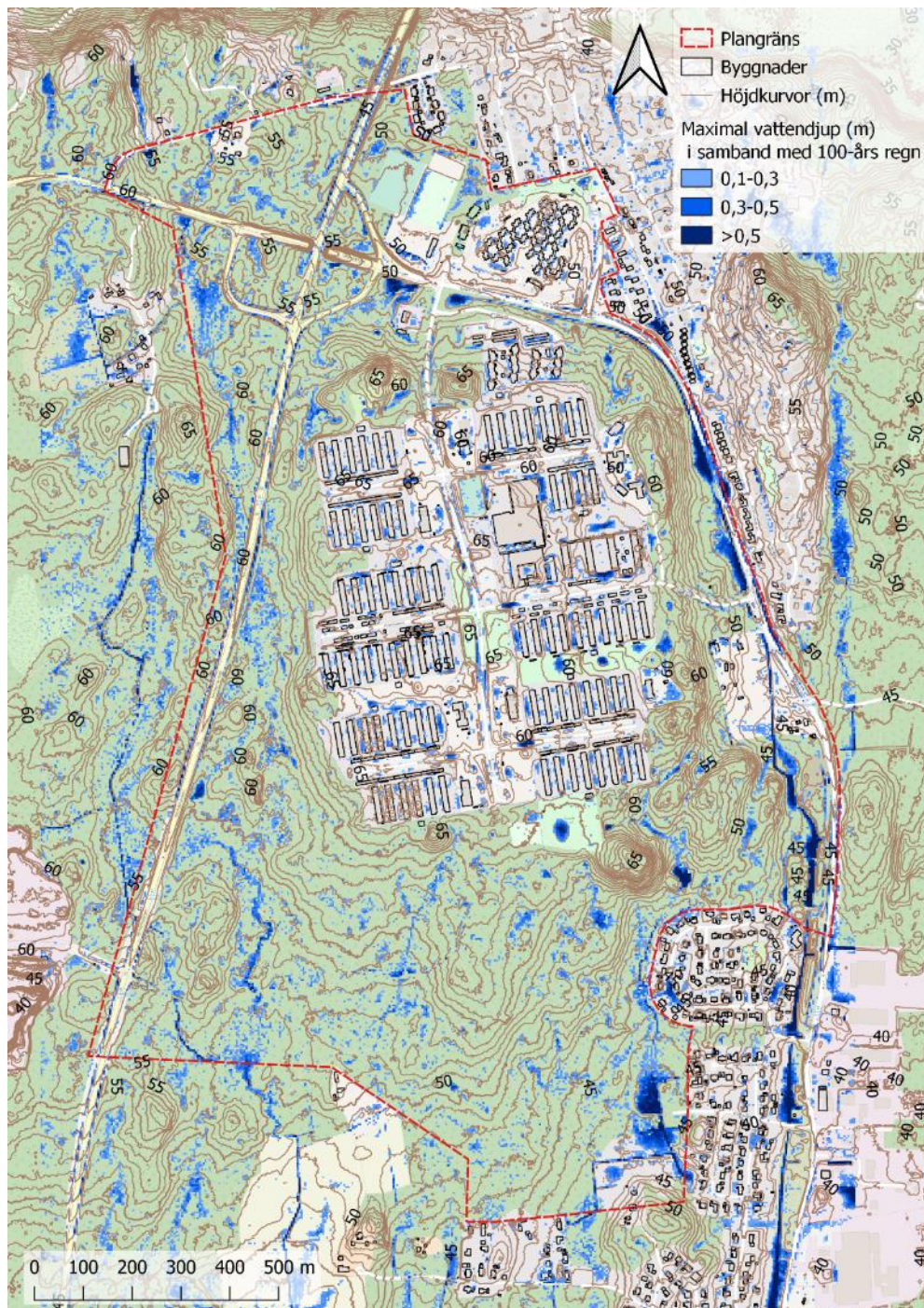
Parkeringsytorna längs med Björkrisvägen avleds direkt till brunnar och ledningar. Motsvarande ytor längs med Gransrisvägen har de senaste åren byggts om och då fått en ny hantering av dagvattnet. Parkeringsplatserna har genomsläpplig beläggning, det är gröna tak på garagen och stuprör leder ut vattnet på marken istället för ner i brunnar, se Figur 7. Detta är ett bra exempel på lösningar som kan göras på kvarteretsmark för att rena och fördröja dagvattnet för att avlasta dagvattenledningsnätet.



Figur 7. Ombyggda parkeringsplatser längs Gransrisvägen med genomsläpplig beläggning, gröna tak och öppna stuprör. Foto: WRS 2019-10-30.

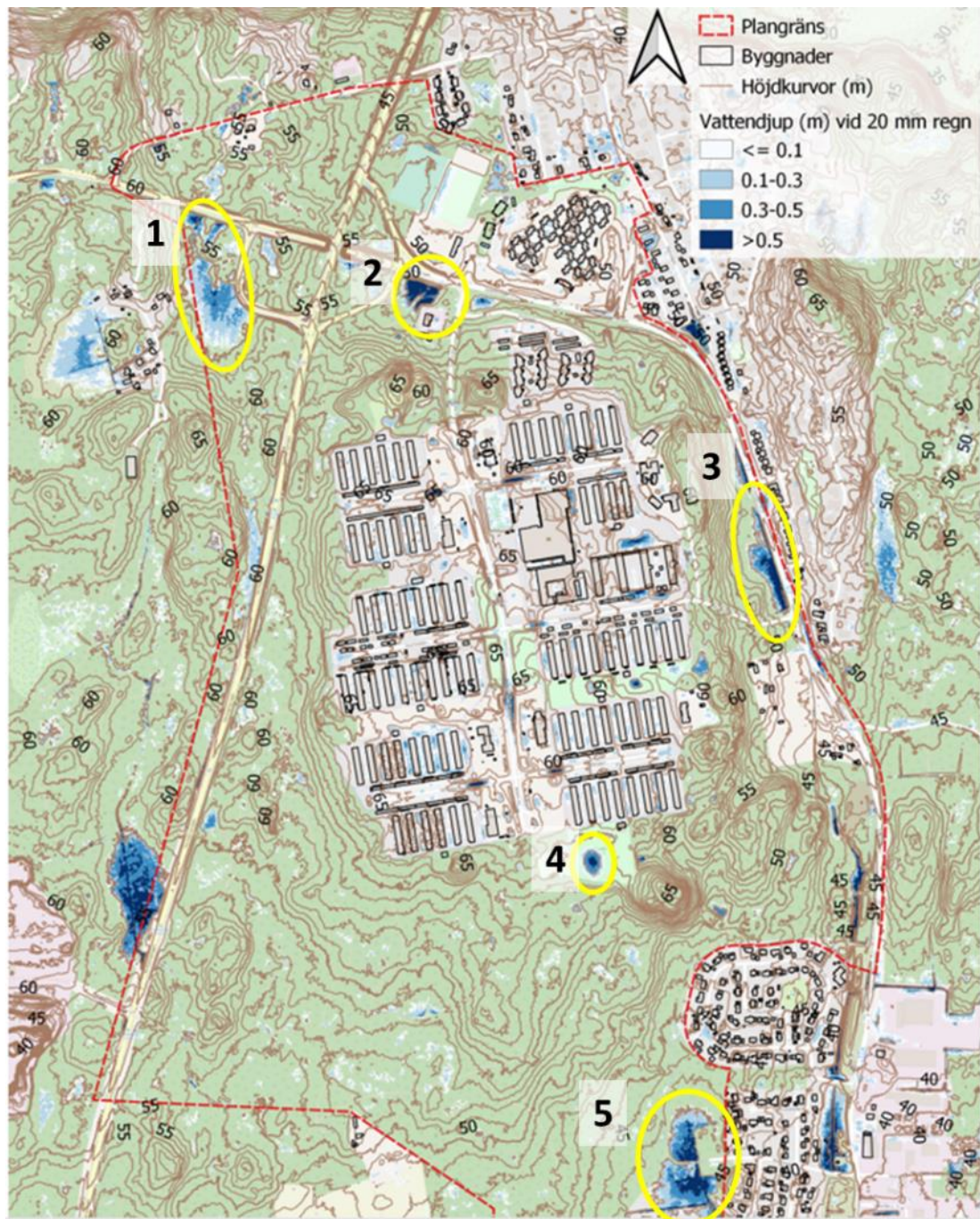
2.3.3 Skyfallsanalys och lågpunkter

En skyfallsanalys har tagits fram av DHI för Örebro tätort (DHI, 2016). Vid beräkningar för den detaljerade skyfallsanalysen har hänsyn tagits till jordens infiltrationskapacitet samt till det befintliga dagvattensystemet med bland annat brunnar och ledningar. Figur 8 visar områden i Brickebackenområdet som riskeras att ställas under vatten vid ett 100-års regn. På de platser där det samlas mycket vatten är en trolig orsak att vattnet däms upp av en vägbank. Där finns det ofta en trumma under vägen som leder bort vattnet, men om den inte är inlagd i modellen är det mer vatten som däms upp än vad det är vid en verklig situation.



Figur 8. Skyfallsanalys från DHI som visar områden för risk med stående vatten i samband med 100-års regn för Brickebackenområdet (DHI, 2016). Analysen tar hänsyn till jordens infiltrationskapacitet samt dagvattenledningsnätet.

Områden som riskerar att ställas under vatten i samband med 20 mm regn visas i Figur 9 och ett 100 mm regn i Figur 14. Här grundar sig analysen på topografiska förhållanden och tar inte hänsyn till befintligt ledningssystem (Scalco, 2020). Analysen visar att det finns lågpunkter i terrängen där vatten kan ansamlas innan det infiltrerar eller avrinner från ytan vilket bör beaktas vid planering av bebyggelse i området för att inte riskera översvämningar. De platser som berörs av den planerade bebyggelsen är markerade i Figur 9 och beskrivs mer ingående nedan. Nulägesbeskrivningen grundar sig på platsbesök i oktober 2019.



Figur 9. Områden som riskeras att ställas under vatten vid 20 mm nederbörd beräknat utifrån höjddata i SCALGO (Scalgo, 2020). Lågpunkter inom planområdet är inringade.

Område 1, vid Norrköpingsvägen

I det nordvästra hörnet av planprogramområdet finns ett område där det i samband med platsbesök i oktober 2019 var stående vatten. Det går ett antal raka, grunda, förmodligen grävda diken igenom området och det finns flera platser med stående vatten, se Figur 10. Området avvattnas genom en kulvert under vägen Glomman och vidare norrut. Området för detta dike är markerat att var naturmark i planprogramförslaget. Innanför avfart/påfartsrampen öster om detta område var det vid platsbesöket stående vatten, se Figur 8 och Figur 14. Det såg inte ut att finnas någon kulvert ut från området varför det klassas som instängt. Vägen ligger högt så det ser inte ut att i nuläget vara risk för översvämning av vägen. Om området ska bebyggas behöver avledning av dagvatten

ordnas. Norr om vägen Glomman finns ett litet område som också ser ut att översvämmas vid stora regn. Här finns det troligen en trumma under Stenåsvägen som avleder vattnet norrut. Det finns mindre lokala lågpunkter på flera platser inom området som har skapats främst på grund av att vägarna har höjts upp och skapat barriärer i landskapet.



Figur 10. Diken och våta områden inom område 1 i nordväst. Foto: WRS 2019-10-30

Område 2, cykelundergång vid bensinstation

Här ser det ut som det samlas vatten i anslutning till en GC-väg som går under vägen Glomman. Troligen beror det på att cykelundergången inte är med i modellberäkningarna och därmed ser det ut som att det samlas vatten där som sedan inte kan rinna undan. I verkligheten kan det rinna ner i undergången. Vid platsbesök såg det inte ut att vara stående vatten på platsen.

Område 3, dike väster om Gällerstavägen

Avrinnande vatten från naturmarken i området rinner söderut längs med Gällerstavägen. Norr om där Granrisvägen möter Gällerstavägen är marken flackare och där finns ett bredare fuktigt område med bland annat bladvass, se Figur 11.



*Figur 11. Dike och fuktigt område norr om korsningen Granrisvägen, Gällerstavägen.
Foto: WRS 2019-10-30*

Område 4, Saxons park

I Saxons park finns det en stor öppen gräsyta där vatten samlas vid stora regn. Att vatten blir stående där tillfälligt vid stora regn är inget stort problem i och med att det inte riskerar att skada någon bebyggelse eller transportväg.

Område 5, våtmark vid Norra Bro

Längst ner i sydost, i anslutning till villaområde i Norra Bro, finns ett låglänt område med stående vatten. Genom området går en gång- och cykelväg som är upphöjd, se Figur 12. Längs den östra delen av GC-vägen går ett dike som slutligen rinner ut i en brunn, se Figur 13, och vidare i en ledning med diametern 400 mm enligt underlag från Örebro kommun. Ledningen går i Lillebovägen innan den mynnar i diket utmed Gällerstavägen som leder vattnet vidare söderut. I modelleringarna är det stående vatten upp till höjddkurva 42 meter. Villabebyggelsen ligger högre och riskera i nuläget inte att översvämmas vid normala regn men vid extrema regn kan eventuellt problem uppstå, se vidare avsnitt 6.4.



Figur 12. Stående vatten vid villaområdet Norra Bro, gång- och cykelvägen syns till höger. Foto: WRS 2019-10-30



Figur 13. Dike och brunn där vattnet från lågpunkten avleds till ledning och vidare till dike vid Gällerstavägen. Foto: WRS 2019-10-30



Figur 14. Områden som riskeras att ställas under vatten vid 100 mm nederbörd baserat från höjddata i SCALGO (Scalگو, 2020).

2.3.4 Dikningsföretag

Det finns inga markavvattningsföretag inom planområde enligt Länsstyrelsens webbkarta (Länsstyrelsen i Örebro län, 2019). I direkt anslutning till planområdesgräns öster om Gällerstavägen finns ett markavvattningsföretag med båtmansområde, Ässkogs dikningsföretag år 1933. Det dike längs med Gällerstavägen som avvattnar den sydöstra delen av planprogramområdet rinner vid Norra Bro in i Norrabrobäckens dikningsföretag från 1971. Dikningsföretaget omfattar en förrättning kring dikesrensning och omläggning av brotrummor för torrläggning av vattensjuk mark. I handlingarna finns inte angivet något dimensionerande flöde, men däremot dikessektioner och profiler från vilka det är möjligt att beräkna vilket flöde som diket dimensionerats för. En sådan beräkning behöver göras om ytterligare vatten ska avledas till dike.



Figur 15. Markavvattningsföretagen i blått, överst Ässkogs dikningsföretag och nederst Norrabrobäckens dikningsföretag. (Örebro länsstyrelse, 2019).

2.4 Vattenförekomster, avrinning

Det aktuella planområdet avvattnas naturligt i två delar med vattendelare i väst-östlig riktning genom området vilken går i höjd med Brickebacken centrum. Den norra delen av planområdet tillhör Svartåns avrinningsområde och den södra delen Täljeåns avrinningsområde. Inom planområdet finns inget vattenskyddsområde.

2.4.1 Vattenförekomst Svartån

Den norra delen av Brickebacken avvattnas till vattenförekomsten Svartån som slutligen rinner ut i Hjälmarens där sista delen av Svartån rinner genom Örebro stad. Den ekologiska statusen för Svartån (ID nummer, SE657201-146445) bedömdes i VISS till otillfredsställande enligt den tredje förvaltningscykeln (2017-2021) (VISS, 2019a). Fisk är en avgörande parametern för klassningen baserat på tre provtagningstillfällen. Vattendraget är också hydromorfologiskt påverkat med vandringshinder, kanalisering och reglering. Biologiska kvalitetsfaktorn påväxt-kiselalger bedöms ha måttlig status och bottenfauna hög status. Statusen för näringsämnen bedöms till måttlig med avseende på fosforhalt. Särskilt förorenade ämnen klassas till måttligt status för Svartån baserat på ammoniak.

Svartåns kemiska status för prioriterade ämnen uppnår ej god status baserat på bromerade difenyleter och kvicksilver och ingår i den nationella klassningen där gränsvärde anses överskridas för samtliga vatten i Sverige.

2.4.2 Vattenförekomst Täljeån

Den södra delen av Brickebacken avvattnat till vattenförekomsten Täljeån med ID nummer SE656432-146732 i VISS. Täljeån från Kumlaåns utlopp rinner vidare till Kvismare kanal som slutligen rinner ut i Hjälmarens. Den ekologiska statusen för Täljeån enligt den tredje förvaltningscykeln (2017-2021) bedöms till dålig med fisk som den avgörande parametern baserat på fyra provfisken (VISS, 2019b). Vattendraget är starkt påverkat av rätning/kanalisering och vattenhinder förekommer i anslutning till vattenförekomsten. För att uppnå god status för fisk behöver livsmiljöer återskapas för fisk. Kvalitetsfaktorn bottenfauna bedöms till otillfredsställande för Täljeån och god status för påväxt-kiselalger. Vattendraget rinner igenom intensivt jordbruksområde med omfattande markavvattning och är påverkat av övergödning. Klassificering av näringsämnen bedöms till måttlig status. Särskilt förorenade ämnen har bedömts till måttlig med avseende på förhöjda ammoniak halter.

Den kemiska statusen för prioriterade ämnen för Täljeån är att den ej uppnår god status. Bromerad difenyleter och kvicksilver bedöms ej uppnå god status för vattenförekomsten och dessa ämnen bedöms överskrivas i samtliga vatten i Sverige. Täljeån bedöms ej uppnå god status med avseende på PFOS.

2.4.3 Miljökvalitetsnormer

Beslutade miljökvalitetsnormer (MKN) är att Svartån och Täljeån ska uppnå god ekologisk status samt uppnå god kemisk status till 2027. Tidsfristen är förlängd bland annat på grund av att det krävs stora åtgärder för att uppnå god status inom morfologi och övergödning. För kemisk status är tidsfristen satt till 2027 med undantag för Bromerad difenyleter och kvicksilver vilka har ett allmänt undantag.

Miljökvalitetsnormerna för vattenförekomster är bindande. En verksamhet ska inte tillåtas om den riskerar att orsaka en försämring eller äventyra uppnåendet av god status. Det räcker med en försämring av en kvalitetsfaktor för att en försämring av status ska ha skett.

