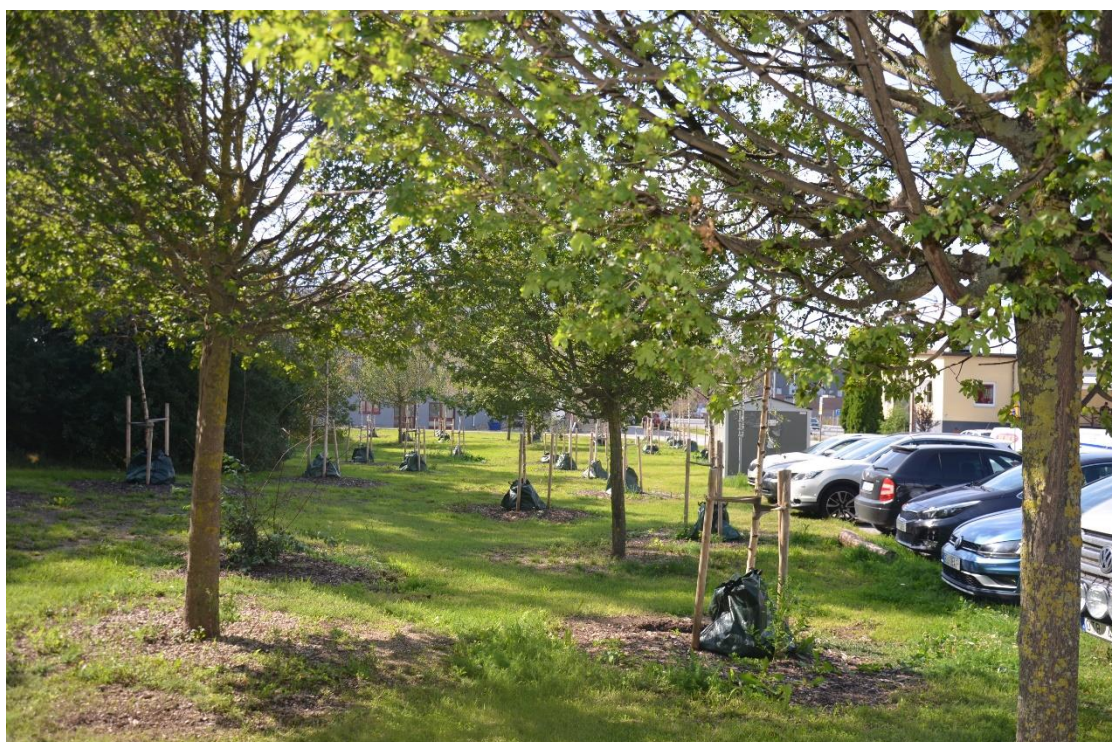


Dagvattenutredning för Nötknäpparen 26 m.fl. i Eskilstuna

Eskilstuna kommun



TITEL	Dagvattenutredning för Nötknäpparen 26 m.fl. i Eskilstuna
RAPPORTNUMMER	2019-1424-B
BESTÄLLARE	Eskilstuna kommun
FÖRFATTARE	Victoria Eriksson Russo, WRS
GRANSKNING	Sofia Åkerman, WRS
UTGÅVA/STATUS	Slutversion
DATUM	2019-10-07
OMSLAGSBILD	Victoria Eriksson Russo, WRS

Sammanfattning

Eskilstuna kommun planerar att ändra markanvändningen inom fastigheterna Nötknäpparen 26 m.fl. till främst skolverksamhet. Inom planen kommer det också att finnas möjligheter att uppföra bostäder, kontor och lokaler för handel/centrumändamål. Planområdet är drygt 6 ha och består idag av ett gammalt slakthusområde med kulturhistoriska byggnader som numera används till bl.a. livsmedelsindustri och som kontor. Dessutom finns parkeringsplatser, ett parkeringsgarage, grönområdet Ekbacken samt diverse vägar. Byggnader med kulturhistoriskt värde ska rustas upp. Ny bebyggelse planeras på befintliga hårdgjorda ytor.

Planområdet domineras av finsediment i form av olika leror. I grönområdet Ekbacken förekommer även morän. Det är främst i moränområdet som infiltration kan förväntas ske då de naturliga förutsättningarna för infiltration är begränsade på lera. Området är mestadels flackt och marken faller från +15,8 m till +9,4 m (höjdsystem RH2000). Delar av planområdet ligger idag i riskzonen för översvämningar vid skyfall.

Eskilstunaån är områdets recipient och har statusklassificering måttlig ekologisk status på grund av övergödning och fysisk påverkan. Ån uppnår inte god kemisk status på grund av förhöjda halter av fyra PAH:er. Slakthusområdet är idag anslutet till det kommunala dagvattenledningsnätet via ett kombinerat system för dagvatten och spillvatten. Vid omexploatering behöver systemen separeras.

Eskilstuna kommun har ställt krav på att flöden och magasinsbehov ska beräknas utifrån ett 20-årsregn. Branschstandard för dimensionering av nya dagvattenledningar i centrum- och affärsområden är att beräkna flödet utifrån ett 10-årsregn. Därför redovisas flöden och magasinsbehov utifrån både 10- samt 20-årsregn. När man jämför de dimensionerande flödena idag och i framtiden ses att flödena ökar efter omexploatering, både från allmän platsmark och kvartersmark, utan åtgärder för dagvattenhantering.

För att flödet vid ett 20-årsregn inte ska vara större än dagens flöde från naturmark krävs en utjämningskapacitet på 860 m³ vid ett konstant tappflöde med flödesregulator. För det mesta kan det antas att grönytor och dagvattenanläggningar inte släpper ifrån sig vatten förrän fyllnadsmaterialet är mättat. Ett antaget reducerat maxtappflöde utan flödesregulator ger ett större erforderligt magasinsbehov på 1 238 m³. Motsvarande siffror vid ett 10-årsregn är 815 m³ med flödesregulator och 988 m³ utan.

I Eskilstuna kommuns riktlinjer för dagvattenhantering ställs krav på att föroreningarna ska begränsas vid källan samt avskiljas och brytas ned under vattnets väg till recipienten. Föroreningsberäkningar i StormTac visar att belastningen från allmän platsmark ökar för alla ämnen. För kvartersmark ökar enbart belastningen av fosfor. Genom att anlägga föreslagna åtgärder för dagvattenhantering kan föroreningsbelastningen minska jämfört med nuläget.

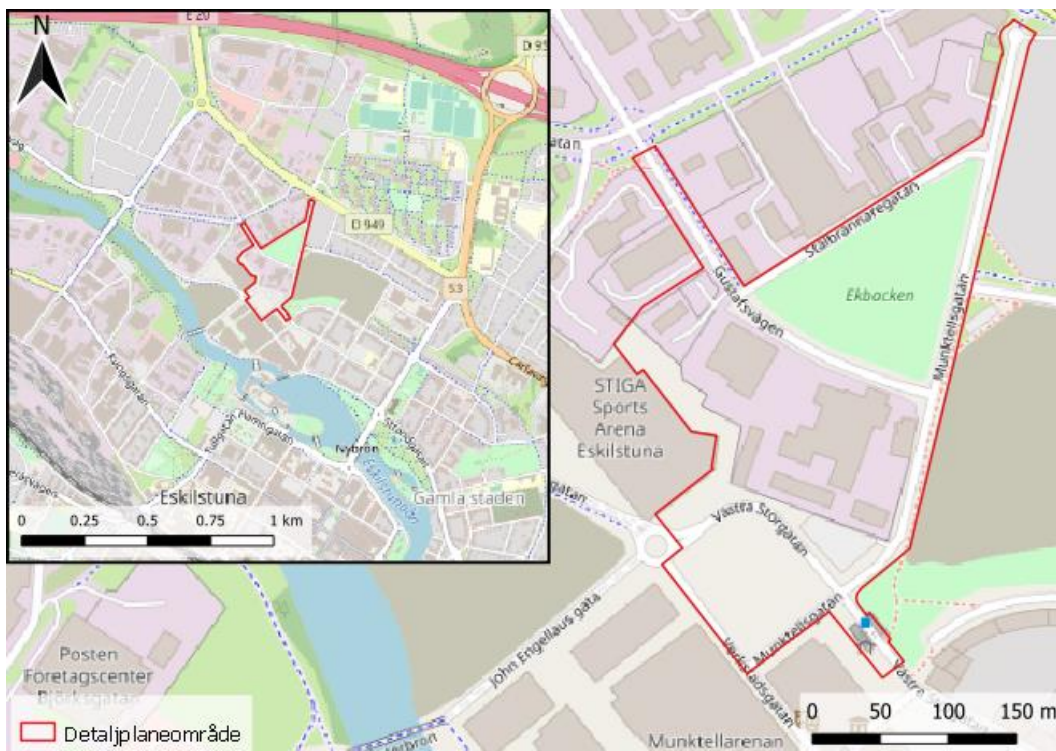
För att fördröja och rena dagvattnet inom planområdet rekommenderas en kombination av gröna tak, växtbäddar, nedsänka grönytor, genomsläpplig beläggning, luftigt bärlager på bjälklag, träd i skelettjord och svackdiken. Genom att kombinera dessa åtgärder på olika sätt kan tillräcklig magasinskapacitet skapas och reningskravet för föroreningar uppnås. Höjdsättningen är viktig för att undvika skador på byggnaderna. Markytan bör slutta bort från byggnader och mot vägar som bör anläggas lägre än byggnader för att på så sätt få en ytvattenavledande funktion vid skyfall. Kantstenar vid gröna ytor bör undvikas alternativt anläggas med släpp så att dagvatten ytledes kan avledas till dessa.

Innehåll

Sammanfattning	3
Innehåll	4
1 Inledning och syfte	5
2 Förutsättningar	5
2.1 Planområdet i nuläget	5
2.1.1 Riksintressen	7
2.2 Topografi och geologi	7
2.3 Yt- och grundvattenrecipienter	9
2.4 Skyfall och risk för översvämning	10
2.5 Markföroreningar	11
2.6 Nuvarande dagvattenhantering.....	12
2.6.1 Markavvattningsföretag	13
2.7 Planbeskrivning	13
2.8 Riktlinjer för dagvattenhantering i Eskilstuna.....	15
3 Flödes- och föroreningsberäkningar	16
3.1 Flöden nuläge och framtid.....	16
3.2 Magasinsbehov	18
3.3 Föroreningsberäkningar	19
4 Förslag på dagvattenhantering	20
4.1 Schematisk dagvattenavledning.....	20
4.2 Principiell hantering på kvartersmark	22
4.2.1 Dagvatten för lek.....	23
4.3 Principiell hantering på allmän platsmark	25
4.4 Beskrivning av anläggningar	25
4.4.1 Gröna tak	26
4.4.2 Växtbäddar	27
4.4.3 Infiltration i grönyta	29
4.4.4 Genomsläpplig beläggning	30
4.4.5 Luftigt bärlager på bjälklag	32
4.4.6 Magasin i gata (/träd i skelettjord).....	33
4.4.7 Svackdike med inbyggda dämmen	35
4.5 Kostnadsuppskattning samt skötsel av anläggningar	36
4.6 Tillstånd och anmälningar	38
5 Planens påverkan efter LOD-åtgärder	39
5.1 Dagvattenflöden efter LOD-åtgärder.....	39
5.2 Föroreningsbelastning efter LOD-åtgärder.....	40
6 Slutsatser.....	41
Referenser	42
Bilaga 1. Markanvändning och avrinningskoefficienter	43
Bilaga 2. StormTac indata och resultatrapport	45

1 Inledning och syfte

Eskilstuna kommun arbetar med att ta fram en ny detaljplan för planområdet Nötknäpparen 26 m.fl. Området ligger norr om Eskilstuna centrum och är drygt 6 hektar stort (Figur 1). I samband med detaljplanearbetet har WRS AB fått i uppdrag att göra en dagvattenutredning för att visa hur dagvatten bör hanteras inom området.



Figur 1. Detaljplaneområdet ligger norr om Eskilstuna centrum. Bakgrund: OpenStreetMap.

Syftet med dagvattenutredningen är att visa på hur dagvatten kan hanteras inom planområdet och ta fram lämpliga alternativ för dagvattenhantering som uppfyller kraven på rening och fördröjning enligt kommunens gällande policy.

2 Förutsättningar

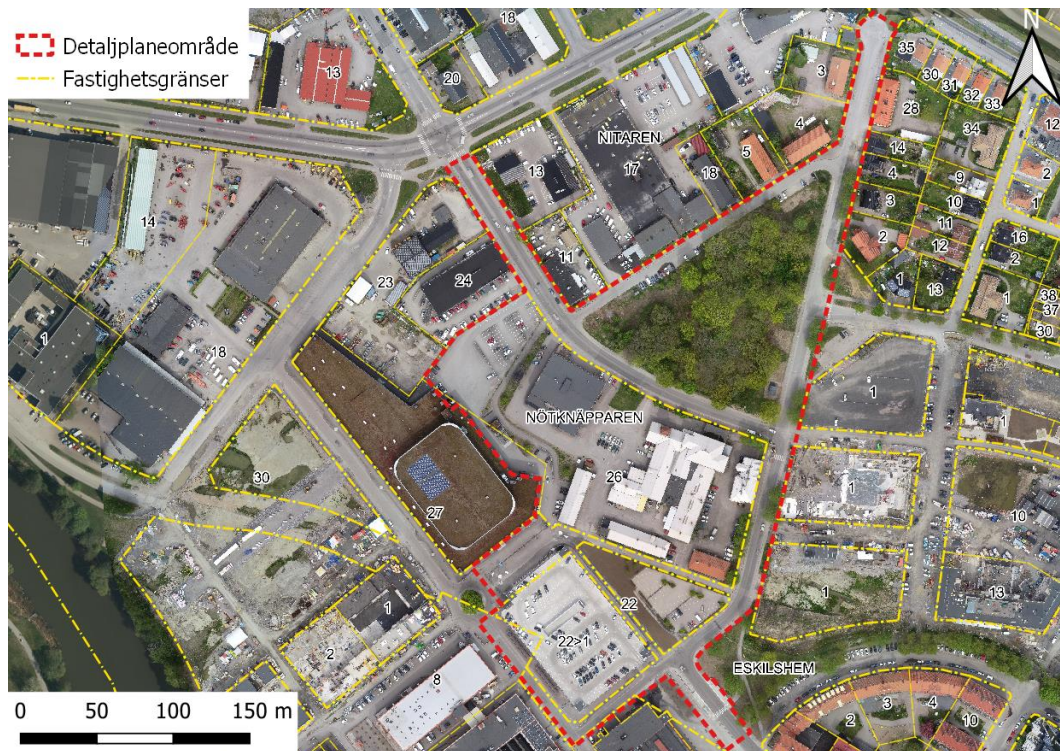
2.1 Planområdet i nuläget

Planområdet Nötknäpparen 26 m.fl. är beläget i Eskilstuna i området Norr och består idag av parkeringsplatser, parkeringsgarage och ett gammalt slakthusområde som används för bland annat livsmedelsindustri och kontor. Inom slakthusområdet finns flera byggnader med kulturhistoriskt värde (Figur 2). Utöver detta finns det några vägar samt ett grönområde (Ekbacken) med höga naturvärden.

Området är sammanlagt 6,3 hektar stort. Hela Nötknäpparen 22:1, 22:2 och 26 samt delar av Nötknäpparen 27, Nithammaren 8 och 11:1 och Eskilshem 4:1 utgör det nya planområdet (Figur 3). Nötknäpparen 26 är befintligt slakthusområde, Nötknäpparen 22:1 är parkeringsgaraget och Nötknäpparen 22:2 är parkeringsplatser medan Ekbacken ligger inom Eskilshem 4:1.



Figur 2. Några av byggnaderna inom slakthusområdet med högt kulturhistoriskt värde som ska bevaras och rustas upp. Foto: Victoria Eriksson Russo, WRS.



Figur 3. Detaljplaneområdet omfattar idag grönytan Ekbacken, parkeringsplatser samt kontors- och industrilokaler. Ortofoto: Eskilstuna kommun drönarfoto 2019.

2.1.1 Riksintressen

Majoriteten av planområdet är riksintresse för kulturmiljövård (Figur 4).



Figur 4. Majoriteten av området är riksintresse för kulturmiljövård. Källa: Eskilstunakartan (lager 'riksintresse, kulturmiljövård'). Bakgrund: OpenStreetMap.

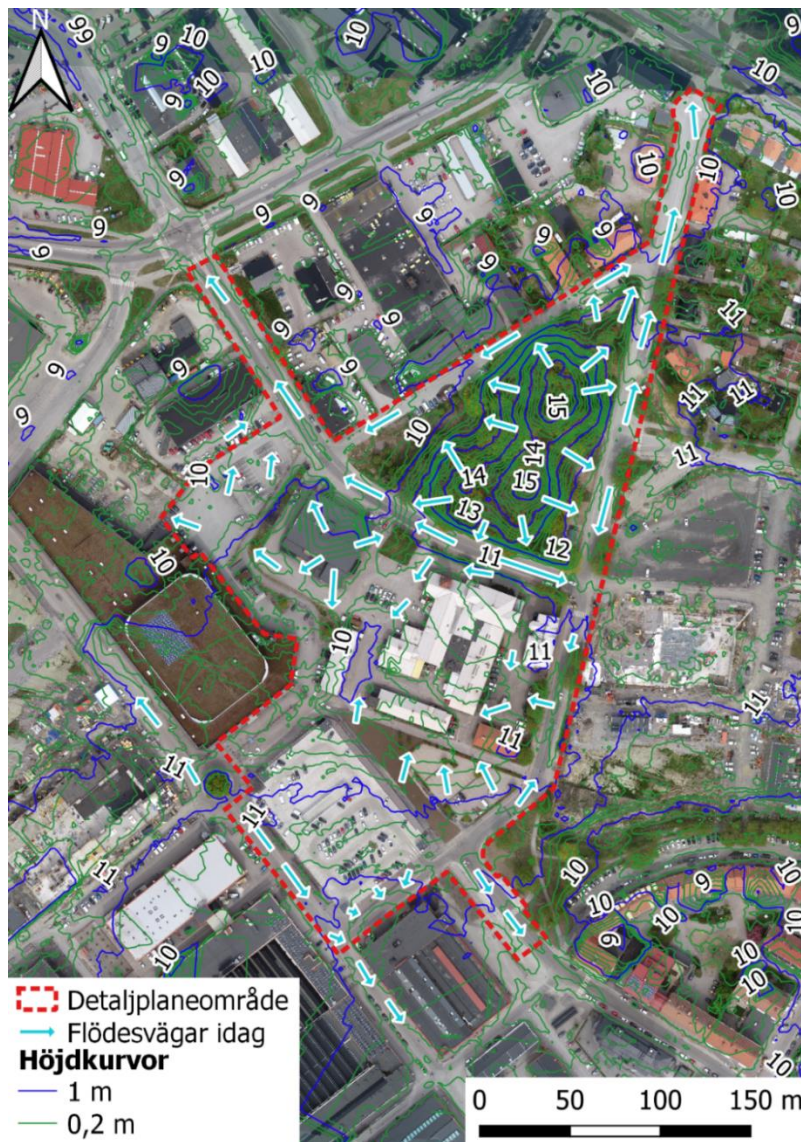
Området beskrivs enligt följande i Eskilstunakartan (lager 'Riksintresse kulturmiljövård'):

"Smides- manufaktur- och industristad som speglar många olika utvecklingssteg och de sociala förhållandena från medeltiden och 1600-talet fram till tiden efter 1950".

