

PM Dagvattenutredning

Göteborgs Stad

Dagvattenutredning Detaljplan för Östra Kålltorp

**2013-11-06
Halmstad**

Dagvattenutredning Detaljplan för Östra Kålltorp

PM Dagvattenutredning

| | |
|----------------|------------|
| Datum | 2013-11-06 |
| Uppdragsnummer | 1320002281 |
| Utgåva/Status | 2013-11-06 |

Carina Henriksson
Uppdragsledare

Ingemar Clementson
Handläggare

Lena Sjögren
Granskare

Ramboll Sverige AB
Strandgatan 3
302 50 Halmstad

Telefon 010 615 60 00
www.ramboll.se

Unr 1320002281

Organisationsnummer 556133-0506

Innehållsförteckning

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | Sammanfattning..... | 3 |
| 1.1 | Syfte | 3 |
| 1.2 | Underlag | 3 |
| 2. | Befintliga förhållanden..... | 4 |
| 2.1 | Områdesbeskrivning | 4 |
| 2.2 | Befintligt spill- och vattensystem | 4 |
| 2.3 | Befintligt dagvattensystem | 4 |
| 2.3.1 | Område 1..... | 5 |
| 2.3.2 | Område 2..... | 7 |
| 2.3.3 | Område 3..... | 8 |
| 2.3.4 | Område 4..... | 8 |
| 2.4 | Geoteknik | 9 |
| 3. | Framtida förhållanden..... | 10 |
| 3.1 | Områdesbeskrivning | 10 |
| 4. | Förutsättningarna för dagvattenhantering | 11 |
| 4.1 | Befintliga avrinningsområden | 11 |
| 4.2 | In- och utströmningsområden | 12 |
| 4.3 | Instängda områden olämpliga för byggnation | 13 |
| 4.4 | Markavvattningsföretag..... | 13 |
| 4.5 | Lämpliga ytor för fördröjning..... | 13 |
| 4.6 | Vegetation | 13 |
| 5. | Dimensionering..... | 14 |
| 5.1 | Förutsättningar för dagvattenavledning | 14 |
| 5.1.1 | Beräkning av dimensionerande regnintensitet..... | 14 |
| 5.1.2 | Beräkning av dimensionerande flöde | 15 |
| 5.1.3 | Beräkning av erforderligt behov av dagvattenutjämning..... | 16 |
| 6. | Förslag till dagvattenhantering | 17 |
| 6.1 | Område 1..... | 17 |
| 6.2 | Område 2..... | 17 |
| 6.3 | Område 3..... | 18 |
| 6.4 | Område 4..... | 19 |
| 7. | Dagvattenlösningar | 20 |
| | 23 | |
| 8. | Investeringskostnad | 25 |
| 9. | Drift- och underhållskostnader..... | 26 |

Bilagor

Bilaga 1: Befintligt. Översiktsplan, Skala 1: 1500 (A1)

Bilaga 2: Beräkning av dimensionerande regnintensitet

Bilaga 3: Beräkning av dimensionerande flöde

Bilaga 4: Beräkning av magasineringsbehov

Bilaga 5: Områdesindelning

Bilaga 6: Förslag på dagvattenavledning för område 1. Översiktsplan,
Skala 1: 1500

Bilaga 7: Förslag på dagvattenavledning för område 2. Översiktsplan,
Skala 1: 1500

Bilaga 8a: Förslag på dagvattenavledning för område 3. Översiktsplan,
Skala 1: 1500

Bilaga 8b: Förslag på dagvattenavledning för område 3. Översiktsplan,
Skala 1: 1500

Bilaga 9: Förslag på dagvattenavledning för område 4. Översiktsplan,
Skala 1: 1500

1. Sammanfattning

I samband med detaljplanarbetet för Östra Kålltorp har Ramböll Sverige AB fått i uppdrag av Göteborgs Stad att klarlägga förutsättningarna för dagvattenhanteringen för området. Detaljplanarbetet syftar till att ändra tidigare plan som innefattade uppbyggnad av sjukhus till bostadsändamål. Förutsättning finns för byggnation av cirka 400 nya lägenheter, cirka 150 nya studentlägenheter samt en skola. Området kommer att ingå i kommunens verksamhetsområde för vatten, avlopp och dagvatten.

I denna utredning föreslås dagvattenhanteringen för området ske lokalt inom delområden innan anslutning till befintliga och nya ledningssystem. På tomtmark skall dagvatten fördröjas. Detta föreslås ske i underjordiska magasin. Avrinningen idag sker åt olika håll och detta föreslås behållas.

Gatan för norra delen av utredningsområdet föreslås avvattnas norrut med nya diken med fördröjning utmed ny gata innan avledning till befintlig kombinerad ledning. Gatan för västra delen av utredningsområdet kan avvattnas med dagvattenbrunnar och ledningar till ett magasin som placeras i befintlig parkering innan anslutning till befintlig dagvattenledning i Sanatoriegatan. Andra alternativ finns även till detta område så som markränna och ledning av vatten genom stödmur med grön vägg. Östra och sydvästra delen av området föreslås avvattnas mot sydväst till befintligt dagvattensystem. Södra delen kan efter fördröjningsmagasin anslutas till dagvattenledning i Viringsgatan.

1.1 Syfte

Syftet med utredningen är att klarlägga förutsättningarna för en byggnation inom området. I bästa möjliga mån ska lösningar tas fram avseende lokalt omhändertagande och fördröjning av dagvatten för att minimera anläggandet av nya ledningssystem. Detta kommer leda till minskade framtida kostnader och miljöpåverkan.

1.2 Underlag

I arbetet med utredningen har nedan följande underlag använts. Observera att underlaget som använts för beräkning av flöden och magasinvolymerna är illustrationsunderlag från arkitekt och behöver möjligtvis justeras senare.

- Grundkarta från Göteborgs Stad.
- Kartor över befintliga ledningsnät.
- Illustrationsritning, koncept juli 2013, Liljewall arkitekter
- Program för Östra Kålltorp, samrådshandling oktober 2009, stadsbyggnadskontoret
- PM Geoteknisk utredning vilket inkluderar Bergab bergtekniska utredning (2012-02-28), Sweco Infrastructure AB, 2012-08-16
- Fältstudie 2013-08-22.

2. Befintliga förhållanden

2.1 Områdesbeskrivning

Utredningsområdet ligger cirka 4 km öster om Göteborgs centrum, mellan Kålltorp och Björkekärr (Bild 1). Området gränsar i norr till Torpagatan och i söder till ytor med skog och berg. I öster och väster angränsar utredningsområdet till befintlig bebyggelse som villor och skolor.

Området inkluderar skol- och förskolebyggnader, före detta Renströmska sjukhuset och grönområde med skog, berg och parker. Ytan är cirka 25 hektar. Befintliga marknivåer varierar mellan 55 och 70 meter och ligger 15 till 30 meter högre än bebyggelsen i väster men 20 meter lägre jämfört med bebyggelsen i öster.

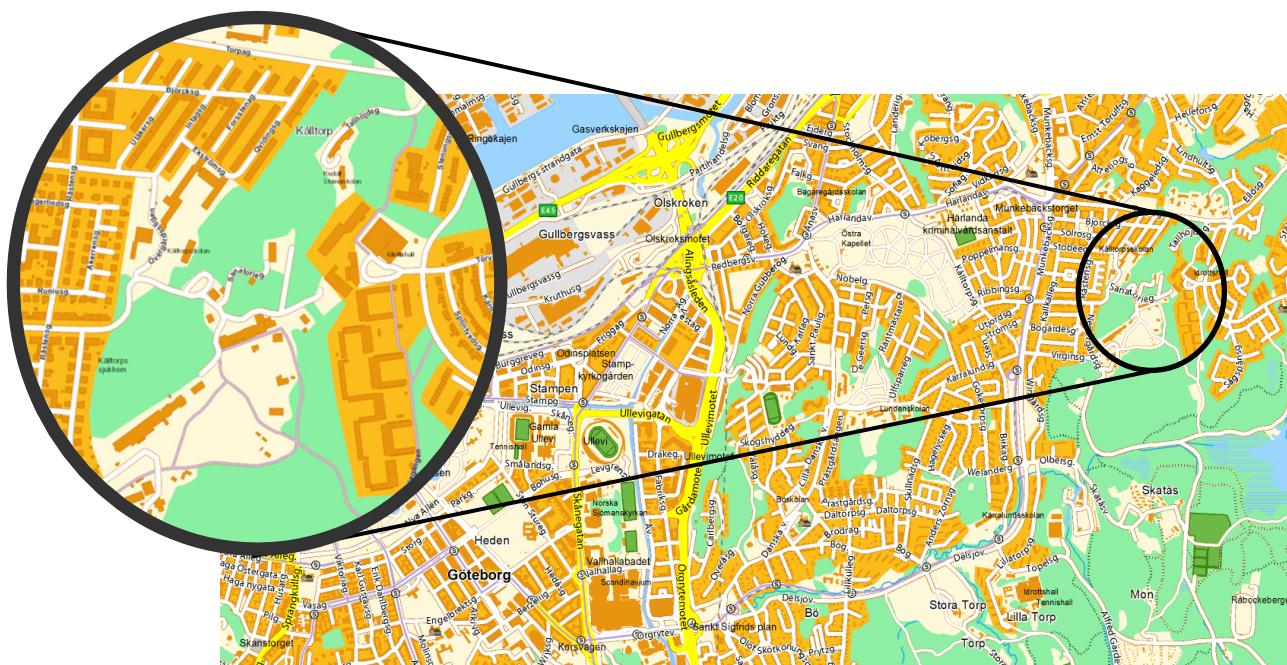


Bild 1: Översiktskarta där utredningsområdet är markerat.

2.2 Befintligt spill- och vattensystem

Kommunalt spill- och vattennät är utbyggt kring utredningsområdets sydvästra och norra delar och det finns möjlighet att ansluta utredningsområdet. Privata spill- och vattenledningar sträcker sig från de sydvästra delarna av området i nordöstlig riktning, se Bilaga 1.

2.3 Befintligt dagvattensystem

Inom området har de flesta byggnaderna stuprör från taken ansluten till mark en indikation på att det finns ett befintligt system för omhändertagande av dagvatten. Enligt VA-ritningar finns dagvattenledningar samt kombinerade ledningar i sydvästra delarna av utredningsområdet vid Kålltorp äldreböende. Dessa är utbyggda till före detta Renströmska sjukhuset vid Sanatoriegatan. Längs Sanatoriegatan finns ännu en dagvattenledning. Inga dagvattenledningar finns i den

nordligaste delen av utredningsområdet, men de bebyggda delarna runtom har kombinerat ledningssystem för dag- och spillvatten. Diken, dagvattenbrunnar och fördröjningsmagasin finns inom utredningsområdet, se Bilaga 1.

Utredningsområdet har delats in i fyra områden där exploatering sker, enligt Bild 2. Övriga delar av utredningsområdet redovisas inte eftersom inga förändringar som påverkar dagvattnet görs här.