Detta innebär att planområdet inte får orsaka en försämring av någon av de kvalitetsfaktorer som ingår i ekologisk status eller försämrade möjligheterna att underskrida halter av prioriterade ämnen som ingår i kemisk status. I och med att det inte går att

beräkna exakt hur en ökad mängd påverkar MKN brukar kravet vara att mängderna från ett området inte får öka efter en om- eller nybyggnation.

2.4.4 Grundvattenförekomst i planområdet

Inom planområdet för Brickebackenområdet finns ingen registrerad grundvattenförekomst enligt VISS.

2.5 Riktlinjer för dagvattenhantering

För närvarande saknar Örebro kommun en uppdaterad dagvattenstrategi som tydliggör hur kommunen arbetar med dagvattenhantering i planprocessen. Denna utredning baseras därför på de riktlinjer och arbetsprocesser som tjänstemän på kommunen börjat ta fram. Detta är en del av ett pågående utvecklingsarbete som slutligen kommer formaliseras i en uppdaterad version av dagvattenstrategin. Riktlinjerna ska därför ses som arbetsmaterial i dagsläget men de ger en bild av hur dagvattenfrågan är avsedd att hanteras i efterföljande detaljplanarbeten.

Kommunen önskar i förstahand samlade större lösningar för att hantera dagvattnet inom verksamhetsområde för dagvatten. Fördröjningskravet är att det inte ska avrinna mer dagvatten från detaljplaneområdet vid ett 20-års regn i framtiden än vad det gör i nuläget, enligt Tabell 2.1 i P 110 (Svenskt Vatten, 2016). Nedan beskrivs kommunens förslag på hur dagvattnet förslås omhändertas vid nyexploatering och förtätning.

2.5.1 Nyexploatering (bostäder, kontor etc.) inom verksamhetsområde

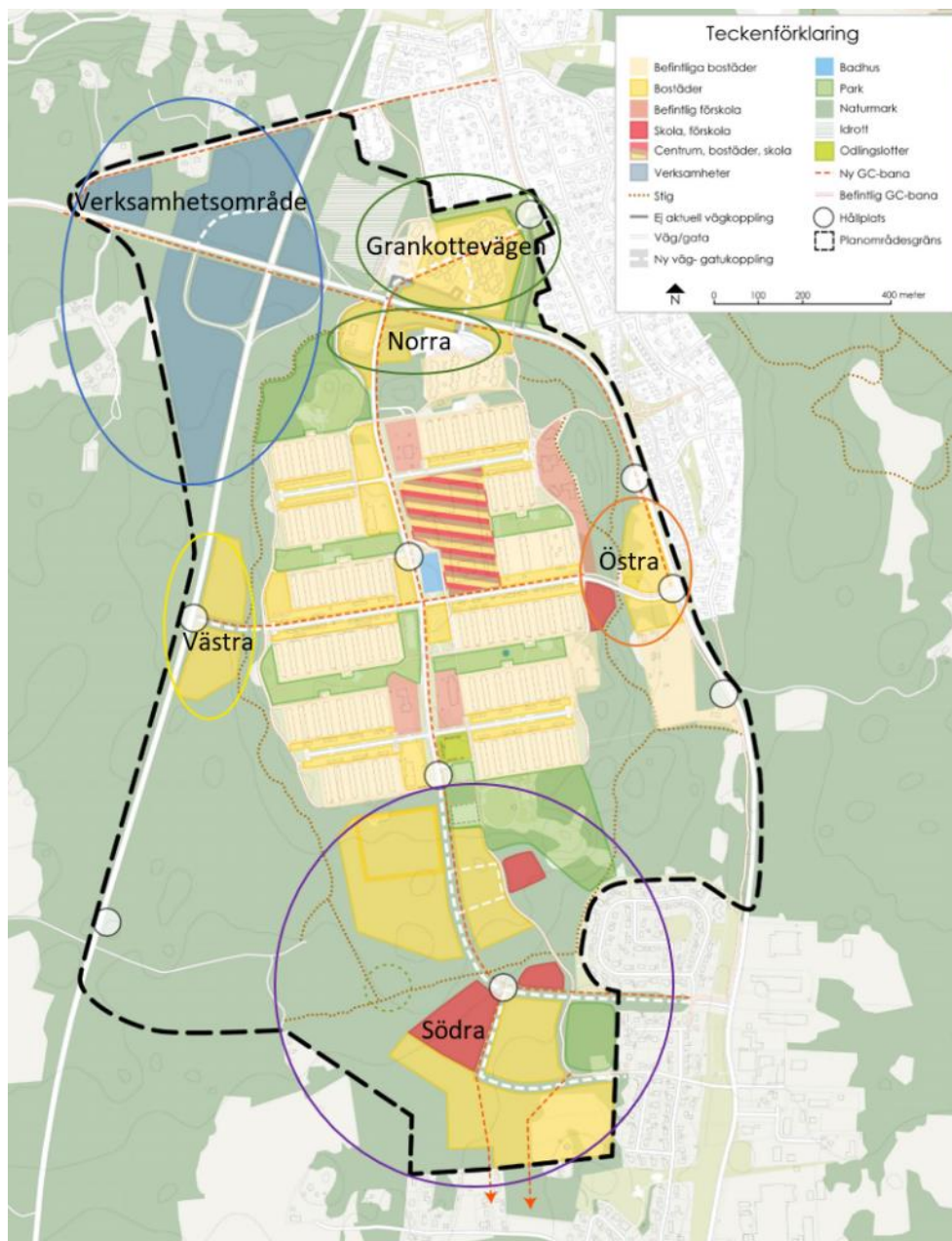
Enskilda fastighetsägare ansvarar för att dagvatten infiltreras utifrån de naturliga förutsättningar som marken har. Det dagvatten som inte kan tas om hand inom fastigheten avleds mot anvisad förbindelsepunkt till det allmänna VA-nätet. LOD-lösningar utöver markens naturliga infiltrationsförmåga uppmuntras inom kvartersmark men är ingenting som kan regleras i en detaljplan eller som VA systemet kan vara beroende av. Däremot kan VA-systemet utgå från en viss hårdhetsgrad som i sådana fall behöver säkerställas i detaljplanen. Fördröjnings och reningsåtgärder i det kommunala VA systemet löses inom allmän platsmark eller tekniska områden för dagvattenhantering. Om det krävs särskilda åtgärder för att säkerställa att dagvattnet kan avledas till de föreslagna områdena ska detta säkerställas på plankartan, t ex genom reglering av marknivåer eller vägbredder. Området för verksamheter och handel ska rena och fördröja till hushållskvalité på kvartersmark.

2.5.2 Förtätningprojekt (bostäder, kontor etc.) inom verksamhetsområde

Enskilda fastighetsägare ansvarar för att dagvatten infiltreras utifrån de naturliga förutsättningar som marken har. Det dagvatten som inte kan tas om hand inom fastigheten avleds mot anvisad förbindelsepunkt till det allmänna VA-nätet. LOD-lösningar utöver markens naturliga infiltrationsförmåga uppmuntras inom kvartersmark men är ingenting som kan regleras i en detaljplan. Däremot kan VA-systemet utgå från en viss hårdhetsgrad som i sådana fall behöver säkerställas i detaljplanen.

3 Planerad exploatering

Förslaget till planprogram innebär ytterligare bostadsbebyggelse, förskolor, skolor, service och ett förstärkt gatunät, se Figur 16. Inom det befintliga Brickebacken planeras förtätningar med ytterligare bebyggelse. I skogen söder om området planeras för bostäder, serviceboende, förskola och skola. En förlängning av Saxons väg planeras som i söder kommer att ansluta till Gällerstavägen. Vid Granrisvägens anslutning till Gällerstavägen föreslås en förskola och bostäder. I norr planeras bostäderna vid Grankottavägen att rivas för att ersättas med en ny gata och ny bebyggelse. I nordväst vid Norrköpingsvägen planeras ett verksamhetsområde för små till medelstora företag exempelvis hantverksföretag, konsult- och försäljningskontor. Enligt planprogrammet (Örebro kommun, 2019) ska befintlig grönstruktur bevaras i verksamhetsområden för att skapa en trivsamt miljö.



Figur 16. Programförslag för Brickebacken med planerad nybyggnad och tätning i befintlig bebyggelse, inför samråd (Örebro kommun, 2019).

4 Flödes- och föroreningsberäkningar

4.1 Markanvändning

Hela planprogramområdet är 231 hektar stort. I detta skede har ingen markanvändningskartering gjorts för hela planprogramområdet utan för de delområden som utreds närmare i avsnitt 6, se Figur 16 och Tabell 1. Markanvändningen för nuvarande bebyggelse har klassats som flerfamiljsbostadshus och de ytor som planeras att bebyggas är i nuläget skog. I stora drag kan följande sägas om markanvändningen och dess påverkan på dagvattnet. Stora delar av nyexploateringen kommer att ske på skogsmark vilket innebär att hårdgörningsgraden ökar, vilket medför ökad avrinning och risk för ökad transport av näringsämnen och föroreningar. Förtätningen inom den nuvarande bebyggelsen kommer inte att påverka hårdgörningsgraden i och med att den sker på redan hårdgjorda ytor i form av parkeringar och garage.

Avrinningskoefficienten (φ) anger hur stor andel av nederbörden som avrinner under ett regnförlopp och är ett mått på hur hårdgjort ett område är. En högre avrinningskoefficient innebär högre hårdgörningsgrad och högre andel avrinnande nederbörd. I denna utredning har främst följande avrinningskoefficienter använts: skog 0,1, flerfamiljsbostadshus 0,5 och verksamhetsområden 0,6. Den reducerade arean (A_{red}) är ett mått på arealen ”hårdgjord yta” och fås genom att multiplicera area (A) med avrinningskoefficienten.

4.2 Flödesberäkningar

Enligt prognostiserade klimatförändringar kommer regn med högre nederbördsintensitet bli vanligare under perioden fram till år 2100. Därför rekommenderar (Svenskt Vatten, 2011) att nya dagvattensystem dimensioneras med en klimatfaktor (k_f) på minst 1,25 för nederbörd med kortare varaktighet än en timme.

Flödet har beräknats för nuläget och framtiden för de områden som ska bebyggas, se Tabell 1. Hur beräkningarna har genomförts beskrivs i bilaga 1. För beräkningar av nuläget är det olika stora områden som ger olika rinntider vilket gör att beräkningar måste göras för varje delområde. Enligt Svenskt Vattens publikation P110 (tabell 2.1) är branschstandard för dimensionering av nya dagvattenledningar för tät bostadsbebyggelse ett regn med en återkomsttid på 5 år vid fylld ledning och 20 år för trycklinje i marknivå. Vilket också medför att ett 20-års regn ska kunna fördröjas, se vidare avsnitt 4.3. I och med att områdena är skogsmark i nuläget är flödena låga och ökar mångdubbelt efter utbyggnad om inga åtgärder genomförs.

Tabell 1. Nuvarande och framtida flöden i de områden som ska bebyggas, med och utan klimatfaktor (kf) 1,25.

Områden	Area	Φ	Area _{red}	q20 kf=1	q20 kf=1,25
Nuläget	[ha]	[-]	[ha]	[l/s]	[l/s]
1. Verksamhetsomr	1,4	0,1	0,14	25	32
2, 3, 4, 5 Verksamhetsomr	8,8	0,1	0,88	65	81
6. Verksamhetsomr	3,5	0,1	0,35	32	40
Västra	3,2	0,1	0,32	37	46
Norra	2,4	0,3	0,72	67	84
Grankottvägen	4,4	0,5	2,2	631	789
Östra	2,8	0,1	0,28	30	37
Södra	21,1	0,1	2,11	106	132
Summa	47,6	0,15	7	993	1241
Efter utbyggnad					
1. Verksamhetsomr	1,4	0,5	0,7	200	251
2, 3, 4, 5 Verksamhetsomr	8,8	0,5	4,4	1262	1578
6. Verksamhetsomr	3,5	0,5	1,75	502	627
Västra	3,2	0,5	1,6	459	574
Norra	2,4	0,5	1,2	344	430
Grankottvägen	4,4	0,5	2,2	631	789
Östra	2,8	0,5	1,4	401	502
Södra	21,1	0,5	10,5	3027	3784
Summa	47,6	0,5	23,8	6830	8538

4.3 Magasinsbehov

Fördröjningskravet är att det inte ska avrinna mer dagvatten från detaljplaneområdet vid ett 20-års regn i framtiden än vad det gör i nuläget, se avsnitt 2.5. Beräkningar av vilken volymvatten som behöver fördröjas har utförts enligt bilaga 1. Där finns förklaringar till beräkningarna och indata. I avsnitt 6.3 finns som sammanfattar vilka fördröjningsvolymer som behövs för de olika områdena och de finns även illustrerade i Figur 25, Figur 26 och Figur 27. För att fördröja dagvattnet kommer utflödet att behöva strypas i en brunn, ledning eller dylikt.

4.4 Närsalts- och föroreningsberäkningar

Med hjälp av beräkningsverktyget Stormtac (v.19.3.1) har förorenings- och närsaltsmängder i dagvattnet beräknats för Brickebackens nuvarande bebyggelse samt från området efter planerad exploatering. Stormtac är en statistisk modell som bland annat modellerar föroreningshalter och belastning i dagvatten på årsbasis. Modellen bygger på data från både Sverige och andra delar av världen, främst västra Europa och USA. Föroreningssammansättningen i dagvatten omfattar i verkligheten stora inom- och mellanårsvariationer, samt stora geografiska skillnader. Det är därför svårt att ta hänsyn till lokala förutsättningar. Utifrån denna kunskap är det viktigt att tolka siffror med försiktighet då de inhyser stora variationer och osäkerheter. Denna osäkerhet i beräkningarna samt att mängden föroreningar som avrinner inte bedöms öka med ökad nederbörd medför att ingen klimatfaktor har använts för föroreningsberäkningarna.

Utifrån markanvändning, se Tabell 1, och årsnederbörd har förväntade halter och mängder av föroreningar i dagvattnet beräknats i Stormtac. Modellen använder sig av avrinningskoefficienter och schablonhalter som är markanvändningsspecifika. Den årliga nederbörden korrigerades till 687 mm vilket representerar ett medelvärde för de senaste 30-åren (SMHI, 2019).

4.4.1 Resultat ny bebyggelse

Mängderna för fosfor, kväve, koppas, zink och suspenderad substans (SS, partiklar) redovisas i Tabell 2. I bilaga 2 finns samtliga modellerande ämnen.

Från de områden som planeras att bebyggas, vilka i nuläget är skogsmark, är mängden fosfor i nuläget knappt 6 kg/år. Efter utbyggnad ökar mängden fosfor till cirka 42 kg/år, vilket är en ökning med 640 %. Suspenderad substans (SS) ökar med cirka 550 %. För att uppfylla miljökvalitetsnormerna (MKN) och inte öka halterna ut från området efter ombyggnad, se avsnitt 2.4.3, behöver dagvattnet renas med cirka 85 % för samtliga ämnen, se Tabell 2.

Tabell 2. Föroreningsmängder för fosfor (P), kväve (N), koppar (Cu), zink (Zn) och suspenderat material(SS) i kg/år för nuläget och framtida markanvändning.

Nuläge kg/år	P	N	Cu	Zn	SS
Verksamhetsområde.	0,34	5,9	0,1	0,24	190
Västra	0,079	1,4	0,023	0,056	43
Norra	1,2	8,4	0,18	1,1	400
Grankottvägen	3,4	27	0,44	1,5	1000
Östra	0,13	2,4	0,022	0,05	45
Södra	0,52	9	0,15	0,38	290
<i>Summa nuläget</i>	<i>5,67</i>	<i>54,1</i>	<i>0,92</i>	<i>3,33</i>	<i>1968</i>
Framtida kg/år	P	N	Cu	Zn	SS
Verksamhetsområde.	15	100	2,3	14	5000
Västra	2,5	20	0,32	1,1	740
Norra	1,9	15	0,24	0,81	560
Grankottvägen	3,4	27	0,44	1,5	1000
Östra	2,2	17	0,28	0,95	650
Södra	17	130	2,1	7,1	4900
<i>Summa framtida</i>	<i>42</i>	<i>309</i>	<i>5,68</i>	<i>25,5</i>	<i>12850</i>
<i>Ökad mängd i % med ny bebyggelse</i>	<i>641</i>	<i>471</i>	<i>521</i>	<i>665</i>	<i>553</i>
<i>Rening i % för att inte öka mängden</i>	<i>86,5</i>	<i>82,5</i>	<i>83,9</i>	<i>86,9</i>	<i>84,7</i>

I har en schablonmässig reningsgrad för våtmark/damm från Stormtac använts för att beräkna hur mycket föroreningar som kan renas bort. För fosfor kan uppskattningsvis 50 % avskiljas, vilket innebär att mängden från de nya områdena blir 21 kg/år och att utsläppen ökar med 15 kg/år.

Tabell 3. Mängder med föroreningar efter rening vid framtida markanvändning.

Reningsgrad damm/våtmark (%)	50	35	60	60	80
Kvar efter rening kg/år	P	N	Cu	Zn	SS
Verksamhetsområde	7,50	65,0	0,92	5,60	1000
Västra	1,25	13,0	0,13	0,44	148
Norra	0,95	9,8	0,10	0,32	112
Grankottevägen	1,70	17,6	0,18	0,60	200
Östra	1,10	11,1	0,11	0,38	130
Södra	8,50	84,5	0,84	2,84	980
Totalt kvar efter rening	21,0	201	2,3	10,2	2570
Återstår att rena bort	15	147	1,4	6,9	602

För att kunna uppnå en reningsgrad på 85 % behöver dagvattnet infiltrera i marken. Det kan vara möjligt inom delar av planområdet. För att utreda det närmare behöver jordprover tas på de platser där dagvattnet ska infiltrera och se om kornstorleken är lämplig för infiltration. Ett annat alternativ för rening är tvåstegsrening av dagvattnet. Det innebär att dagvattnet först renas i exempelvis växtbäddar och därefter i en våtmark eller damm. När dagvattnet har renats i ett första steg är det oftast så rent att det är svårt att rena det ytterligare, fram för allt de lösta föroreningarna. Denna typ av lösningar blir därför kostsamma i förhållande till mängderna som renas bort. Detta behöver utredas vidare i detaljplanskedet då även vissa förutsättningar kan ha ändrats.