Byggnaderna med kulturhistoriskt värde i slakthusområdet ska bevaras och rustas upp vid omexploatering av detaljplaneområdet.

2.2 Topografi och geologi

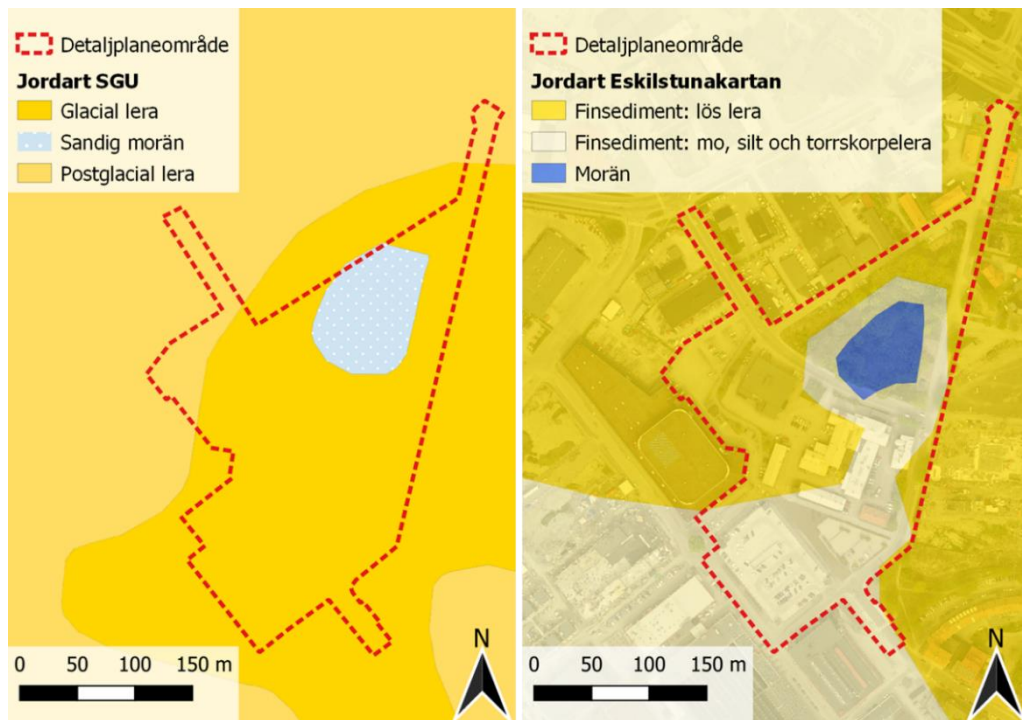
Marken inom planområdet är flack i de bebyggda delarna och den största höjdskillnaden finns inom Ekbacken (Figur 5). Höjdsättningen inom Ekbacken varierar från +15,8 m i mitten till +10,25 m i de sydvästra delarna (RH2000). Inom slakthusområdet varierar höjdsättningen från +12,0 m vid korsningen Munktellsgatan/Västra Storgatan till som lägst +9,4 m i de nordvästra delarna längs med Gustafsvägen (RH2000). Dagvatten via ytavrinning avrinner generellt åt väst och öst.



Figur 5. Detaljplaneområdet är flackt i de bebyggda delarna och varierar endast mellan +9,4 m och +12,0 m (RH2000). Inom Ekbacken varierar höjdsättningen mellan +10,25 m och 15,8 m (RH2000). Höjdkurvor: SCALGO. Ortofoto: Eskilstuna kommun drönarfoto 2019.

Både SGU:s jordartskarta och Eskilstunakartan visar att området främst utgörs av finsediment, med inslag av morän inom Ekbacken (Figur 6). Kartorna skiljer sig dock åt i utbredning och jordarternas undergrupper. Enligt SGU:s jordartskarta utgörs området främst av glacial lera, med sandig morän i norr och postglacial lera i väst (vänster i Figur 6). Enligt Eskilstunakartan utgörs området främst av finsediment i form av lös lera i de nordvästra delarna samt mo, silt och torrskorpelera i de sydvästra delarna, med ett område med morän norr om planområdets mitt (höger i Figur 6).

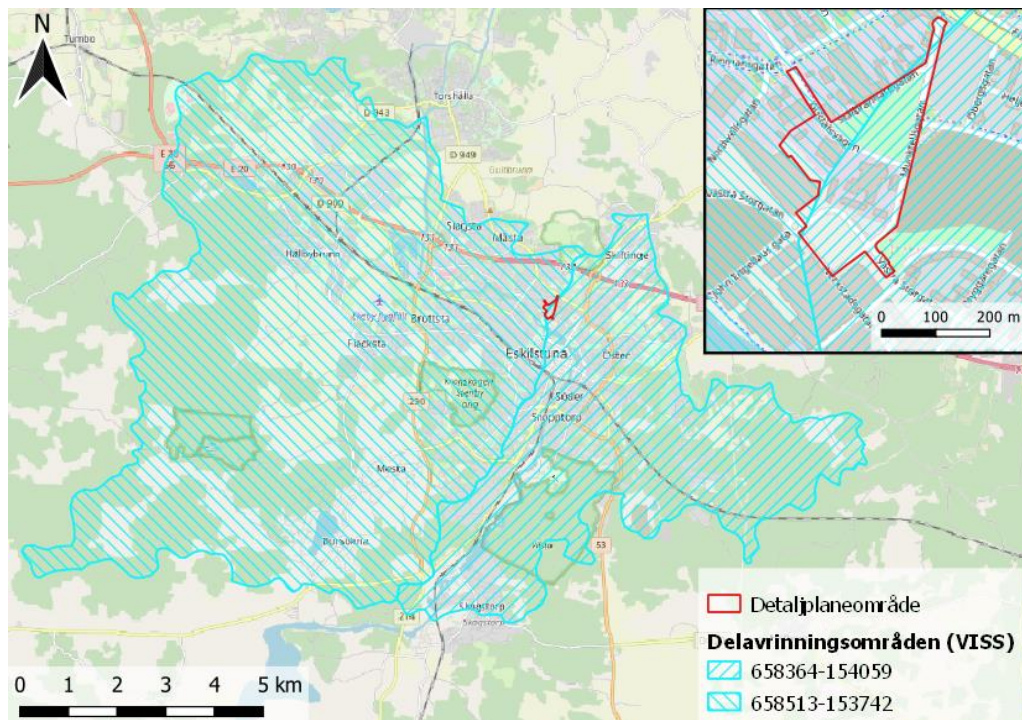
Enligt tidigare miljöteknisk markundersökning inom planområdet bedöms ”en grusig sandig fyllning med inslag av tegelrester och gjutsand och på något ställe asfalt” förekomma ytligt ner till 1,5 m under markytan på fastigheten Nötknäpparen 26 (Structor Miljöteknik AB, 2005). Inget underlag har erhållits avseende eventuella fyllnadsmassor på övriga delar i undersökningsområdet. Grusig sand har en betydligt bättre infiltrationskapacitet än lera. I områdena med lera är de naturliga förutsättningarna för infiltration begränsade medans infiltration kan förväntas ske i moränområdet inom Ekbacken, dit tillrinningsmöjligheterna är begränsade på grund av höjdskillnaderna.



Figur 6. Området utgörs främst av finsediment, såsom lera, med inslag av (sandig) morän vid Ekbacken. Källa: SGU:s jordartskarta och Eskilstunakartan (lager 'Markförhållanden, geoteknik'). Ortofoto: Eskilstuna kommun drönarfoto 2019.

2.3 Yt- och grundvattenrecipienter

Genom planområdet går två huvuddelavrinningsområden (Figur 7) som båda avrinner till ytvattenrecipienten Eskilstunaån (SE658428-153975). Gränsen mellan avrinningsområdena stämmer dock inte om man studerar topografin mer noggrant (se Figur 5), då vattendelaren går längre öster ut över de högsta punkterna i Ekbacken.



Figur 7. Detailplanområdet och dess delavrinningsområden till Eskilstunaån. Källa: VISS. Bakgrund: OpenStreetMap.

Eskilstunaån är en vattenförekomst och omfattas av EU:s ramvattendirektiv. Ån har enligt VISS (2019) senaste statusklassificering måttlig ekologisk status på grund av övergödning samt konnektivitets-problem och morfologiska förändringar i form av fysisk påverkan. Den huvudsakliga påverkan av näringsämnen bedöms vara belastningen från Hjälmarens. God ekologisk status ska nås till 2027.

Ån uppnår inte god kemisk status (VISS, 2019). Utöver de överallt överskridande ämnen (kvicksilver och polybromerade difenyletrar, PBDE) har Eskilstunaån även förhöjda halter av fyra PAH:er. Dessa är antracen, benzo(a)pyren, fluoranten och naftalen. Samtliga av dessa ämnen kan förekomma i dagvatten (Naturvårdsverket, 2009). PAH:er är en grupp ämnen som finns i stenkol och petroleum samt bildas vid förbränning av organiskt material.

Inga grundvattenförekomster finns enligt VISS inom området. Tidigare har grundvatten observerats på mellan 2–3 m under markytan (Structor Miljöteknik AB, 2005).

2.4 Skyfall och risk för översvämning

Det finns tre lågpunkter inom området som riskerar stående vatten vid större regn (Figur 8). Dessa är sydvästra hörnet av Ekbacken, mitten av slakthusområdet och södra hörnet av parkeringsgaraget.



Figur 8. Lågpunkter och flödesvägar inom planområdet. Källa: Eskilstunakartans lager 'lokal ytavrinning, flödesvägar' och 'lokal ytavrinning, lågpunkter'. Ortofoto: Eskilstuna kommun drönarfoto 2019.

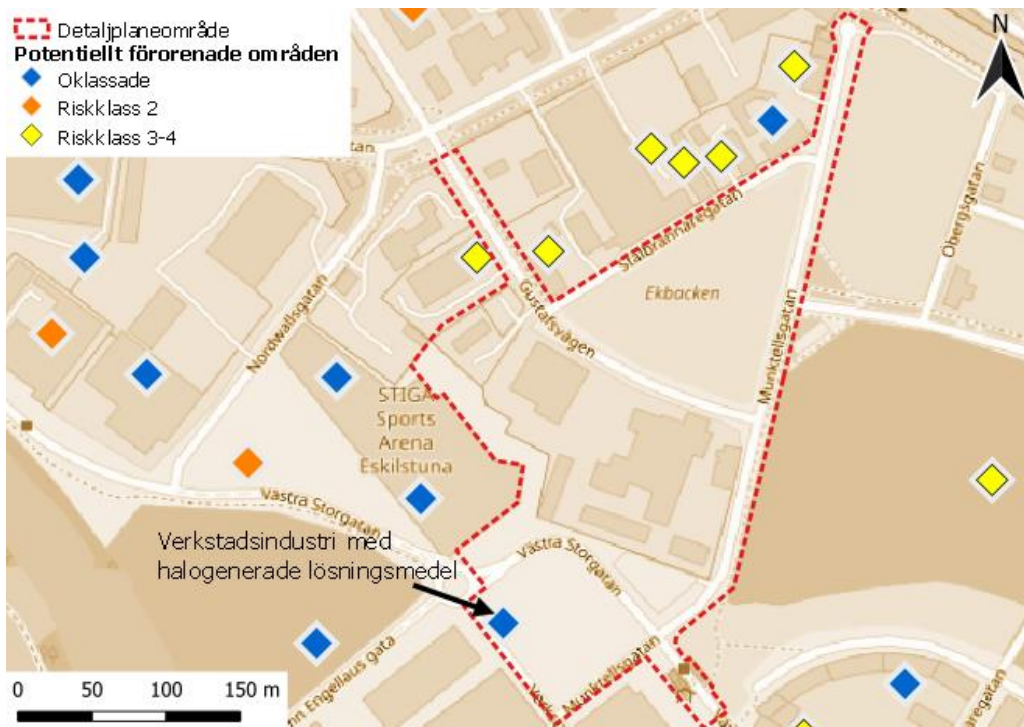
Vid skyfall finns idag risk för stående vatten i flera delar av området enligt Eskilstunas skyfallskartering (Figur 9). Skyfall innebär minst 50 mm regn på en timme eller minst 1 mm på en minut (SMHI, 2017). Det är vid lågpunkterna inom slakthusområdet samt södra delen av Munktellsgatan som stående vatten riskerar att skada byggnader.



Figur 9. Skyfallskartering. Maxdjup vid 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 (motsvarar 200-årsregn i dagens klimat) för hela planområdet (övre bild), kvartersmark i område A (nedre vänstra bilden) och delar av område B (nedre högra bilden). Källa: Eskilstuna kommuns gissupport. Ortofoto: Eskilstuna kommun drönarfoto 2019.

2.5 Markföroreningar

I Eskilstunakartan finns en plats vid befintligt parkeringsgarage i planrådets södra del markerad som ”verkstadsindustri med halogenerade lösningsmedel” (Figur 10).



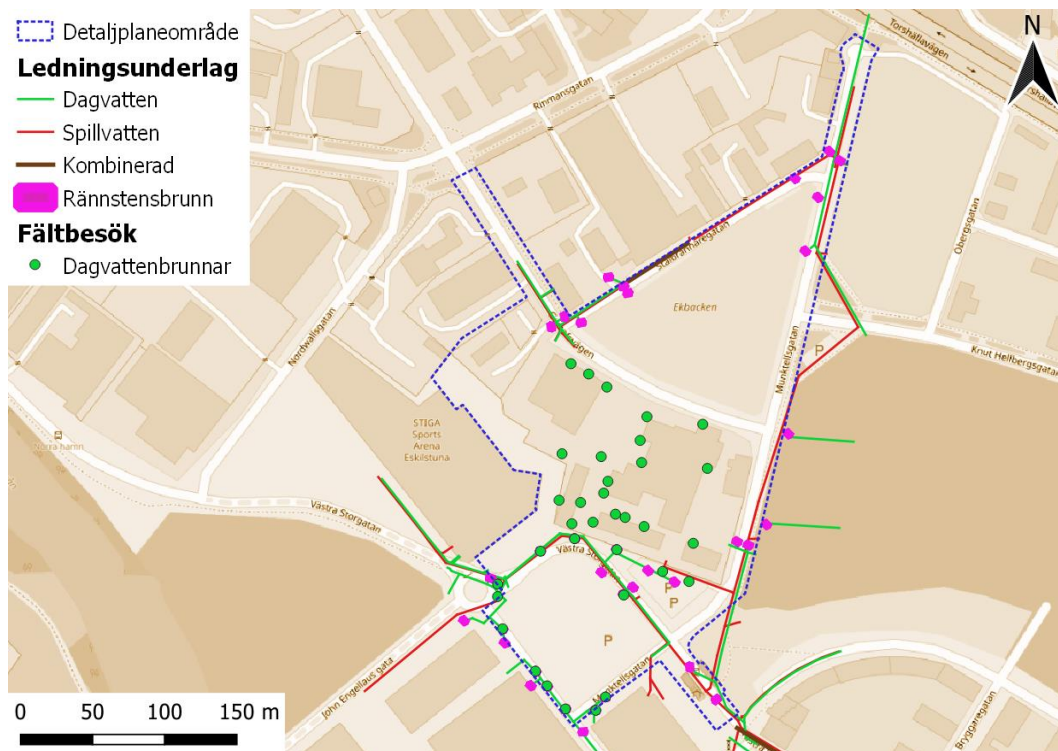
Figur 10. Vid befintligt parkeringsgarage finns ett potentiellt förorenat område: en gammal verkstadsindustri med halogenerade lösningsmedel. Källa: Eskilstunakartans lager 'efterbehandlingsstöd, potentiell förorenad mark'. Bakgrund: OpenStreetMap.

En miljöteknisk markundersökning för planområdet har gjorts av Norconsult (2019). I undersökningsområdet påvisade Norconsult ”förhöjda halter av ämnen som kan innebära risker för människor och miljö” och ”påvisade föroreningar innebär begränsningar och restriktioner inför eventuella markarbeten inom undersökningsområdet”. En mer detaljerad markmiljöundersökning håller på att slutföras av Structor. Utifrån resultatet av den får rekommendationer tas fram senare huruvida det är möjligt att infiltrera dagvattnet i marken och om dagvattnet kan tillåtas infiltrera utifrån risken för föroreningstransport.

2.6 Nuvarande dagvattenhantering

Fastigheten Nöttnäpparen 26 (Slakthusanläggningarna) har gemensamma spill- och dagvattenledningar, ett s.k. kombinerat system. Dag- och spillvattenserviser ansluter idag till huvudledningar i Munktellsgatan. Delar av avloppsservisen ligger på fastigheten Nöttnäpparen 22. Då befintliga ledningar är i dåligt skick samt kombinerade så ska de tas ur bruk och två skilda system ska byggas. Kommunen önskar att ny VA-anslutning ansluts mot en befintlig avsättning i Västra Storgatan via Nöttnäpparen 22 (Eskilstuna Energi & Miljö, 2019).