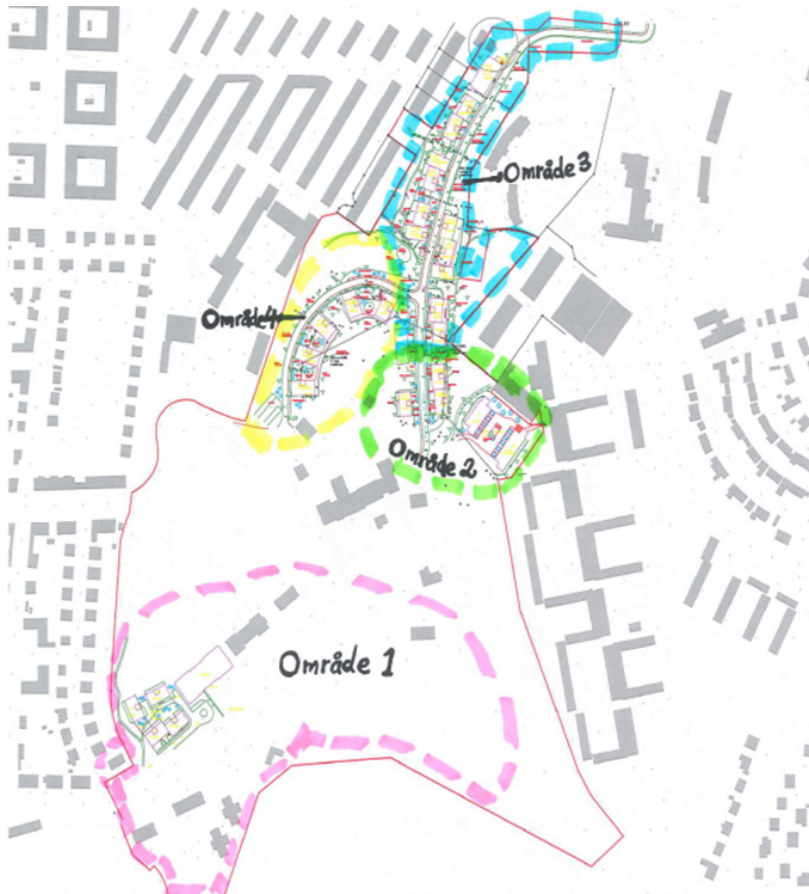


Bild 2: Områdesuppdelning inom utredningsområdet (röd heldragen linje).
Se även bilaga 5 för tydligare illustration.

2.3.1

Område 1

Sydvästra delen av Östra Kålltorp i området runt Kålltorps äldreboende finns ett antal dagvattenbrunnar samt en större kupolbrunn i gatan vid parkeringsplatsen samt vid entrén, se Foto 1. Dagvatten som kommer utifrån och in mot området tas omhand av befintliga dagvattenbrunnar och ledningssystem i öster och väster. I ett grönområde öster om Kålltorps äldreboende samlas vattnet i en dal och blir omhändertaget av ett ytligt dike/stenränna med ett fördröjningsmagasin under kopplat till dagvattenledningar, se Foto 2.

Det finns ett dike med broar över som rinner från söder norrut vid Parkskolan. Dikesbotten består av grovkornigt material som stenar och makadam.

Längs den asfalterade stigen i söder och sydöst sker avvattnings från de högre belägna gränsande områdena längs diken anslutna till kupolbrunnar, se Foto 3 och 4. En trumma leder vatten under en stigen i sydöstra delen, här finns även ett vattensjukt område (grodor, paddor, ansamling av vatten, kärrväxter).



Foto 1. Stor kupolbrunn vid parkeringsplatser i närheten av Kålltorps äldreboende i sydöstra delen av utredningsområdet



Foto 2. Stendike med magasin som leder till en stor kupolbrunn i dalen vid Kålltorps äldreboende



Foto 3. Dike längs asfalterad väg i södra delen av utredningsområdet



Foto 4. Igensatt dike kopplat till en gammal kupolbrunn i sydöst

2.3.2

Område 2

I den östra delen av området finns ett kortare dike längs en asfalterad yta (liten P-plats med mera) som går i riktning sydväst till en kupolbrunn och andra mindre dagvattenbrunnar. Vid parkeringsplatsen finns ett litet område där det finns risk att vatten ansamlas. En antydning till dike finns från vattendelaren i norra delen av området som leder sydväst, se vattendelare i Bild 4.

2.3.3

Område 3

Uppsamling för vattnet som rinner norrut från vattendelaren syns inte till. Längre norrut finns ett dike och en gammal övertäckt brunn som samlar upp vatten som kommer från gränsområdena samt österifrån, se Foto 5. Ännu längre norrut hittas inget dike eller annan form av yttlig vattendränning. I sydöstra delen av område 3 finns ett grönområde som är avsatt för framtida anläggning av en våtmark, se Bilaga 1.



Foto 5. Diken i norr leder till en gammal övertäckt brunn

2.3.4

Område 4

I norr börjar ett dike som ligger vid gränsen till område 3, se Foto 6. Det finns även antydning till dike längs asfalterad gata som leder söderut men inga andra diken hittas, se Foto 7. Avvattning sker i västlig riktning.



Foto 6. Stenmur och antydning till dike i norr som fortsätter norrut in i område 3.



Foto 7. Längs asfalterad väg finns antydning till dike, i denna bild på vänster sida.

2.4

Geoteknik

Det finns en geoteknisk utredning för området utförd av Sweco Infrastructure AB som även inkluderar en bergteknisk utredning och radonundersökning utförd av Bergab. Rapporten visar att variationen i jordmäktigheten är generellt små i området med mestadels friktionsjord och berg i dagen och mindre svackor med lera i de södra och mittersta delarna av utredningsområdet. I söder vid parkskolan varvas torrskorpelera (2 till 3 meter) med lera, 1 till 4 meter och djupast finns friktionsjord och berg. Vid parkskolan har fyllnadslager påträffats. Mittersta området har ett 1 till 2 meter lager av torrskorpelera, 8 till 10 meter lera på friktionsjord och berg. Norra delen av området består till mestadels av berg i dagen med ett litet område med fyllning.

Området är generellt mycket kuperat. I södra delen av området vid Parkskolan är marken flack och på nivå +44. Vid Kålltorps sjukhem finns berg i dagen runtom byggnaden, marken sluttar i sydostlig riktning på nivåer på +45 och +51. Vid mittersta delen av området finns berg i dagen i öster och väster om före detta Renströmska sjukhuset, byggnaden ligger på nivå +55. Framför huset i söder finns en lågpunkt på +51. Norra delen består av bergpartier, i väster lutar berget ner åt nordväst. Se vidare Swecos geotekniska rapport för en mer detaljerad beskrivning av olika lagars mäktighet samt topografin i området.

3. Framtida förhållanden

3.1 Områdesbeskrivning

Stadsbyggnadskontoret, Göteborgs Stad, arbetar med en detaljplan för bostäder vid Östra Kålltorp, Kålltorp/Sävenäs. Planen syftar till att ändra tidigare plan som innefattade uppbyggnad av sjukhus till bostadsändamål (Bild 3).

Enligt planerna ska parker, befintliga byggnader, tillfarter, allmänna gång- och cykelstråk ses över. Möjligheten att bygga cirka 400 nya lägenheter, cirka 150 nya studentlägenheter samt en skola utreds. Dessutom ska en infartsgata i anslutning till Torpagatan anläggas och en stadsdelspark utvecklas av den befintliga sjukhusparken i söder.



Bild 3: Illustrationsskiss.

4. Förutsättningarna för dagvattenhantering

Exploatering av ett område medför vanligtvis att både dagvattenavrinningen samt föroreningshalten i dagvatten ökar jämfört med befintliga förhållanden. Dagvattenhantering i området bör säkerställas så att den ursprungliga vattenbalansen inom området behålls efter exploatering. Tillämpning av lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) inom utredningsområdet förutsätts. Risken för översvämningar i och nedströms området bör beaktas.

Grundprinciperna avseende dagvatten:

- Byggnader ska placeras på höjdparter och grönytor i lågstråk.
- Ökade dagvattenflöden ska begränsas genom till exempel gröna tak, genomsläppliga material och begränsning av hårdgjorda ytor.
- Avrunna dagvattenflöden ska begränsas, till exempel genom fördröjning i magasin eller diken.
- Dagvattnets föroreningsbelastning ska begränsas genom naturlig rening i diken eller magasin på väg till recipienten.
- Gator läggs lägre än byggnader så att dagvattnet kan rinna ytledes vid extrema regn.
- Nya dagvattenlösningar ska placeras så att dessa inte påverka befintliga byggnader, bräddningsmöjlighet ska finnas till grönytor, naturmark eller diken.
- Vid byggnation i slänter ska dagvatten ledas mot lägsta punkten till nya eller befintliga dagvattensystem. Hänsyn till dagvatten från angränsande mark ska arbetas in i nya dagvattenlösningar.

4.1 Befintliga avrinningsområden

Gräns för avrinning går från öst till väst genom område 2 och viker sedan av söderut. Utredningsområdet är uppdelat i två avrinningsområden, se vattendelningslinje Bild 4. Kålltorps äldreboende är byggt på en avsats i en suterrängterräng här kan vatten ansamlas om inte tillräcklig avledning finns tillgänglig. Bakom Kålltorps äldreboende är marken kuperad med inslag av berg i dagen.

Genom att identifiera läget på vattendelare kan olika avrinningsområden, det vill säga vattnets naturliga väg genom terrängen, avgränsas. I bild 4 visas en karta med befintliga förhållanden avseende avrinningsområden där olika höjd på marken har avbildats i olika färger. Med höjdförhållanden avses nivåskillnaderna i terrängen. Lägsta områden avbildas i rött. Låg terräng i orange, gul och ljusgrön. Högre terräng i mörkblå, blå, och cyan/aqua. Högsta områden avbildas i lila. Höjdförhållandena avgör hur vattnet rinner. Härmed får man en bild av hur avvattningen sker idag för respektive avrinningsområde och vilka nedströms belägna områden som belastas med vatten.

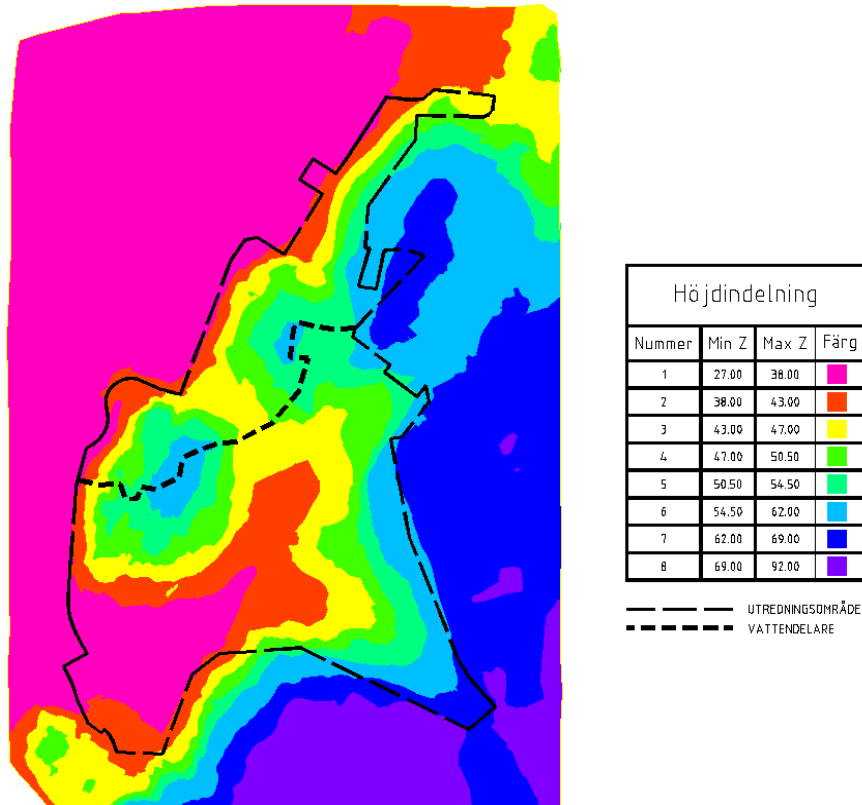


Bild 4: Befintliga förhållanden avseende avrinningsområden.