4.4.2 Resultat befintlig bebyggelse

Ett mer kostnadseffektivt alternativ, med samma resultat i den slutliga recipienten, till att rena den nya bebyggelsen fullt ut är att rena dagvattnet från den befintliga bebyggelsen i Brickebacken. I nuläget kommer cirka 42 kg fosfor per år från hela Brickebacken och bara från den södra delen 28 kg/år, se Tabell 4. Om det dagvattnet renas i föreslagna dammar/våtmarker, se avsnitt 6.2, minskar mängderna till 21 kg/år respektive 14 kg/år. Det skulle teoretiskt kunna räcka med att rena dagvattnet från den södra delen av Brickebacken, men beräkningarna är mycket osäkra.

Tabell 4. Föroreningsmängder för fosfor (P), kväve (N), koppar (Cu), zink (Zn) och suspenderat material i kg/år för Brickebacken i nuläget och efter rening i dammar/våtmarker.

Befintlig bebyggelse kg/år	P	N	Cu	Zn	SS
Bef. Hela Brickebacken	42	330	5,3	18	12000
Reningsgrad damm/våtmark (%)	50	35	60	60	80
Bef. Hela Brickebacken, efter rening	21	214	2,1	7,2	2400
Bef. Södra Brickebacken	28	220	3,5	12	8200
Bef. Södra Brickebacken, efter rening	14	143	1,4	4,8	1640

5 Beskrivning av dagvattenåtgärder

5.1 Dagvattendamm och våtmark

En samlad rening och fördröjning av dagvatten kan ske i en dagvattendamm som har en öppen vattenspegel. En våtmark har en tätare vegetation med omväxlande lite glesare områden. En reningsanläggning för dagvatten kan vara en blandning mellan en våtmark och en damm. För att få en bra funktion är det viktigt att ha en fördamm där en grovavskiljning kan ske av större partiklar som är lätt att rensa. Därefter kan ytan utformas på många olika sätt med omväxlande djup och vegetationstäthet. Dammar och våtmarker har en viktig funktion för den biologiska mångfalden. I och med att våtmarken har en tätare vegetation har den generellt en större variation av växtlighet och därmed biologisk mångfald. Generellt krävs en yta hos dammen/våtmarken som motsvarar 1-2 % av den hårdgjorda avrinningsytan. En mindre andel på 0,5 % är bättre än ingen damm alls, men har en lägre reningsgrad vid framför allt höga flöden. För att få en bra rening behöver djupet vara minst 1 meter i dammen.

Dammar och våtmarker har en reningskapacitet avseende partikelbundna partiklar på ca 65-90 % beroende på utformningen. Dammar och våtmarker med vegetationszoner har även förmågan att avskilja fosfor och metallföroreningar mellan ca 30-65 % respektive ca 60 %. Om en dagvattendamm placeras som ett slutsteg i en seriekopplad rening, d.v.s. att den tar emot vatten som redan genomgått rening, kommer den avskiljande förmågan vara lägre vilket även medför att skötsel i form av hantering av sediment inte krävs lika ofta. Våtmarkens tätare växtlighet innebär en större kontakt mellan vattnet och biologiskt material där olika biologiska och kemiska processer kan ske. Mikroorganismer kan bryta ned föroreningar och lösta ämnen kan lättare tas upp samt att vattnet stannar upp och partiklar kan sedimentera, se tabell 3.2 i rapporten Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten från Svenskt Vatten Utveckling, (Larm Thomas och Blecken Godecke, 2019). Om våtmarken är bra utformad har den generellt bättre rening än en damm. För möjliggörande av provtagning eller kontroll av utgående vatten kan en kontroldamm anläggas.



Figur 17. Exempel på utformning av damm för uppsamling av dagvatten. Augustenborg, Malmö. Foto: WRS.

5.2 Torrdamm

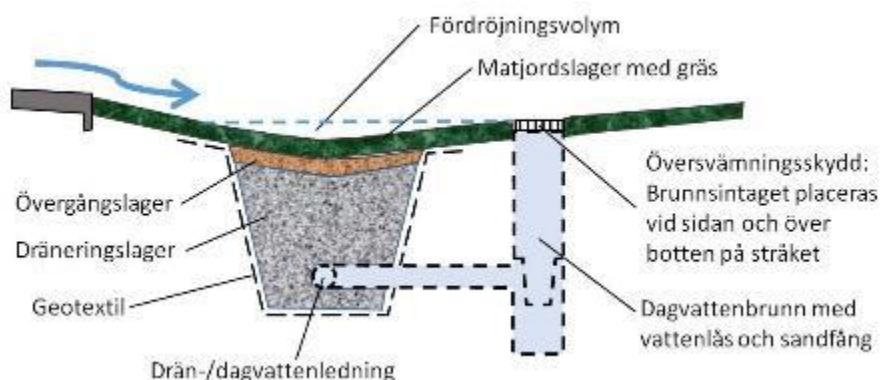
För omhändertagande av dagvatten vid högre flöden kan överdämningsytor/torra dammar utformas. Det är en torr yta när det inte regnar som sedan fylls upp för rening och fördröjning av dagvattnet, se Figur 18 för exempel på torra dammar. Detta kan vara en lämplig åtgärd i flera av områdena inom planprogramområdet där det finns ett stort behov av att fördröja stora volymer vid vissa regn.



Figur 18. Exempel på utformning av en torr damm/översvämningsbar yta. Foto: WRS.

5.3 Infiltrationsstråk

Infiltrationsstråk används för att fördröja och rena (samt avleda) dagvatten. Stråken utformas som ett dike med sluttande slänter. Stråken byggs upp med en makadamfyllning i botten, följt av ett grusskikt och därefter sandblandad matjord och avslutas med ett vegetationsskikt (oftast gräs), se Figur 19. För att vattnet ska kunna rinna ut i infiltrationsstråken ska gräsytan ligga cirka fem centimeter lägre än angränsande hårdgjord yta. Stråkens lutning i längdled bör vara svag och kan vid behov delas upp i terrasserade sektioner. I dikets dräneringslager placeras ofta ett dräneringsrör som ansluter till dagvattennät. Diket kan även utformas med bräddbrunnar.



Figur 19. Principskiss av ett infiltrationsstråk. Stråket utformas som ett nedsänkt dike där vattnet kan infiltrera genom matjorden till ett dräneringslager. Illustration: WRS.

Dessa diken kan vintertid användas för snöförvaring och kan under våren säkerställa att smältvattnet avleds, förutsatt att in- och utlopp är isfria.

Dessa är lämpliga framför allt längs med vägar eller mellan bebyggelse. De kräver en viss lutning, men inte alltför stor då vattnet rinner iväg för fort och inte ges möjlighet att

infiltrera. För att stoppa upp vattnet kan sektioner byggas enligt Figur 21, vilket kan vara lämpligt vid exempelvis avrinning från den södra området.



Figur 20. T.v. Exempel på enkel utformning av delvis gräsbeklätt makadamdike som tar emot dagvatten från väg och översilningsyta. T.h.: Exempel på infiltrationsstråk som tar emot dagvatten från väg och gc-väg. Foto: WRS.



Figur 21. Exempel på svackdike med dämme, foto WRS.

5.4 LOD, lokalt omhändertagande av dagvatten

För rening och fördröjning av dagvatten nära fastigheten eller på fastigheten är lokalt omhändertagande av dagvatten, LOD-lösningar, ett alternativ till samlad fördröjning och rening. Inom planprogramområdet kan infiltration i marken vara möjlig i alla områden utom det östra där jordarten är silt och lera. För att kunna avgöra om det är möjligt med infiltration inom planområdet behöver markprover tas på de platser där infiltrationen ska ske. När utformningen har kommit längre kan provtagning ske på lämpliga platser. Exempel på LOD-lösningar är fördröjning och rening i växtbäddar, skelettjordar eller infiltrationsstråk. Dessa anläggningar fungerar bra för att rena och fördröja normala regn. Om 10 mm nederbörd kan omhändertas motsvarar det ca 75 % av årsnederbörden, om 20 mm regn kan omhändertas motsvarar det ca 90 % av årsnederbörden. I Tabell 6 finns en beräkning av vilken volym 20 mm är för varje delområde. Om den volymen kan fördröjas med LOD-lösningar kan fördröjningsvolymen för hela området minskas med motsvarande volym. När stora volymer vatten ska fördröjas för att inte öka flödena nedströms är det svårare att få plats i mer lokala ytor och då kan man behöva hitta andra platser att fördröja vattnet på. I och med att det gäller stora regn kan ytor användas som tillåts att översvämmas tillfälligt exempelvis gräsytor, lekplatser, idrottsplatser, underjordiska magasin m.m.

5.5 Jämförelser mellan olika dagvattenåtgärder

5.5.1 Fördröjning och rening

Vid en jämförelse mellan olika typer av dagvattenåtgärder beror det mycket på vad man vill uppnå, rening, fördröjning och/eller utformning. Platsens förutsättningar är också mycket viktiga. De flesta olika typerna av anläggningar har stor potential att flödesutjämna låga flöden, en mindre potential för dimensionerande flöden samt en låg potential för extrema flöden, se tabell 3.1 i (Larm Thomas och Blecken Godecke, 2019). Extrema flöden kan främst avledas i diken, på vägar och på ytan, det är inte rimligt att dimensionera anläggningar för extrema flöden. När det gäller rening har en väl utformad våtmark mycket goda förutsättningar att rena alla typer av föroreningar. Det gäller även olika typer av växtbäddar där fastläggning, nedbrytning och upptag i växter kan ske i marken, se tabell 3.2 i (Larm Thomas och Blecken Godecke, 2019).

5.5.2 Kostnader

Kostnaden för olika anläggningar varierar med platsens förutsättningar. När helt nya områden ska byggas blir inte merkostnaden för att göra bra dagvattenlösningar speciellt stor om hänsyn tas i ett tidigt skede. Att projekteringen görs så att dagvattnet kan avledas till dagvattenanläggningen. På gårdar och längs gator vill man ofta ha träd och planteringar av olika slag. Att utforma dem för att kunna fördröja och rena dagvatten blir oftast inte avsevärt dyrare, (WRS, 2016). Kostnaden för att anlägga dammar och våtmarker varierar med platsen, framför allt geotekniken. Det är oftast mer kostnadseffektivt att anlägga en större anläggning än många mindre. Att pumpa dagvatten är något som är dyrt och svårt i och med att flödena varierar mycket, om pumpning behövs är det oftast effektivare att anlägga flera olika anläggningar.

5.5.3 Drift och underhåll

När det gäller drift och underhåll kräver ett stort antal små anläggningar sammantaget mer underhåll än en samlad anläggning i slutet. Dammar och våtmarken har generellt ett lågt underhållsbehov men när det ska göras något krävs mer arbete exempelvis när sediment ska tömmas. För växtbäddar och skelettjordar krävs mer underhåll årligen med skötsel av vegetation samt att brunnar och ledningar kräver rensning och översyn, se tabell 3.3 i (Larm Thomas och Blecken Godecke, 2019). Om det bara var en plantering eller vanliga brunnar skulle även det ha krävts en del skötsel. På längre sikt kan delar av materialet behöva bytas ut om det sätter igen.

6 Dagvattenhantering inom planprogrammet

I detta avsnitt beskrivs först områden som inte bör bebyggas och de tas sedan inte med i förslag till åtgärder, undantaget område 3 för vilket det finns olika framtida förslag. Därefter kommer förslag på hantering av dagvatten från befintliga områden och slutligen för den nya bebyggelsen. De förslag som har tagits fram är samlad rening för större områden på allmänplatsmark vilket främst är dagvattendammar, våta eller torra, samt våtmarker i olika kombinationer. Den sandiga moränen som dominerar i området har bra förutsättningar för naturlig infiltration. Lösningar på kvartersmark med växtbäddar och infiltration är också möjligt samt infiltrationsstråk/ ytlig avledning längs exempelvis vägar.

6.1 Områden som inte bör bebyggas

Områden där vatten är stående och ytterligare vatten samlas vid stora regn bör bevaras obebyggda. Detta för att skapa utrymme för vattnet att samlas på vid stora regn utan att skada bebyggelse, vägar och viktiga samhällsfunktioner. Dessa områden har en viktigt renande och fördröjande funktion och till dem kan ytterligare dagvatten från befintliga och nybyggda områden avledas. Fuktiga områden har också en viktig betydelse för biologisk mångfald i och med att många växter och djur är beroende av dessa områden. Stora våtmarksområden har tidigare i historien torrlagts och värdefulla biotoper försvunnit.

I områden med stående vatten krävs tillstånd för att få bygga, se vidare avsnitt 7.1. För områden där det inte är stående vatten hela tiden utan endast vid stora regn kan verksamheter som tål att översvämmas ibland anläggas, till exempel lekplatser, parker och idrottsplaner. Utifrån resultatet av skyfallskararteringen/lågpunktsanalysen i avsnitt 2.3.3 bör områdena 1, 3 och 5 bevaras obebyggda, se Figur 22. I områdena 2 och 4, se Figur 9 bedöms inte översvämningarna påverka markanvändningen negativt.

För att säkerställa dessa områdens utbredning vid skyfall är det lämpligt/nödvändigt att lägga in trummorna under vägarna i modellen för att se hur det påverkar utbredningen av de översvämmade områdena, se vidare avsnitt 6.4.

6.1.1 Område 1, våtmark vid Norrköpingsvägen

Området där det är stående vatten i nuläget bör inte bebyggas, se Figur 22.

Avgränsningen är gjord utifrån höjdkurvan 55 m. Grönstråk i norrsydlig riktning som planeras att bevaras obebyggt ligger i lågpunkten där vatten från söder om vägen Glomman avrinner norrut. Ur vattensynpunkt är det också viktigt att bevara detta område

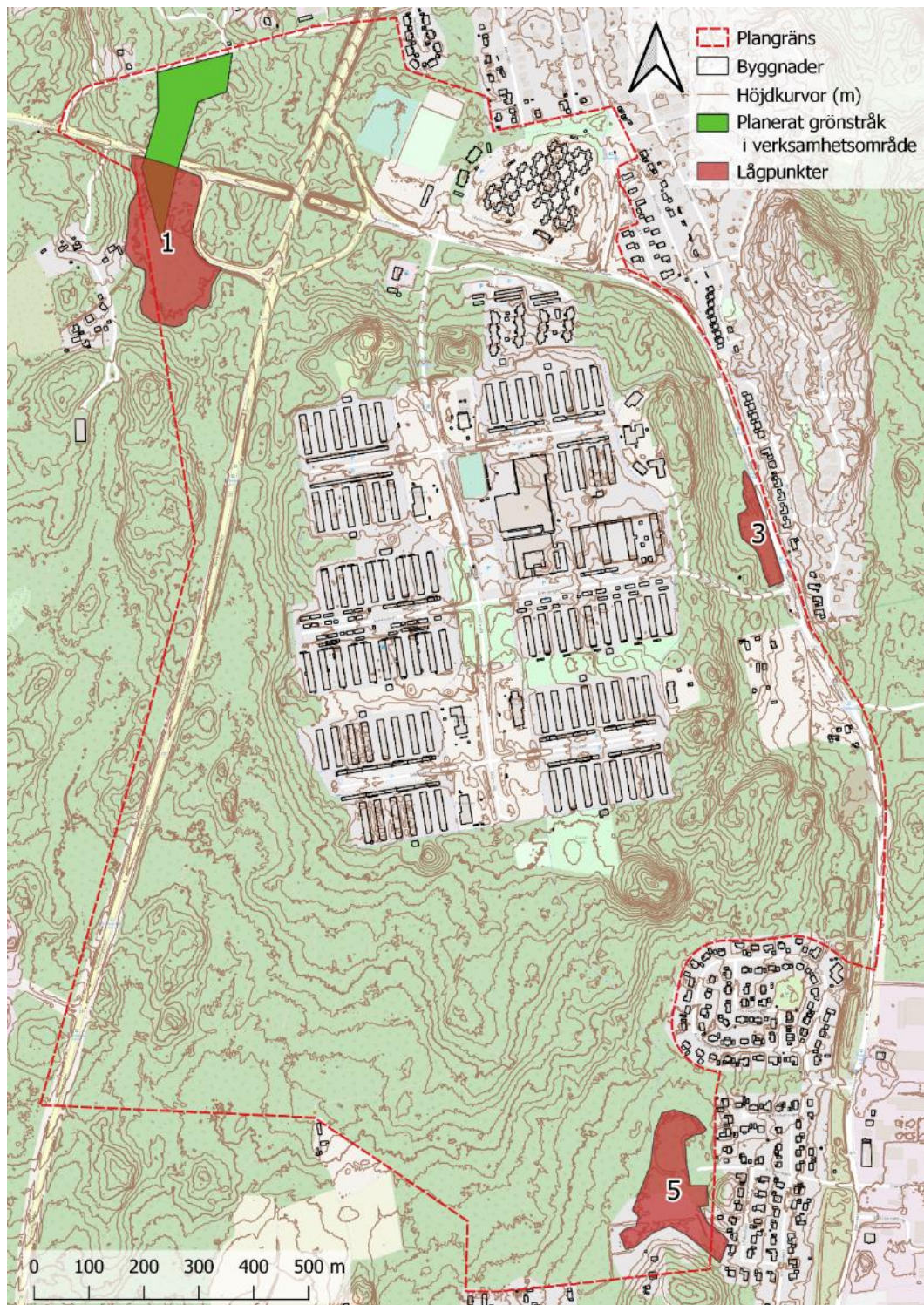
så att vattnet kan fortsätta att avrinna norrut utan att skapa översvämningar. Eventuellt beror en del av översvämningen på att trumman under Glomman inte är inlagd i skyfallsmodellen, se vidare avsnitt 6.4. Att bevara detta område obebyggt är viktigt för att säkerställa avrinningen från området och vidare norrut samt att skapa en möjlighet att rena och fördröja dagvattnet från omkringliggande områden för att inte öka flödena norrut.