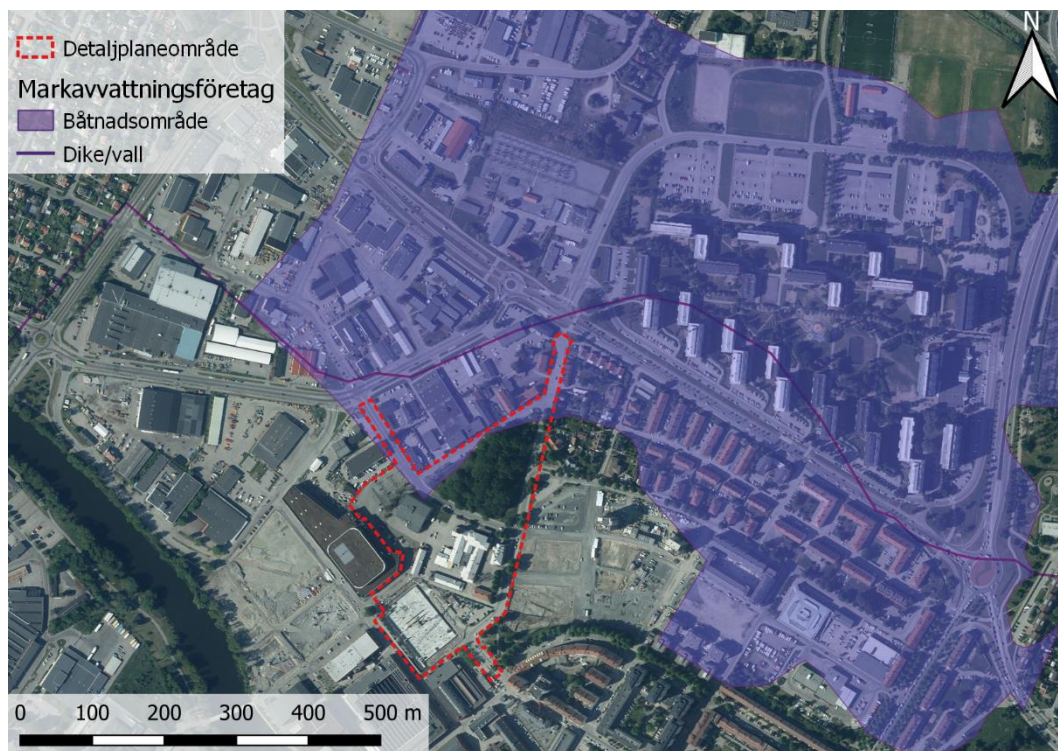
Inom fastigheterna Nöttnäpparen 22:1, 22:2 och 27 finns idag nyare dagvattenledningar som inte är kombinerade med spillvattnet. I Figur 11 visas det kommunala dag- och spillvattenledningsnätet, kombinerade ledningar, rännstensbrunnar samt ungefärligt placering av de lokala dagvattenbrunnarna inom planområdet. Det är dock viktigt att poängtera att dagvattenbrunnarnas placering noterats vid platsbesök och därför endast är ungefärlig. Ingen ledningskarta för det lokala dagvattennätet inom området har erhållits och det kan därmed finnas andra dagvattenbrunnar och dagvatten-/kombinerade ledningar än vad Figur 11 visar.



Figur 11. Befintligt dagvattenledningsnät inklusive spillvatten och kombinerade ledningar samt dagvattenbrunnar. Källa ledningsnät: Eskilstuna Energi & Miljö. Källa dagvattenbrunnar: WRS observationer vid fältbesök. Bakgrund: OpenStreetMap.

2.6.1 Markavvattningsföretag

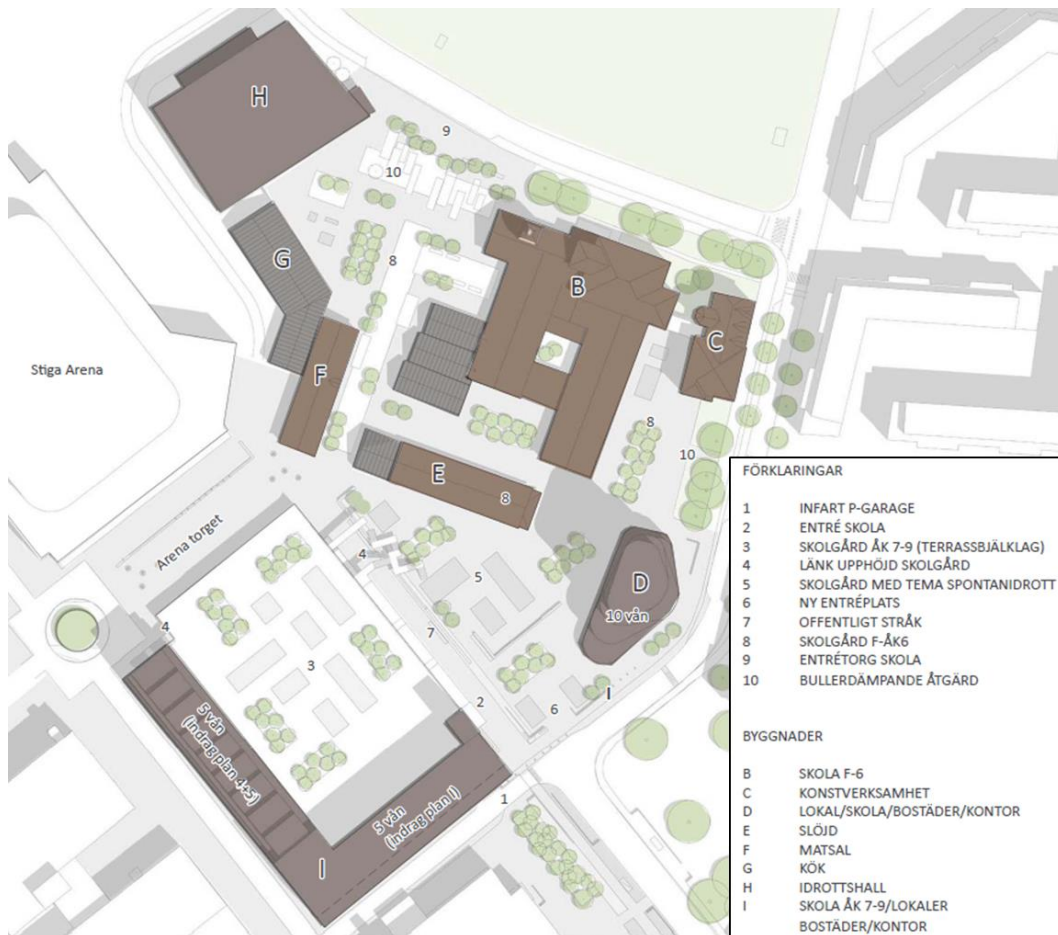
Enligt befintligt underlag i Eskilstunakartan ligger de nord/nordvästra delarna av planområdet inom ett båtnadsområde för ett markavvattningsföretag (Figur 12).



Figur 12. Båtnadsområde finns inom de nord och nordvästra delarna av planområdet. Källa: Eskilstunakartans lager 'Markavvattningsföretag, båtnad' och 'Markavvattningsföretag, dike, vall'. Bakgrund: Eskilstunakartans ortofoto 2018.

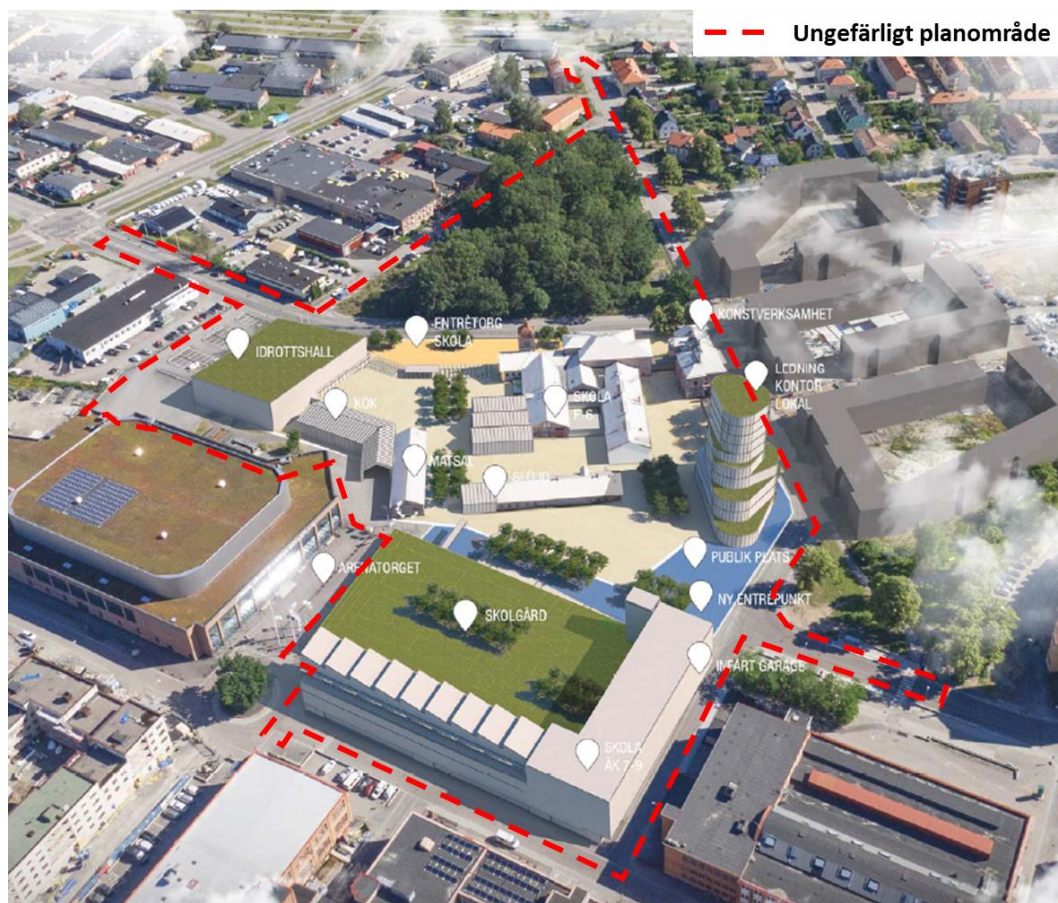
2.7 Planbeskrivning

Den planerade omexploateringen innebär att ändra användning av byggnaderna inom slakthusområdet till främst skolverksamhet (Figur 13). Det planeras för skolverksamhet för årskurs F–6 i befintliga kulturbyggnader (hus B, C, E, F). Ovanpå befintligt parkeringsgarage planeras skolverksamhet för årskurs 7–9 (hus I) samt kontorslokaler och bostäder (hus D och I). En ny idrottshall (hus H) och kök (hus G) planeras också att byggas. Nya kontorslokaler i ett punkthus planeras längs med Munktellsgatan (hus D).



Figur 13. Förslag till strukturplan. Ljusa byggnader är befintliga som ska bevaras och mörkare är nya byggnader. Figur: Tyréns (2019).

Planområdets framtida utformning ses även i Figur 14. Det befintliga grönområdet Ekbacken i norra delen av planområdet bevaras. Det planeras trafiksäkra skolvägar där fotgängare och cyklister prioriteras. Längs med Munktellsgatan och Gustafsvägen skapas grönstråk för att dämpa buller, försköna stadsmiljön och säkerställa trafiksäkerheten. Grönstråket längs Munktellsgatan är en del av Årbystråket mellan åstråket vid Eskilstunaån och Årby naturreservat. Ekosystemtjänster ska vara utgångspunkten i utformningen av den gröna miljön. Dagvattenhanteringen har en viktig roll då vattnet ska ses som en resurs.



Figur 14. Framtida markanvändning inom planområdet. Figur: Tyréns (2019). Planområde: inlagt i figur av WRS.

2.8 Riktlinjer för dagvattenhantering i Eskilstuna

Vid beräkningar och åtgärdsförslag har hänsyn tagits till Eskilstuna kommuns riktlinjer för dagvattenhantering (2015). Vid hantering av dagvatten ska följande principer tillämpas enligt kommunens riktlinjer:

- I första hand ska lokalt omhändertagande av dagvatten ske.
- Dagvattensystem ska utformas med hänsyn till platsens förutsättningar, dagvattnets föroreningsgrad och recipientens känslighet och status.
- Dagvattensystemen ska utformas så att man undviker skadliga uppdamningar vid kraftiga regn.
- Dagvattenflöden ska reduceras och regleras så att belastning på ledningsnät och recipienter begränsas.
- Föroreningar ska begränsas vid källan och förorenat dagvatten ska renas i så stor utsträckning som möjligt innan det når recipient.
- Den naturliga vattenbalansen ska i möjligaste mån bibehållas genom infiltration av dagvatten. Förorenat dagvatten får inte förorena grundvattnet.
- Dagvatten ska hanteras som en resurs som berikar bebyggelsemiljön.

I uppdragets beställning ställs också krav på att det inte ska avrinna mer dagvatten från detaljplaneområdet vid ett 20-års regn än från befintlig markanvändning.

3 Flödes- och föroreningsberäkningar

Avrinningen före och efter omexploatering har beräknats enligt rekommendationer i publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016). Beräkning av föroreningsbelastning från området har gjorts genom modellering i StormTac (v.19.3.1).

3.1 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 inom området har beräknats och understiger 10 minuter både före och efter omexploatering. 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.

Eskilstuna kommun har ställt krav på att flöden och magasinsbehov ska beräknas utifrån ett 20-årsregn. Enligt Svenskt Vattens publikation P110 (tabell 2.1) är branschstandard för dimensionering av nya dagvattenledningar för centrum- och affärsområden ettregn med en återkomsttid på 10 år vid fylld ledning och 30 år för trycklinje i marknivå. Därmed är det 10-årsregn som är den dimensionerande återkomsttiden enligt branschstandard. Därför har flöden beräknats både för 10- och 20-årsregn. Beräkningar av dimensionerande flöde har gjorts utifrån nedan angivna indata (Tabell 1).

Tabell 1. Indata för beräkning av dimensionerande flöden. Från Svenskt Vatten P110

Parameter	10-årsregn	20-årsregn
Återkomsttid	120 månader	240 månader
Varaktighet	10 minuter	10 minuter
Regnintensitet utan fördröjning	228 l/s, ha	287 l/s, ha

Resultaten från beräkningarna med Formel 1 ses i Tabell 2. Beräkningarna för situationen efter omexploatering inkluderar inte åtgärder för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD). Framtida flöden relateras både till flödet med dagens bebyggelse samt flödet om detaljplaneområdet hade utgjorts av naturmark. Rätt dimensionering av ledningsnät ligger under VA-huvudmannens ansvar. Observera att kvartersmarken minskar med ca 900 m² efter omexploatering, medan allmän platsmark ökar med samma area. Detta p.g.a. mindre ytor körbanor, GC-vägar och torg övergår till allmän platsmark efter omexploatering.

För kvartersmark ökar den reducerade ytan från 2,13 ha till 2,48 ha (Tabell 2) främst på grund av att hela skolgården har antagits bli asfalterad. Om delar av skolgården har mer genomsläppligt material kan den hårdgjorda ytan istället minska. För allmän platsmark ökar den reducerade ytan från 1,69 ha till 1,76 ha (Tabell 2) vilket främst beror på att den totala ytan allmän platsmark ökar från 3,23 ha till 3,33 ha. Mer detaljerad beskrivning av markkategorisering, avrinningskoefficienter och fördelningen mellan kvartersmark och allmän platsmark finns i bilaga 1.

Tabell 2. Dimensionerande flöden med 10 och 20 års återkomsttid (Q_{10} och Q_{20}), med och utan klimatfaktor (kf). Areor (A), sammanvägda avrinningskoefficienter (φ) och reducerade areor ($A_{red} = A \cdot \varphi$) samt förändringen i flöde innan omexploatering utan kf och efter omexploatering med kf redovisas. A, A_{red} och φ är avrundade till två decimaler medan Q är avrundade till heltal.

	A [ha]	φ [-]	A_{red} [ha]	Q_{10} [l/s]	$Q_{10,kf}$ [l/s]	Q_{20} [l/s]	$Q_{20,kf}$ [l/s]
KVARTERSMARK							
Naturmark	2,97	0,1	0,31	68	85	85	107
Innan omexploatering	3,06	0,70	2,13	486	608	611	765
Efter omexploatering	2,97	0,83	2,48	565	706	710	888
Förändring*, naturmark	0	+0,73	+2,18	+ 638 l/s		+ 803 l/s	
Förändring*, innan omexploatering	-0,09	+0,14	+0,35	+ 220 l/s		+ 277 l/s	
ALLMÄN PLATSMARK							
Naturmark	3,33	0,1	0,33	76	95	95	119
Innan omexploatering	3,23	0,52	1,69	385	481	484	605
Efter omexploatering	3,33	0,53	1,76	402	503	506	632
Förändring*, naturmark	0	+0,43	+1,43	+ 427 l/s		+ 537 l/s	
Förändring*, innan omexploatering	+0,09	+0,01	+0,08	+ 118 l/s		+ 148 l/s	

* Förändringen är jämfört med efter omexploatering. Förändringen av flöden redovisar naturmark/innan omexploatering utan kf, jämfört med efter omexploatering med kf.

När man jämför de dimensionerande flödena för naturmark utan klimatfaktor med efter omexploatering med klimatfaktor ses att flödena ökar efter omexploatering med 638–803 l/s för kvartersmark och 427–537 l/s för allmän platsmark beroende på vilket dimensionerande regn som används (Tabell 2). När man jämför de dimensionerande flödena för innan omexploatering utan klimatfaktor jämfört med efter omexploatering med klimatfaktor ses att flödena ökar efter omexploatering med 220–277 l/s för kvartersmark och 118–148 l/s för allmän platsmark beroende på vilket dimensionerande regn som används (Tabell 2).

3.2 Magasinsbehov

Fördröjningskravet är att det inte ska avrinna mer dagvatten från detaljplaneområdet vid ett 20-års regn i framtiden än vad det skulle göra om marken var naturmark.

Magasinsberäkningar utifrån detta krav har beräknats enligt ekvation 9.1 i publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016) med värden från Tabell 1 och Tabell 2. 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 3 för scenariot naturmark v.s. efter omexploatering. För att flödet vid ett 20-årsregn inte ska öka jämfört med flödet från ett naturmarksområde krävs en utjämningskapacitet på 657 m^3 inom kvartersmark vid ett konstant tappflöde med flödesregulator, d.v.s. att avtappningen sker med full kapacitet under hela tappfasen (Tabell 3). 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. För kvartersmark innebär det att magasinsbehovet ökar till 783 m^3 om flödesregulator ej används (Tabell 3). Motsvarande siffror för allmän platsmark är 367 m^3 med flödesregulator och 455 m^3 utan.