4.2 In- och utströmningsområden

Det är viktigt att identifiera grundvattnets in- och utströmningsområden då dessa områden kan medföra begränsningar i etableringen av bebyggelsen eller bebyggelsens utformning. I bild 5 visas en principskiss över in- och utströmningsområden.

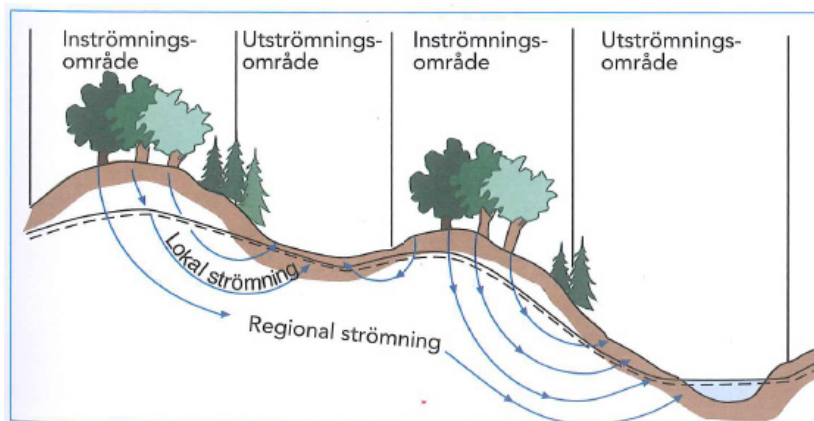


Bild 5: Principskiss som visar in- och utströmningsområde. Efter Statens Naturvårdsverk, 1983. Källa: Svenskt Vatten P105.

I inströmningsområden sker en stor del av området grundvattenbildning. En minskad grundvattenbildning medför med tiden en sänkt grundvattennivå. Målsättningen ska vara att i så stor utsträckning som möjligt infiltrera dagvattnet inom området och så att grundvattenbildningen säkerställs. I första hand bör bebyggelsen placeras i inströmningsområden där möjligheter för dränering och infiltration är goda.

I utströmningsområden ligger grundvattenytan nära markytan. I samband med kraftig nederbörd ställer sig ytvatten över markytan och dräneringsmöjligheterna är små. Bebyggelse som placeras i utströmningsområden kan ha problem med hänsyn till dränering och möjlighet att infiltrera dagvatten.

Inga utströmningsområden olämpliga för byggnation har identifierats inom området.

4.3 **Instängda områden olämpliga för byggnation**

Inga instängda partier olämpliga för byggnation hittades inom utredningsområdet. Med ej instängt område avses ett område varifrån dagvatten ytleddes kan avledas med självfall. I område 3 ska byggnation placeras så att det blir ett öppet stråk för att kunna avleda vatten från området väster om, så som avledning fungerar idag.

4.4 **Markavvattningsföretag**

Enligt information från Länsstyrelsen, Västra Götalands län, finns inga markavvattningsföretag inom utredningsområdet.

4.5 **Lämpliga ytor för fördröjning**

Det lämpar sig bäst att anlägga underjordiska fördröjningsmagasin under hårdgjorda ytor exempelvis angörningsytor och parkeringsplatser. Magasinen ska anpassas med utlopp till nya dagvattenserviser så att avledning kan ske med självfall. Diken anläggs helst i område med svag lutning för att minimera schakt samt minska flödehastighet.

4.6 **Vegetation**

Vegetation inom tätbebyggda områden har stor betydelse för miljön. Vegetation förbättrar lokalklimat, ger trivsammare arbetsmiljö och filtrerar bort vissa föroreningar. Vegetationen hjälper till att ta hand om dagvatten genom att förbättra vattenbalansen samt minska avrinningen. Vegetation har ett värde att bevaras för att rena dagvatten. Att bevara så mycket som möjligt av befintlig vegetation är bra för dagvattenhanteringen inom området.

5. Dimensionering

5.1 Förutsättningar för dagvattenavledning

Vid dimensioneringen har följande ytor definierats:

Utredningsområde: cirka 25 hektar

Beräkningar av regnintensitet och flöden har gjorts enligt Svenskt Vattens publikation P90. Kretslopp och Vatten ställer krav i samband med bygglov på dagvattenutjämning av ett 10-millimetersregn på hårdgjorda ytor vilket motsvarar ett 2-årsregn. Observera att beräkningar i hela kapitel 5 är från skisser för utredningsområdet och kan komma att behöva justeras och därmed bör beräkningarna uppdateras.

5.1.1 Beräkning av dimensionerande regnintensitet

För beräkning av dimensionerande regnintensitet ($i(t_r, Z)$) har Dahlström (1979) ekvation använts. Dimensionerande regnintensitet har beräknats ur formeln:

$$i(t_r, Z) = 2,78 * (a + Z * b) * \left[1 + 0,1 * \frac{(t_r - 0,167)}{(t_r - 0,157)} \right] * t_r^{-0,72}$$

$$i(t_r, Z) = 2,78 * (a + Z * b) * c$$

$$i(t_r, Z) = \text{regnintensitet för valfri ort i Sverige} \left[\frac{l}{s} * ha \right]$$

Z = regional parameter som ges av figur 4.3 se sid. 20 P90

t_r = regnets varaktighet[h]

a, b, c = parametrar som ges av tabell 4.6 resp 4.7 för vanliga typfall se sid 19.P90

$$a = 1,7 * T^{0,47} - T^{-1}$$

$$b = 0,32 - 0,72 * (T + 3)^{-1}$$

$$c = \left[1 + 0,1 * \frac{t_r - 0,167}{t_r - 0,157} * t_r^{-0,72} \right]$$

T = återkomsttid i månader

Beräkningar har utförts för dimensionerande regn med återkomsttiden 10 år, varaktighet på 10 minuter och Z-värde 26. Detta ger en dimensionerande regnintensitet på 244 liter per sekund, hektar, se Bilaga 2.

5.1.2 Beräkning av dimensionerande flöde

För beräkning av dimensionerande vattenföringar (Q_{dim}) har rationella metoden använts, se Bilaga 3. Dimensionerande vattenföringar har beräknats ur formeln:

$$Q_{dim} = q \cdot A_r$$

där:

q - regnintensitet vid vald återkomsttid och varaktighet,

A_r - reducerad area, $A_r = \varphi \cdot F$,

F - avrinningsområdets storlek,

φ - avrinningskoefficient.

Avrinningskoefficient 0,1 för grönytor, 0,8 för hårdgjorda ytor, 0,9 för takytor och 0,2 för gröna tak har använts för dimensionering.

För att ta hänsyn till framtida klimatförändringar och ökade nederbördsmängder ansätts en säkerhetsfaktor. Svenskt Vattens Publikation P104 rekommenderar att en säkerhetsfaktor mellan 1,05 och 1,3 väljs för korttidsnederbörd i Sverige, vilket innebär att dimensionerande regn förväntas öka med 5 till 30 procent beroende på områdets lokalisering i landet. Säkerhetsfaktorn ansätts efter lokala förhållanden såsom lutningsförhållanden, höjdsättning av bebyggelse och risken för dämning från recipienten. Säkerhetstillägg 20 procent har använts för dimensionering.

Utredningsområdet är uppdelat i fyra områden för flödesberäkningar, dels för att avrinningen sker åt två olika håll, stor utspridning av nya fastigheter och vägar samt finns det krav på fördröjning inom fastighetsgräns detta har lett till områdesindelning enligt Bild 2 och Bilaga 5. Beräkningar framgår i Bilaga 3.

I Tabell 1 presenteras dimensionerande flöden för befintlig markanvändning och förväntade flöden efter exploatering (inkl. säkerhetsfaktorn) utan och med gröna tak för de fyra områdena.

| 10-års-regn | Yta, ha | Flöde innan exploatering, l/s | Flöden efter exploatering, l/s | Flöden MED Gröna tak, l/s | Ökning efter exploatering, l/s | Ökning efter exploatering MED Gröna tak, l/s |
|-------------|---------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------|--|
| Område 1 | 5,2 | 391 | 504 | 391 | 113 | 0 |
| Område 2 | 1,6 | 93 | 161 | 113 | 68 | 20 |
| Område 3 | 2,9 | 89 | 271 | 188 | 182 | 100 |
| Område 4 | 1,8 | 82 | 183 | 142 | 101 | 60 |

Tabell 1: Sammanställning av dimensionerande flöden för utredningsområdet innan och efter exploatering för 10-årsregn.

5.1.3

Beräkning av erforderligt behov av dagvattenutjämning

Utgångspunkten i beräkningarna av erforderligt behov av dagvattenfördröjning har varit att fördröja 10 millimeter på hårdgjorda ytor, det vill säga tak, asfalt och plattsättning, se beräkningar i Bilaga 4. Varje område har delats upp i mindre delområden för att fördröjning ska ske inom tomt för tak och kringliggande ytor se Bilaga 6 till 9. Gator fördröjs separat. Om man anlägger gröna tak kan behovet av att fördröja inom fastigheten minskas med cirka 50 procent.

| Efter exploatering Delområden i Område 1 | 1 | 2 |
|---|------|------|
| Area hårdgjord yta (m ²) | 2125 | 1717 |
| Volym vatten som ska fördröjas från hårdgjord yta (m ³) | 21 | 17 |

Tabell 2: Avrinningsvolymerna på hårdgjorda ytor för delområden i Område 1 vid 10 mm regn. Se uppdelning av delområden i Bilaga 6.

| Efter exploatering Delområden i Område 2 | 1 | 2 | 3 | 4 väg |
|---|------|-----|-----|-------|
| Area hårdgjord yta (m ²) | 1873 | 675 | 404 | 827 |
| Volym vatten som ska fördröjas från hårdgjord yta (m ³) | 19 | 7 | 4 | 8 |

Tabell 3: Avrinningsvolymerna på hårdgjorda ytor för delområden i Område 2 vid 10 mm regn. Se uppdelning av delområdena i Bilaga 7.

| Efter exploatering Delområden i Område 3 | 1 | 2 | 3 | 4 P-hus | 5 väg |
|---|------|------|-----|---------|-------|
| Area hårdgjord yta (m ²) | 1690 | 1403 | 746 | 628 | 3458 |
| Volym vatten som ska fördröjas från hårdgjord yta (m ³) | 17 | 14 | 7 | 6 | 35 |

Tabell 4: Avrinningsvolymerna på hårdgjorda ytor för delområden i Område 3 vid 10 mm regn. Se uppdelning av delområdena i Bilaga 8a och 8b.

| Efter exploatering Delområden i Område 4 | 1 | 2 | 3 väg+P |
|---|-----|------|---------|
| Area hårdgjord yta (m ²) | 832 | 1280 | 2273 |
| Volym vatten som ska fördröjas från hårdgjord yta (m ³) | 8 | 13 | 23 |

Tabell 5: Avrinningsvolymerna på hårdgjorda ytor för delområden i Område 4 vid 10 mm regn. Se uppdelning av delområdena i Bilaga 9.