6.1.2 Område 3, dike väster om Gällerstavägen

I nuläget vid stora regn översvämmas detta område, se avsnitt 2.3.3. Om området bebyggs måste den volymen vatten få plats någon annanstans. Innan avgränsningen fastställs är det viktigt att lägga in trumman under Granrisvägen i en skyfallsmodell och köra om den för att säkerställa vilket område som översvämmas vid stora regn. Det finns risk att den planerade bebyggelsen översvämmas eller att områden nedströms översvämmas. Diket fortsätter söderut och eventuellt kan det finns utrymme i skogen längre söderut för att göra en fördröjning av dagvatten, se vidare avsnitt 6.3.5. Om området bevaras obebyggt kan dagvattnet från den befintliga bebyggelsen på Brickebackenområdet också renas och fördröjas där. Ur vattenperspektivet finns det inget negativt med att bevara detta område obebyggt, eftersom de områden dit vatten söker sig naturligt är de som är bäst att bevara. Diket längs med vägen bör bevaras oavsett för att säkerställa flödet söderut.

6.1.3 Område 5, våtmark vid Norra Bro

Hela det område som ligger lägre än 42-meterskurvan bör undantas från bebyggelse. Ett område runt detta bör också bevaras obebyggt för att säkerställa att vattnet inte påverkar bebyggelsen negativt. Det låglänta området är viktigt att bevara för att kunna användas för att rena och fördröja dagvattnet från den planerade bebyggelsen, se vidare avsnitt 6.3.6. I delar av området kan park, lekplats eller idrottsplats anläggas som tillåts översvämmas vid stora regn.



Figur 22. Lågpunktsområde 1, 3 och 5 som inte bör bebyggas då de utgör lågpunkter samt utmarkerat grönstråk som bör bevaras inom det planerade verksamhetsområdet.

6.2 Dagvatten från befintlig bebyggelse

Dagvattnet från den befintliga bebyggelsen i Brickebacken samlas upp i brunnar och avleds i ledningar utan rening eller fördröjning norrut mot Svartån, se Figur 5. För att rena och fördröja detta dagvatten har förslag till renings- och fördröjningsåtgärder tagits fram. I och med att Brickebacken ligger på en höjd finns det goda förutsättningar för att kunna leda ut dagvattnet till marknivå på en högre höjd för att därefter leda det till en yta för fördröjning och rening.

6.2.1 Södra Brickebacken

Dagvatten från den södra delen av Brickebacken skulle kunna avledas vid Granrisvägen ned mot Gällerstavägen till befintligt fuktigt område för att omhändertas före vidare avledning söderut. Ledningen har diametern 1200 mm och den ligger på nivå +54 meter och marknivån är mellan +57-58 meter. Vid Gällerstavägen dit vattnet föreslås ledas är den lägsta marknivån vid vägen +47 meter. Sträckan dit är cirka 180 meter vilket ger en lutning på knappt 4 %. Det är mer än tillräckligt för att leda dit dagvattnet med självfall, se Figur 23.

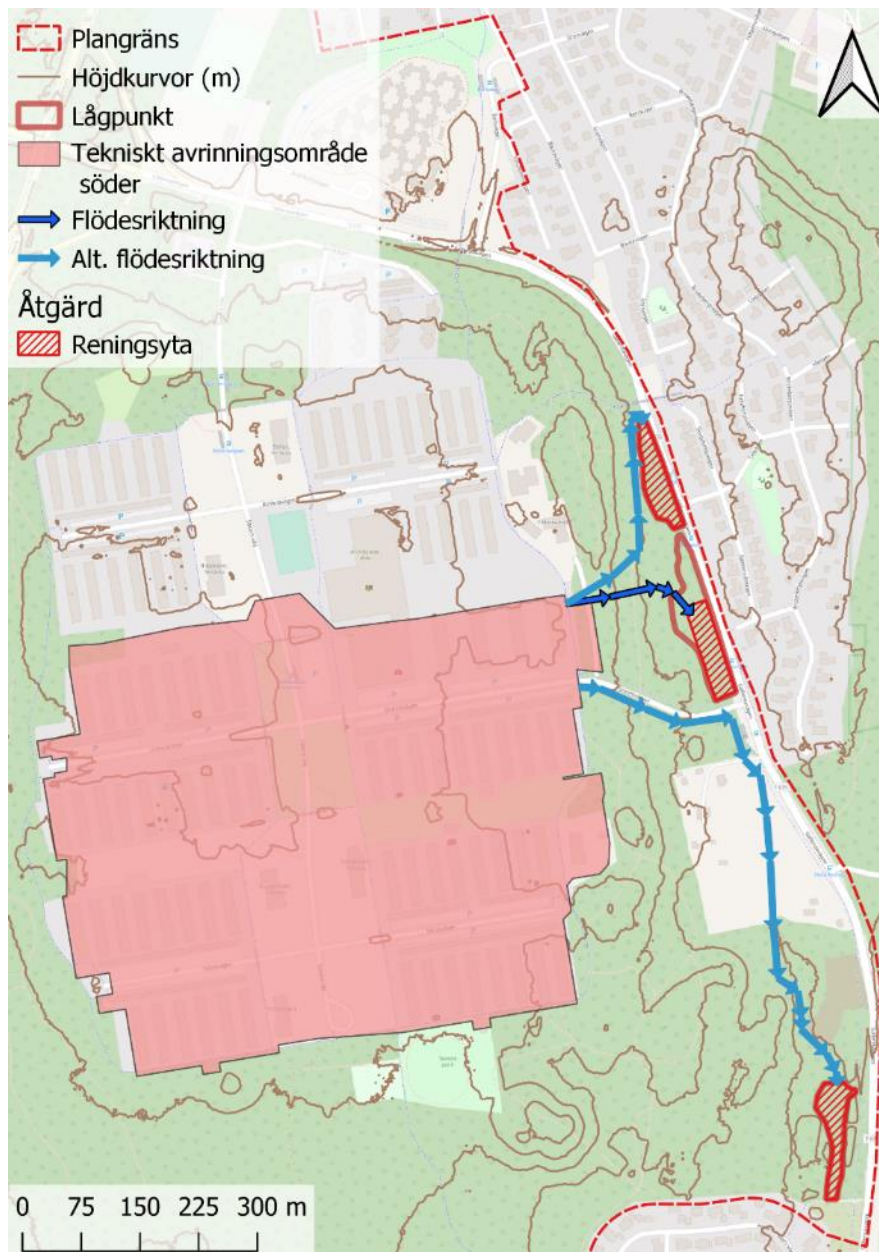
Området som kan avledas dit är cirka 35 hektar stort. Antaget en avrinningskoefficient på 0,5 ger det en reducerad (hårdgjord) yta på 18 hektar, se Tabell 5. Den föreslagna tillkommande bebyggelsen kommer inte att öka hårdgörningsgraden i och med att den tillkommande bebyggelsen sker på redan hårdgjorda ytor i form av parkeringar och garage. För att få en bra rening bör en damm ha en yta motsvarande ca 1-2 % av den reducerade ytan, se avsnitt 5.1. Antaget den större ytan för att få till en bra rening, krävs en yta på 3500 m². Till det tillkommer slänter m.m. Den aktuella ytan är utritad i Figur 23, där även ytan som avleds dit finns med.

Ett annat sätt att räkna på storlek för omhändertagande av dagvatten är att rena och fördröja en viss mängd nederbörd. Om 20 mm nederbörd kan renas och fördröjas innebär det att ca 90 % av årsnederbörden kan omhändertas. För detta område skulle det motsvara en volym dagvatten på 3500 m³. Om reglervolymen är 1 meter på dammen kan denna volym fördröjas. Tanken är att förstärka /bygga om den befintliga våtmarken och eventuellt göra en del av den till en damm. På platsen för den föreslagna våtmarken har bebyggelse planerats, det östra området, se vidare avsnitt 6.3.5. Bebyggelsen bör ligga längre upp på slänten och dagvattnet från den kan också omhändertas i dammen om den görs något större.

Alternativ placering till området norr om korsningen Gällerstavägen/Granrisvägen är ett område strax norr om eller ett område längre nedströms strax norr om bostadsområdet Norra Bro, se Figur 23. Båda ytorna är cirka 3500 m² stor. Det har inte skett något platsbesök på platsen vilket innebär att lämpligheten för att rena och fördröja dagvattnet där är osäkert. Höjdmässigt bedöms att vattnet kan avledas till de båda platserna.

Tabell 5. Områden med befintlig bebyggelse som kan avledas till dammar och ytbehov för att rena dagvattnet.

Nuläget	Yta m ²	Yta Ha	Avr koeff -	Red. area m ²	2% m ²	20 mm m ³
Södra Brickebacken	354 061	35	0,5	177 031	3 541	3 541
Hela Brickebacken	530 035	53	0,5	265 018	5 300	5 300



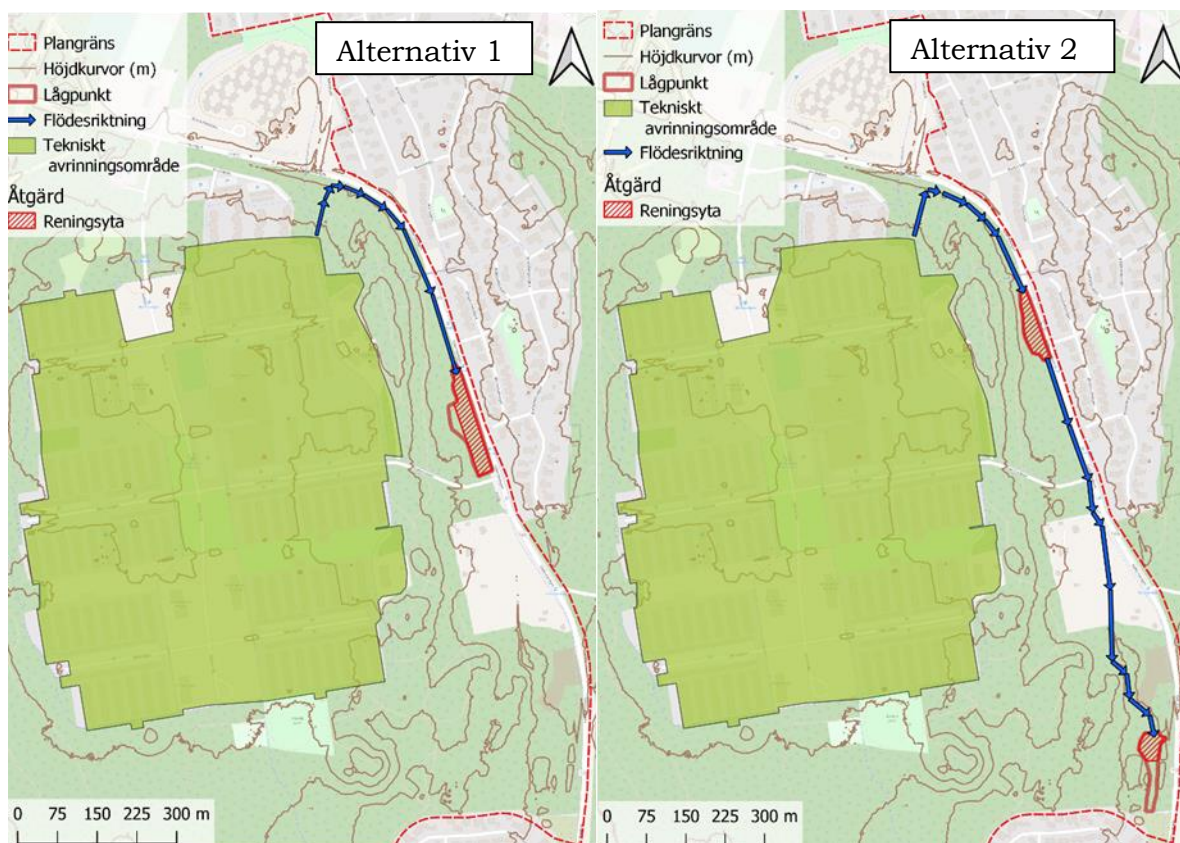
Figur 23. Förslag på avledning av dagvattennät från den södra delen av Brickebacken till en yta på 3500 m² i öst längs Gällerstavägen för rening och fördröjning av dagvattnet. Figuren visar även två alternativa reningsytor med flödesvägar.

6.2.2 Hela Brickebacken

Det kan även vara möjligt att avleda hela det befintliga Brickebacken till den föreslagna ytan vid Gällerstavägen, alternativ 1. Det kan ske genom att öppna upp ledningen längre norrut innan den går under Gällerstavägen. Dagvattenledningen är 1200 mm i diameter. Mellan kvarteren Björkstammen och Enriset ligger ledningen på +53 meter och marknivån är +56-57 meter. Längs med Gällerstavägen ligger diket på nivå +50 meter och avståndet dit är 120 meter. Nivåskillnaden på 3 meter ger en lutning på 2,5 % vilket också är tillräckligt för att avleda vattnet ytledes dit. Dagvattnet föreslås avledas i diket på den västra sidan av Gällerstavägen. Nivåskillnaden ner till dammen är 3 meter och avståndet cirka 450 meter. Det ger en lutning på cirka 0,67 %, vilket bör fungera, men är något knappt. Diket kan behöva breddas och fördjupas för att kunna avleda större flöden. Storleken på dammen behöver vara 5300 m² för att rena och fördröja allt dagvatten från

Brickebacken, se Figur 24 och Tabell 5. Ett förslag är att bara avleda dagvattnet från den norra delen av Brickebacken denna väg och låta den södra gå ut längs med Granrisvägen som beskrivs i avsnitt 6.2.1.

Alternativ 2 är att placera våtmarken på en yta strax norr om den föreslagna ytan vid Gällerstavägen vilket möjliggör den planerade bebyggelsen i den östra delen. För att uppnå en tillräckligt stor yta behövs ytterligare en yta söder därom, vilken även föreslås för det södra området, se Figur 23. För att veta hur mycket vatten som verkligen avleds genom ledningen innan arbetet går vidare med detaljprojektering är det bra att mäta flödet under något år.



Figur 24. Förslag på avledning av dagvattennät från hela Brickebacken till en yta på ca 6000 m² för rening och fördröjning av dagvatten. Till vänster är alternativ 1 med reningsyta längs Gällerstavägen och till höger alternativ 2 med reningsyta vid Gällerstavägen samt norr om Norra Bro.

6.2.3 fördelar-nackdelar

Om dagvattnet från den befintliga bebyggelsen avleds söderut i stället för norrut avlastas det befintliga dagvattenledningsnätet inne i Örebro, vilket då kan nyttjas för tillkommande bebyggelse inne i Örebro. Det kan vara en nackdel att avleda mer dagvatten söderut då det ökar flödesbelastningen nedströms. Dagvattnet kommer att fördröjas före avledningen och reglerbrunnar kan säkerställa att flödet inte bli så kraftigt. Påverkan på diktningföretaget behöver utredas närmare, se avsnitt 8.2. Vid stora regn kan dagvattnet fortsatt brädda norrut genom befintligt ledningsnät. Att anlägga dagvattendammar och våtmarker innebär en kostnad, men åtgärder för att rena dagvattnet är nödvändigt för att kunna uppnå MKN i recipienten.

6.2.4 Modellering av dikningsföretaget

För att utreda om det är möjligt att avleda renat dagvatten från Brickebacken söderut till dikningsföretaget har en flödesmodellering utförts i programmet Hec-Ras. Det beskrivs i bilaga 3. Vid höga flöden riskerar diket att svämma över. Områdena uppströms och nedströms påverkas också av ökade flöden varför en modellering för hela avrinningen bör genomföras, se avsnitt 8.2 och bilaga 3.

6.2.5 Att utreda vid fortsatt arbete

- Montera en flödesmätare i slutet av 1200 mm ledningen där man önskar avleda vattnet för att se vilka verkliga vattenflöden som uppkommer i ledningen under cirka ett år.
- Längs med Gällerstagvägen på platsen för den föreslagna dammen finns det en vattenledning och eventuellt en gasledning. Det behöver utredas närmare om dessa går att flytta på, gäller även om det ska byggas hus i området.
- Hur markförhållandena är på de föreslagna platserna för dammar/våtmarker. För att utreda det krävs en geoteknisk undersökning. Vid Gällerstavägen där det finns risk för ras och skred är det extra viktigt med undersökning.
- För att kunna göra en fullständig bedömning av om det går att leda renat dagvatten från Brickebacken söderut behöver en modellering i en dynamiskmodell exempelvis Mike Urban eller Mike She genomföras. För att kunna sätta upp denna modell behöver ett antal inmätningar göras och nedanstående är några av dessa. Före inmätningarna bör de stämmas av med de som ska utföra modelleringen, se vidare bilaga 3.

6.3 Dagvatten från ny bebyggelse

För de områden som tidigare är skog och ska bebyggas är ett krav att flödet ut från området inte ska öka samt att föroreningsmängden inte ska öka för att inte riskera att MKN överskrids. Tre olika beräkningar har gjorts vilka delvis visar samma saker. Alla ytor och volymer finns i Tabell 6.

Yta på damm, 2%: En våtmark/damm som ska rena dagvatten behöver vara motsvarande 2 % av den hårdgjorda ytan, se avsnitt 5.1. Ytorna har ritats ut i Figur 25, Figur 26 och Figur 27.

Volym av 20 mm regn: Volymen som motsvaras av att 20 mm regn ska renas och även fördröjs har beräknats, se avsnitt 5.4. Den volymen vatten kan omhändertas i damm/våtmark, infiltrationsstråk, träd med skelettjordar, växtbäddar längs med gator. Denna volym motsvarar samma yta som behövs för en damm antaget ett djup på 1 meter.

Magasinsvolym: Magasinvolymen som behöver fördröjas för att inte öka flödet ut har beräknats enligt bilaga 1. Antaget en reglervolym på 1 meter har de ytorna ritats ut i Figur 25, Figur 26 och Figur 27. För att rena dagvattnet krävs mindre ytor, i de flesta fall hälften av fördröjningsytan.