Enligt Svenskt Vattens publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016) är branschstandard för dimensionering av nya dagvattenledningar för centrum- och affärsområden ett regn med en återkomsttid på 10 år vid fylld ledning och 30 år för trycklinje i marknivå. Därmed är det 10-årsregn som är det dimensionerande flödet för detaljplaneområdet enligt branschstandard. För att flödet inom kvartersmark vid ett 10-årsregn inte ska öka jämfört med flödet från ett naturmarksområde krävs en utjämningskapacitet på 524 m^3 vid ett konstant tappflöde med flödesregulator och 626 m^3 utan flödesregulator (Tabell 3). Motsvarande siffror för allmän platsmark är 291 m^3 med flödesregulator och 362 m^3 utan.

Tabell 3. Erforderlig magasinsvolym för att flödet ej ska öka jämfört med naturmark vid 10- och 20-årsregn, med samt utan flödesregulator

Återkomsttid regn [år]	Flödesregulator?	Magasinsvolym kvartersmark [m^3]	Magasinsvolym allmän platsmark [m^3]	Summa [m^3]
10	Ja	524	291	815
10	Nej	626	362	988
20	Ja	657	367	1024
20	Nej	783	455	1238

Resultaten från beräkningarna med Formel 2 ses i Tabell 4 för scenariot innan v.s. efter omexploatering. För att flödet inom kvartersmark vid ett 20-årsregn inte ska öka jämfört med flödet vid dagens markanvändning krävs en utjämningskapacitet på 52 m³ vid ett konstant tappflöde med flödesregulator och 162 m³ om flödesregulator ej används (Tabell 4). Motsvarande siffra för ett dimensionerande 10-årsregn inom kvartersmark är 41 m³ med flödesregulator och 129 m³ utan flödesregulator (Tabell 4). För allmän platsmark är motsvarande siffror 20 m³ med flödesregulator och 89 m³ utan vid ett 20-årsregn. Vid ett 10-årsregn är motsvarande siffror för allmän platsmark 16 m³ med flödesregulator och 71 m³ utan.

Tabell 4. Erforderlig magasinsvolym för att flödet ej ska öka jämfört med innan exploatering vid 10- samt 20-årsregn, med samt utan flödesregulator

Återkomsttid regn [år]	Flödesregulator?	Magasinsvolym kvartersmark [m ³]	Magasinsvolym allmän platsmark [m ³]	Summa [m ³]
10	Ja	41	16	57
10	Nej	129	71	200
20	Ja	52	20	72
20	Nej	162	89	251

3.3 Föroreningsberäkningar

Med beräkningsverktyget StormTac (v.19.3.1) har förorenings- och närsaltmängder i dagvattnet inom området beräknats (Tabell 5). StormTac är en statistisk modell som utifrån markanvändning och årsnederbörd beräknar flöden samt förväntade halter och mängder av föroreningar i dagvattnet. Modellen använder sig av avrinningskoefficienter och schablonhalter som är markanvändningsspecifika. Den korrigerade årliga nederbörden har satts till 635 mm (SMHI Vattenwebb, 2019a, 2019b).

Markanvändningen innan och efter omexploatering samt en mer detaljerad resultatrapport från StormTac redovisas i bilaga 2.

Tabell 5. Beräknad föroreningsbelastning innan och efter omexploatering (utan LOD) inklusive absolut och relativ förändring. OBS: Mängderna P, N, SS och olja är angivna i kg/år medan övriga föroreningar är angivna i g/år.

Föroreningar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16
Enhet	kg/år	kg/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	g/år	kg/år	kg/år	g/år
KVARTERSMARK												
Innan omexploation	2,6	26	270	390	1700	9,4	140	150	0,7	1200	10	25
Efter omexploation	2,7	19	180	300	1100	6,5	120	100	0,41	860	7,5	10
Absolut förändring	+0,1	-7	-90	-90	-600	-2,9	-20	-50	-0,29	-340	-2,5	-15
Relativ förändring [%]	+4	-27	-33	-23	-35	-31	-14	-33	-41	-28	-25	-60
ALLMÄN PLATSMARK												
Innan omexploation	1,9	25	73	280	510	3,5	90	69	0,88	810	9	5
Efter omexploation	2	27	89	310	680	3,8	98	75	0,94	860	9,8	6,8
Absolut förändring	+0,1	+2	+16	+30	+170	+0,3	+8	+6	+0,06	+50	+0,8	+1,8
Relativ förändring [%]	+5	+8	+22	+11	+33	+9	+9	+9	+7	+6	+9	+36

Föroreningsberäkningarna i StormTac visar att belastningen inom kvartersmark minskar för alla föroreningar förutom fosfor (Tabell 5). Detta beror antagligen på att området är ett industriområde i dagsläget.

Föroreningsberäkningarna i StormTac visar att belastningen inom allmän platsmark ökar för alla föroreningar (Tabell 5). Ökningen är som mest för bly, zink och PAH16. Denna

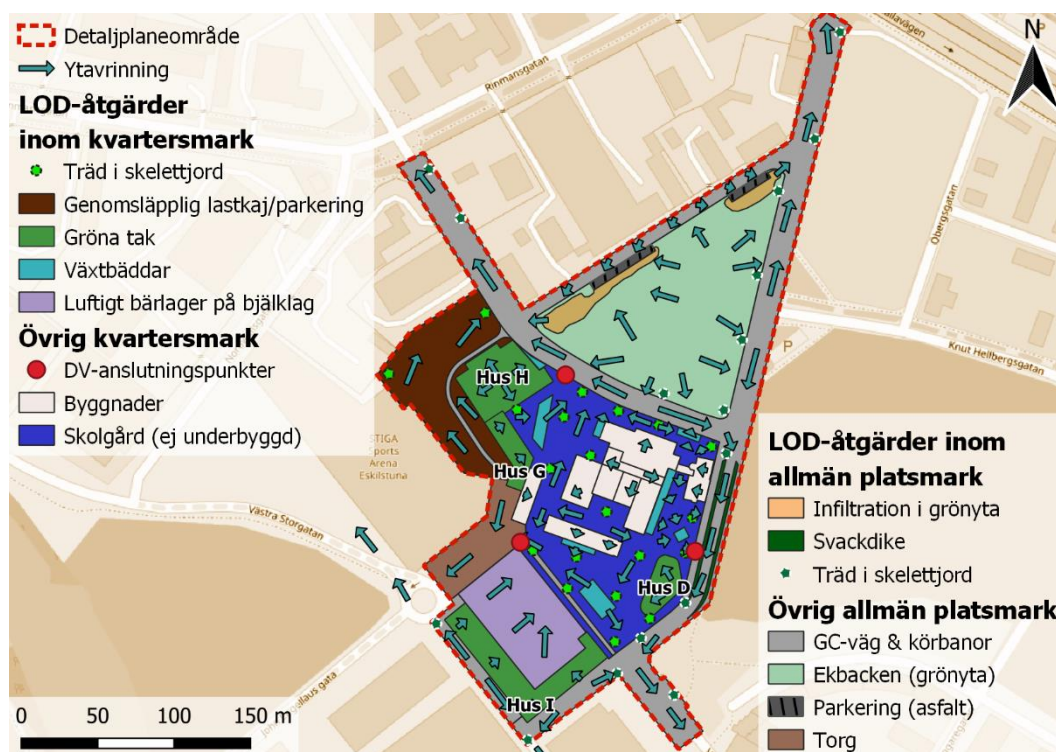
ökning beror på ökad biltrafik då markanvändningen idag och i framtiden i stort sett är oförändrad med undantag för en ökning av ÅDT (årsmedeldygnstrafik). Enligt uppgifter från kommunen väntas trafiken längs Muntellsgatan/Gustafsvägen öka från 5 300 bilar per dygn idag till 6 500–8 500 bilar per dygn år 2040 (d.v.s. en ökning på 24–64 %). I StormTac har ett ”worst-case-scenario” beräknats genom att sätta ÅDT till 8 500 bilar per dygn. För mindre vältrafikerade körbanor har det antagits att ÅDT ökar från 2 000 bilar per dygn idag till 3 000 bilar per dygn i framtiden.

De beräknade mängderna av föroreningar bygger på beräkningar utifrån schablonhalter och bör enbart ses som en indikation eftersom osäkerheter i både nederbörd, avrinningskoefficienter och schablonhalter sänker tillförlitligheten på beräkningarna.

4 Förslag på dagvattenhantering

4.1 Schematisk dagvattenavledning

Ur förorenings synpunkt behöver reningsåtgärder främst vidtas vid parkeringar och bilvägar. Ur fördröjningssynpunkt avrinner mest vatten från hårdgjorda ytor. Därför bör renings- och fördröjningsåtgärder vidtas vid hårdgjorda ytor, främst parkeringar/bilvägar. För att ej släppa ut mer vatten än vid ett 20-årsregn från naturmark utan flödesregulator (Tabell 3) behöver 783 m³ fördröjas inom kvartersmark och 455 m³ fördröjas inom allmän platsmark. Dagvattnet kan förslagsvis fördröjas med en kombination av gröna tak, växtbäddar, genomsläpplig beläggning, infiltration i grönyta, luftigt bärlager på bjälklag, träd i skelettjord och svackdiken (Figur 15). Höjdsättningen behöver anpassas för att leda dagvattnet till LOD-anläggningarna. När anläggningarna är fyllda behöver dessa kunna bräddas och vatten avledas ytledes utan att skada byggnader. Förslag till ytavrinningsvägar till och från LOD-anläggningarna samt dagvattenanslutningspunkter ses i Figur 15.



Figur 15. Systemskiss över potentiella LOD-åtgärder, dagvattenanslutningspunkter & förslag till ytavrinningsvägar. Bakgrund: OpenStreetMap.

Som ses i exemplet ovan (Figur 15) kan hela magasinsbehovet inom kvartersmark och allmän platsmark fördröjas i olika LOD-åtgärder. Magasinskapaciteten och ytbehovet av de föreslagna LOD-åtgärderna i Figur 15 har sammanfattats i Tabell 6. Se avsnitt 4.4.1 till 4.4.7 för mer detaljerad information om fördröjningsvolymerna.

Tabell 6. Magasinskapacitet för föreslagna LOD-åtgärder samt magasinsbehovet vid ett 20-årsregn utan flödesregulator för att flödet ej ska överstiga flödet från naturmark

LOD-åtgärd	Var?	KVARTERSMARK		ALLMÄN PLATSMARK	
		Magasinskapacitet [m ³]	Ytbehov [m ²]	Magasinskapacitet [m ³]	Ytbehov [m ²]
Gröna tak	Hus D, G, H, I & 400 m ² cykelställ	145	6118	-	-
Växtbäddar	F-6-skolgård	217	1 085	-	-
Infiltration i grönyta	Ekbacken	-	-	356	1 070
Genomsläpplig beläggning	Parkeringar och lastytor	97	4 875	-	-
Luftigt bärlager på bjälklag	7-9-skolgård	234	3 900	-	-
Träd i skelettjord	Vid hårdgjorda ytor	90	20 träd	72	16 träd
Svackdike med dämme	Från hus B till D på Munktellsgatan	-	-	27	340
		Magasinskapacitet: 783 m³		Magasinskapacitet: 455 m³	
		Magasinsbehov: 783 m³		Magasinsbehov: 455 m³	

Höjdsättningen är mycket viktig för att undvika skador på byggnaderna. Markytan behöver slutta bort från byggnader, t.ex. mot grönytor och gång- och cykelvägar. Vägarna bör anläggas lägre än byggnader för att på så sätt få en ytvattenavledande funktion vid skyfall.

Nuvarande planområde är utformat med upphöjningar/kantsten runt flera grönytor vilket minskar möjligheterna för tillrinning och infiltration (Figur 16). Vid omexploatering föreslås att kantstenar och upphöjningar tas bort samt att grönytor sänks ner något för att möjliggöra tillrinning och infiltration av dagvatten. Dessa åtgärder är extra viktiga vid gator och parkeringar då dessa ytor generellt har en relativt hög föroreningsbelastning.



Figur 16. Exempel på befintliga upphöjningar, kantstenar och olämpliga placeringar av dagvattenbrunnar som förhindrar infiltration inom planområdet. Övre bilden: om metallkanten tas bort och grönytan sänks kan dagvatten rinna till grönytan istället för direkt ner i dagvattenbrunnen. Nedre vänstra bilden: genom att ta bort kantstenarna och sänka grönytan kan dagvattenfördröjning möjliggöras. Nedre högra bilden: tillrinning är möjligt från höger, men eftersom omkringliggande område ej lutar mot buskarna och växtmaterialet ej är nedsänkt skapas ingen fördröjningskapacitet.

4.2 Principiell hantering på kvartersmark

På nya byggnader rekommenderas ha gröna tak. Vatten från byggnader med konventionella tak leds förslagsvis ut på grönytor eller till växtbäddar. Växtbäddar bör kommunicera med underliggande marklager, alltså inte anläggas med en tät botten. Flera stuprör på befintliga hus leds idag direkt till dagvattenledningsnätet. För att fördröja takdagvatten i växtbäddar behöver dessa stuprör förses med utkastare (Figur 17) som leds till lämplig dagvattenanläggning.



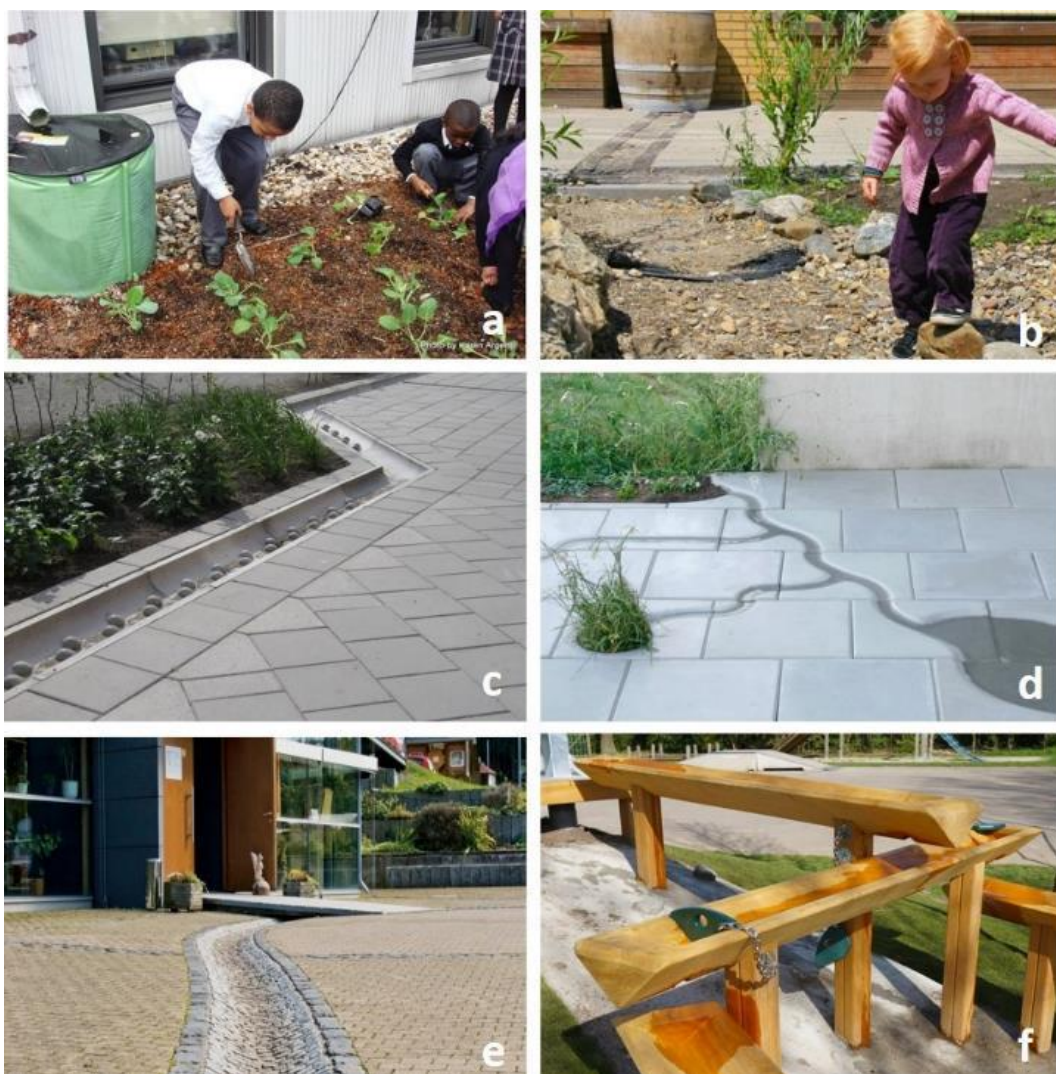
Figur 17. Exempel på utkastare och dagvattenränna för takdagvatten till gräsytor.

Parkeringsplatser rekommenderas att anläggas med genomsläpplig beläggning. Den genomsläppliga beläggningen kan i botten kommunicera med eventuellt angränsande trädplanteringar med skelettjordar. Alternativt kan en hårdgjord parkeringsyta luta mot en angränsande yta som har kapacitet att utjämna och rena dagvatten t.ex. växtbädd, låglänt gräsyta eller inlopp till en skelettjord.

Höjdsättningen är mycket viktig för att undvika skador på byggnaderna. Markytan behöver slutta bort från byggnader, t.ex. mot grönytor och gång- och cykelvägar. GC-vägarna bör anläggas lägre än byggnader för att på så sätt få en ytvattenavledande funktion vid skyfall. Alternativt kan skyfallsvägar anläggas som flacka dikesanvisningar i grönytor.

4.2.1 Dagvatten för lek

Dagvatten behöver inte bara vara något som ska avledas och renas. Dagvatten kan och bör användas som en resurs och tillgång. Att synliggöra dagvattnet kan vara en viktig pedagogisk resurs och skulle i detta fall kunna integreras i skolverksamheten. Takdagvatten kan samlas upp i regntunnor och användas till bevattning. Även på hårdgjorda ytor kan små dagvattenrännor och ”dammar” (pölar) anläggas i exempelvis gatsten. Lätt lutande trärännor kan byggas i olika vinklar för att bjuda in till lek. Se exempel i Figur 18. På skolgården kan exempelvis en bollplan fungera som en yta där vatten kan bli stående vid ett skyfall för att undvika översvämning på andra mer känsliga platser.



Figur 18. Exempel på tillvaratagande av takvatten som en resurs för skolverksamhet. (a) Regntunna för bevattning av rabatter på grönt tak [stormwater.pca.state.mn.us], (b) Regntunna för vattenlek [www.fonds1818.nl], (c) "Lökränna" för öppen avledning som bjuder in till vattenlek [www.steriks.se], (d) Betongplattor med rännor och "dammar" som kan läggas i olika mönster [www.kathlijndebooij.nl], (e) Öppen dagvattenränna i gatsten [groenblauwenetwerken.com], (f) Träränna för vattenlek (som skulle kunna anslutas till en regntunna) [www.houtplezier.nl].