Föroreningshalter i dagvatten för utredningsområden bedöms vara låga. Redovisade diken och fördröjning antas utgöra en tillräcklig åtgärd för omhändertagande och rening av det dagvatten utredningsområdet genererar.

6. Förslag till dagvattenhantering

En exploatering av området innebär en ökad dagvattenavrinning. Hänsyn till ökade nederbörds mängder bör tas och eventuell risk för översvämning bör belysas. Det nya området bör därför planeras så att dagvattenavrinningen reduceras och viss omhändertagande av vatten inom området bör planeras.

Fördröjning av det ökade dagvattenflödet ska göras. Dagvattenavledningen inom området föreslås utföras med ekologisk dagvattenhantering. Med detta menas i första hand:

- Bibehållande av vattnet i marken och i närområdet, så att den lokala hydrologin förändras så lite som möjligt och att en fördröjning av avrinningen i området uppstår. I princip innebär detta att man strävar efter att bibehålla den naturliga avrinningen från området genom att utjämna och fördröja den ökade avrinningen som uppstår i samband med exploateringen inom området.
- Att om möjligt utnyttja den naturliga reningsförmågan hos vegetation för att erhålla ett renare dagvatten.
- Olika typer av öppen avledning av dagvatten i form av diken, dammar bör utnyttjas i första hand.
- Fördröjningsmagasin under mark ska placeras med tillräcklig lutning för att få ett självfallsflöde igenom och ska placeras med utlopp till ny dagvattenservis som anläggs i tomtgräns.

6.1 Område 1

I västra delen av området förslås dagvattnet från takytor och kringliggande ytor fördröjas inom fastigheterna med underjordiska magasin, till exempel dagvattenkassetter se kapitel 7, se även volymer som ska fördröjas i avsnitt 5.1.3. Anslutning efter fördröjning sker till ny dagvattenservis som byggs ut till tomtgräns, vidare sker anslutning till befintlig dagvattenledning i Virginsgatan. Befintlig gata avvattnas som idag via dagvattenbrunnar. Befintlig kombinerad ledning läggs om utanför tomtgräns. Bilaga 6.

6.2 Område 2

Dagvattnet från takytor och kringliggande ytor förslås fördröjas inom fastigheterna med underjordiska magasin, till exempel dagvattenkassetter i vilka vattnet delvis kan infiltreras i marken. Anslutning efter fördröjning sker till ny dagvattenservis som byggs ut till tomtgräns och ansluts vidare söderut till ny dagvattenledning i gatan. Den nya dagvattenledningen avvattnar även gatan, anslutning sker via ett dike till befintlig dagvattenledning i södra delen av området. Befintlig gata avvattnas som idag via diken. Bilaga 7.

6.3

Område 3

I delområde 1 i södra delen av området förslås dagvattnet från takytor och kringliggande ytor fördröjas inom fastigheterna med underjordiska magasin, till exempel dagvattenkassetter. Anslutning efter fördröjning sker till nytt dagvattensystem i gatan. Gata föreslås avvattnas via nya dagvattenbrunnar och ledningar till nytt dike i norra delen av området. För att inte stänga in dagvatten från högre liggande mark öster om planerad bebyggelse förslås ett öppet dike och trumma västerut mellan bebyggelse och anslutning till befintligt dike, se dike och trumma under väg i Bilaga 8a.

I delområden 2, 3, 4 i norra delen av området förslås dagvattnet från takytor och kringliggande ytor fördröjas inom fastigheterna med underjordiska magasin, till exempel dagvattenkassetter. Anslutning efter fördröjning sker direkt via serviser till nytt dike. Det är viktigt att vattnet kan ledas från fastighet till dike med självfall se därmed föreslagna nivåer på vattengångar och dikesbotten i Bilaga 8b. Gata som lutar mot det nya diket föreslås avvattnas direkt till detta. Vissa lägre liggande ytor i väster avvattnas västerut mot befintligt dike som rensas. Anslutning från dike sker via dikesbrunn till befintligt kombinerat system i Torpagatan, se Bild 6. Genom att avvattning av nya ytor sker norrut, jämfört med idag då avvattning sker västerut kommer dagvattenbelastningen västerut minska.

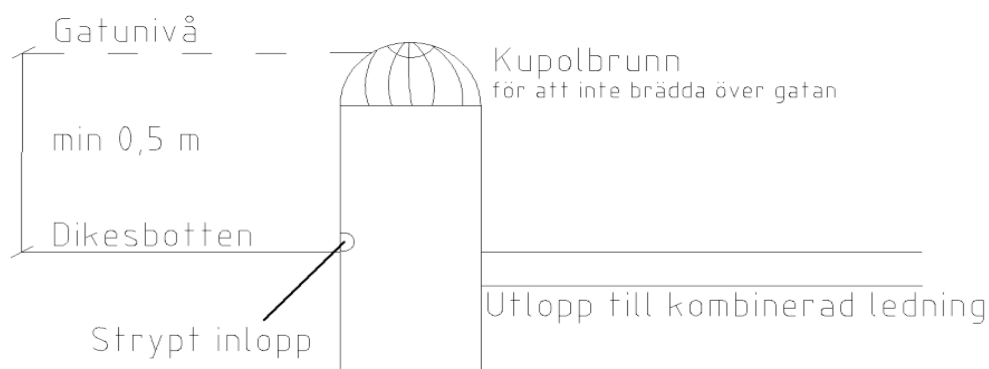


Bild 6: Det nya diket i norr av Område 3 kan ledas till en kupolbrunn med strypt inlopp och bräddningsskydd för gatan vid höga vattennivåer i diket.

6.4

Område 4

Dagvattnet från takytor och kringliggande ytor förslås fördröjas inom fastigheterna med underjordiska magasin, till exempel dagvattenkassetter. Anslutning efter fördröjning sker till nytt dagvattensystem i gatan. Gata föreslås avvattnas via nya dagvattenbrunnar och ledningar till nytt dagvattenmagasin, till exempel rörmagasin, som anläggs i befintlig parkering. Utlopp från magasinet ansluts med självfall till dagvattenledning AD225BTG i Sanatoriegatan. Bilaga 9. Om magasinet eventuellt inte kan placeras under parkeringen kan förslagsvis en markränna anläggas längs gatan istället för ledningar för att få en viss fördröjning av vatten från gatan se Bild 7. Ett annat alternativ skulle vara att leda vattnet ut genom vägens stödmur med förutsättning att gatan lutas mot grönområdet i väst, se Bild 7. Mot murväggen kan klängväxter växa, se Gröna väggar under Kapitel 7.

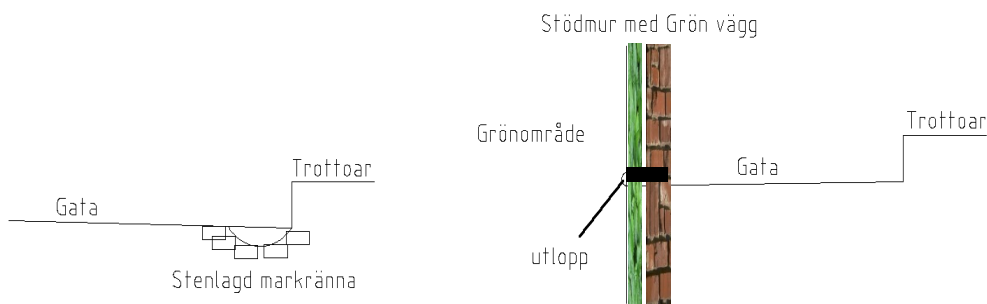


Bild 7: Alternativa dagvattenlösningar till underjordiskt magasin. Vänstra bilden visar en markränna. Höger bild visar stödmur med Grön vägg och utlopp genom den mot Grönområde.

7. Dagvattenlösningar

Nedan beskrivs olika alternativ för dagvattenhantering.

Diken

Öppna diken föreslås anläggas inom planområdet mellan husen i grön- och naturområden samt utmed nya gator. Diken anpassas till befintlig mark och förses med gräs, sten och eventuellt plantering. Diken ska förses med erosionskydd och ska fördröja vattnet innan det ansluts till befintliga ledningar. Diket mellan husen i grön/naturområdet ska följa befintlig mark för att få ett naturligt utseende, förslag på utformning se bild 8. Fördelen med öppna diken är att dagvattnet renas till viss del, hastigheten på vattnet reduceras och att det är ett trevligt inslag med kombinationen vatten och grönyta i området.



Bild 8: Slingrande dike.

Källa: <http://saxan-braan.se>.

Underjordiska fördröjningsmagasin, rörmagasin

Där det inte finns utrymme för öppna fördröjningsmagasin kan underjordiska magasin anläggas och förläggas till exempel inom parkeringsytor.

Det finns flera olika typer av underjordiska magasin för dagvatten på marknaden idag. Vid hög grundvattennivå måste fördröjningsmagasin som anläggs under mark sannolikt utgöras av täta magasin som till exempel rörpaket. Om magasinerna utförs som en otät konstruktion som till exempel plastkassetter måste grundvattennivån vara känd. Den bör vara under magasinets botten annars kan inte hela volymen utnyttjas till magasinering. Magasinen behöver också dimensioneras för aktuell last, exempelvis trafik och vid täta magasin och hög grundvattennivå även för lyftkrafter.

Rörmagasin av plast, Polyeten, är korrosions- och kemikaliebeständigt vilket innebär att rören har en lång livslängd. Dessutom har materialet låg densitet om det jämförs med exempelvis betong. För att skapa ett magasin av rördelar i polyeten (bild 9) krävs det att de sammankopplas och det görs antingen genom att de gängas eller svetsas samman eller att de både gängas och svetsas. I och med att varje rördel anpassas utifrån beställarens krav kan magasinet utformas efter de topografiska förutsättningar som finns på den aktuella platsen. Installationstiden exklusive schaktning är vid den här magasininstypen kort jämfört med andra magasininstyper. Detta tack vare att rördelarna är lätta, prefabricerade och kan göras längre än betongrör. Samt att de snabbt och enkelt kan monteras samman. Ett magasin av polyeten beräknas hålla i cirka 100 år och kräver, förutom eventuell spolning, i stort sett inget underhåll. Livslängden baseras på kunskap om materialets beständighet samt skicket på de rör som tagits upp ur marken efter att varit i bruk i cirka 50 år (www.kwhpipe.se).



Bild 9. Dagvattenmagasin av Weholite dubbelväggiga lättviktsrör, polyeten. Källa: www.kwhpipe.se

Dagvattenmagasin gjorda av armerade betongrör (bild 10) fungerar på samma sätt som de dagvattenmagasinen av polyetenrör. Skillnaden är de egenskaper som materialen har. Tyngden av betongen gör att rörsektionerna blir svårare att hantera vid montering och dyrare att transportera. Det går inte heller att göra lika långa längder av betongrör som med polyetenrör vilket medför fler skarvar mellan rördelarna. Fler skarvar ger en längre installationstid. Armerad betong kan dock bära större laster än polyetenrörsmagasin vid till exempel ytligt liggande dagvattenmagasin. Betongrörens ungefärliga livslängd är 100 år. Bara i undantagsfall är mark- och vattenförhållandena sådana att kemiska angrepp förkortar livslängden (www.alfaror.se).