Avledning av dagvattnet från de olika områdena bör i första hand ske ytligt med diken, infiltrationsstråk och krossdiken m.m. Detta för de har en större kapacitet än ledningar och kan därmed fungera som ytliga avledningsstråk vid stora regn. Där det inte är möjligt med ytlig avrinning kan ledningar användas. Inom Brickebacken är det på flera platser

möjligt att få upp dagvattnet till ytan igen från en ledning utan att pumpa det. Nedan beskrivs varje delområde för sig.

Tabell 6. Ytor för ny bebyggelse, rening i dammar/våtmark yta 2%, volym 20 mm och magasinvolym för att inte öka flödet ut.

Ny bebyggelse	Yta	Avri koeff	Redarea	Damm 2%	Rening 20 mm	Magasin fördröjning
Verksamhetsomr.	ha		ha	m ²	m ³	m ³
1.	1,37	0,5	0,7	137	137	280
2.	5,35	0,5	2,7	535	535	
3.	0,83	0,5	0,4	83	83	1888 *
4.	1,73	0,5	0,9	173	173	
5.	0,93	0,5	0,5	93	93	
6.	3,53	0,5	1,8	353	353	895
Verksamhet: Summa	13,7		6,9	1375	1375	3063
Västra	3,17	0,5	1,6	317	317	587
Norra	2,40	0,5	1,2	240	240	306
Grankottvägen	4,36	0,5	2,2	436	436	
Östra	2,82	0,5	1,4	282	282	533
Södra	21,08	0,5	10,5	2108	2108	5200

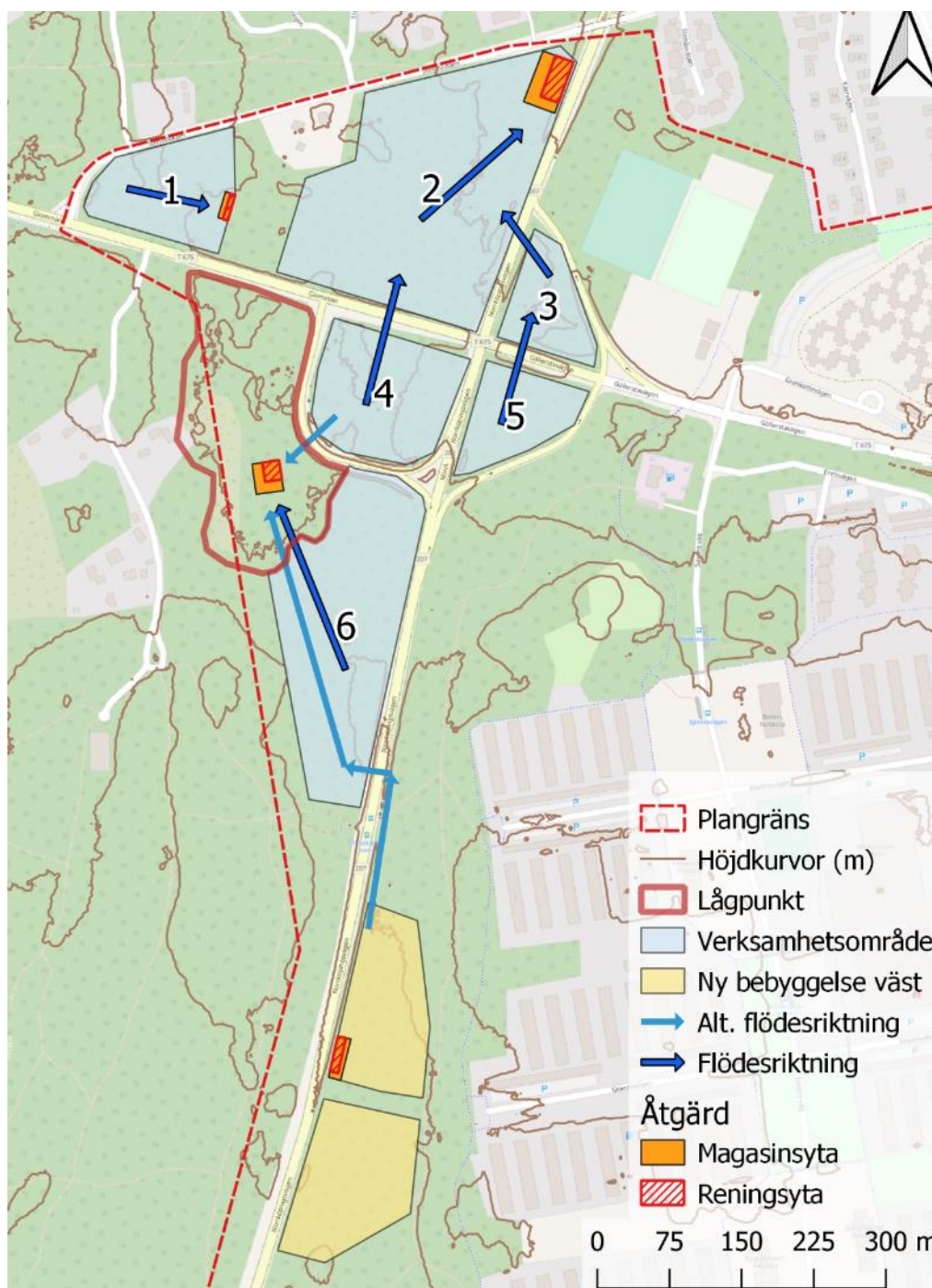
* Volym som behövs för verksamhetsområdena 2,3,4 och 5.

6.3.1 Verksamhetsområdet i norr

Det föreslagna verksamhetsområdet i nordväst delas upp av vägar i mindre delar. De har numrerats för att beräknas och beskrivas var för sig, se Figur 25. Den del som inte bör bebyggas har räknats bort. För verksamheter ska de, enligt kommunen, rena och fördröja dagvattnet ned till motsvarande hushållsnivå, resterande reningsbehov ansvarar VA-huvudmannen för. Därför har de beräknats med avrinningskoefficient 0,5. Det finns i nuläget inget dagvattenledningsnät inom området. I planprogrammet anges att gröna ytor ska bevaras i verksamhetsområdet, dessa kan användas för samlad dagvattenhantering av VA-huvudmannen. Längs med större vägar kan infiltrationsstråk med öppna diken anläggas och på gröna ytor kan stora flöden fördröjas. Om delar av området fylls upp kan underliggande makadamfyllning nyttjas för fördröjning av stora flöden. Beroende av hur området utformas kan andra lösningar användas. Varje delområde beskrivs nedan.

1. Området kan avledas till naturmarken som ligger öster därom och vattnet kan renas och fördröjas där innan det avleds vidare norrut. För att inte öka flödet ut behöver 280 m³ fördröjas, för rening krävs en yta på 140 m², se Tabell 6.
2. Hela området lutar naturligt åt nordöst från + 53 meter till + 46 meter i korsningen Stenåsvägen/Norrköpingsvägen. För att samla åtgärderna föreslås att dagvattnet från område 3, 4 och 5 leds in till område 2 och hanteras gemensamt där. Den totala magasinvolymen för alla områden är 1900 m³. För att rena dagvattnet krävs en yta på cirka 900 m², se Tabell 6.
3. Detta område kan troligen avledas under Norrköpingsvägen, till en gemensam åtgärd på område 2, se ovan.

4. Detta område kan troligen avledas under Glomman, till en gemensam åtgärd på område 2, se ovan. Det kan också gå att leda in det till den föreslagna våtmarken i väster dit också område 6 ska avledas.
5. Detta område kan troligen avledas under Glomman in i område 3 och vidare till en gemensam åtgärd på område 2, se ovan.
6. Detta område har minskat i storlek på grund av att det är låglänt med stående vatten. Den del som är kvar är cirka 3,5 hektar och kan avledas till våtmarken. Uppskattningsvis 900 m³ vatten behöver fördröjas och en yta på 350 m² behövs för rening, se Tabell 6.



Figur 25. Åtgärdsförslag för verksamhetsområdet i nord med de sex olika områdena numrerade samt ny bebyggelse i väst. Se Tabell 6 för renings- och magasinsytor.

6.3.2 Västra

För det västra området intill Norrköpingsvägen behöver knappt 600 m³ vatten fördröjas, se Tabell 6, vilket kan ske inom området genom en våtmark längs med Norrköpingsvägen, se Figur 25. Ett alternativ är att dagvattnet avleds under Norrköpingsvägen och genom verksamhetsområde 6 vidare till våtmarken i norr. Där finns det gott om utrymme att rena och fördröja dagvattnet. Hur passagen ska ske under Norrköpingsvägen är osäkert. De lägsta punkterna inom det västra området är på 59 meter över havet och lågpunkten vid Norrköpingsvägen är på 55 meter över havet. Avståndet är cirka 600 meter vilket ger en lutning på 0,66 %. Det är tillräckligt för att avledas i ett öppet stråk, men behöver utredas ytterligare för att säkerställa att det verkligen fungerar med den planerade utformningen. Ytterligare ett alternativt är att anlägga infiltrationsstråk inom området längs med lokalgatorna, se exempel i avsnitt 5.3. De skulle kunna anläggas längs med lokalgator i området. Antaget ett vattendjup på 20 cm och en bredd på 2 meter skulle en längd på knappt 800 meter infiltrationsstråk behövas. Det motsvarar två längder av den föreslagna ytan från norr till söder. Ytterligare cirka 270 m³ behöver fördröjas för att inte öka flödet ut från området.

6.3.3 Norra

Det område som är längst till väster är redan bebyggt med en bensinstation och mindre verksamheter därför blir fördröjningskravet något mindre än för de helt obebyggda områdena, 306 m², se Figur 26 och Tabell 6. De två övriga områdena är i nuläget obebyggda. Detta område kan avledas söderut längs Gällerstavägen till någon av de föreslagna våtmark/dammarna i öster. Ett alternativ skulle kunna vara att det renas och delvis fördröjs inom området med exempelvis ett infiltrationsstråk, se avsnitt 5.3. I dessa kan cirka 20 cm vatten fördröjas på ytan vilket innebär att ytan som behövs ökar från 240 m² till 1200 m². Med en bredd av 2 meter behöver de vara 600 meter långa. Ytterligare 66 m³ vatten behöver fördröjas.

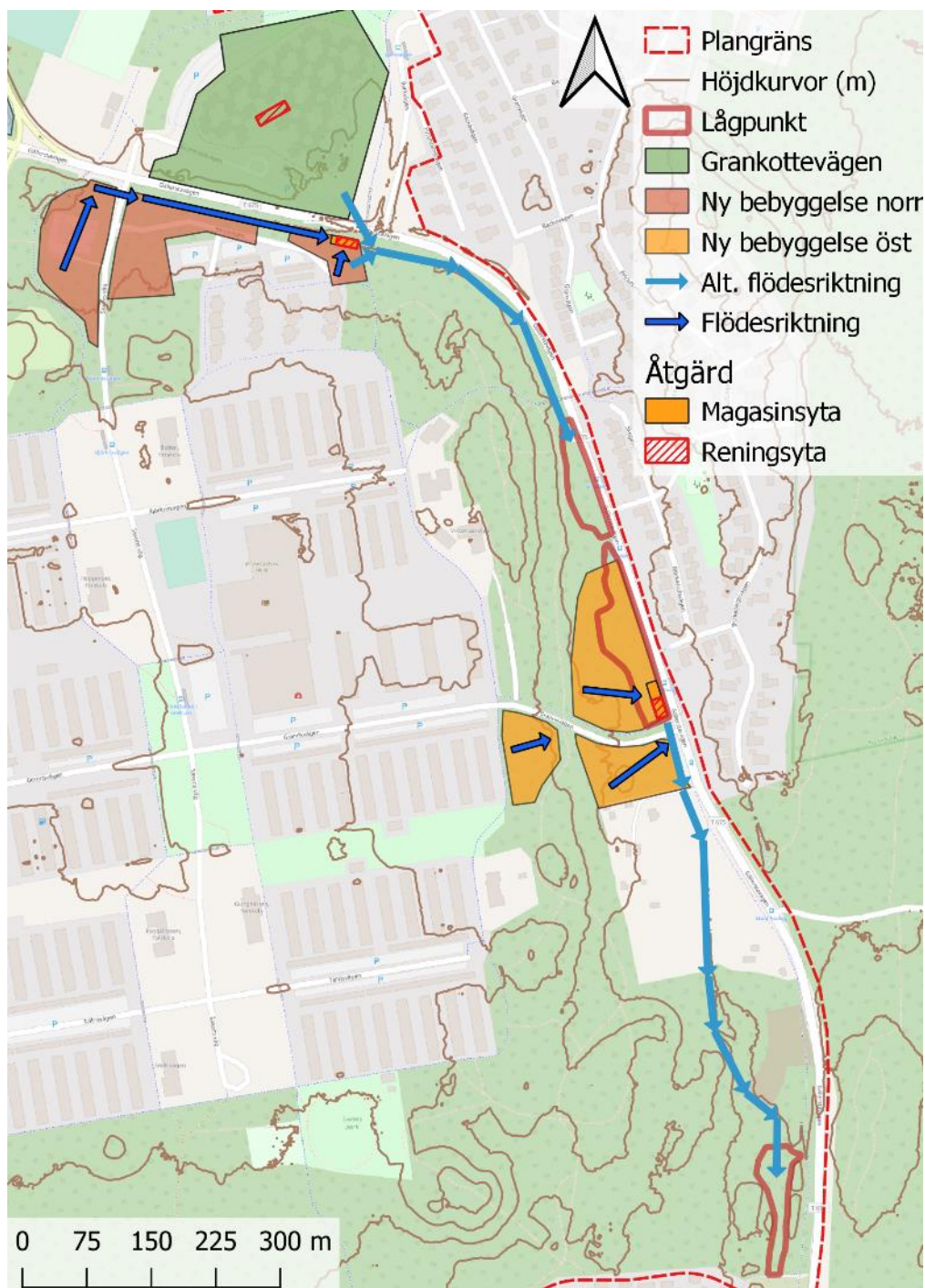
6.3.4 Grankottvägen

Detta område är redan i nuläget bebyggt med flerfamiljs hus/studentbostäder. De ska rivas och ersättas med ny bebyggelse i form av flerfamiljshus och även en större bussgata genom området. I nuläget avleds dagvattnet i ledningar norrut till Svartån. I och med att området redan är bebyggt finns det inga krav på att fördröja vatten däremot är det alltid önskvärt att dagvattnet fördröjs om det är möjligt. Vid rening av dagvattnet sker alltid en viss fördröjning också. Hela området är förhållandevis plant varför det kan bli svårt att leda dagvattnet till en samlad lösning. Förslagsvis anläggs infiltrationsstråk, träd med skelettjordar eller växtbäddar längs med planerad huvudgatan där det mesta dagvattnet kan renas. I dessa kan cirka 20 cm vatten fördröjas på ytan vilket innebär att ytan som behövs ökar från 436 m² till 2180 m². Med en bredd av 2 meter behöver de vara totalt 1090 meter långa. Därefter kan överskottsvattnet avledas till befintligt ledningsnät. Ett alternativ är att dagvattnet avledas söderut under Gällerstavägen och sedan vidare söderut till våtmark längs vägen, se Figur 26. För att avgöra om det är möjligt behöver höjderna utredas närmare.

6.3.5 Östra

Det östra området avrinner ned mot Gällerstavägen. Om det område som föreslås lämnas obebyggt bevaras som en våtmark kan dagvattnet från den tillkommande bebyggelsen renas och fördröjas där, se Figur 26. Även dagvattnet från den befintliga bebyggelsen i

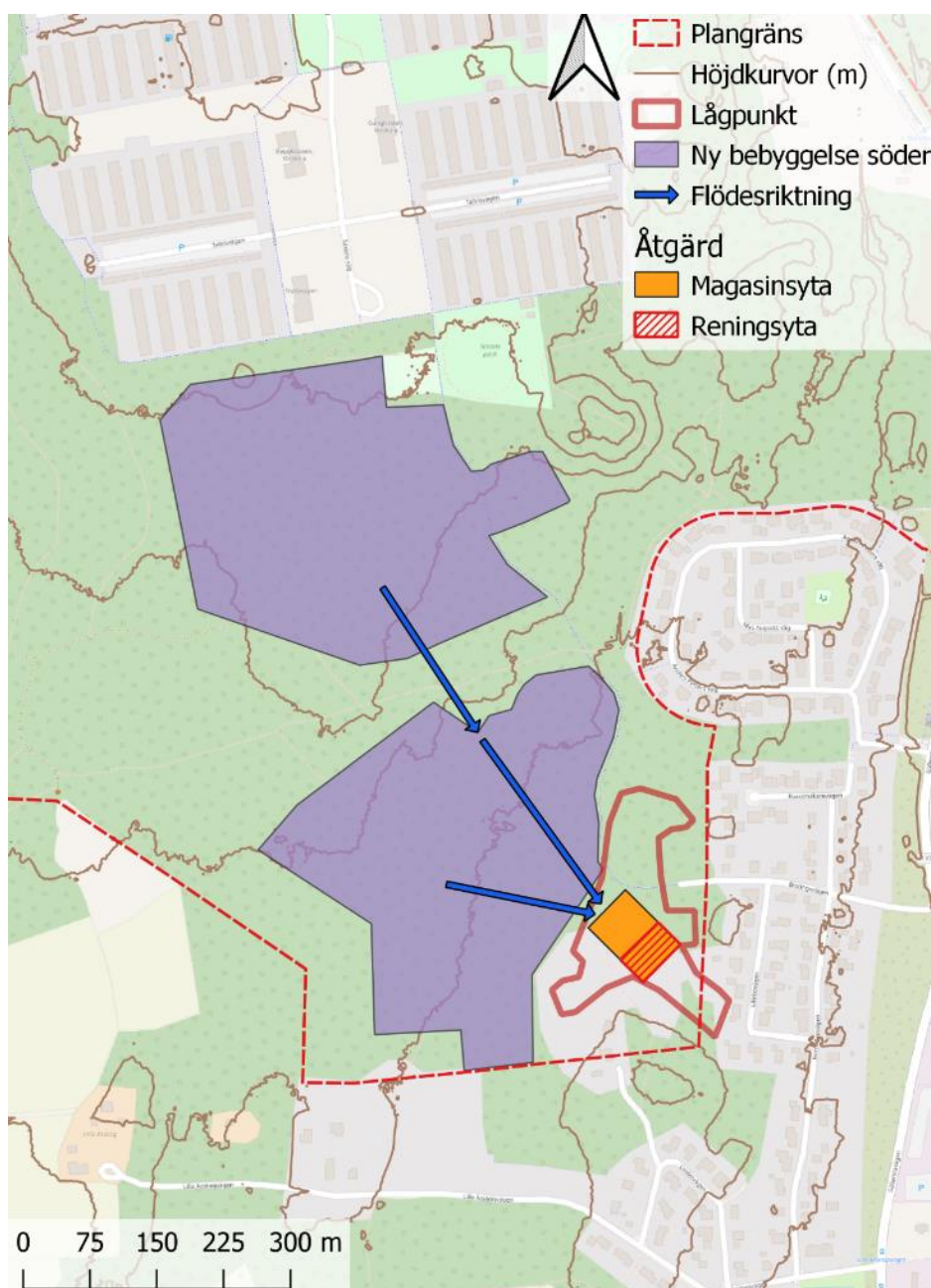
Brickebacken kan renas och fördröjas där. Om lågpunkten planeras att bebyggas behöver det utredas om det är risk att området översvämmas vid stora regn, se vidare avsnitt 8.1. Om en våtmark anläggs längre nedströms kan dagvatten från det östra området också omhändertas där. Det är osäkert hur lämplig den platsen är för rening och fördröjning av dagvatten i och med att inget platsbesök ännu har gjorts. Ett mer lokalt alternativ är att anlägga infiltrationsstråk, träd med skelettjordar, växtbäddar längs med lokalgatorna i området. I detta område är jordarten silt och lera vilket innebär att infiltration av dagvatten troligen är svårt.