Ett annat exempel där dagvatten används som en resurs är på Tåsinge plats i Köpenhamn. Regnvatten från omkringliggande takytor samlas upp i en underjordisk tank där vattnet renas. Från tanken kan vattnet sedan pumpas upp till ytan genom "regndroppar" på torget. Från ytan rinner vattnet sedan till nedsänkta växtbäddar i en annan del av torget. Regnparasoll bredvid dropparna samlar också upp regnvatten och tillsammans bildar de även en konstinstallation (Figur 19).



Figur 19. Regnparasoll och vattendroppar på Tåsinge plads. Parasollen samlar upp regnvatten och ger skydd mot regnet. Vid vattendropparna kan renat dagvatten från taktytor genom underjordiska magasin pumpas upp till ytan med manuella pumpar.

4.3 Principiell hantering på allmän platsmark

Generellt är det en relativt hög föroreningsbelastning från gator och parkeringar, så vid omexploatering av dessa markanvändningstyper rekommenderas att dagvattenåtgärder främst vidtas vid dessa ytor. Vid omexploatering föreslås att befintliga kantstenar och upphöjningar mellan grönytor och gator/parkeringar tas bort samt att grönytorna sänks ner något för att möjliggöra tillrinning och infiltration av dagvatten. Infiltration i grönyta inom Ekbacken föreslås fördröja och rena dagvatten från parkeringsplatserna samt de vägytor som dagvattnet kan ledas mot infiltrationsytorna från.

Längs delar av Munktellsgatan föreslås att svackdiken anläggs i grönytor på bägge sidor om vägen. Träd i gata anläggs förslagsvis med skelettjordar, som har god kapacitet till utjämning och rening av dagvatten. Antal träd i gata bör anpassas så att det finns tillräcklig kapacitet att utjämna och rena dagvatten enligt beräknat magasinsbehov.

4.4 Beskrivning av anläggningar

Anläggningarna inom planområdet ska dimensioneras utifrån det tekniska avrinningsområdet till respektive anläggning med utgångspunkt i att flöden från kvartersmark behöver fördröjas inom kvartersmark och flöden från allmän platsmark behöver fördröjas inom allmän platsmark. Antaget att flödesregulator ej används behöver det finnas en utjämningskapacitet på 783 m³ inom kvartersmark och 455 m³ inom allmän platsmark för att omhänderta flödet från ett dimensionerande 20-årsregn jämfört med naturvattenflödet. Föreslagna dagvattenåtgärder har dimensionerats med dessa magasinsbehov i åtanke. Enligt Svenskt Vattens publikation P110 är branschstandard för dimensionering av nya dagvattenledningar för centrum- och affärsområden ett regn med en återkomsttid på 10 år. Detta innebär att magasinsbehovet kan minskas om Eskilstuna kommun sänker sina krav till branschstandard.

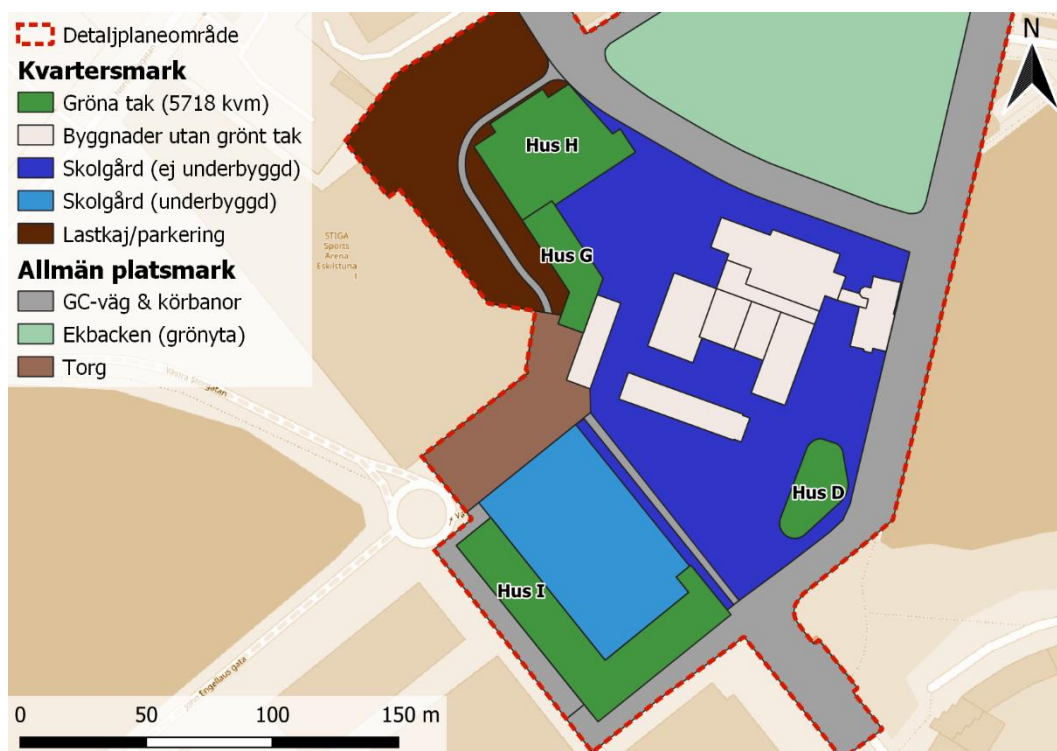
4.4.1 Gröna tak

Gröna tak (Figur 20) kan vara ett bra alternativ eller komplement om det finns begränsad yta för dagvattenlösningar på marknivå.



Figur 20. Exempel på tunna (till vänster) och tjocka (till höger) gröna tak.

De ytor som är aktuella för gröna tak inom planområdet är de nya byggnaderna (Figur 21). Dessutom är tak på cykelställ en lämplig plats att placera gröna tak.



Figur 21. Byggnad D, G, H och I (nya byggnader) kan anläggas med gröna tak. Bakgrund: OpenStreetMap.

Tak med en tjocklek om minst 10 cm rekommenderas då tunnare gröna tak ofta behöver underhållsgödsas, vilket kan ge en oönskad ökning av näringsbelastningen från området.

Tjockare gröna tak (>10 cm) är i dagsläget ej brandklassade enligt boverket, men används på många byggnader i Sverige och Europa. Det är upp till varje projekts brandansvarig att bedöma riskerna som finns med ett tjockare grönt tak. En särskild brandutredning kan krävas där åtgärder för att minska brandrisk redogörs (Pettersson Skog m.fl., 2017). En sådan utredning kan förslagsvis ske med utgångspunkt i de tyska riktlinjerna för gröna tak (FLL, 2008) som fått stor internationell spridning.

Om taken på byggnad D (660 m²), G (692 m²), H (1 868 m²) och I (2 498 m²) anläggs som gröna tak med en tjocklek på 10 cm med kapacitet att magasinera 25 mm regn kan 143 m³ magasineras på 5 718 m² gröna tak inom planområdet. Om cykelställ anläggs med tunna gröna sedumtak med kapacitet att magasinera 5 mm regn kan 0,005 m³ magasineras per m² takyta. Alltså skulle exempelvis 2 m³ regn kunna magasineras i 400 m² sedumtak på cykelställ.

Avvattningen från gröna tak kan ske direkt till dagvattennätet eller till grönytor och växtbäddar för ytterligare utjämning. Vatten från konventionella tak behöver dock fördröjas i LOD-anläggningar i markplan innan det släpps till recipient eller ansluts till det kommunala dagvattennätet.

4.4.2 Växtbäddar

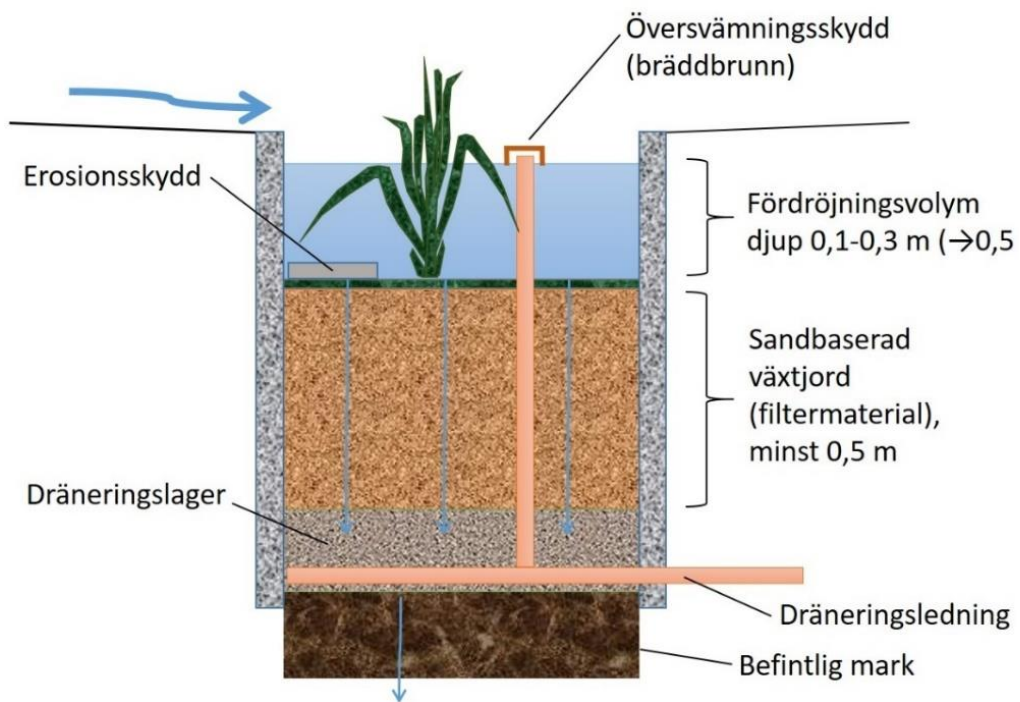
Växtbäddars uppbyggnad kan anpassas till platsspecifika förhållanden och önskat utseende, vilket innebär att de kan se väldigt olika ut (Figur 22). Samma beståndsdelar förekommer dock i de flesta anläggningar: inlopp, erosionsskydd, fördröjningszon, filtermaterial, avvattning och dränering (Figur 23). I den övre delen av växtbädden konstrueras en fördröjningszon (100–300 mm djup) där vattnet kan magasineras och kan bli stående en kortare period. Utformningen av växtbäddar beror på platstillgång, utjämningbehov och filtersubstratets egenskaper i växtbädden.



Figur 22. Bildexempel på nedsänkt eller upphöjd växtbädd i anslutning till parkeringar eller längs en husvägg.

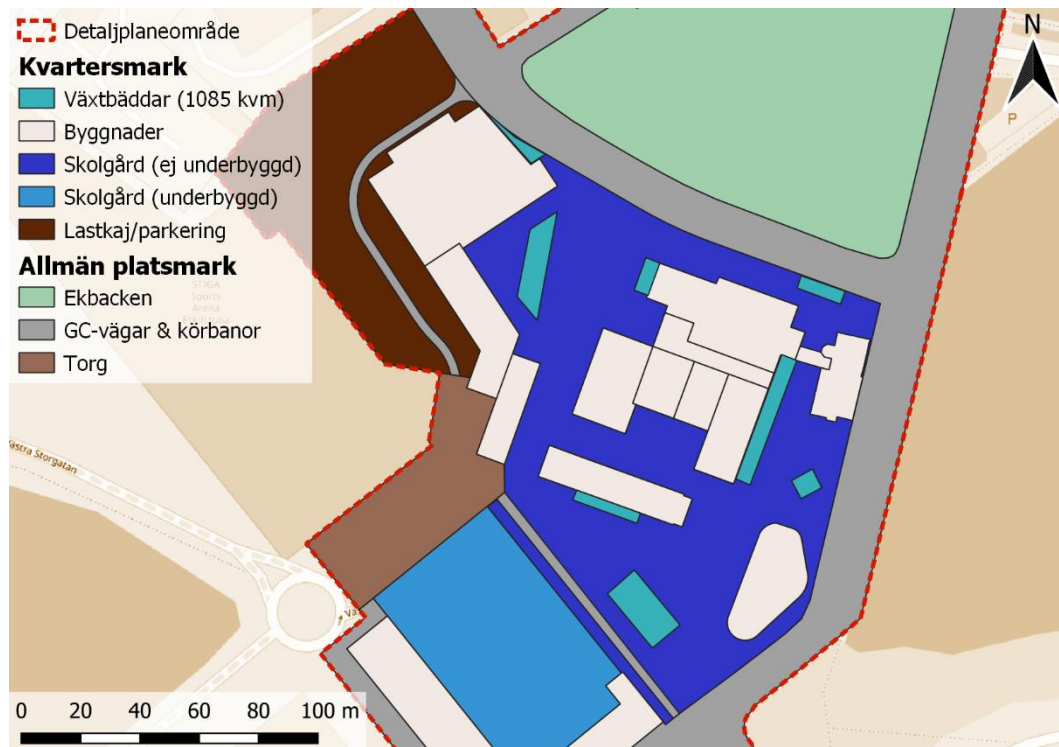
Växtbäddar har relativ hög reningsgrad, beroende på djup och material. Reningskapacitet avseende partikelbundna föroreningar kan nå upp till 80–90 % (Blecken, 2016).

Växtbäddar har även förmåga att avskilja olja och organiska miljögifter från dagvattnet.



Figur 23. Principiell uppbyggnad av en nedsänkt växtbädd. Illustration: WRS.

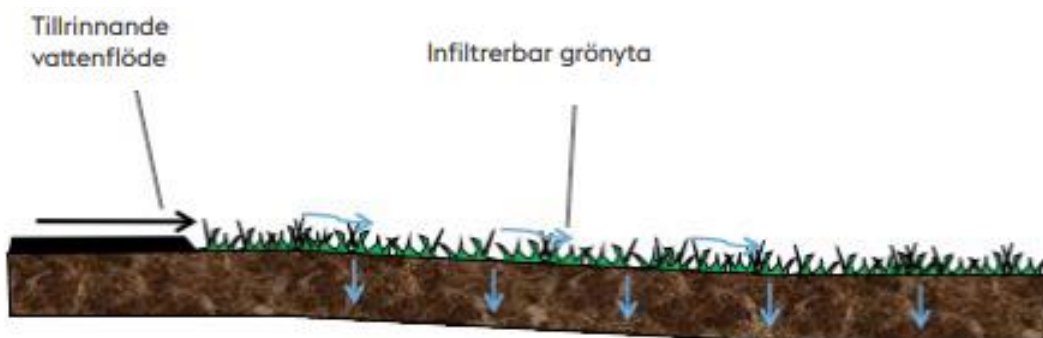
Om växtbäddarna anläggs med en fördröjningszon med djup på 0,2 m (se Figur 23) kan 0,2 m³ magasineras i ytmagasinet per m² växtbädd. Då kan 217 m³ dagvatten fördröjas i 1 085 m² växtbäddar (Figur 24). Magasinering sker även i filtermaterialet och är beroende på filtermaterialets infiltrationshastighet. Denna volym har ej inkluderats i beräkningarna.



Figur 24. Exempelplacering på 1 085 m² växtbäddar. Observera att växtbäddarna enbart är till för att få en storleksuppfattning. Exakt placering behöver bestämmas när höjdsättningen inom området är satt. Bakgrund: OpenStreetMap.

4.4.3 Infiltration i grönyta

För att fördröja och rena dagvatten kan man leda vattnet till grönytor (Figur 25). Växtlighet och mark bidrar till enkel, billig och driftstabil rening och flödesutjämnning. Dessutom kan grönytor användas för att lagra snö.



Figur 25. Principskiss för infiltration i en vanlig grönyta. Vattnet leds till ytan på bred front. Infiltrationsförmågan kan förstärkas om sand blandas in i det jordlager som ligger närmast grönytan. Ytan kan också göras skålformad. Illustration: WRS.

En vanlig grönyta ska vara ungefär lika stor eller dubbelt så stor som tillrinnande avvattningsyta för att ta hand om en nederbördsvolym på 20 mm. Ytbehovet minskar dock om grönytan sänks ner (Stockholm Vatten och Avfall, 2017).

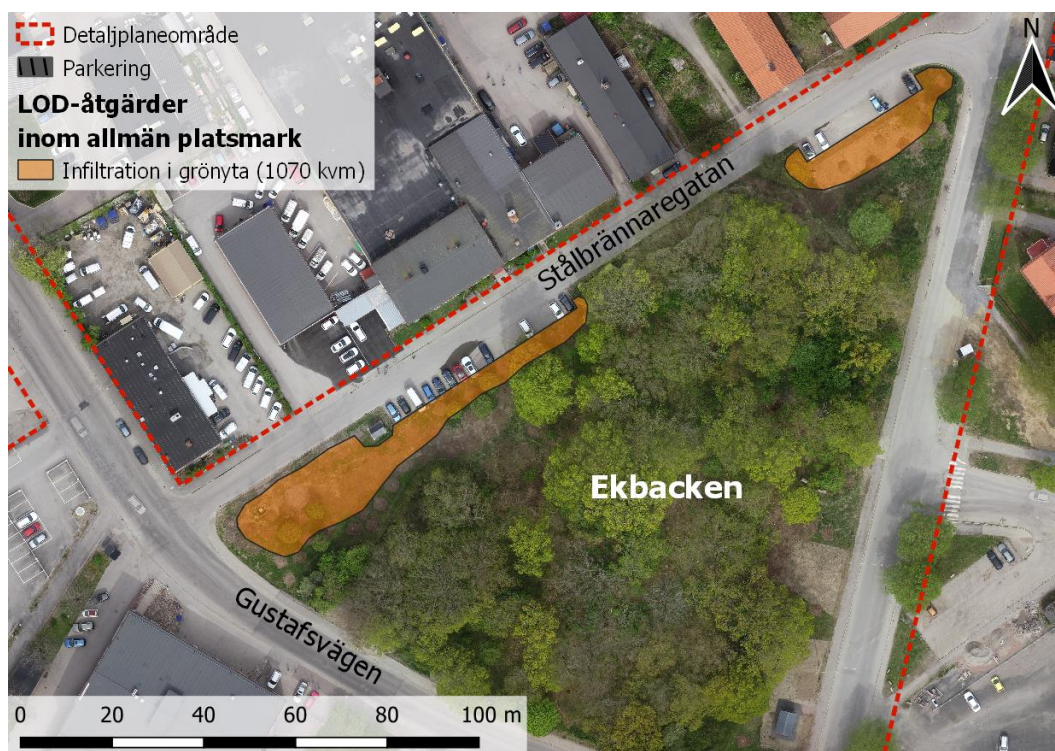
Vid lågpunkten i sydvästra delen av Ekbacken (längs med Gustafsvägen) finns möjlighet att fördröja och rena dagvatten, men dagens höjdsättning möjliggör minimal tillrinning från närliggande hårdgjorda ytor (Figur 26). Genom att exempelvis sänka tröskeln längs Stålbrännaregatan kan vatten ledas ytledes till detta område. Dessutom kan grönytor skapas inom exempelvis F-6-skolgården för att omhänderta dagvatten och fördröja skyfall.