Bild 10. Dagvattenmagasin av betongrör. Källa: www.steriks.se

Dagvattenkassetter

Dagvattenkassetternas (Bild 11) hålrumsvolym är 95 procent vilket innebär att man sparar mer än två tredjedelar av ytbehovet jämfört med en anläggning till exempel stenkistor av makadam. Till skillnad från rörmagasin kan vatten som fördröjs i dagvattenkassetter infiltrera igenom hålrummen och ut till omgivningen.

Kassetterna kan användas för avledning av dagvatten från tak och hårdgjorda ytor. De bör förses med bräddanslutning för indikation på framtida igensättning. Fördelar med dagvattenkassetter jämfört med makadamfyllda magasin är att kassettmagasinen inte kräver lika stor plats och möjligheterna till inspektion, rensning och spolning är större. Noteras bör att kassettmagasin måste anläggas ovan grundvattenytan. Annars kan inte hela volymen utnyttjas till magasinering.

Kassetterna har olika utseende och storlek beroende på vilken typ av kasset det är och vilken leverantör som den kommer från. Gemensamt för de olika kassettyperna är att en geotextilduk måste placeras runt kassetterna för att hålla smuts och jord utanför magasinet.

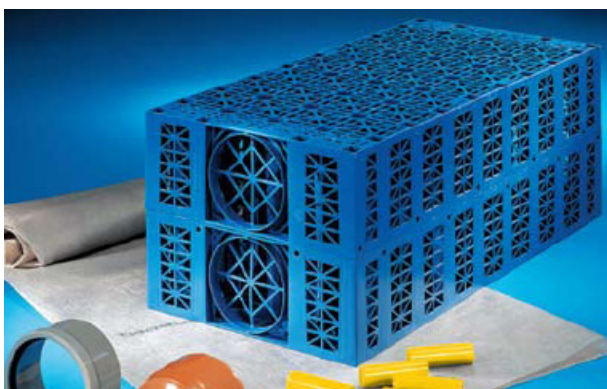


Bild 11. Dagvattenkassetter. Källa: www.wavin.se

Stenkista

Stenkista består av makadam som omsluts av fiberduk eller filtergrus. Porositeten för makadam eller singel är cirka 35 procent. Innan vattnet leds till stenkistan ska det gå via en brunn med sandfång och vattenlås för att få bort löv och grus som försämrar livslängden på stenkistan. Stenkista ska placeras ovan grundvattenytan och ska förses med bräddavlopp till dike. Stenkistor kan också vara av kassetmodell.

Gröna tak

För att minska avrinningen av dagvatten från takytor kan byggnader förses med så kallade gröna tak (Bild 12). Vegetationsklädda takytor minskar den totala avrinningen jämfört med konventionella, hårdgjorda tak. Tunna gröna tak, med till exempel sedum, kan minska den totala avrunna mängden på årsbasis med cirka 50 procent. Gröna tak med djupare vegetationsskikt magasineras enligt Svenskt Vattens publikation P105 i medeltal 75 procent av årsavrinningen. Förutom detta har sedum till skillnad från vanligt gräs den speciella egenskapen att det klarar längre torrperioder utan att torka ut. Man har beräknat att 10 kvadratmeter takyta täckt av till exempel torktålig takvegetation tar upp samma mängd koldioxid som ett träd. Takvegetation med blandade sedum och mossarter behåller dessutom till skillnad från stadsträd sin bladmassa året om. De är därför aktiva som partikelrenare när de gör som mest nytta, alltså under vinterhalvåret när föroreningsbelastningen är som högst.



Bild 12: Stadsbiblioteket i Halmstad. Källa: www.vegtech.se

Gröna väggar

Det finns två olika typer av växtlighet på väggar, "gröna fasader" och "levande väggsystem" (LWS, Living Wall systems). Med termen "grön fasad" menas klätterväxter som planterats i jorden eller i lådsystem på marknivå. Dessa växer på en smal remsa jord nedanför fasaden och kräver årlig skötsel och ofta någon form av stödjande konstruktion. Denna sortens vertikal trädgård har använts för odling och förbättring av innegårdars klimat under lång tid.

Med "levande väggsystem" menas ett slags moduler, lådsystem som inte beror av kontakt med marken. Dessa kan integreras i fasader på ett väldigt smidigt sätt och det finns en mycket större variation av växter som kan användas jämfört med grönfasadsystemet. Möjligheterna till ett varierat utseende ökar med dessa system (bild 13).



Bild 13: Etnografiskt museum i Paris. Källa: verticalgardenpatricblanc.com.

Gröna väggar bidrar till ökad isolering och en renare luft. Dessutom är det vackra att se på, intressanta att känna på, skapar diskussioner och kan även i efterhand monteras på byggnader för att dölja en mindre lyckad arkitektonisk utformning, till exempel på parkeringshus. Vertikala trädgårdar är oerhört flexibla och kan utföras och utformas på många olika sätt.

8. Investeringskostnad

Öppna diken

Investeringskostnaden för öppna diken varierar beroende av hur slänterna är utformade och vilket markmaterial som finns på plats.

Investeringskostnaden för öppna diken är 130 till 460 kronor per meter (Bäckström, 2002). Här kan man dock anta att det kommer att kosta i den lägre regionen på grund av att man ska anlägga och anpassa diket till befintlig mark och ny väg/gata.

Rörmagasin

Investeringskostnaden för rörmagasin varierar beroende av storlek och utformning av magasinet samt vilket markmaterial som finns på platsen och återställningskostnader. Investeringskostnaden för rörmagasin är cirka 2000-4000 kronor per meter.

Dagvattenkassetter

Kostnader för dagvattenkassetter beräknas till cirka 4600 kronor per kubikmeter (Wavin, 2012).

Gröna tak

Det är svårt att ge något exakt pris på vad gröna tak kostar att anlägga. Prisvariationen beror bland annat på takets placering och tillgänglighet till takytan. Ett grönt tak kostar ungefär mellan 600 och 2000 kronor per kvadratmeter (Pircher, 2007).

Gröna väggar

Valet av lösning och typ av växter kan ha stor inverkan på priset som kan variera mycket. Beväxta fasader har högre kostnader än en traditionella med avseende både konstruktion och skötsel.

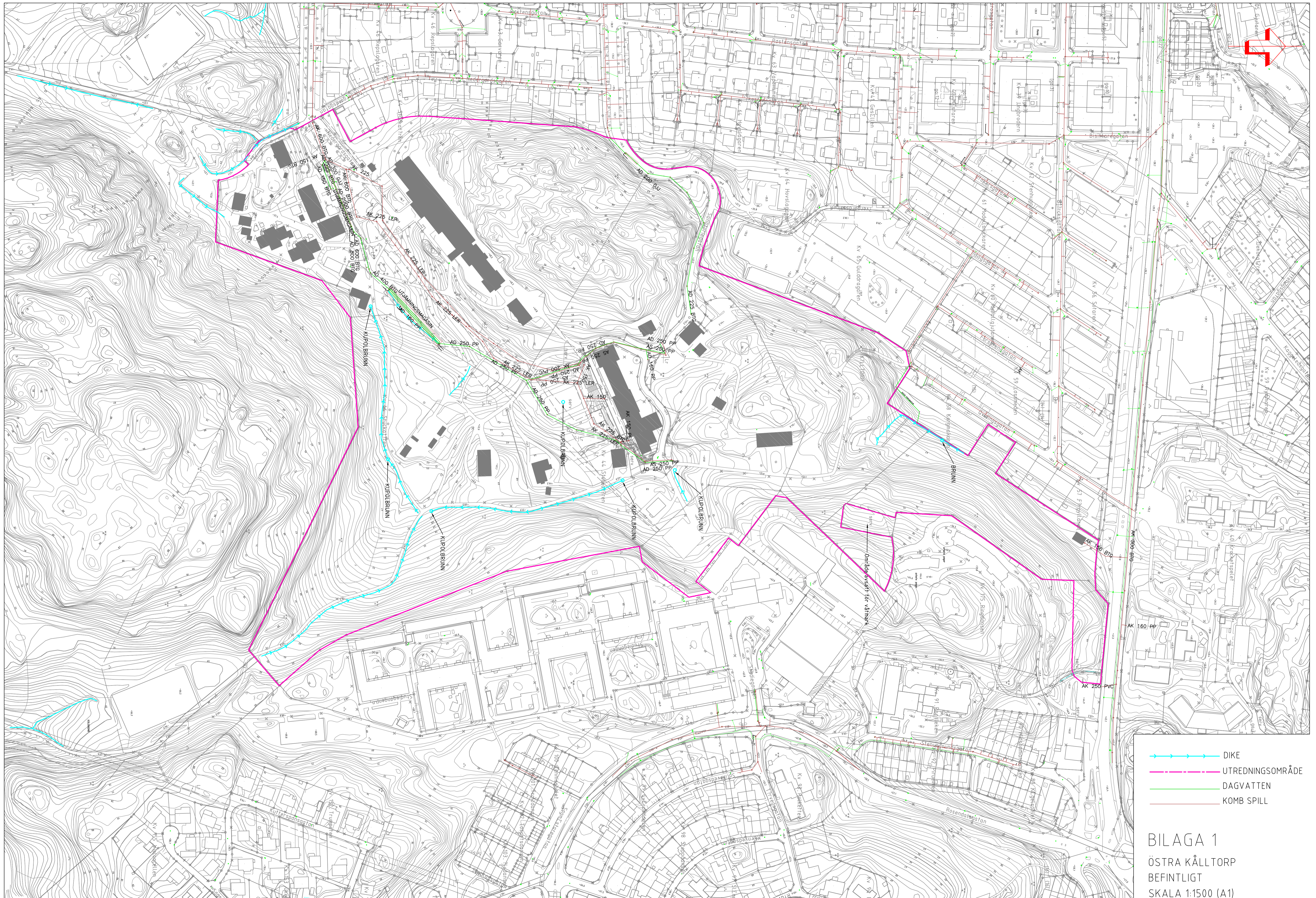
9. Drift- och underhållskostnader

Kostnad för skötsel uppgår årligen till mellan 5 och 8 procent av anläggningskostnaderna. Kostnaderna för skötsel baseras på grova uppskattningar. En bedömning görs för varje enskilt fall och kostnaderna varierar från år till år. Nyanlagda anläggningar kräver utökad skötsel de tre första åren.

Drift- och underhållskostnader för diken varierar kraftigt vilket kan bero på vilka komponenter man har valt att ta med i skötselkostnaderna. 0,01 till 1,41 kronor per meter är beräknat på ett dike med djupet 0,5 meter (Bäckström, 2002). Om diket är korrekt konstruerat och underhålls på ett tillfredsställande sätt är dess livslängd i det närmaste oändligt (Clar et al, 2004). Rekommendationen är att diken underhålls regelbundet. Inte minst för att föroreningshalterna i dagvattnet eller marken inte får vara för stora då marken kan bli mättad och tappa markant i speciellt reningseffektivitet. Sediment kan till exempel behövas tas bort för att återställa dikets ursprungliga egenskaper. Det rekommenderas även att gräset klipps eller att vegetationen på annat sätt skördas för att få bort de näringsämnen det har tagit upp samt så att ett uniformt flöde kan bibehållas (Dennison, 1996).