Figur 26. Förslag för det nord östra området. Planerad ny bebyggelse med ytor för dagvattendammar som behövs för varje område, se Tabell 6. Figuren visar även alternativa ytor i lågpunkt samt flödesriktning.

6.3.6 De södra områdena

De två södra områdena som enligt planområdesprogrammet planeras att bebyggas kan båda avledas till den befintliga våtmarken i sydöst, se Figur 27. När den ytan som inte ska bebyggas enligt avsnitt 6.1 är borträknad är den totala ytan 21 hektar och den reducerade ytan är 10,5 hektar. Antaget en dammyta på 2 % behövs ca 2000 m² för rening innan dagvattnet leds söder. Enligt magasinsberäkningen behöver 5200 m³ fördröjas för att inte öka flödet ut. Det nuvarande våtmarksområdet som är ca 20 000 m² stort, vilket innebär att en dryg fjärdedel av området behöver nyttjas för dagvattenhantering. Våtmarksområde har en tydlig begränsning i och med att det är en ledning i utloppet. Det befintliga våtmarksområdet i söder förstärks och utformas för att rena och fördröja dagvatten. Det beror mycket på hur området utformas. Vissa delar kan troligen nyttjas som park, lekplats, idrottsplan som tål att översvämmas vid stora regn.

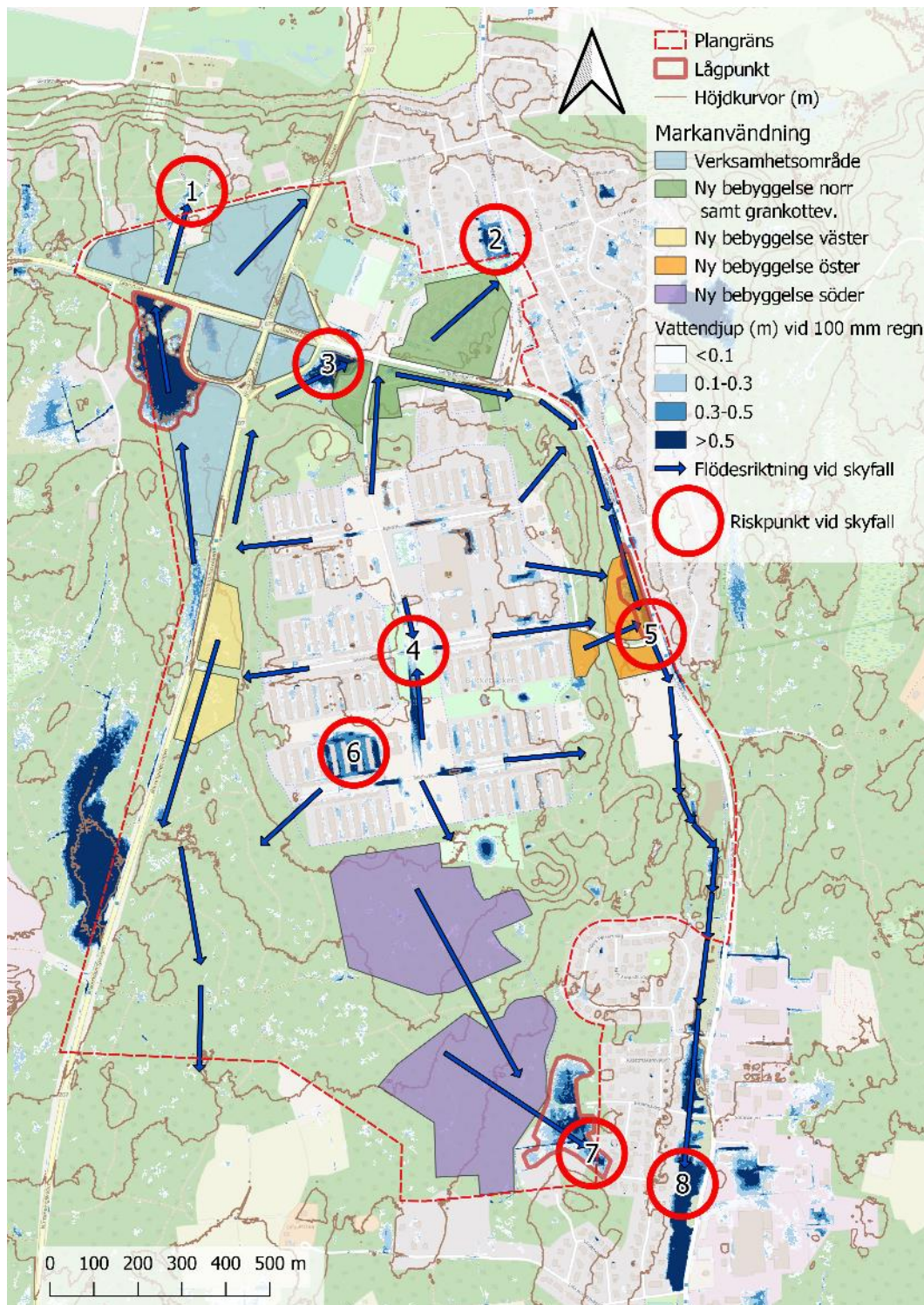


Figur 27. Förslag för de södra områdena. Planerad ny bebyggelse med ytor för dagvattendammar som behövs för varje område, se Tabell 6.

6.4 Extrema regn, 100-årsregn

Avrinningen vid extrema regn sker på ytan och det är därför viktigt att flödesvägarna är fria. I Figur 28 visas flödesvägarna vid extrema regn och de punkter där det finns risk för skada på bebyggelse eller marköversvämning, se beskrivning per delområde nedan. Samtliga områden behöver utredas närmare för att fastställa hur stor risk det är, se vidare avsnitt 8.1. Vid modellering för att utreda vilka ytor som översvämmas bör även dessa områden utredas ytterligare. Inom den planerade nybyggnationen är det viktigt att inte skapa nya instängda områden.

1. Utflödet från området går genom nära befintlig bebyggelse i form av villor och vid stora flöden finns det risk att det översvämmas.
2. Här är ett område utanför programområdet där det i nuläget översvämmas vid stora regn, om ytterligare vatten tillkommer finns det risk för ytterligare översvämning. Inom Grankottevägen, som avrinner till detta område, kommer bebyggelsen att ändras men hårdgöringsgraden kommer inte att öka vilket innebär att avrinningen inte ökar jämfört med nuläget.
3. Här finns det risk för översvämning om vattnet inte kan avledas genom GC-undergången.
4. Detta är en lågpunkt inom befintliga Brickebacken och extrema regn som inte ledningsnätet kan avleda innebär att vatten kan bli stående med risk att trafiken inte kommer fram på vägen.
5. Här samlas vatten vid stor nederbörd och om kulverten under Granrisvägen sätter igen.
6. Mellan husen samlas vatten vid stora regn, denna plats har inte undersökts närmare i nuläget men kan behöva göra det vidare.
7. Vid ett extremt regn finns det risk att den befintliga bebyggelsen översvämmas, detta bör utredas närmare i vidare arbete.
8. Avrinningen i diket söderut längs med Gällerstavägen påverkar avrinningen från planprogramområdet. Dikets kapacitet behöver säkerställas och trummornas kapacitet under vägarna genom inmätning och modellering, se avsnitt 8.1. detta för att undvika att det blir översvämmingar i områdets närhet.



Figur 28. Flödesvägar vid stora regn och områden där det finns risk för marköversvämningar och skador på byggnader.

7 Lagkrav

7.1 Vattenverksamhet

Ett område som är täckt med vatten vid högsta tänkbara vattenstånd klassas som ett vattenområde enligt 11 kapitlet i miljöbalken. De områden som kan vara aktuella i Brickebacken är område 1 och 5 i Figur 9. För att bygga i ett vattenområde krävs det tillstånd från mark och miljödomstolen. För att göra marken torr nog att bygga på behöver den markavvattnas. I Örebro kommun är det inte tillåtet med markavvattning, det går att ansöka om dispens från markavvattningsförbudet. Därefter får man ansöka om tillstånd till markavvattning.

7.2 Verksamhetsområde för dagvatten

Det är under vissa förutsättningar ett kommunalt ansvar att avleda och ta hand om dagvatten, en fråga som regleras i 6 § lag om allmänna vattentjänster, LAV. I bestämmelsen står att om det med hänsyn till skyddet för människors hälsa eller miljön behöver ordnas vattenförsörjning eller avlopp i ett större sammanhang för en viss befintlig eller blivande bebyggelse, skall kommunen upprätta ett verksamhetsområde. När det gäller dagvatten tillkommer även kravet på att det ska vara från ”samlad bebyggelse” som det står i 2 §. Någon direkt koppling till detaljplanlagda områden finns inte, även om sådana områden ofta i praktiken kan vara så tätt bebyggda att det innebär ett kommunalt ansvar.

Kommunens ansvar enligt 6 § LAV triggas igång om det inte, naturligt, går att ta hand om dagvattnet på den egna fastigheten eller på områden i omedelbar närhet till den egna fastigheten. Med naturligt avses att dagvattnet utan mänskliga åtgärder ska kunna avledas, tex genom infiltration i marken. Går det att lösa dagvattenfrågan på den egna fastigheten talar mycket för att det inte är ett kommunalt ansvar.

Lagtexten talar om miljö- eller hälsoskäl. Med miljöskäl menas att ett ökat dagvattenflöde kan leda till att grundvatten eller recipienter förorenas av smutsigt dagvatten, och hälsoskäl kan avse risk för att dagvatten kan förorena dricksvattentäkter/brunnar. När det gäller dagvatten kan även ökade vattenmängder, som leder/kan leda till översvämning, innebära hälsorisker om det finns hus som kan drabbas av mögel till följd av översvämningsskador.

I Brickebacken finns det förutsättningar för att kunna infiltrera en del av dagvattnet i marken, beroende av vilken infiltrationskapacitet som finns på olika platser. Området planeras att bebyggas med en förhållandevis tät bebyggelse i form av flerfamiljshus. För att kunna hantera dagvatten, upp till dimensionerande dagvattenregn, på respektive fastighet krävs goda infiltrationsbetingelser och relativt stora grönytor för att kunna omhänderta hela regnet utan påverkan på omgivningen. Med tanke på den planerade relativt täta bebyggelsen är det därför sannolikt nödvändigt med verksamhetsområdet för dagvatten för de nybyggda områdena i Brickebacken.

8 Ytterligare utredningar

8.1 Ytor som översvämmas

För att säkerställa hur stora ytor som verkligen översvämmas vid stora regn behöver trummorna under Glomman (område 1, se Figur 9), GC-vägen under Gällerstavägen (område 2) och Granrisvägen (område 3) läggas in i de modeller (Mike Urban och Mike She) som DHI har gjort skyfallsberäkningen i. Ledningen ut från område 5 som går i Lillebrovägen bör säkerställas att den är med i modellen. För att se hur avvattningen fungerar söderut i diket längs med Gällerstavägen vore det lämpligt att lägga in flera vägtrummor där vattnet nu dämmer upp. Detta bör göras i samråd med de (DHI) som gör modelleringen. I samband med denna modellering kan även ytorna som påverkas vid extrema regn utredas närmare.

8.2 Dikningsföretaget

Utifrån sektioner och djup har det i en modell beräknas vilket flöde som dikningsföretaget Norrabrobäcken är dimensionerat för. Det beskrivs i Bilaga 3. För att kunna göra en fullständig bedömning av om det går att leda renat dagvatten från Brickebacken söderut behöver en modellering i en dynamiskmodell exempelvis Mike Urban eller Mike SHE genomföras. Den behöver omfatta området från Brickebacken ut till Kvismare kanal. För att kunna sätta upp denna modell behöver ett antal inmätningar göras, se vidare bilaga 3.

8.3 Infiltration inom planområdet

För att kunna avgöra om det är möjligt med infiltration inom planområdet behöver markprover tas på de platser där infiltrationen ska ske. När utformningen har kommit längre kan provtagning ske på lämpliga platser.

8.4 Fortsatt planarbete

Fortsatt arbete kring placering och utformning av dagvattenlösningar bör ske tillsammans med planarkitekter och med trafikplanerare och landskapsarkitekter.

Referenser

- DHI, 2016. *Örebro detaljerad skyfallsberäkning*. Malmö, Nr. Version 1.0.
- LARM THOMAS och BLECKEN GODECKE, 2019. Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten. *Svenskt Vatten Utveckling Nr 2019-20*, s. 104.
- SCALGO, 2020. Scalgo Live [internet]. Tillgängligt: <https://scalgo.com/live/> [Hämtad 2020-1-29].
- SGU, u.å. SGUs Jordarter 1:25 000-1:100 000 WMS.
- SVENSKT VATTEN, 2011. *P 105 Hållbar dag- och dränvattenhantering*. Svenskt Vatten AB.
- SVENSKT VATTEN, 2016. *Publikation 110 Avledning av dag-, drän-, och spillvatten*. Stockholm: Svenskt Vatten.
- VISS, 2019a. *Svartån från Lindbacka till Hjälmarens - WA70693410/SE657201-146445*.
- VISS, 2019b. *Täljeån (Kvismare kanal) från Kumlaåns utlopp till Näsbygravens utlopp- WA25328463/SE656432-146732*.
- WRS, 2016. *Kostnadsberäkningar av exempellösningar för dagvatten*.
- ÖREBRO KOMMUN, 2019. *Planprogram för Brickebackenområdet- en naturnära stadsdel i utveckling*. Örebro, Planprogram.
- ÖREBRO LÄNSSTYRELSE, 2019. Webbkartan från Länsstyrelsen i Örebro Län [internet]. Tillgängligt: <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=f562080ed7e145219eef0a9354b4a21f> [Hämtad 2019-12-6].

Bilaga 1

Flödesberäkningar

Avrinningen före och efter omexploatering har beräknats enligt rekommendationer i publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016).

Flöden nuläge och framtid

För bestämning av dimensionerande flöden har den så kallade *rationella metoden* använts (Formel 1).

Formel 1. Rationella metoden, beräkning av dimensionerande flöde

Q_{dim} = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets area [ha]

φ = avrinningskoefficient [-]

$i(t_r)$ = dimensionerande nederbördsintensitet [l/s ha], beror på regnets återkomsttid

k_f = klimatfaktor [-]

$$Q_{dim} = A \cdot \varphi \cdot i(t_r) \cdot k_f$$

Rationella metoden är en statistisk överslagsmetod som lämpar sig för mindre områden (upp till cirka 50 hektar) med liknande rinntider inom området. Rinntiden i nuläget är olika beroende av hur långsamt vattnet avleds. I och med att det är mycket naturmark där vattnet avrinner långsamt (0,1 m/s) blir exempelvis inom det södra området tiden 133 minuter vilket för ett 50 års regn ger en regnintensitet på 50 l/s*ha. Rinntiderna för de olika områdena redovisas i **Tabell 7**. Efter utbyggnad har samtliga områden en rinnrid på 10 minuter. I P110 rekommenderas dock att minsta rinntid ansätts till 10 minuter och följaktligen också minsta dimensionerande varaktighet 10 minuter.

Avrinningskoefficienten (φ) talar om hur stor andel av nederbörden som avrinner och är indirekt ett mått på hur hårdgjort ett område är, där högre avrinningskoefficient innebär högre hårdgörningsgrad och högre andel avrinnande nederbörd. För tak är avrinningskoefficienten 0,9 och för grönytor 0,1. Den reducerade arean (A_{red}) är ett mått på andelen ”hårdgjord yta” och fås genom att multiplicera area (A) med avrinningskoefficient.

Enligt prognostiserade klimatförändringar kommer regn med högre nederbördsintensitet bli vanligare under perioden fram till år 2100. Därför rekommenderar Svenskt Vatten i publikation P110 (2016) att nya dagvattensystem dimensioneras med en klimatfaktor (k_f) på minst 1,25 för nederbörd med kortare varaktighet än en timme.

Enligt Svenskt Vattens publikation P110 (tabell 2.1) är branschstandard för dimensionering av nya dagvattenledningar för tät bostadsbebyggelse ett regn med en återkomsttid på 5 år vid fylld ledning och 20 år för trycklinje i marknivå.

Resultaten från beräkningarna med Formel 1 ses i Tabell 1. Rätt dimensionering av ledningsnät ligger under VA-huvudmannens ansvar.