Figur 26. Vy från Gustafsvägen mot sydvästra hörnet av Ekbacken. Den upphöjda trottoaren omöjliggör idag tillrinning från bilvägen till lågpunkten inom Ekbacken.

Runt Ekbacken är det parkeringsplatserna, följt av vägarna, som står för mest föroreningar. Därför rekommenderas att dagvatten avleds för infiltration i grönyta från parkeringsplatserna samt de vägytor där avledning mot Ekbacken är möjligt.

För att omhänderta 2 m³ dagvatten (20 mm från 100 m² hårdgjord yta) behövs ca 6 m² nedsänkt grönyta om ytmagasinet är 11 cm och det finns ett övre poröst lager med 15 % dränerbar porositet (Stockholm Vatten, 2017). Om ett område på 1 070 m² (Figur 27) anläggs som nedsänkt grönyta finns alltså potential att magasinera 356 m³ dagvatten, vilket behövs för att få ihop magasiningskapacitetsberäkningarna. Dock behöver dagvatten från 1,5 ha hårdgjord yta avledas till grönytan för att åstadkomma denna volym vid 20 mm nederbörd. Vi rekommenderar därför att kommunen undersöker vilka ytor inom Ekbacken som kommunen kan tänka sig avleda dagvatten till för infiltration, för att på så sätt kunna beräkna mer exakta fördröjningsvolymerna och vilka hårdgjorda ytor som är lämpliga att leda vart.



Figur 27. Potentiella områden för infiltration i grönyta vid parkeringarna samt hörnet Stålbrännaregatan/Gustafsvägen. Ortofoto: Eskilstuna kommun drönarfoto 2019.

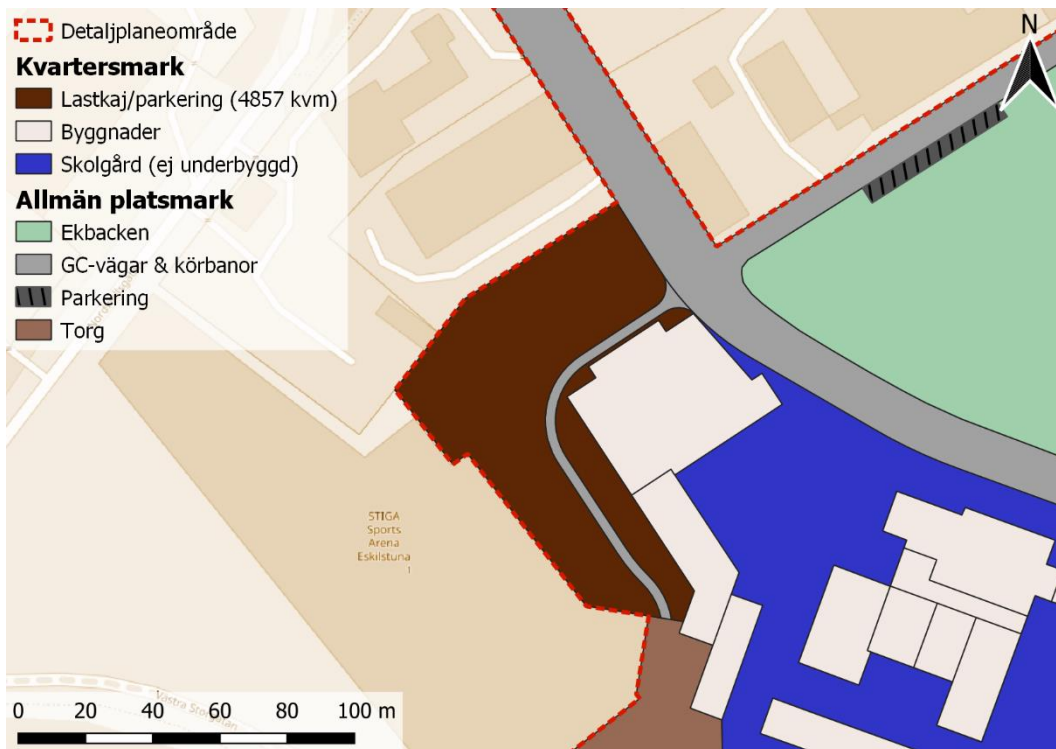
4.4.4 Genomsläpplig beläggning

Parkeringsplatserna och lastytorna inom kvartersmark föreslås anläggas med genomsläpplig beläggning (Figur 28). Genomsläpplig beläggning kan till exempel utgöras av grus, permeabelt asfalt eller betonghålsten. Permeabla beläggningar läggs på ett luftigt bärlager som både ger viss fördröjning och rening. Permeabla beläggningar har en avskiljningsgrad på ca 50–90 % avseende totalhalter av fosfor och tungmetaller. Permeabla beläggningar har även förmågan att fånga upp oljespill från parkerade bilar m.m. som sedan kan brytas ner. Magasinering möjliggörs om underliggande material har god porositet, exempelvis om det anläggs med makadam utan nollfraktioner med en porositet på 0,3.



Figur 28. Exempel på parkering med genomsläpplig beläggning.

Om parkeringen och lastytorna (4 857 m²) inom kvartersmark anläggs med genomsläpplig beläggning med kapacitet att magasinera 20 mm nederbörd kan 97 m³ dagvatten magasineras inom dessa ytor ().

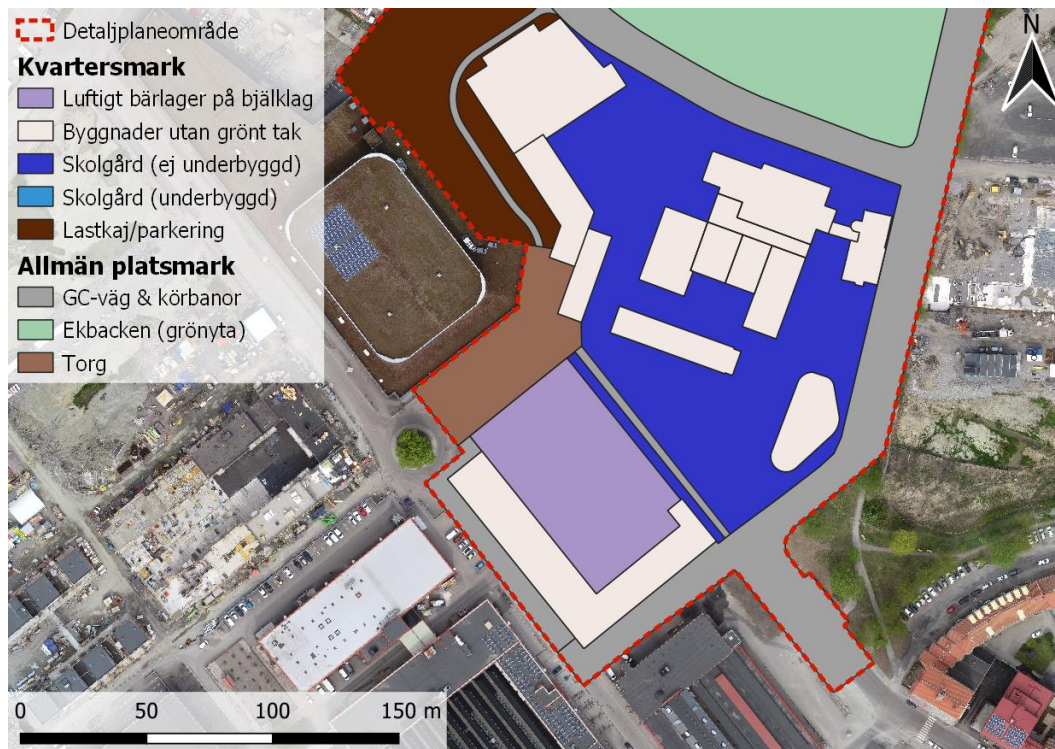


Figur 29. Parkerings-/lastkajområde som föreslås anläggas som genomsläpplig beläggning med kapacitet att magasinera 20 mm nederbörd. Bakgrund: OpenStreetMap.

All typ av genomsläpplig beläggning kräver anpassad skötsel och underhåll för att bibehålla sin infiltrationskapacitet. För att säkerställa infiltrationskapaciteten och att beläggningens egenskaper bibehålls är det viktigt att det vid anläggande av genomsläpplig beläggning tas fram en skötselplan.

4.4.5 Luftigt bärlager på bjälklag

Dagvattenmagasinerings för regnvatten möjliggörs om de gröna ytorna på skolgården ovanför parkeringsgaraget anläggs som ett luftigt bärlager på bjälklaget (Figur 30).



Figur 30. Luftigt bärlager på bjälklag på skolgården för årskurs 7-9. Ortofoto: Eskilstuna kommun drönarfoto 2019.

Om närliggande tak inte anläggs som gröna tak kan också vatten avlett från takytorna magasineras i bärlagret. För att kunna uppfylla kraven på att fördröja dagvattnet inom kvartersmark förutsätter dock konventionella tak att allt överskottsvatten från taken avleds mot skolgården.

Magasinsvolymen i bärlager kan beräknas med Formel 3.

Formel 3: Beräkningsmetod för magasinvolym i bärlager

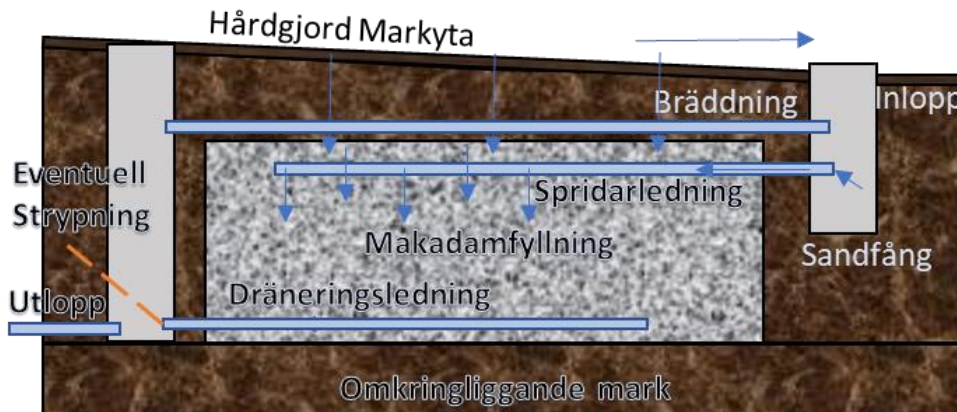
$$\text{Magasinsvolym [m}^3\text{]} = \text{Area luftigt bärlager [m}^2\text{]} \times \text{Porositet} \times \text{Djup [m]}$$

Skolgården på bjälklag utgör cirka 3 900 m². Om hela denna yta anläggs som luftigt bärlager med en porvolym på 0,3 (likt makadam utan nollfraktioner) och ett djup på 0,2 m ger Formel 3 en tillgänglig magasinvolym på 234 m³.

Om dagvattnet ska avledas till det planerade bjälklaget är det viktigt att tänka på att fördröjningskapaciteten är tillräckligt stor i bjälklaget och att bjälklaget tål den ökade lasten. Det behöver även finnas möjlighet till bräddning för att förhindra att byggnader kommer till skada vid t.ex. extrem nederbörd. För att bjälklaget ska fungera som magasiningsvolym krävs även att vattnet kan ledas ner i materialet tillräckligt snabbt för att inte avrinna på ytan. Detta kan uppnås med exempelvis bjälklagsbrunnar eller med grusstråk som fungerar som infiltrationsstråk. Dagvattnet avleds sedan via dräneringsledning till dagvattennät i gata. Som alternativ eller komplement till luftigt bärlager kan skolgården exempelvis förses med växtbäddar och träd i skelettjord.

4.4.6 Magasin i gata (/träd i skelettjord)

Dagvatten kan tas omhand under jord i makadammagasin eller i skelettjordar där biokol tillsätts. I Figur 31 visas en principskiss av ett makadammagasin. För att minska risken för igensättning bör ett sandfång placeras vid intagsbrunnen. Vattnet fördelas sedan ut i magasinet och leds via ett strypt utflöde till dagvattennätet.



Figur 31. Skiss över ett makadammagasin.

De främsta reningsmekanismerna i makadammagasin är sedimentation av partiklar vilket gör denna lösning sämre ur ett recipientperspektiv. I skelettjordar förväntas lite bättre rening genom växtupptag samt filtrering då vattnet delvis rinner genom kolet. Skelettjordar är dessutom bra för att få träd att överleva i hårdgjorda miljöer. Därför rekommenderar vi att de träd som planteras i området anläggs med skelettjord (Figur 32).



Figur 32. Exempel på gatuutformning vid Bro trädgårdsstad Gestaltungsprogram 2014 (vänster) och gatuutformning och träd i skelettjord på Strandbodgatan i Uppsala (höger).

Beroende på hur skelettjorden utformas kommer träden att kunna ta emot olika mycket vatten. Träden har även ett vattenbehov som måste tillgodoses vilket gör trädplanteringarna lämpliga att använda för utjämning av dagvatten. Rekommenderad rotningsbar skelettjordsvolym per träd är 15 m^3 , exklusive bärlager och överbyggnad, dvs. endast skelettjordslagret (Stockholms stad, 2017). Trädrötterna behöver ges möjlighet att växa obegränsat i minst två riktningar. Problem som kan uppstå generellt för träd i stadsmiljöer är skador från bilar på rötter/stammar. När de placeras mellan

parkeringsfickor är risken att trädet skadas av bilar större. Genom att plantera träden parvis mellan parkeringsfickor minskas radien där risk för påkörning finns.

I Tabell 7 presenteras minimikraven för skelettjordar, men observera att generösare växtvolym ger bättre växtförutsättningar.

Tabell 7. Minsta rekommenderade dimensionering av skelettjord för större och mindre typer av träd

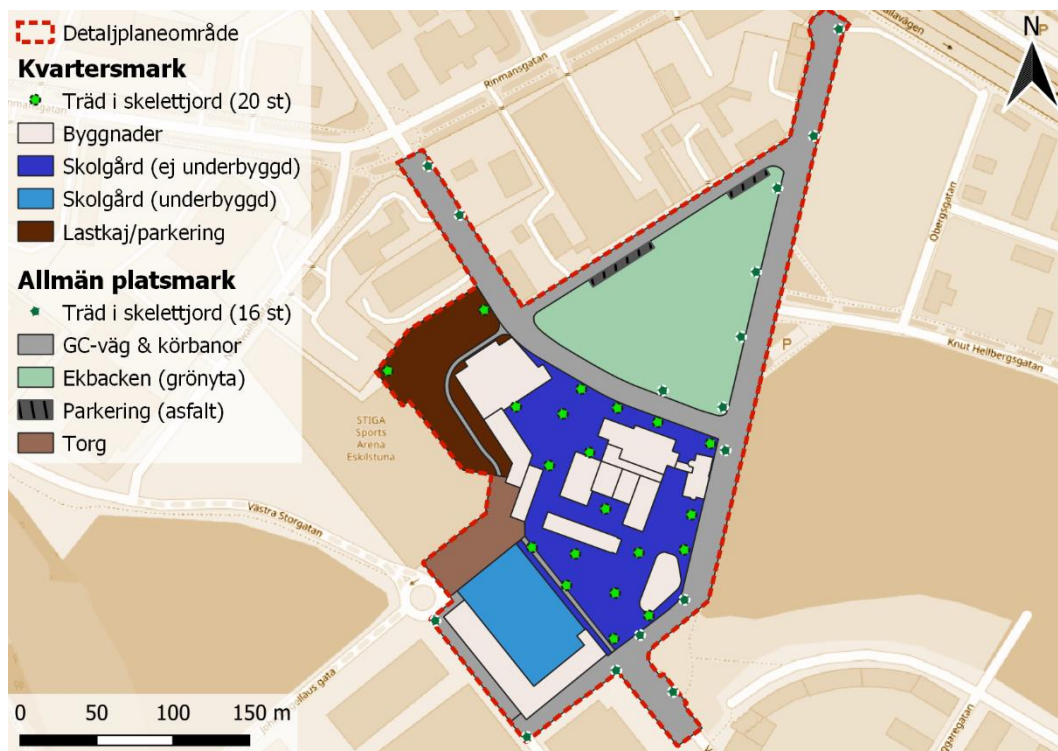
Träd	Min krav bredd* [m]	Min krav djup** [m]
Större träd – t.ex. lind, lönn och ek	4	1
Mindre träd – t.ex. rönn, körsbär och prydnadsapel	2	0,6

*Källa: Stockholms stad (2009)

**Källa: Stockholms stad (2017)

Beroende på skelettjordens uppbyggnad kan anläggningen magasinera olika volymer vatten. Från olika beläggningar avrinner även olika mängder vatten. Hur mycket som avrinner beror på beläggningens avrinningskoefficient.

Med utgångspunkt att minsta volym på skelettjorden bör vara 15 m³ kan en skelettjord med effektiv porvolym på 30 % utjämna 4,5 m³ dagvatten. En skelettjord med effektiv porvolym 30 % kallas för en ”luftig skelettjord” och kan utjämna 20 mm dagvatten från en asfaltsyta på ca 280 m² (avrinningskoefficient 0,8) eller en takyta på 250 m² (avrinningskoefficient 0,9). Utifrån det senaste ritningsunderlaget (dwg L10.P001) planeras det för ungefär 70 träd inom kvartersmark. Om 20 av dessa planeras i skelettjord med kapacitet att utjämna 4,5 m³ dagvatten kan 90 m³ utjämnas i skelettjordar (Figur 33). Antaget att varje träd behöver 4 m² yta innebär detta att 80 m² tas i anspråk av träd i skelettjord inom kvartersmark. I kombination med övriga föreslagna LOD-åtgärder behövs 16 träd för att uppnå av magasinets behovet inom allmän platsmark (Figur 33), vilket innebär att en yta av ungefär 72 m² behövs.