Livslängden på rörmagasin är cirka 100 år och kräver, förutom eventuell spolning, i stort sett inget underhåll. Livslängden baseras på kunskap om materialets beständighet samt skicket på de rör som tagits upp ur marken efter att varit i bruk i cirka 50 år.

Livslängd på dagvattenkassetter varierar med hur arbetet med tätningen kring kassetterna är utförd. Blir detta fel utförd kan sediment tränga in och uppta volym eller ännu värre, på sikt sätta igen magasinet. För mindre magasin fungerar dessa utmärkt då de är billiga och enkla att montera.



-  DIKE
-  UTREDNINGSOMRÅDE
-  DAGVATTEN
-  KOMB SPILL

BILAGA 1
 ÖSTRA KÅLLTORP
 BEFINTLIGT
 SKALA 1:1500 (A1)

BILAGA 2

BERÄKNING AV DIMENSIONERANDE REGNINTENSITET

(enligt Svenskt Vatten publikation P90)

Ekvation 1. Dahlström (1979) ekvation:

$$i(t_r, Z) = 2,78 * (a + Z * b) * \left[1 + 0,1 * \frac{(t_r - 0,167)}{(t_r - 0,157)} \right] * t_r^{-0,72}$$

$$i(t_r, Z) = 2,78 * (a + Z * b) * c$$

$$i(t_r, Z) = \text{regnintensitet för valfri ort i Sverige} \left[\frac{l}{s} * ha \right]$$

Z = regional parameter som ges av figur 4.3 se sid. 20 P90

t_r = regnets varaktighet[h]

a, b, c = parametrar som ges av tabell 4.6 resp 4.7 för vanliga typfall se sid 19. P90

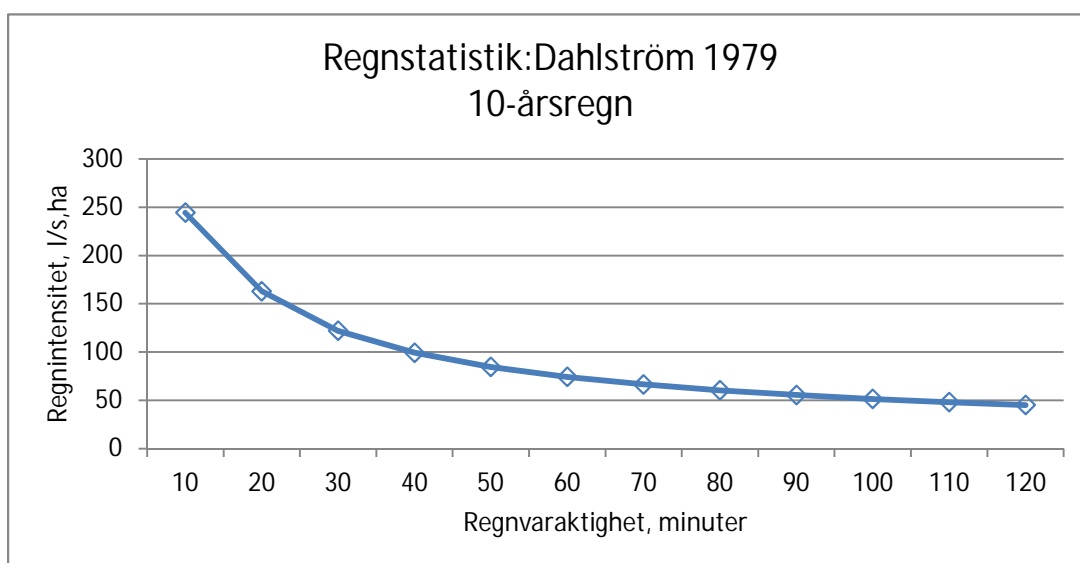
$$a = 1,7 * T^{0,47} - T^{-1}$$

$$b = 0,32 - 0,72 * (T + 3)^{-1}$$

$$c = \left[1 + 0,1 * \frac{t_r - 0,167}{t_r - 0,157} * t_r^{-0,72} \right]$$

T = återkomsttid i månader

| | | |
|---------------|-----|---------|
| Z= | 26 | |
| T = | 120 | mån |
| t_r = | 10 | min |
| $i(t_r, Z)$ = | 244 | l/s, ha |



Figur 1. Intensivitets- varaktighetsdata enligt Dahlström (1979) ekvation. Figuren visar regnvaraktigheter från 10 minuter upp till 2 timmar. Återkomsttid är 10 år. Regnintensitet är 244 l/s, ha vid regnvaraktighet 10 minuter och återkomsttid 10 år.

BILAGA 3

BERÄKNING AV DIMENSIONERANDE FLÖDEN

(enligt Svenskt Vatten publikation P90)

Ekvation 2. Beräkning av dimensionerande flöden:

$$q_{d \text{ dim}} = A \times \varphi \times i(\text{tr}, Z)$$

Där:

| | |
|-----------------------|---|
| $q_{d \text{ dim}} =$ | dimensionerande flöde, l/s |
| $A =$ | avrinningsområdets area, ha |
| $\varphi =$ | avrinningskoefficient |
| $A_{\text{red}} =$ | reducerad area, ha |
| $i(\text{tr}, Z) =$ | dimensionerande regnintensitet, l/s, ha |

BERÄKNING AV DIMENSIONERANDE FLÖDEN

INNAN EXPLOATERING

INNAN EXPLOATERING OMRÅDE 1

| Delyta | A, ha | φ | A_{red} , ha | $i(\text{tr}, Z)$, l/s, ha | $q_{d \text{ dim}}$, l/s |
|-----------------|-------|-----------|-----------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Takytor | 0,52 | 0,9 | 0,47 | 244 | 114 |
| Hårdgjorda ytor | 0,96 | 0,8 | 0,766 | 244 | 187 |
| Grönyta | 3,67 | 0,1 | 0,37 | 244 | 90 |
| Totalt | 5,2 | | 1,6 | | 391 |

INNAN EXPLOATERING OMRÅDE 2

| Delyta | A, ha | φ | A_{red} , ha | $i(\text{tr}, Z)$, l/s, ha | $q_{d \text{ dim}}$, l/s |
|-----------------|-------|-----------|-----------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Takytor | 0,05 | 0,9 | 0,04 | 244 | 10 |
| Hårdgjorda ytor | 0,26 | 0,8 | 0,208 | 244 | 51 |
| Grönyta | 1,31 | 0,1 | 0,13 | 244 | 32 |
| Totalt | 1,6 | | 0,4 | | 93 |

INNAN EXPLOATERING OMRÅDE 3

| Delyta | A, ha | φ | A_{red} , ha | $i(\text{tr}, Z)$, l/s, ha | $q_{d \text{ dim}}$, l/s |
|-----------------|-------|-----------|-----------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Takytor | 0,03 | 0,9 | 0,03 | 244 | 7 |
| Hårdgjorda ytor | 0,07 | 0,8 | 0,057 | 244 | 14 |
| Grönyta | 2,78 | 0,1 | 0,28 | 244 | 68 |
| Totalt | 2,9 | | 0,4 | | 89 |

INNAN EXPLOATERING OMRÅDE 4

| Delyta | A, ha | φ | A_{red} , ha | $i(\text{tr}, Z)$, l/s, ha | $q_{d \text{ dim}}$, l/s |
|-----------------|-------|-----------|-----------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Takytor | 0,03 | 0,9 | 0,03 | 244 | 7 |
| Hårdgjorda ytor | 0,18 | 0,8 | 0,146 | 244 | 36 |
| Grönyta | 1,62 | 0,1 | 0,16 | 244 | 39 |
| Totalt | 1,8 | | 0,3 | | 82 |

EFTER EXPLOATERING

EFTER EXPLOATERING OMRÅDE 1

| Delyta | A, ha | φ | A _{red} , ha | i(tr,Z), l/s, ha | q _{d dim} , l/s |
|-----------------|-------|-----------|-----------------------|------------------|--------------------------|
| Takytor | 0,55 | 0,9 | 0,50 | 244 | 121 |
| Hårdgjorda ytor | 1,09 | 0,8 | 0,88 | 244 | 214 |
| Grönyta | 3,51 | 0,1 | 0,35 | 244 | 86 |
| Totalt | 5,2 | | 1,7 | | 420 |

SÄKERHET 20 % 504 l/s

ÖKNING EFTER EXPLOATERING: 113 l/s

EFTER EXPLOATERING **MED** GRÖNA TAK OMRÅDE 1

| Delyta | A, ha | φ | A _{red} , ha | i(tr,Z), l/s, ha | q _{d dim} , l/s |
|-----------------|-------|-----------|-----------------------|------------------|--------------------------|
| Gröna tak | 0,55 | 0,2 | 0,11 | 244 | 27 |
| Hårdgjorda ytor | 1,09 | 0,8 | 0,88 | 244 | 214 |
| Grönyta | 3,51 | 0,1 | 0,35 | 244 | 86 |
| Totalt | 5,2 | | 1,3 | | 326 |

SÄKERHET 20 % 391 l/s

ÖKNING EFTER EXPLOATERING: 0 l/s

EFTER EXPLOATERING OMRÅDE 2

| Delyta | A, ha | φ | A _{red} , ha | i(tr,Z), l/s, ha | q _{d dim} , l/s |
|-----------------|-------|-----------|-----------------------|------------------|--------------------------|
| Takytor | 0,23 | 0,9 | 0,21 | 244 | 51 |
| Hårdgjorda ytor | 0,29 | 0,8 | 0,23 | 244 | 56 |
| Grönyta | 1,09 | 0,1 | 0,11 | 244 | 27 |
| Totalt | 1,6 | | 0,5 | | 134 |

SÄKERHET 20 % 161 l/s

ÖKNING EFTER EXPLOATERING: 68 l/s

EFTER EXPLOATERING **MED** GRÖNA TAK OMRÅDE 2

| Delyta | A, ha | φ | A _{red} , ha | i(tr,Z), l/s, ha | q _{d dim} , l/s |
|-----------------|-------|-----------|-----------------------|------------------|--------------------------|
| Gröna tak | 0,23 | 0,2 | 0,05 | 244 | 11 |
| Hårdgjorda ytor | 0,29 | 0,8 | 0,23 | 244 | 56 |
| Grönyta | 1,09 | 0,1 | 0,11 | 244 | 27 |
| Totalt | 1,6 | | 0,4 | | 94 |

SÄKERHET 20 % 113 l/s

ÖKNING EFTER EXPLOATERING: 20 l/s

EFTER EXPLOATERING OMRÅDE 3

| Delyta | A, ha | φ | A_{red} , ha | $i(tr,Z)$, l/s, ha | $q_{d\ dim}$, l/s |
|-----------------|-------|-----------|----------------|---------------------|--------------------|
| Takytor | 0,40 | 0,9 | 0,36 | 244 | 88 |
| Hårdgjorda ytor | 0,45 | 0,8 | 0,36 | 244 | 87 |
| Grönyta | 2,04 | 0,1 | 0,20 | 244 | 50 |
| Totalt | 2,9 | | 0,9 | | 226 |

SÄKERHET 20 % 271 l/s

ÖKNING EFTER EXPLOATERING: 182 l/s

EFTER EXPLOATERING **MED** GRÖNA TAK OMRÅDE 3

| Delyta | A, ha | φ | A_{red} , ha | $i(tr,Z)$, l/s, ha | $q_{d\ dim}$, l/s |
|-----------------|-------|-----------|----------------|---------------------|--------------------|
| Gröna tak | 0,40 | 0,2 | 0,08 | 244 | 20 |
| Hårdgjorda ytor | 0,45 | 0,8 | 0,36 | 244 | 87 |
| Grönyta | 2,04 | 0,1 | 0,20 | 244 | 50 |
| Totalt | 2,9 | | 0,6 | | 157 |