Magasinsbehov

Fördröjningskravet är att det inte ska avrinna mer dagvatten från detaljplaneområdet vid ett 20-års regn i framtiden än vad det gör i nuläget. Magasinsberäkningar utifrån detta krav har beräknats enligt ekvation 9.1 i publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016) med värden från Tabell 7. Ekvationen är som följande:

Formel 2: Magasinsvolym beräknat med rationella metoden (ekvation 9.1 i P110)

V = specifik magasinsvolym [$\text{m}^3/\text{ha}_{\text{red}}$] (ha_{red} = reducerad area [ha])

i_{regn} = regnintensitet för aktuell varaktighet [l/s, ha]

t_{regn} = regnvaraktighet [min]

t_{rinn} = rinntid [min]

K = specifik avtappning från magasinet [l/s, ha_{red}]

$$V = 0,06 \left(i_{\text{regn}} \cdot t_{\text{regn}} - K \cdot t_{\text{regn}} - K \cdot t_{\text{rinn}} + \frac{K^2 t_{\text{rinn}}}{i_{\text{regn}}} \right)$$

Resultaten från beräkningarna med Formel 2 ses i Tabell 6 och Tabell 7 för nuläget v.s. efter utbyggnad. För att flödet vid ett 20-årsregn inte ska öka jämfört med flödet från nuläget krävs exempelvis en utjämningskapacitet på 1634 m^3 för verksamhetsområdena 2, 3, 4 och 5 vid ett konstant tappflöde med flödesregulator, d.v.s. att avtappningen sker med full kapacitet under hela tappfasen. För infiltrationsanläggningar sker en avrinning först när nederbördsintensiteten överstiger markens/anläggningens infiltrationskapacitet och när marken är mättad avtar infiltrationskapaciteten. För att räkna fram magasinsbehov vid dessa förutsättningar antas en tappning motsvarande den via rör eller överfall där full kapacitet inte erhålls initialt. Då multipliceras en så kallad reducerad flödesfaktor (vanligen 0,67) med maxtappflödet. En minskning av maxtappflödet ger i sin tur ett större erforderligt magasinsbehov exempelvis 1888 m^3 för verksamhetsområdena 2, 3, 4 och 5.

Enligt Svenskt Vattens publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016) är branschstandard för dimensionering av nya dagvattenledningar för tät bostadsbebyggelse ett regn med en återkomsttid på 5 år vid fylld ledning och 20 år för trycklinje i marknivå.

Tabell 7. Erforderlig magasinvolym för att flödet ej ska öka jämfört med innan exploatering vid 20-årsregn, med flödesregulator.

INNAN BYGGNATION												
Områden	Area [ha]	Φ [-]	Area _{red} [ha]	Rinsträcka (m)	Tid (min)	Regnint q20 (l/s)	q20 kf= 1 [l/s]	q20 kf= 1,25 [l/s]	Avtappning (l/s*ha)	Magasinsvolym (m3)	Avtappning *0,67 (l/s*ha)	Magasinsvolym flödesreg. (m3)
1. Verksamhetsomr	1,4	0,1	0,14	130	22	180	25,2	31,5	36	237	24,1	280
2, 3, 4, 5 Verksamhetsomr	8,8	0,1	0,88	470	78	74	65,1	81,4	14,8	1634	9,9	1888
6. Verksamhetsomr	3,5	0,1	0,35	350	58	91	31,9	39,8	18,2	776	12,2	895
Västra	3,2	0,1	0,32	250	42	116	37,1	46,4	23,2	505	15,5	587
Norra	2,4	0,3	0,72	340	57	93	67,0	83,7	55,8	244	37,4	306
Grankottevägen	4,4	0,5	2,2				0,0	0,0	0		0,0	
Östra	2,8	0,1	0,28	280	47	107	30,0	37,5	21,4	458	14,3	533
Södra	21,1	0,1	2,11	800	133	50	105,5	131,9	10	4506	6,7	5200
Summa	47,6	0,15	7				362	452		8360		9689
EFTER BYGGNATION												
Markanvändning	Area [ha]	Φ [-]	Area _{red} [ha]	Rinsträcka (m)	Tid (min)	Regnint q20 (l/s)	q20 kf= 1 [l/s]	q20 kf= 1,25 [l/s]	Magasinsbehov 20 mm [m3]	Damm yta 2% (m2)		
1. Verksamhetsomr	1,4	0,5	0,7	130	10	287	201	251	140	140		
2, 3, 4, 5 Verksamhetsomr	8,8	0,5	4,4	380	10	287	1263	1579	880	880		
6. Verksamhetsomr	3,5	0,5	1,75	350	10	287	502	628	350	350		
Västra	3,2	0,5	1,6	250	10	287	459	574	320	320		
Norra	2,4	0,5	1,2						240	240		
Grankottevägen	4,4	0,5	2,2		10	287	631	789	440	440		
Östra	2,8	0,5	1,4	280	10	287	402	502	280	280		
Södra	21,1	0,5	10,55	800	10	287	3028	3785	2110	2110		
Summa	47,6	0,5	23,8				6486	8108	4760	4760		

Bilaga 2

Indata och utdata från Stormtac

Tabell 8. Indata i Stormtac för respektive område (före respektive efter exploatering), markanvändning (ha).

Markanvändning	Flerfamiljshusområde	Skogsmark	Våtmark	Industriområde
Bef. Hela Brickebacken	53	0	0	0
Bef. Södra Brickebacken	35,4	0	0	0
Grankottev	4,4	0	0	0
Södra nu	0	21,1	0	0
Södra framtida	21,1	0	0	0
Östra nu	0	2,1	0,71	0
Östra framtida	2,8	0	0	0
Västra nu	0	3,2	0	0
Västra framtida	3,2	0	0	0
Verksamhetsomr. nu	0	13,7	0	0
Verksamhetsomr. framtida	0	0	0	13,7
Norra nu	0	1,4	0	1,0
Norra framtida	2,4	0	0	0

Tabell 9. Föroreningsmängder (kg/år) för respektive ämne från StormTac för nuläget för varje område. Observera att "befintliga södra Brickebacken" inte är med i totalsumma för respektive ämne med anledning av att det är en del av "befintliga hela Brickebacken".

	Föroreningsmängder nuläge, utan rening (kg/år)								Bef. Södra Brickebacken
	Bef. Hela Brickebacken	Verk.omr.	Västra	Norra	Grankottev.	Östra	Södra	Totalt	
P	42	0,34	0,079	1,2	3,4	0,13	0,52	47,67	28
N	330	5,9	1,4	8,4	27	2,4	9	384,10	220
Pb	2,5	0,042	0,0098	0,12	0,21	0,013	0,065	2,96	1,7
Cu	5,3	0,1	0,023	0,18	0,44	0,022	0,15	6,22	3,5
Zn	18	0,24	0,056	1,1	1,5	0,05	0,38	21,33	12
Cd	0,12	0,0015	0,00034	0,0057	0,0097	0,00039	0,0022	0,14	0,079
Cr	2,1	0,025	0,0059	0,055	0,17	0,0044	0,039	2,40	1,4
Ni	1,7	0,038	0,0089	0,069	0,14	0,0072	0,059	2,02	1,1
Hg	0,0046	0,00012	0,000027	0,00029	0,00037	0,000026	0,00018	0,01	0,003
SS	12000	190	43	400	1000	45	290	13968	8200
Oil	120	1,9	0,44	9,3	9,9	0,45	3	144,99	80
PAH16	0,1	0,00065	0,00015	0,0037	0,0083	0,0002	0,00099	0,11	0,067
BaP	0,0086	0,000065	0,000015	0,00057	0,00071	0,00002	0,000099	0,01	0,0057

Tabell 10. Föroreningsmängder (kg/år) för respektive ämne från StormTac för framtida läge för varje område. Observera att "befintliga södra Brickebacken" inte är med i totalsumma för respektive ämne med anledning av att det är en del av "befintliga hela Brickebacken".

	Föroreningsmängder framtida läge, utan rening (kg/år)								Bef. Södra Brickebacken
	Bef. Hela Brickebacken	Verk.omr.	Västra	Norra	Grankottev.	Östra	Södra	Totalt	
P	42	15	2,5	1,9	3,4	2,2	17	84	28
N	330	100	20	15	27	17	130	639	220
Pb	2,5	1,5	0,15	0,12	0,21	0,14	1	5,62	1,7
Cu	5,3	2,3	0,32	0,24	0,44	0,28	2,1	10,98	3,5
Zn	18	14	1,1	0,81	1,5	0,95	7,1	43,46	12
Cd	0,12	0,072	0,007	0,0053	0,0097	0,0063	0,047	0,27	0,079
Cr	2,1	0,69	0,12	0,093	0,17	0,11	0,82	4,10	1,4
Ni	1,7	0,85	0,1	0,077	0,14	0,09	0,68	3,64	1,1
Hg	0,0046	0,0036	0,00027	0,00021	0,00037	0,00024	0,0018	0,01	0,003
SS	12000	5000	740	560	1000	650	4900	24850	8200
Oil	120	120	7,2	5,5	9,9	6,4	48	317	80
PAH16	0,1	0,048	0,006	0,0046	0,0083	0,0054	0,04	0,21	0,067
BaP	0,0086	0,0074	0,00051	0,00039	0,00071	0,00046	0,0034	0,02	0,0057

Bilaga 3

Modellering av Norrabrobäckens dikningsföretag

Denna utredning syftar till att undersöka om det skulle vara möjligt att leda om dagvatten från befintlig bebyggelse inom Brickebacken till Norrabrobäckens dikningsföretag (1971). För att göra bedömningen har dikets dimensionerande flöde uppskattats med hjälp av hydraulisk modellering i HEC-RAS (HEC-RAS version 5.0.7).

HEC-RAS

Teoretiskt dimensionerande flöde beräknades för Norrabrobäckens dikningsföretag som sedan modellerades i HEC-RAS (HEC-RAS version 5.0.7). HEC-RAS är en två dimensionell hydraulisk modell som beräknar flöde i vattendrag. Dikningsföretaget omfattas av en syneförrättning kring dikets rensning för torrläggning av mark där ritningar av diket med tillhörande transekter användes (se Bilaga för ritningar). Totalt är diket 2,6 km långt och enligt ritningarna 50 m mellan varje dikestranspekt. Diket sträcker sig genom ett jordbrukslandskap med tillhörande bebyggelse. Modellen byggdes upp i HEC-RAS där dikets samtliga transekter med bland annat dikesbotten, släntlutning och marknivå angavs från ritningar. Varje transekts dikesbotten beräknades från given bottennivå och -lutningar så även marknivå från höjd i ritning. De höjder som är angivna i ritningarna från 1971 konverterades inte till dagens höjdsystem vid modellering då det inte fanns behov av korrigering av höjder med anledning av att ingen inmätning gjordes i fält.

Transekternas relation till varandra är rätt oberoende av valt höjdsystem, modellen beskriver hur diket ser ut teoretiskt i relation till de angivna höjderna i ritningarna. I modellen angavs Manning's n-värde (koefficient) till 0,05 i dikets botten och slänter enligt kategorin "Channels not maintained, weeds and brush" (Brunner, 2016) med antagandet att diket är bevuxet. Mannings koefficient beskriver det motstånd som uppstår i diket till följd av partiklar och vegetation. De angivna trummor enligt dikningsföretagets ritningar undantogs i modellen med antagandet att de är väl dimensionerade.

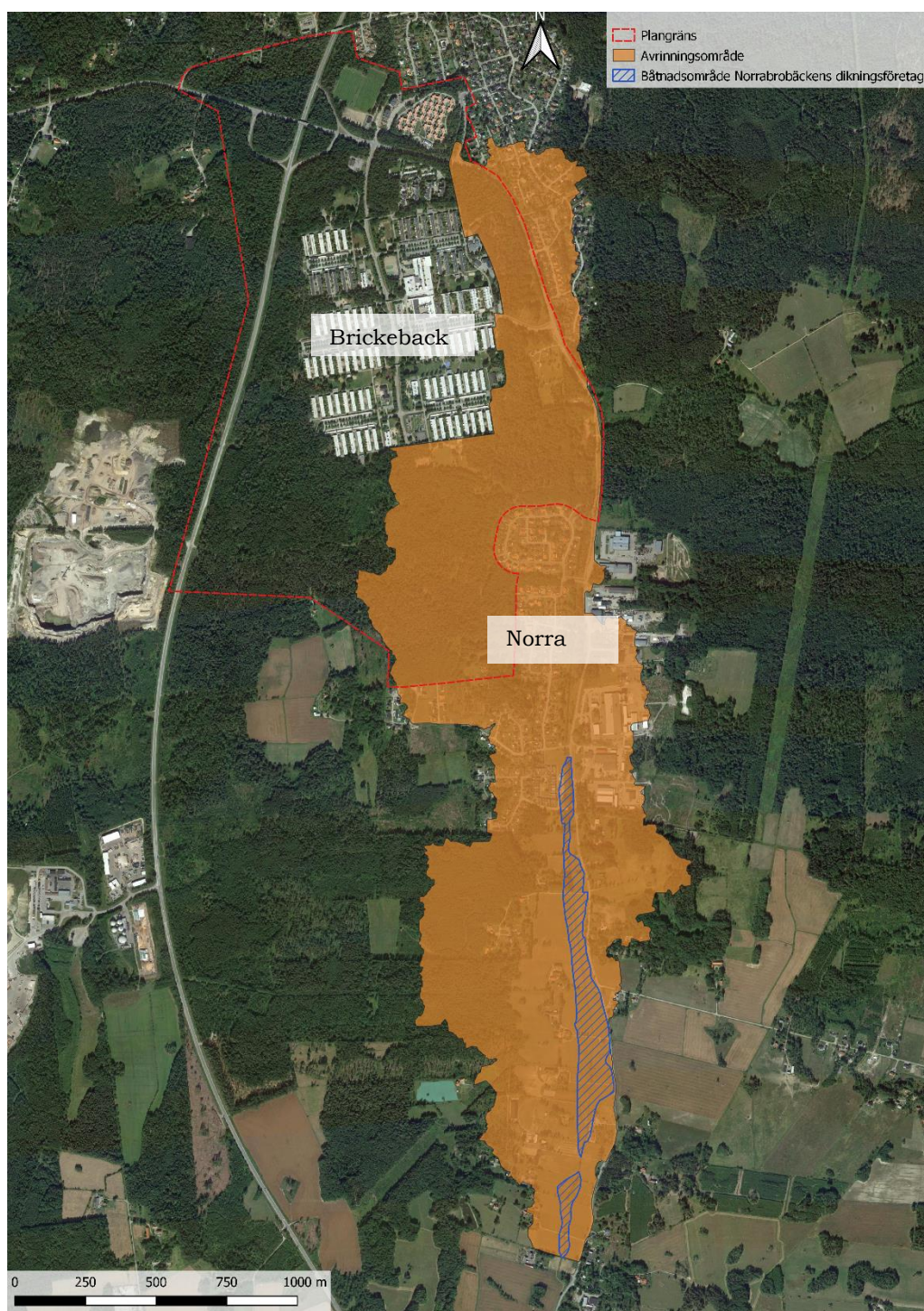
Flödesmodelleringen gjordes sedan med konstant flöde och dikets fall som "boundary condition".

Flödesberäkning och modellering

Medelhögvattenföring (MHQ) och högsta högvattenföringen (HHQ₅₀) med tiden 50 år beräknades enligt Vägverkets metodik för dagvattenflöden från naturmark, med formler enligt avrinningsområde med storlek mellan 1–10 km² (Vägverket, 2008).

Avrinningsområdet för diket bedömdes uppgå till 2,2 km² (Figur 29) med antagandet att avrinningsområdet består av naturmark. Vid beräkning av flöden bestämdes specifik medelvattenavrinning till 7 l/s*km² och en justeringsfaktor för MHQ bestämdes till 1,3 som sedan användes vid beräkning av HHQ₅₀ (Vägverket, 2008). MHQ och HHQ₅₀ beräknades till 0,24 m³/s respektive 0,95 m³/s för avrinningsområdet. Respektive flöde

användes i HEC-RAS modellen som ett konstant flöde för att utvärdera hur vattennivån ställer sig i dikets transekter.



Figur 29. Norrabrobäckens dikningsföretag av år 1971 båtnadsområde tillsammans med avrinningsområdet för diket och gränsen för planprogramområdet vid Brickebacken.

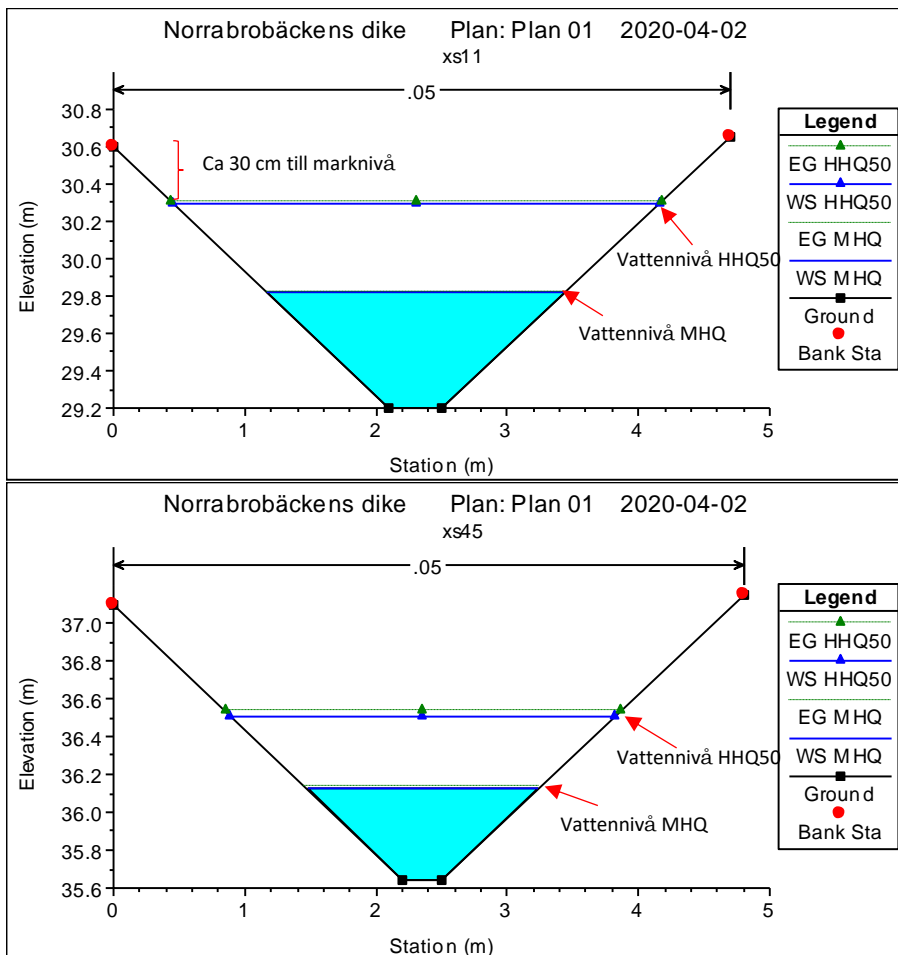
Analys av flödes modellering i HEC-RAS

Resultatet från HEC-RAS modelleringen med det lägre flödet $0,24 \text{ m}^3/\text{s}$ motsvarande medelhögvattenföring (MHQ) för avrinningsområdet (med naturmark) visar att samtliga (53 st.) transekter klarar att hålla den vattennivån som uppstår av flödet med relativt god marginal till dikeskrönet/marknivån (se Tabell 11 och Figur 30). Viktigt att notera är dock att vattennivån vid MHQ i några transekter (14, 15 och 38) är cirka 45-60 cm under nivån av fältkanten av angränsade åkrar (se Figur 31). Det innebär att diket teoretiskt inte klarar mycket högre flöden än det modellerade MHQ utan att försämra dräneringen på intilliggande åkermark och riskera att svämma över omkringliggande mark vid högre flöden. Påverkan på omgivningen behöver utredas ytterligare se nedan. På andra transekter är det mer än en meter upp till fältkanten. I Tabell 11 finns samtliga transekters vattennivå vid ett flöde motsvarande MHQ och HHQ₅₀ och vattennivåns avstånd till diket lägsta kant.