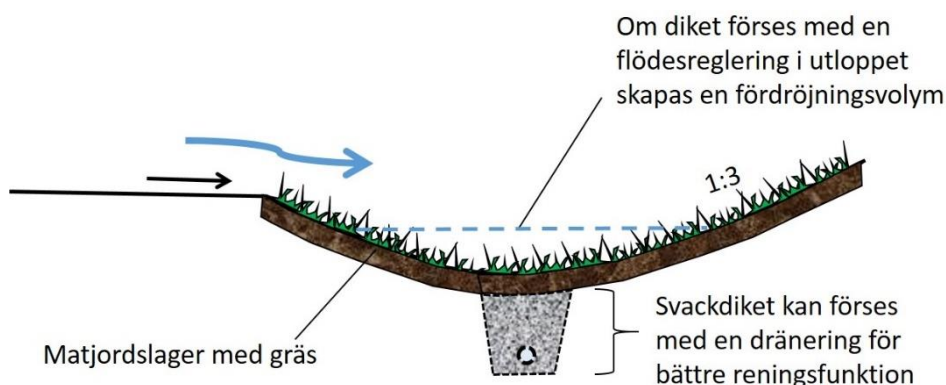


Figur 33. Inom kvartersmark och allmän platsmark kan 20 respektive 16 träd i skelettjord bidra till att uppnå magasinets behovet. Bakgrund: OpenStreetMap.

Vi rekommenderar att luftiga skelettjordar används för trädplanteringar då de har möjlighet att ta hand om en stor volym dagvatten per träd samt att de visat goda resultat vad gäller trädens hälsa och tillväxt (Hallgren, 2016). Att plantera träd i skelettjord behöver diskuteras och förankras med Park- och Naturavdelningen på Eskilstuna kommun. Om de har invändningar mot träd i skelettjord kan makadammagasin utan träd eller andra LOD-anläggningar användas.

4.4.7 Svackdike med inbyggda dämmen

Det planeras för 2 m breda grönstråk på bägge sidor längs Munktellsgatan från hus B till hus D. Grönstråket skulle kunna anläggas med gräsbeklädda svackdiken (Figur 34) för att öka avskiljningen av främst partikelbundna föroreningar. Vatten från vägar inom allmän platsmark kan ledas till svackdiken via ytavrinning. Mellan regntillfällena behöver avtappning av diken kunna ske genom dräneringsledning i botten av diken (Figur 34) samt bräddbrunnar. Dikenas reningseffekt ökar om avtappningen sker via infiltration till dräneringsledning. Infiltrationen kan dock sätt igen över tid vilket i sådana fall minskar avtappningskapaciteten i diken.



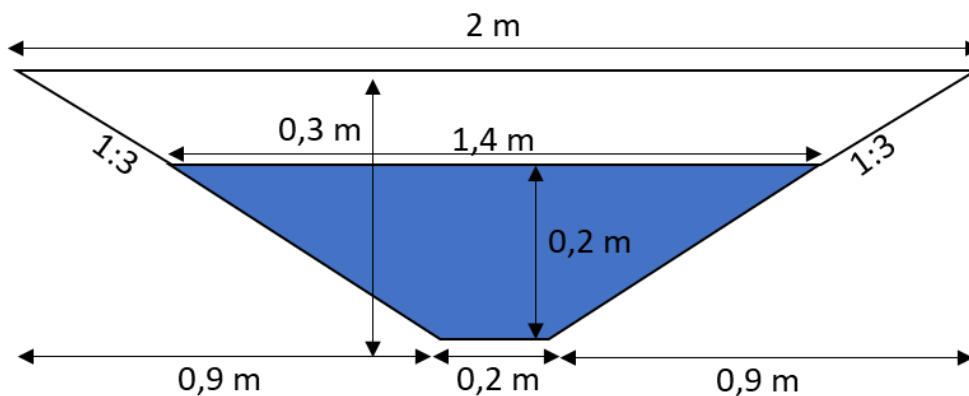
Figur 34. Exempel på utformning av svackdike. Illustration: WRS.

Den flödesutjämnande funktionen i diken kan förstärkas genom att anlägga dämmande sektioner (Figur 35), vilket rekommenderas.



Figur 35. Svackdike med inbyggda dämmen som bildar sektioner i diket. Foto: WRS.

Om grönstråken längs Munktellsgatan anläggs som svackdiken som är 2 m breda i överkant, 0,3 meter djupa med 1:3-lutning och har 0,2 m höga dämmen kan 0,16 m³ magasineras per längdmeter dike (Figur 36). Grönstråken ska vara ca 85 m långa på varje sida om Munktellsgatan. Om dessa anläggs som svackdiken med dämmen (dimensionerade efter att fördröja 0,16 m³ per längdmeter dike) kan ca 27 m³ dagvatten magasineras.



Dikeskant: 2 m Vattenmagasinsdjup: 0,2 m

Dikesdjup: 0,3 m Vattenyta: 1,4 m

Lutning: 1:3 **Volym (V) på diket**

Dikesbotten: 0,2 m $V = \text{Längd} \cdot \text{Area} \rightarrow$

Dikeslängd: 1 m $V = 1 \text{ m} \cdot 0,2 \text{ m} \cdot 0,2 \text{ m} + 1 \text{ m} \cdot 0,2 \text{ m} \cdot [(1,4 \text{ m} - 0,2) / 2] = 0,16 \text{ m}^3$

Figur 36. Förslag på dimensionering av dike. Bilden är beskrivande, ej skalenlig.

4.5 Kostnadsuppskattning samt skötsel av anläggningar

En övergripande kostnadsuppskattning har tagits fram för de anläggningar som föreslagits i rapporten. Kostnadsuppskattningen (Tabell 8) omfattar åtgärderna beskrivna i avsnitt 4.4. Kostnaderna är schablonkostnader från rapporten *Kostnadsberäkningar av exempellösningar för dagvatten* (WRS, 2016). Observera att priset kan variera mycket beroende på förhållanden som råder på platsen och externa faktorer. Vid ny-/ombyggnation av ett område brukar merkostnaden för dagvattenlösningar vara förhållandevis låg i relation till övriga byggkostnader.

Tabell 8. Översiktlig kostnadsuppskattning för anläggande av dagvattenlösningar. Källa: WRS (2016)

Anläggning	Pris
Gröna tak	370–820 kr/m ²
Växtbädd, nedsänkt	1 400–3 200 kr/m ²
Infiltration i grönyta	Generellt sett lågt
Genomsläpplig beläggning	850 kr/m ²
Luftigt bärlager på bjälklag	Varierar
Träd i skeletjord	60 000 kr/träd (120 000 kr/träd i befintlig stadsmiljö)
Infiltrationsdiken med inbyggda dämmen	Små merkostnader. Beror på de naturgivna förutsättningarna

I rapporten *Kostnadsberäkningar av exempellösningar för dagvatten* (WRS, 2016) finns kostnadssammanställningar för nedsänkta växtbäddar, genomsläpplig beläggning, gröna tak och träd i skelettjord. Enligt rapporten kostar nedsänkta växtbäddar i snitt ca 1 400–3 200 kr/m² vilket innebär att en växtbädd på 5 m² skulle kosta ca 7 000–16 000 kr. Som jämförelse kostar en plantering med enklare busk- eller örtvegetation ca 1 500 kr/m².

Snittpriset på genomsläpplig beläggning har i samma rapport beräknats till 850 kr/m². En parkeringsplats som är 13 m² kostar då ca 11 000 kr att anlägga. Som jämförelse kostar vanliga betongplattor ca 500 kr/m².

För gröna tak är snittkostnaden 530–820 kr/m². Ett grönt tak på 100 m² kostar då mellan 53 000 kr och 82 000 kr. Jämförelsevis kostar betongpannor ca 300 kr/m² och plåttak 600–1 200 kr/m².

Hur mycket ett träd i skelettjord kostar beror på om det redan finns ett befintligt träd, om marken och ledningar måste dras om eller om trädet planteras i samband med nybyggnation. Uppskattningsvis är kostnaden ungefär 60 000 kr/träd vid nybyggnation. Att plantera träd på traditionellt sätt utan skelettjord kostar ca 25 000 kr/träd.

Anläggningskostnaden för ett infiltrationsdike beror till stor del på platsens förutsättningar. Om det sker i samband med parkanläggande behöver det inte innebära någon merkostnad.

Kostnadsuppgifter för luftigt bärlager på bjälklag har ej hittats, men kostnaden borde utgöra en marginell del av bjälklagskonstruktionens totala kostnader.

Samtliga föreslagna anläggningar kräver underhåll för att fungera och bidra till en långsiktig dagvattenhantering. I rapporten *Kostnadsberäkningar av exempellösningar för dagvatten* (WRS, 2016) finns skötselbehov. Växtbäddar kräver löpande underhåll i form av ogräsrensning och växtskötsel som en vanlig rabatt. De kan även sätta igen och det är då viktigt att återställa bädden genom att luckra upp eller byta ut översta lagret.

Skötsel av gröna tak innebär rensning av ogräs, kompletterande sådd eller eventuell gödsling. Till skelettjordar anläggs tillhörande brunnar som inlopp för dagvatten, dessa behöver rensas regelbundet.

Genomsläppliga beläggningar kräver anpassad skötsel och underhåll för att bibehålla sin infiltrationskapacitet. Typ av skötsel och underhåll varierar beroende på vilken typ av genomsläpplig beläggning som används, t.ex. rekommenderas att genomsläpplig asfalt spolats och vakuumsugs minst 1 gång per år.

Luftigt bärlager på bjälklag kräver att bräddbrunnar rensas från skräp. Ovanliggande ytor behöver skötas utifrån yttypens behov.

Infiltrationsdiken kräver främst gräsklippning och skötselkostnaden bedöms vara 1,5 gånger den av en vanlig gräsyta.

Det är alltså viktigt att ta fram en skötselplan för alla typer av anläggningar för att säkerställa funktionen och kapaciteten. Skötselbehoven har sammanfattats i Tabell 9.

Tabell 9. Skötselbehov och -intervall för föreslagna dagvattenlösningar

Åtgärd	Intervall
Gröna tak	
1. Se till att avrinningen kan ske obehindrat. Rensning av ogräs och dött växtmaterial samt eventuell komplettering av växter.	Cirka vart annat år
Växtbäddar	
1. Se till att bräddutloppet ligger 25 cm ovan bäddytan	Vid drifttagande
2. Översyn av utlopp och bräddning, rensa ogräs, ta bort dött växtmaterial, eventuell återinplantering av växter och uppluckring av bäddytan	1 gång om år
3. Byte av filtermaterial	Cirka var 15:de år eller om bädden satt igen*
Infiltration i grönyta	
1. Gräsklippning	Ungefär lika ofta som gräsmatta
2. Renhållning	Vid behov
Genomsläpplig beläggning	
1. Vakuumsugning av permeabel asfalt	1-2 gånger/år
2. Byta ut material	Vid igensättning
Luftigt bärlager på bjälklag	
1. Rensning av bräddbrunnar	Vid behov, någon gång årligen
2. Normal skötsel av ovanliggande ytor	Vid behov
Träd i skelettjord	
1. Rensning av dagvattenbrunnar	Årligen
2. Bevattning under etableringstiden	Under etableringstiden
Svackdiken	
1. Gräsklippning	Ungefär lika ofta som gräsmatta. Dämmen kan ev. försvåra gräsklippning
2. Ta bort skräp från eventuella utlopp i dämmen	Vid igensättning

*) Beror på belastningen av partiklar till anläggningen. Vid hög belastning måste skötsel ske oftare

4.6 Tillstånd och anmälningar

Eftersom planområdet ligger inom detaljplanlagt område, utgörs av flertalet fastigheter och tillhör verksamhetsområde för dagvatten tolkar vi det som att dagvattnet kan definieras som avloppsvatten utifrån expertsvar från miljöjuristen Jonas Christensen (VAGuiden, 2018). Avloppsvatten definieras i 9 kap. 2 § MB:

Med avloppsvatten avses

1. spillvatten eller annan flytande orenlighet,
2. vatten som använts för kylning,
- 3. vatten som avleds för sådan avvattning av mark inom detaljplan som inte görs för en viss eller vissa fastigheters räkning, eller**
4. vatten som avleds för avvattning av en begravningsplats

Avloppsanläggningar är anmälningspliktiga enligt 13 § 2 st. FMH som är kopplad till utsläpp av avloppsvatten. Det är dock en tolkningsfråga huruvida föreslagna dagvattenanläggningar för området anses vara avloppsanläggningar.

I dom från Mark- och Miljööverdomstolen mål M11222-16 skriver domstolen ”Enligt 13 § första stycket FMH krävs det tillstånd för att inrätta avloppsanordningar som vattentoaletter ska anslutas till och för att ansluta vattentoaletter till befintliga avloppsanordningar. Enligt andra stycket samma paragraf krävs det anmälan för att

inrätta andra avloppsanordningar än sådana som avses i första stycket.” ”Även om det möjligen inte varit avsett att anordningar för avledande av dagvatten skulle omfattas av anmälningsplikten i 13 § andra stycket FMH träffas sådana avloppsanordningar rent faktiskt av bestämmelsens ordalydelse. Det betyder att det krävs en anmälan för att inrätta en avloppsanordning för att avleda, rena och ta hand om avloppsvatten i form av vägdagvatten inom detaljplan.”

Utifrån ovanstående information skulle det kunna tolkas som att anläggningar avsedda för att utjämna och rena dagvatten från kvartersmark också ska anses vara avloppsanläggningar och därmed är anmälningspliktiga.

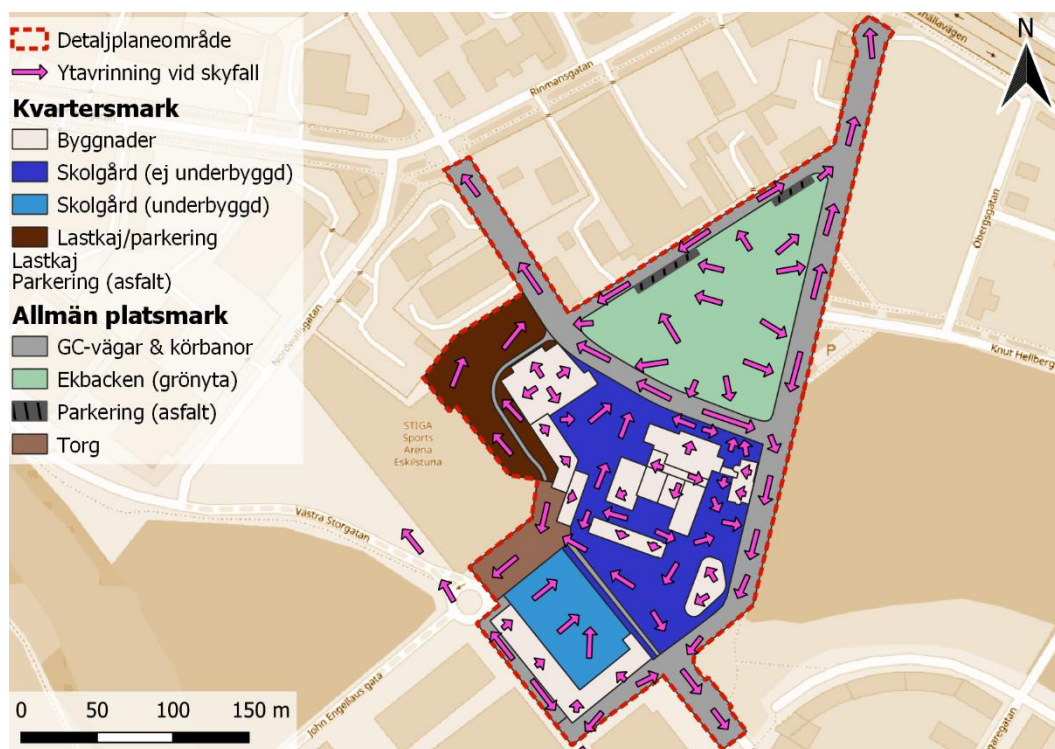
Eskilstuna kommun har ett dokument *Anmälan om dagvattenanläggning* som måste fyllas i och skickas in till Miljökontoret senast sex veckor före beräknad driftstart. Vi rekommenderar att Miljökontoret på kommunen kontaktas tidigt i planprocessen för att klargöra behov av anmälan av dessa typer av anläggningar.

5 Planens påverkan efter LOD-åtgärder

5.1 Dagvattenflöden efter LOD-åtgärder

Genom att uppnå magasinsbehovet sjunker dagvattenflödena i framtiden till vad flödet hade varit idag om området varit naturmark.

Presenterade åtgärdsförslag för dagvattenhantering gäller framförallt regn med upp till 20-års återkomsttid. Vid kraftigare regntillfällen är det viktigt att vattnet kan avledas ytledes för att undvika skador på byggnader och infrastruktur. Det är därför viktigt med rätt höjdsättning inom området. Förslag på nya ytliga avrinningsvägar vid skyfall ses i Figur 37. Observera att höjdsättning efter omexploatering ej erhållits. Flödespilarna i Figur 37 är förslag baserade på befintliga 1-metershöjdkurvor och vad WRS anser vara en lämplig avledning.



Figur 37. Förslag på ytavrinningsvägar vid skyfall. Bakgrund: OpenStreetMap.

Vatten ska kunna avrinna bort från byggnader och ytledes avrinna på gator och GC-vägar. För att förebygga att vatten rinner in till framtida F-6-skolgården (befintliga slakthusområdet) måste tillrinningen från Munktellsgatan strypas av. Den befintliga lågpunkten i slakthusområdet (Figur 8) behöver höjas upp för att säkra att vatten inte blir stående utan kan rinna bort. Alternativt utformas lågpunkten till exempelvis en bollplan som tål att översvämmas vid stora regn.

5.2 Föroreningsbelastning efter LOD-åtgärder

Föroreningsbelastningarna i StormTac visar att fosfor väntas öka inom kvartersmark och att alla föroreningar väntas öka inom allmän platsmark (Tabell 5). Vi har tolkat Eskilstuna kommuns riktlinjer för dagvattenhantering (Eskilstuna kommun, 2015) som att föroreningsbelastningen från området inte får öka. Detta innebär att 4 % reningsgrad behövs för fosfor inom kvartersmark och 5–26 % reningsgrad behövs för föroreningarna inom allmän platsmark. Det är dock viktigt att komma ihåg att StormTac är en modell som bygger på schablonhalter. Därför bör man inte tolka reningsbehoven som exakta utan som uppskattningar och indikationer.