SÄKERHET 20 % 188 l/s

ÖKNING EFTER EXPLOATERING: 100 l/s

EFTER EXPLOATERING OMRÅDE 4

| Delyta | A, ha | φ | A_{red} , ha | $i(tr,Z)$, l/s, ha | $q_{d\ dim}$, l/s |
|-----------------|-------|-----------|----------------|---------------------|--------------------|
| Takytor | 0,20 | 0,9 | 0,18 | 244 | 43 |
| Hårdgjorda ytor | 0,40 | 0,8 | 0,32 | 244 | 79 |
| Grönyta | 1,23 | 0,1 | 0,12 | 244 | 30 |
| Totalt | 1,8 | | 0,6 | | 152 |

SÄKERHET 20 % 183 l/s

ÖKNING EFTER EXPLOATERING: 101 l/s

EFTER EXPLOATERING **MED** GRÖNA TAK OMRÅDE 4

| Delyta | A, ha | φ | A_{red} , ha | $i(tr,Z)$, l/s, ha | $q_{d\ dim}$, l/s |
|-----------------|-------|-----------|----------------|---------------------|--------------------|
| Gröna tak | 0,20 | 0,2 | 0,04 | 244 | 10 |
| Hårdgjorda ytor | 0,40 | 0,8 | 0,32 | 244 | 79 |
| Grönyta | 1,23 | 0,1 | 0,12 | 244 | 30 |
| Totalt | 1,8 | | 0,5 | | 119 |

SÄKERHET 20 % 142 l/s

ÖKNING EFTER EXPLOATERING: 60 l/s

BILAGA 4

BERÄKNING AV ERF. BEHOV AV DAGVATTENFÖDRÖJNING

Födröjning av 10 mm regn på hårdgjorda ytor

Regnmängd 10 mm

Område 1

| | 1 | 2 |
|--------------------------------------|------|------|
| Area hårdgjord yta (m ²) | 2125 | 1717 |
| Födröjningsvolym (m ³) | 21 | 17 |

Område 2

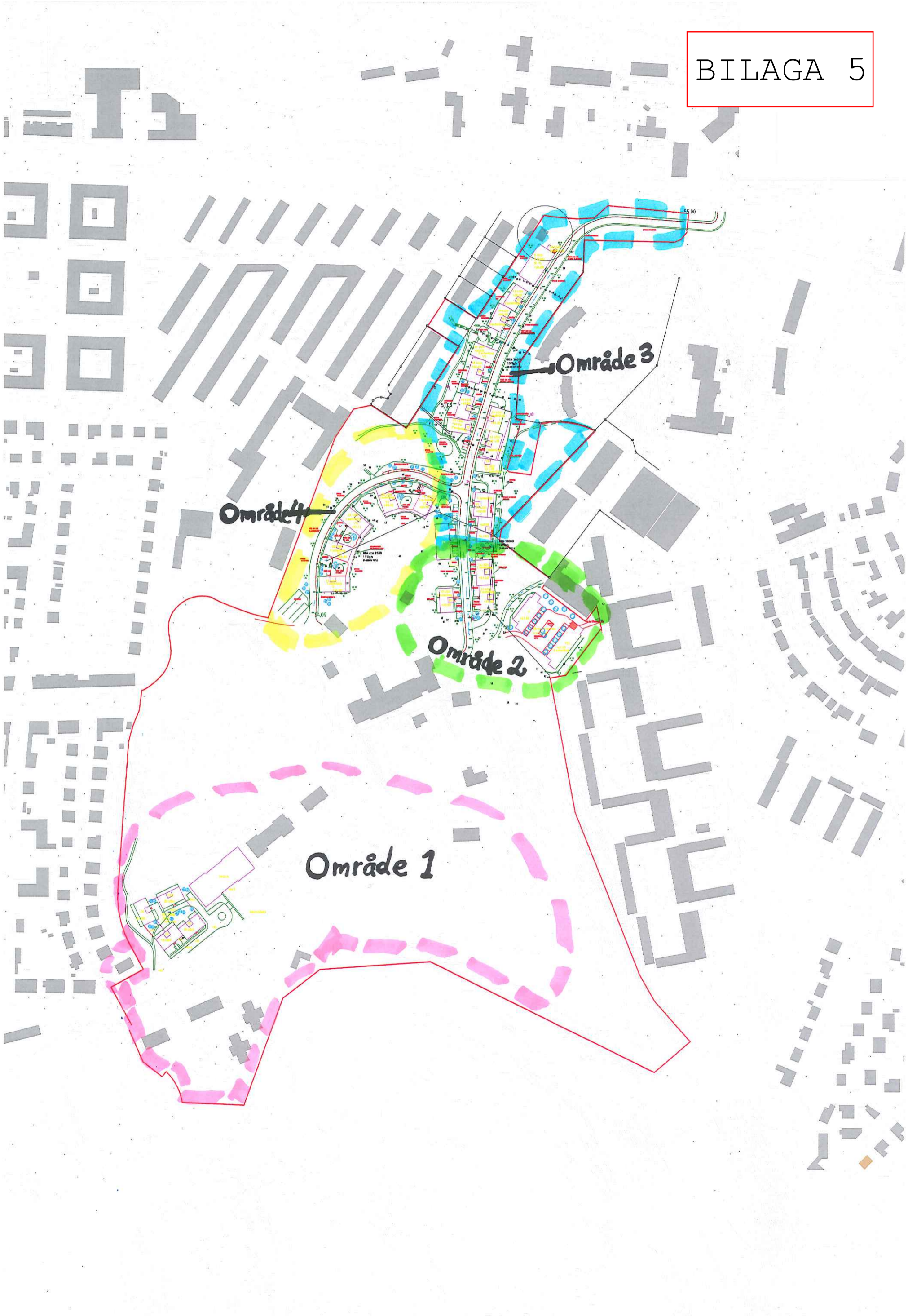
| | 1 | 2 | 3 | 4 väg |
|--------------------------------------|------|-----|-----|-------|
| Area hårdgjord yta (m ²) | 1873 | 675 | 404 | 827 |
| Födröjningsvolym (m ³) | 19 | 7 | 4 | 8 |