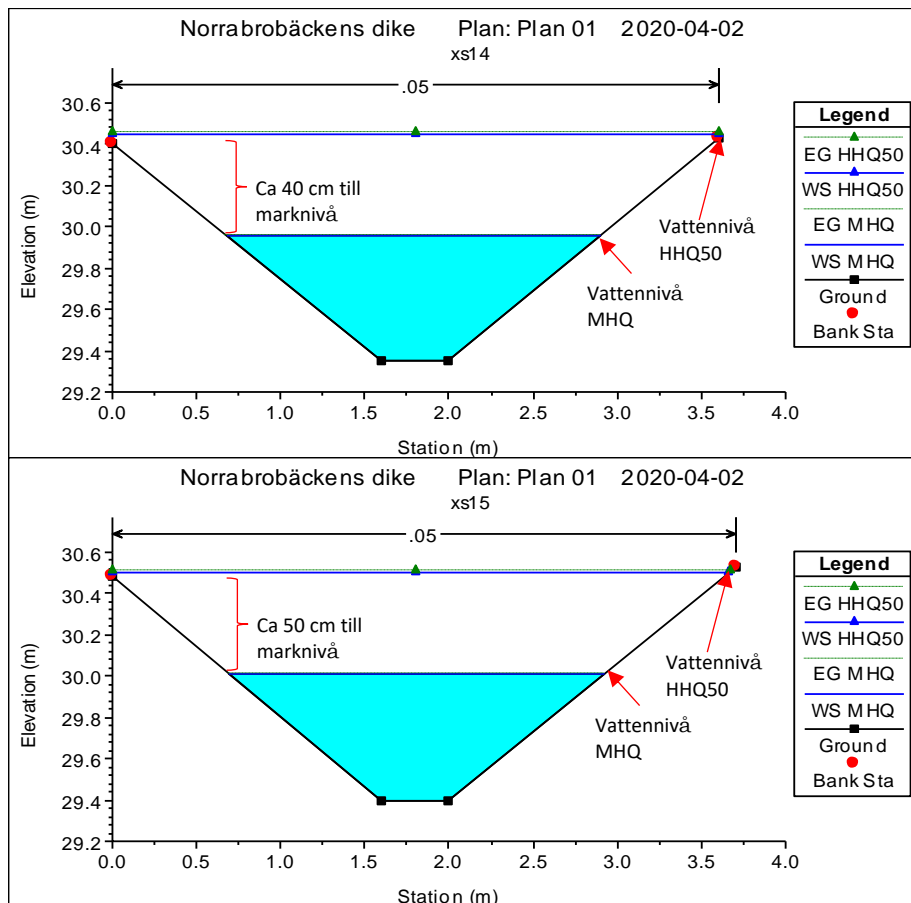
Vid modellering av det högre flödet $0,95 \text{ m}^3/\text{s}$ som skulle motsvara högsta högvattenföring med återkomst 50 år (HHQ₅₀) antaget att avrinningsområdet består av naturmark visar modelleringen att delar av diket inte klarar flödet och därmed skulle svämma över till omkringliggande mark (se Tabell 11 och Figur 31). För vissa delar av diket som inte svämmats över är vattennivåns marginal till marknivån endast ett par decimeter medan större marginal ses på andra delar. Figur 30 illustrerar hur vattennivån vid de båda flödena (MHQ och HHQ₅₀) är i två dikestransekter där MHQ har relativt god marginal till marknivån medan flöde motsvarande HHQ₅₀ innebär att vattennivån är nära marknivån. För vattennivå vid ett flöde motsvarande HHQ₅₀ för samtliga transekter, se Tabell 11. Att diket på vissa ställen går fullt vid ett högt flöde som HHQ₅₀ skulle eventuellt kunna accepteras men långa intervaller om det enbart är jordbruksmark som blötläggs och att inga byggnader och samhällsviktiga resurser riskeras.

Tabell 11. Norrabrobäckens dikes transekter med dikesbotten (DB) och lägsta dikeskant. Vattenytans nivå till den lägsta dikeskanten beskrivs för varje transekt vid flöde motsvarande MHQ (0,24 m³/s) och HHQ₅₀ (0,95 m³/s). Negativ vattennivå visar att vattennivån översvämmar transektens lägsta kant.

Avstånd från start (m)	transekt nr (xs)	DB	Lägsta dikeskant	Vattenyta (m) vid MHQ	Vattenytans avstånd (m) till dikeskant vid MHQ	Vattenyta (m) vid HHQ ₅₀	Vattenytans avstånd (m) till dikeskant vid HHQ ₅₀
0	1	28.7	30.5	28.94	1.56	29.19	1.31
50	2	28.75	30.5	29.29	1.21	29.67	0.83
100	3	28.8	30.6	29.38	1.22	29.78	0.82
150	4	28.85	30.63	29.44	1.19	29.87	0.76
200	5	28.9	30.65	29.5	1.15	29.94	0.71
250	6	28.95	30.75	29.56	1.19	30.01	0.74
300	7	29	30.9	29.61	1.29	30.07	0.83
350	8	29.05	31.08	29.66	1.42	30.13	0.95
400	9	29.1	31.2	29.72	1.48	30.19	1.01
450	10	29.15	30.9	29.77	1.13	30.24	0.66
500	11	29.2	30.6	29.82	0.78	30.3	0.3
550	12	29.25	30.55	29.87	0.68	30.35	0.2
600	13	29.3	30.5	29.91	0.59	30.4	0.1
650	14	29.35	30.4	29.96	0.44	30.45	-0.05
700	15	29.4	30.48	30.01	0.47	30.5	-0.02
750	16	29.45	30.65	30.06	0.59	30.55	0.1
800	17	29.5	30.78	30.12	0.66	30.61	0.17
850	18	29.6	30.83	30.17	0.66	30.66	0.17
900	19	29.7	31	30.25	0.75	30.73	0.27
950	20	29.8	31.2	30.34	0.86	30.81	0.39
1000	21	29.9	31.28	30.43	0.85	30.89	0.39
1050	22	30	31.38	30.53	0.85	30.98	0.4
1100	23	30.1	31.5	30.63	0.87	31.07	0.43
1150	24	30.25	31.65	30.74	0.91	31.18	0.47
1200	25	30.4	31.83	30.89	0.94	31.3	0.53
1250	26	30.55	31.98	31.03	0.95	31.44	0.54
1300	27	30.7	32.33	31.18	1.15	31.59	0.74
1350	28	31.05	32.73	31.42	1.31	31.79	0.94
1400	29	31.4	33	31.81	1.19	32.13	0.87
1450	30	31.75	33.38	32.14	1.24	32.49	0.89
1500	31	32.01	33.7	32.44	1.26	32.8	0.9
1550	32	32.27	33.78	32.7	1.08	33.06	0.72
1600	33	32.6	33.85	33	0.85	33.35	0.5
1650	34	32.93	34.1	33.34	0.76	33.68	0.42
1700	35	33.26	34.45	33.66	0.79	34.01	0.44
1750	36	33.59	34.85	33.99	0.86	34.34	0.51
1800	37	33.92	35.18	34.32	0.86	34.67	0.51
1850	38	34.34	35.3	34.71	0.59	35.04	0.26
1900	39	34.53	35.68	35	0.68	35.36	0.32
1950	40	34.72	36.1	35.18	0.92	35.56	0.54
2000	41	34.88	36.13	35.36	0.77	35.74	0.39
2050	42	35.07	36.35	35.54	0.81	35.93	0.42
2100	43	35.26	36.53	35.75	0.78	36.13	0.4
2150	44	35.45	36.83	35.94	0.89	36.32	0.51
2200	45	35.64	37.1	36.12	0.98	36.51	0.59
2250	46	35.81	37.18	36.3	0.88	36.69	0.49
2300	47	36.01	37.28	36.49	0.79	36.88	0.4
2350	48	36.27	37.48	36.72	0.76	37.1	0.38
2400	49	36.62	37.73	37.04	0.69	37.38	0.35
2450	50	36.97	38.13	37.4	0.73	37.74	0.39
2500	51	37.32	38.5	37.74	0.76	38.09	0.41
2550	52	37.67	38.88	38.09	0.79	38.43	0.45
2600	53	38.02	39.43	38.44	0.99	38.79	0.64



Figur 30. Resultat från HEC-RAS modellering i två dikestransekter (nr 11 och 45) i Norrabrobäckens dikningsföretag som visar vattennivå vid flöde MHQ ($0,24 \text{ m}^3/\text{s}$) och HHQ₅₀ ($0,95 \text{ m}^3/\text{s}$). MHQ har god marginal till marknivå medan vattennivån vid HHQ50 är cirka 30 cm (översta profilen) under marknivån i dessa dikestransekter.



Figur 31. Resultat från HEC-RAS modellering i två dikestranssektioner (nr 14 och 15) i Norrabrobäckens dike som visar vattennivå vid flöde MHQ ($0,24 \text{ m}^3/\text{s}$) och HHQ₅₀ ($0,95 \text{ m}^3/\text{s}$). MHQ är nära marknivån cirka 40-50 cm i dessa två transektioner medan HHQ₅₀ inte rymms i diket utan svämvas över till omkringliggande mark i dessa dikestranssektioner.

Diskussion

Vid analysen av modelleringen är det viktigt att beakta att resultatet endast beskriver ett teoretiskt förlopp med flertalet antaganden. Slutsatser från modelleringen är att diket teoretiskt klarar det beräknade MHQ ($0,24 \text{ m}^3/\text{s}$) dock är vattennivån i delar av diket nära marknivån. Bedömningen blir därmed att diket troligtvis inte har kapacitet att klara högre flöden utan att omkringliggande mark riskerar att blötläggas. Detta visas även vid modellering av HHQ₅₀ där vattennivån i vissa transektioner svämvas över diket. Att flödena är beräknade med antagandet att avrinningsområdet består av naturmark betyder att flödena sannolikt är underskattade då ingen hänsyn tagits till dagvatten från områden med högre hårdgörningsgrad som villaområdet i Norra Bro. De faktiska flödena förväntas således vara något högre än de modellerade. Därmed kan även de faktiska vattennivåerna förväntas vara något högre än de modellerade och utrymme för extra flöden därmed ännu mindre. I modellen antogs även att alla trummor som ingår i dikestranssektionen är väl dimensionerade och undantogs därmed från modelleringen. Skulle dock en eller fler av trummorna vara underdimensionerade och strypa flödet kan vattennivån på uppströms sida överstiga den modellerade. Det är även antaget att diket i verkligheten är anlagd enligt ritningarna och har rensats till ursprunglig nivå, vilket det inte är i nuläget.

I denna undersökning har enbart Norrabrobäckens dikningsföretag teoretiska dimensionerande flöde bedömts. Dikets kapacitet norr om dikningsföretaget vid Norra Bro där diket går igenom ett villaområde vet vi inget om i nuläget och om det området skulle kunna påverkas negativt av högre flöden. Direkt söder om Norra Brobäckens dikningsföretag ingår diket i ännu ett dikningsföretag (Bro-Gryts dikningsföretag, 1943) innan vattnet når dikningsföretaget i Kvismare kanal och slutligen Hjälmarens (se Figur 32). Även detta dikningsföretag får inte påverkas negativt och skulle behöva ingå i en framtida hydraulisk modellering.

Ytterligare utredningar

För att kunna göra en fullständig bedömning av om det går att leda renat dagvatten från Brickebacken söderut behöver en modellering i en dynamiskmodell exempelvis Mike Urban eller Mike SHE genomföras. Den behöver omfatta området från Brickebacken ut till Kvismare kanal. För att kunna sätta upp denna modell behöver ett antal inmätningar göras och nedanstående är några av dessa. Före inmätningarna bör de stämmas av med de som ska utföra modelleringen. Dessa inmätningar och modelleringar kan göras samtidigt som ytorna som översvämmas utreds ytterligare, se avsnitt 8.1 i rapporten.

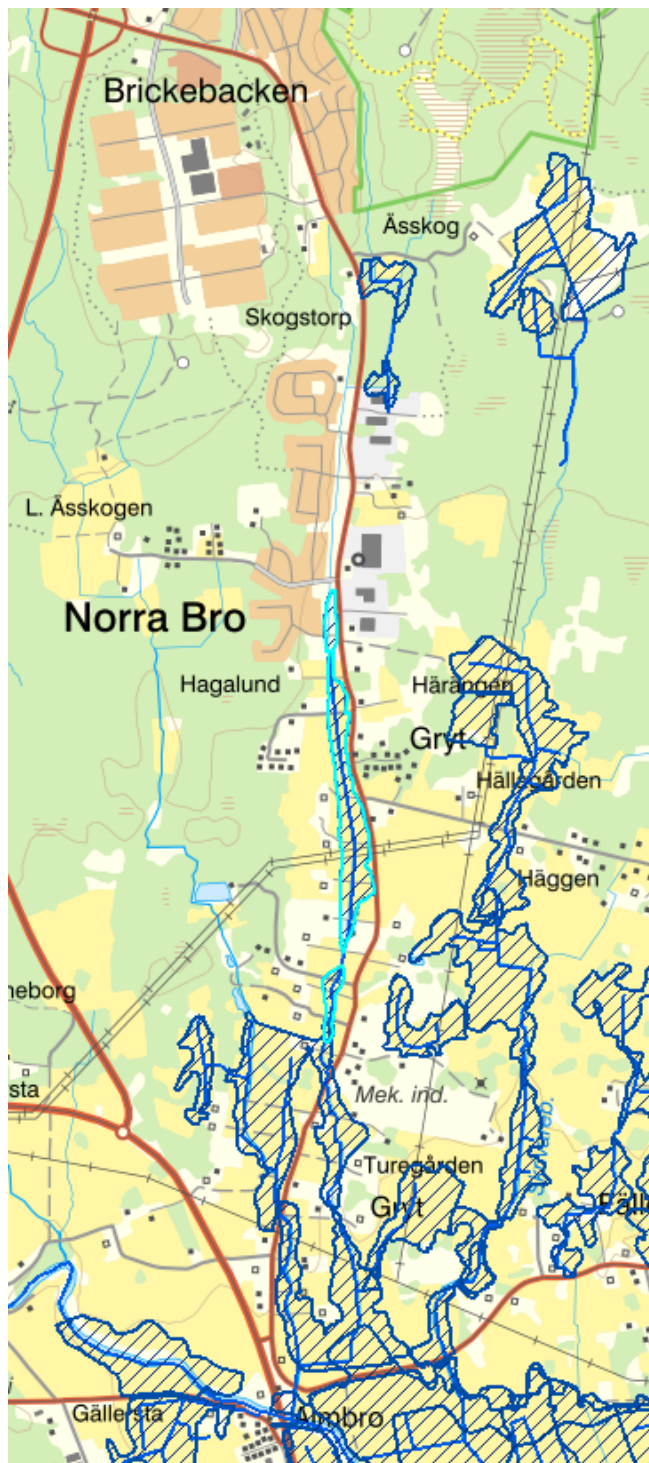
- Inmätningar av djup och bredd för diket mellan Granrisvägen och Norrabrobäckens dikningsföretag. I samband med det inventeras vegetation och en bedömning görs av påverkan på omgivningen vid en eventuell översvämning. En del av det diket går på privat mark.
- För diket inom dikningsföretaget bör en bedömning göras av påverkan på omgivningen vid en eventuell översvämning särskilt vid de transekter som riskerar att översvämmas.
- Samtliga trummor under vägar, nivå och dimension för diket söderut. Eventuellt andra nivåer i dikena nedströms.

Jenny Näslund, Dimitry Van der Nat och Sofia Åkerman

WRS AB

Referenser

- BRUNNER, W.G., 2016. *HEC-RAS River Analysis System Hydraulic Reference Manual*. Davis, CA: US Army corps of engineers hydrologic engineering center (HEC), Nr. Report CPD-69. Version 5.0.
- HECRAS VERSION 5.0.7, u.å. *HEC-RAS River analysis System*. US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center.
- VÄGVERKET, 2008. *VVMB 310 Hydraulisk dimensionering*. Vägverket, Nr. 2008;61.



Figur 32. Båtnatsområde och dike för Norra Broäckens dkningsföretag 1971 visas i ljusblått, söder därom ligger Bro-Gryts dkningsföretag av år 1943 innan vattnet når Täljeån (Kvismare kanal) och slutligen Hjälmarens. Källa: Webbkarta Länsstyrelsen i Örebro län.