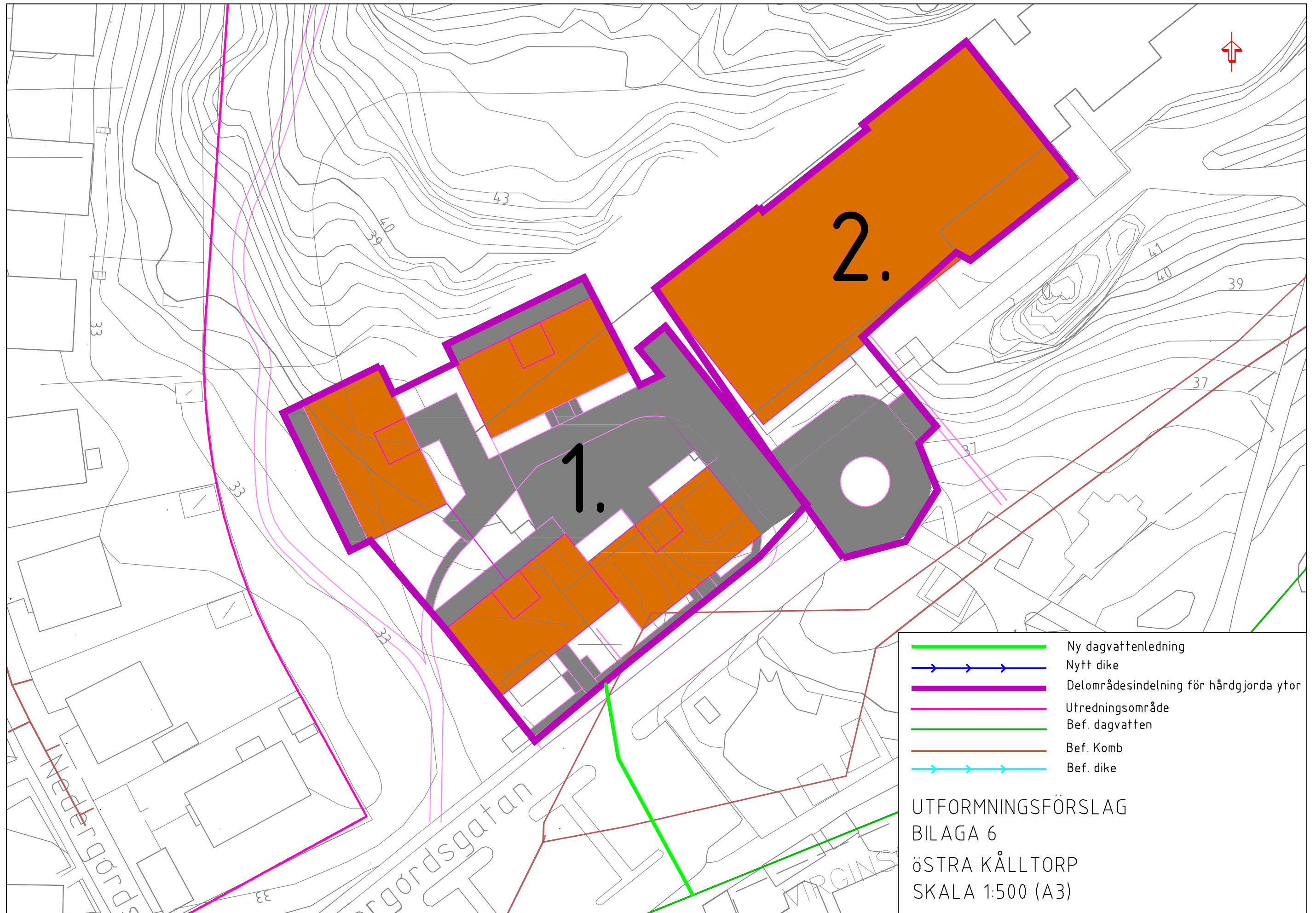
Område 3

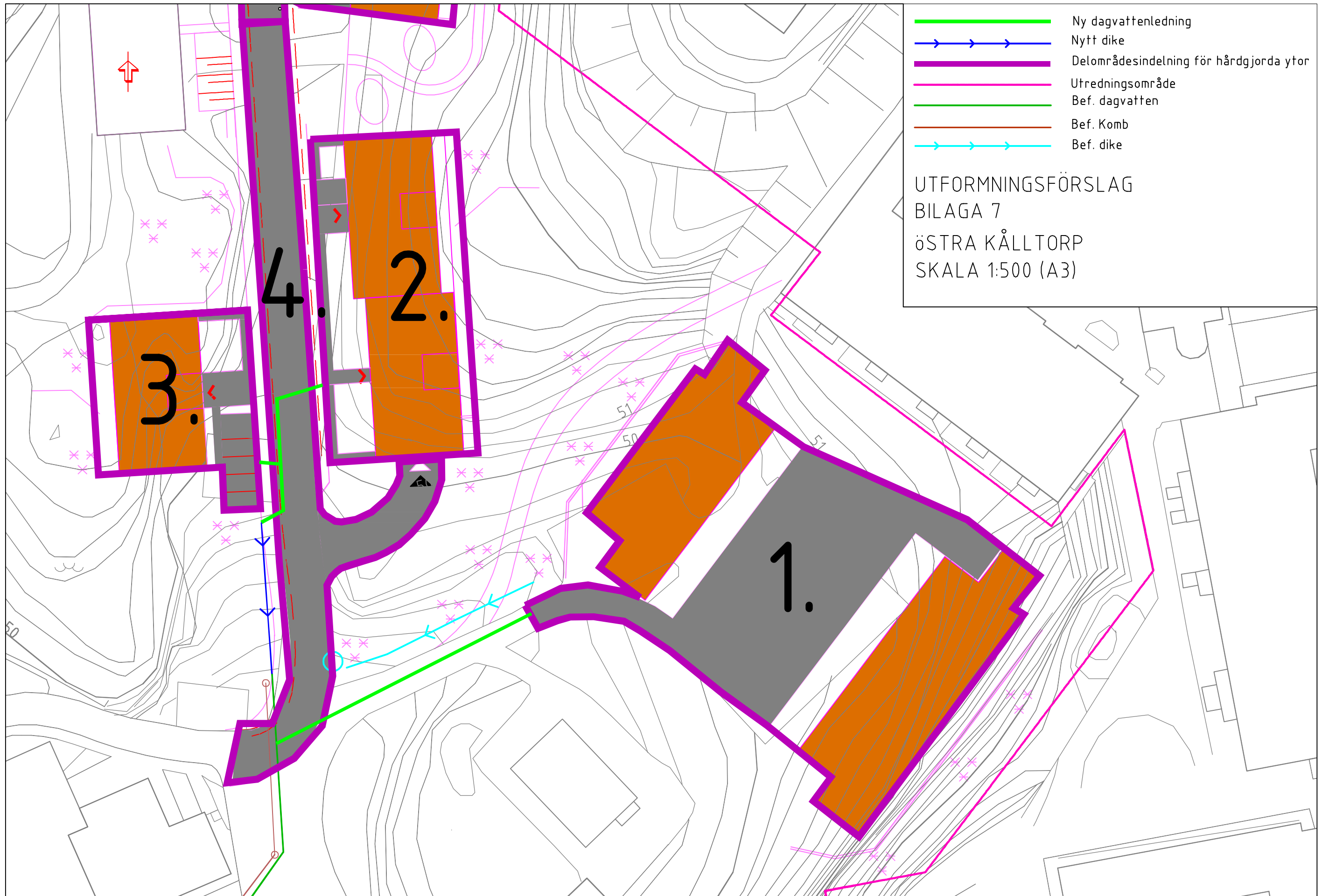
| | 1 | 2 | 3 | 4 P-hus | 5 väg |
|--------------------------------------|------|------|-----|---------|-------|
| Area hårdgjord yta (m ²) | 1690 | 1403 | 746 | 628 | 3458 |
| Födröjningsvolym (m ³) | 17 | 14 | 7 | 6 | 35 |

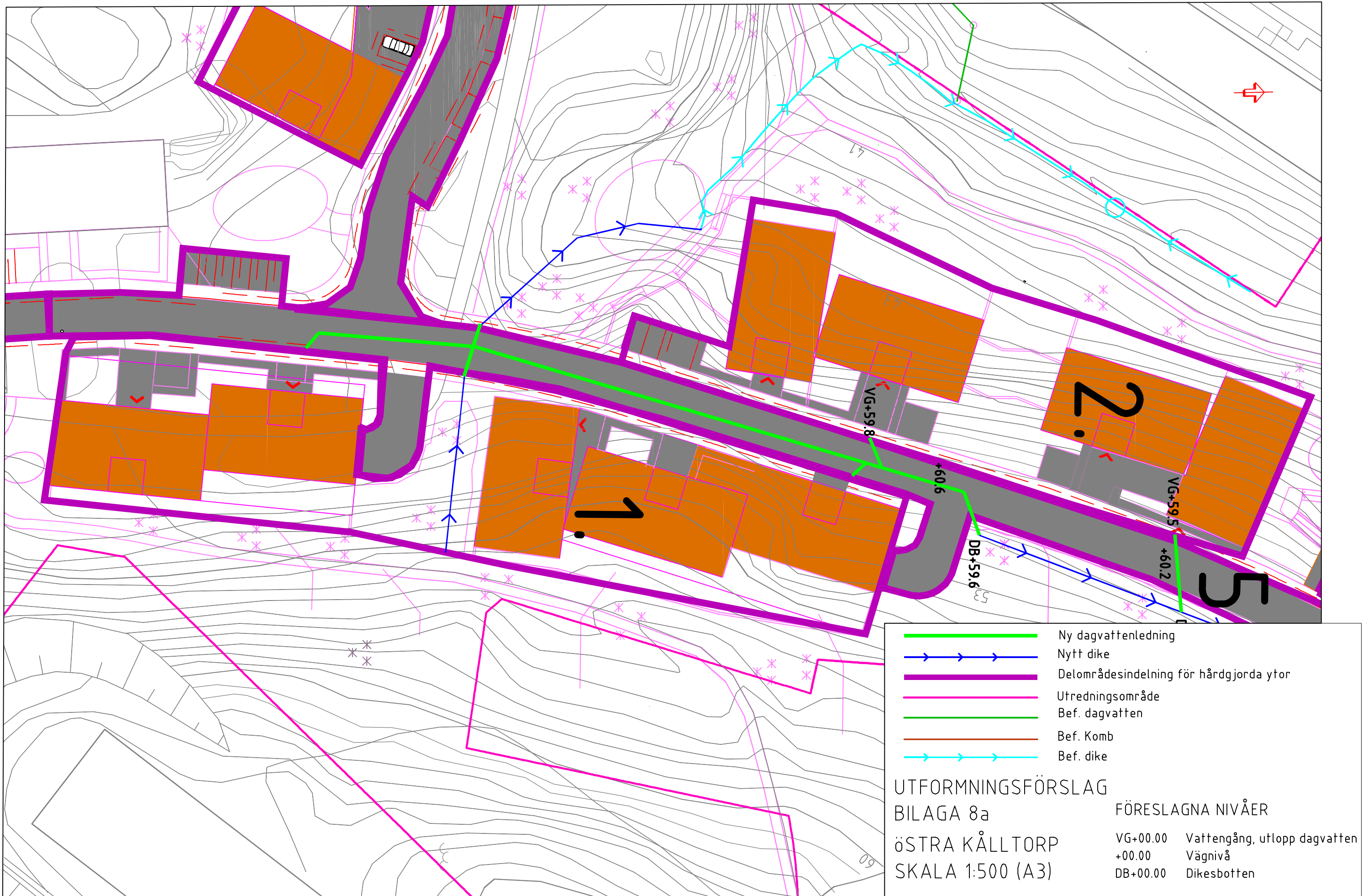
Område 4

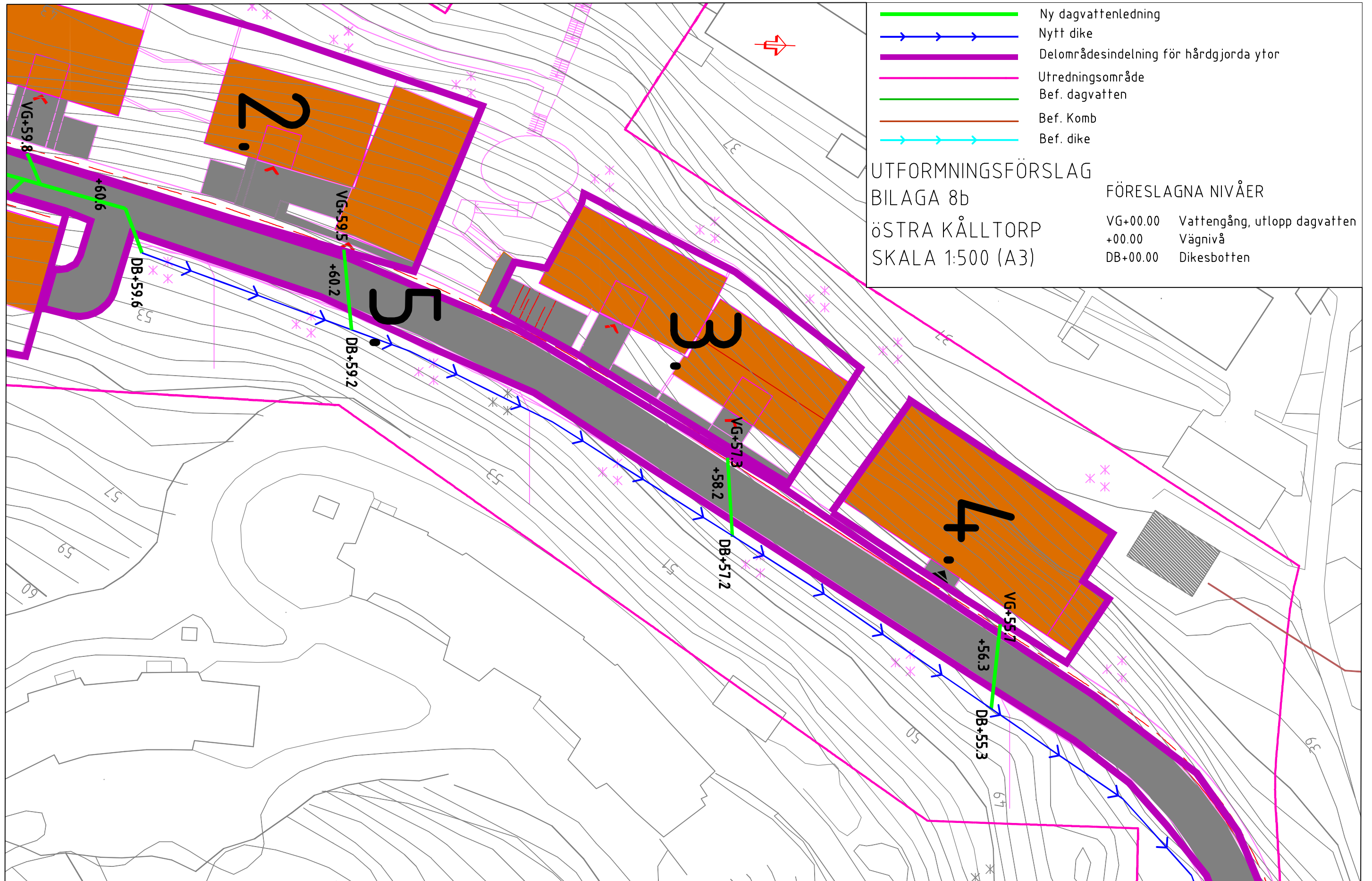
| | 1 | 2 | 3 väg+P |
|--------------------------------------|-----|------|---------|
| Area hårdgjord yta (m ²) | 832 | 1280 | 2273 |
| Födröjningsvolym (m ³) | 8 | 13 | 23 |

















-  Ny dagvattenledning
-  Nytt dike
-  Delområdesindelning för hårdgjorda ytor
-  Utredningsområde
-  Bef. dagvatten
-  Bef. Komb
-  Bef. dike

UTFORMNINGSFÖRSLAG
BILAGA 9
ÖSTRA KÅLLTORP
SKALA 1:500 (A3)