Genom att kombinera föreslagna LOD-åtgärder bedöms det inte vara några problem att säkerställa att föroreningsbelastningen från området inte ökar efter omexploateringen. Reningskapaciteten i de föreslagna LOD-anläggningar visar att föroreningsbelastningen kommer att minska jämfört med nuläget oavsett vilken LOD-åtgärd som väljs (Tabell 10). Efter att en strukturplan tagits fram för området kan nya specificerade beräkningar på föroreningsbelastning utföras i StormTac. Det viktigaste är att LOD-åtgärderna dimensioneras och placeras lämpligt.

Tabell 10. Reningsbehov för kvartersmark/allmän platsmark samt reningsgrad för olika LOD-åtgärder i StormTac. Reningsgrader som inte uppnår reningsbehoven är gråmarkerade.

Reningsbehov	P [%]	N [%]	Pb [%]	Cu [%]	Zn [%]	Cd [%]	Cr [%]	Ni [%]	Hg [%]	SS [%]	Olja [%]	PAH16 [%]
Kvartersmark	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Allmän platsmark	5	7	18	10	25	8	8	8	6	6	8	26
Reningsgrad	P [%]	N [%]	Pb [%]	Cu [%]	Zn [%]	Cd [%]	Cr [%]	Ni [%]	Hg [%]	SS [%]	Olja [%]	PAH16 [%]
Gröna tak ^a	-220	-120	65	-100	20	20	25	35	-35	90	0	-332
Växtbäddar ^b	65	40	80	65	85	85	55	75	80	80	70	85
Genomsläpplig beläggning ^c	65	75	70	75	95	70	70	65	45	90	85	75
Luftigt bärlager på bjälklag ^d	35	45	75	60	70	60	50	55	40	80	75	55
Träd i skeletjord ^e	70	15	75	70	70	60	70	55	60	75	65	60
Svackdike	35	35	65	50	65	65	50	50	15	70	85	60

a) I StormTac redovisas endast reningsgraden för tunna gröna tak - som har negativ reningsgrad för vissa ämnen beroende på hur de sköts

b) "Biofilter" i StormTac

c) "Permeabel beläggning" i StormTac

d) "Underjordiskt makadammagasin, perkolationsmagasin med makadam" i StormTac

e) "Skelettkonstruktion (överliggande makadamlager med underliggande blandning av makadam/skärv och jord)" i StormTac

Att reningsgraderna inte uppnås för alla föroreningar för gröna tak (Tabell 10) beror bl.a. på att gröna tak sällan innehåller föroreningarna. Koppar, zink, kvicksilver, olja och PAH16 förekommer främst i samband med biltrafik. Läckage av fosfor och kväve är främst ett problem för tunnare gröna tak som underhållsgödslas. Genom att inte gödsla gröna tak kan näringsläckage minimeras i verkligheten.

6 Slutsatser

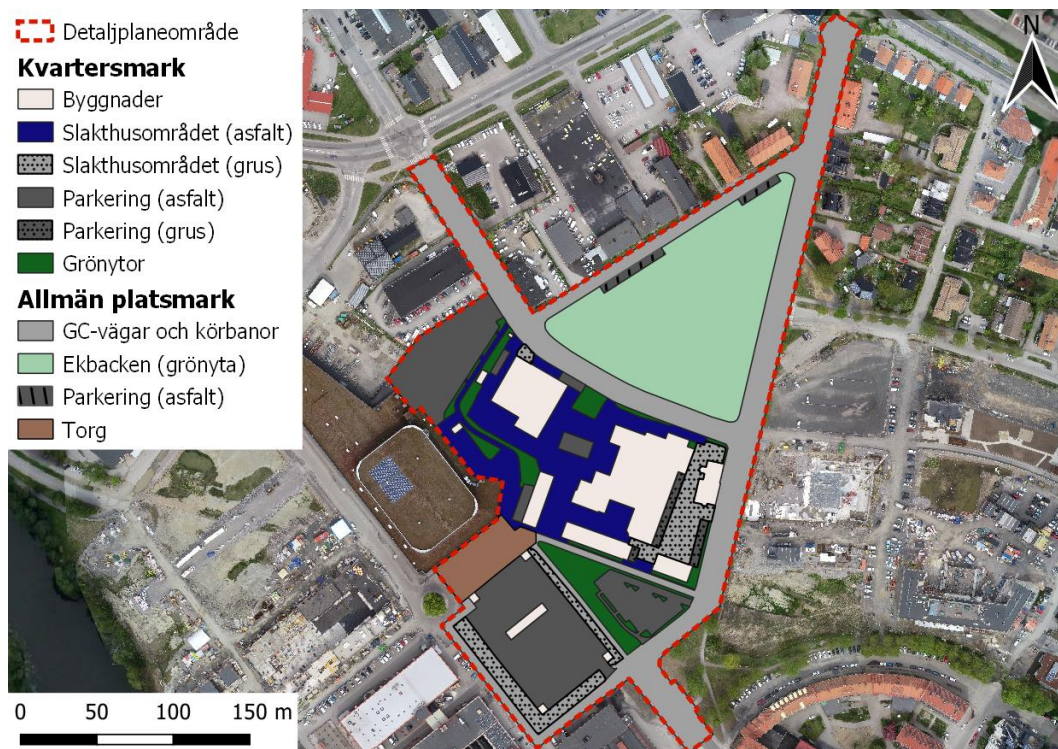
- Den nya planen för området innebär en viss ökning i andelen hårdgjorda ytor på grund av att stora delar av skolgården antas bli asfalterad.
- Enligt Svenskt Vattens publikation P110 är branschstandard för dimensionering av nya dagvattenledningar för centrum- och affärsområden ett regn med en återkomsttid på 10 år vid fylld ledning och 30 år för trycklinje i marknivå. För att flödet från området inte ska öka vid ett 10-årsregn krävs en erforderlig magasinsvolym på 626 m³ för kvartersmark och 362 m³ för allmän platsmark (utan flödesregulator). Vid ett 20-årsregn (vilket är kravet från Eskilstuna kommun) är motsvarande volym 783 m³ för kvartersmark och 455 m³ för allmän platsmark (utan flödesregulator).
- Beräkningarna av föroreningsbelastningen från området visar att belastningen från allmän platsmark ökar för alla ämnen. För kvartersmark ökar enbart belastningen av fosfor (+4 %). Genom att anlägga föreslagna åtgärder för dagvattenhantering kommer föroreningsbelastningen att minska jämfört med nuläget.
- Höjdsättningen av infrastrukturen i området är viktig för att undvika att dagvatten vid höga flöden orsakar skada på infrastruktur. Genom att säkerställa att gator och GC-vägar ligger lägre än byggnader samt att undvika instängda områden reduceras riskerna för skador.
- Det är stora mängder dagvatten som behöver fördröjas inom planområdet och många olika åtgärder krävs. Samtliga nya byggnader förslås ha tjocka gröna för att fördröja dagvattnet. Skolgården med underbyggt garage förslås ha ett luftigt bärlager eller växtbäddar för fördröjning av dagvattnet. Hårdgjorda ytor inom kvartersmark förslås ha genomsläpplig beläggning. På skolgården för F-6 anläggs ett stort antal växtbäddar och träd i skelettjord. På allmänplatsmark förslås att dagvatten från vägar leds till träd i skelettjord och svackdiken samt att dagvatten från parkeringar/vägar leds till grönytor för infiltration. Detta är ett förslag på hur och var dagvattnet kan omhändertas. De olika åtgärderna kan placeras på andra platser än föreslaget och dimensioneras efter andra volymer än i givna exempel.
- Kantstenar runt grönytor bör avlägsnas och grönytor bör sänkas ner så att de ligger lägre än hårdgjorda ytor. På så sätt möjliggörs infiltration.

Referenser

- BLECKEN, G., 2016. *Kunskapsmanställning Dagvattenrening*. Svenskt Vatten AB, Nr. 2016-05.
- ESKILSTUNA ENERGI & MILJÖ, 2019. *Yttrande på behovsanalys gällande Nötknäpparen 22 och 26, Eskilstuna*. Nr. EEM.8225-2019.
- ESKILSTUNA KOMMUN, 2015. *Riktlinjer för dagvattenhantering*.
- FLL, 2008. *Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing: Green Roofing Guideline*. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau.
- HALLGREN, M., 2016. Hur mår träd i skelettjord? [internet]. Tillgängligt: <https://stud.epsilon.slu.se/9236/> [Hämtad 2018-12-4].
- NATURVÅRDSVERKET, 2009. Utsläpp i siffror - Andra organiska ämnen [internet]. Tillgängligt: <https://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Amnen/Ovriga-organiska-amnen/> [Hämtad 2018-12-10].
- NORCONSULT, 2019. *Miljöteknisk markundersökning - Nötknäpparen 26 m.fl.* Nr. Uppdragsnr: 106 06 93.
- PETTERSSON SKOG, A., MALMBERG, J., EMILSSON, T., JÄGERHÖK, T., och CAPENER, C.-M., 2017. *Grönatakhandboken - växtbädd och vegetation*.
- SMHI, 2017. Skyfall och rotblöta [internet]. Tillgängligt: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/rotblota-1.17339> [Hämtad 2019-9-18].
- SMHI VATTENWEBB, 2019a. Delavrinningsområde 7248 [internet]. Tillgängligt: <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/> [Hämtad 2019-9-10].
- SMHI VATTENWEBB, 2019b. Delavrinningsområde 7314 [internet]. Tillgängligt: <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/> [Hämtad 2019-9-10].
- STOCKHOLM VATTEN, 2017. *Dimensioneringstabell: Magasinsegenskaper och ytbehov för olika anläggningstyper dimensionerade för 20 millimeters magasinvolym*. Nr. Version 170629.
- STOCKHOLM VATTEN OCH AVFALL, 2017. *Infiltration i grönyta*.
- STOCKHOLMS STAD, 2009. *Växtbäddar i Stockholms stad - En handbok*. Stockholm.
- STOCKHOLMS STAD, 2017. *Växtbäddar i Stockholms stad - En handbok 2017*. Stockholm.
- STRUCTOR MILJÖTEKNIK AB, 2005. *Nötknäpparen 26 och 31, Eskilstuna – Översiktlig miljöteknisk undersökning av mark och grundvatten*.
- SVENSKT VATTEN, 2016. *Publikation 110 Avledning av dag-, drän-, och spillvatten*. Stockholm: Svenskt Vatten.
- TYRÉNS, 2019. *Kv Nötknäpparen - Utredning inför detaljplan*.
- VA-GUIDEN, 2018. Vilka dagvattenanläggningar är anmälningspliktiga? Expertsvar [internet]. *VA-guiden*. Tillgängligt: <https://vaguiden.se/2018/01/vilka-dagvattenanlaggningar-ar-anmalningspliktiga/> [Hämtad 2018-12-18].
- VISS, 2019. *Eskilstunaån - Torshällaån - WA35637530 / SE658428-153975*. Vatteninformation Sverige.
- WRS, 2016. *Kostnadsberäkningar av exempellösningar för dagvatten*.

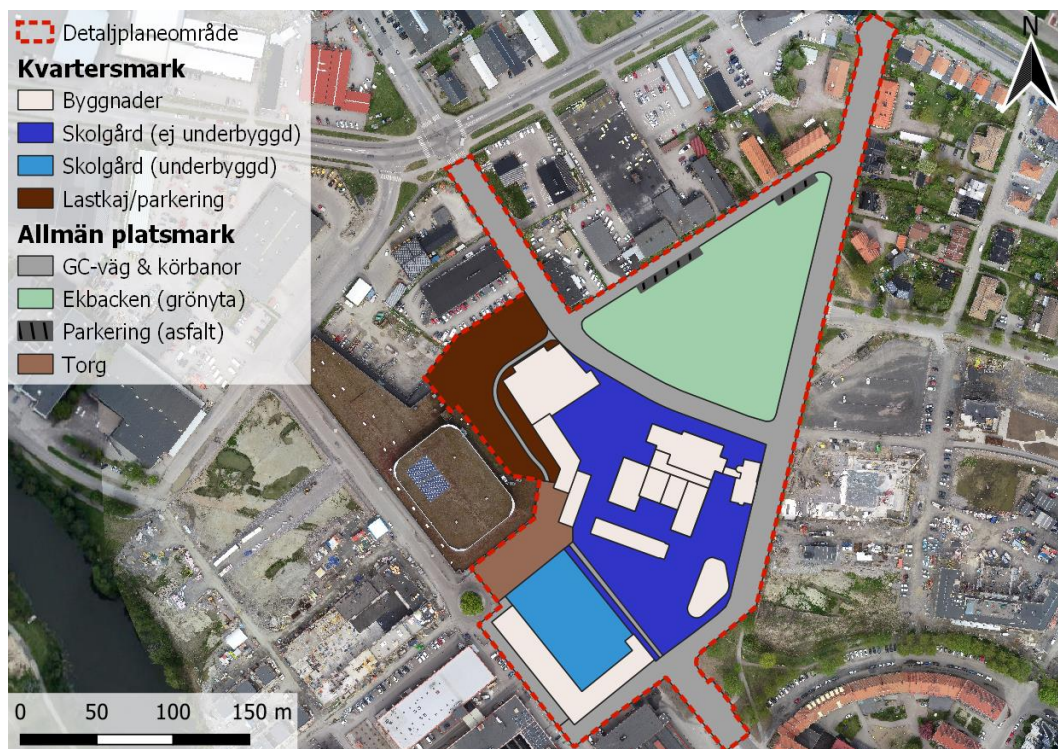
Bilaga 1. Markanvändning och avrinningskoefficienter

Dagens markanvändning har kategoriserats enligt Figur 38.



Figur 38. Markanvändning innan omexploatering. Ortofoto: Eskilstuna kommun drönarfoto 2019.

Framtida markanvändning har kategoriserats enligt Figur 39.



Figur 39. Markanvändning efter omexploatering. Ortofoto: Eskilstuna kommun drönarfoto 2019.

Storleken på områdena och de olika avrinningskoefficienterna för kvartersmark ses i Tabell 11. Avrinningskoefficienterna har tagits från P110 (Svenskt Vatten, 2016).

Tabell 11. Areor (A), avrinningskoefficienter (φ), reducerade areor ($A_{red} = A \cdot \varphi$) samt sammanvägda avrinningskoefficienter* ($= A_{red}/A$) för kvartersmark

MARKANVÄNDNING INOM KVARTERSMARK	A [ha]	φ [-]	A_{red} [ha]
NATURMARK			
Naturmark	2,97	0,1	0,30
Sammanfattning naturmark	2,97	0,1*	0,30
INNAN OMEXPLOATERING			
Byggnader (takyta)	0,65	0,9	0,58
Asfalterade ytor inom slakthusområdet	0,69	0,8	0,55
Grusade ytor inom slakthusområdet	0,34	0,4	0,13
Parkering (asfalt)	1,02	0,8	0,81
Parkering (grus)	0,05	0,4	0,02
Grönytor	0,32	0,1	0,03
Sammanfattning innan omexploatering	3,06	0,70*	2,13
EFTER OMEXPLOATERING			
Byggnader (takyta)	0,98	0,9	0,88
Skolgård (asfalt, ej underbyggd)	1,12	0,8	0,90
Skolgård (asfalt, underbyggd)	0,39	0,8	0,31
Lastintag/Parkering (asfalt)	0,49	0,8	0,39
Sammanfattning efter omexploatering	2,97	0,83*	2,48

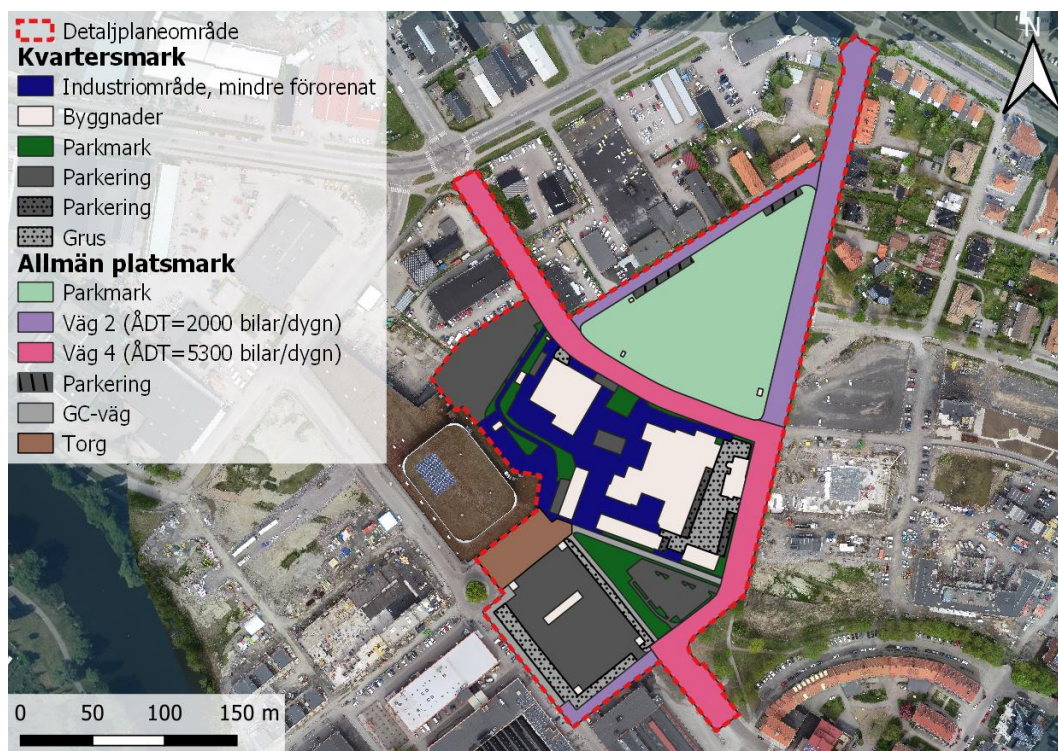
Storleken på områdena och de olika avrinningskoefficienterna för dessa ses i Tabell 11 för allmän platsmark. Avrinningskoefficienterna har tagits från P110 (Svenskt Vatten, 2016).

Tabell 12. Areor (A), avrinningskoefficienter (φ), reducerade areor ($A_{red} = A \cdot \varphi$) samt sammanvägda avrinningskoefficienter* ($= A_{red}/A$) för allmän platsmark

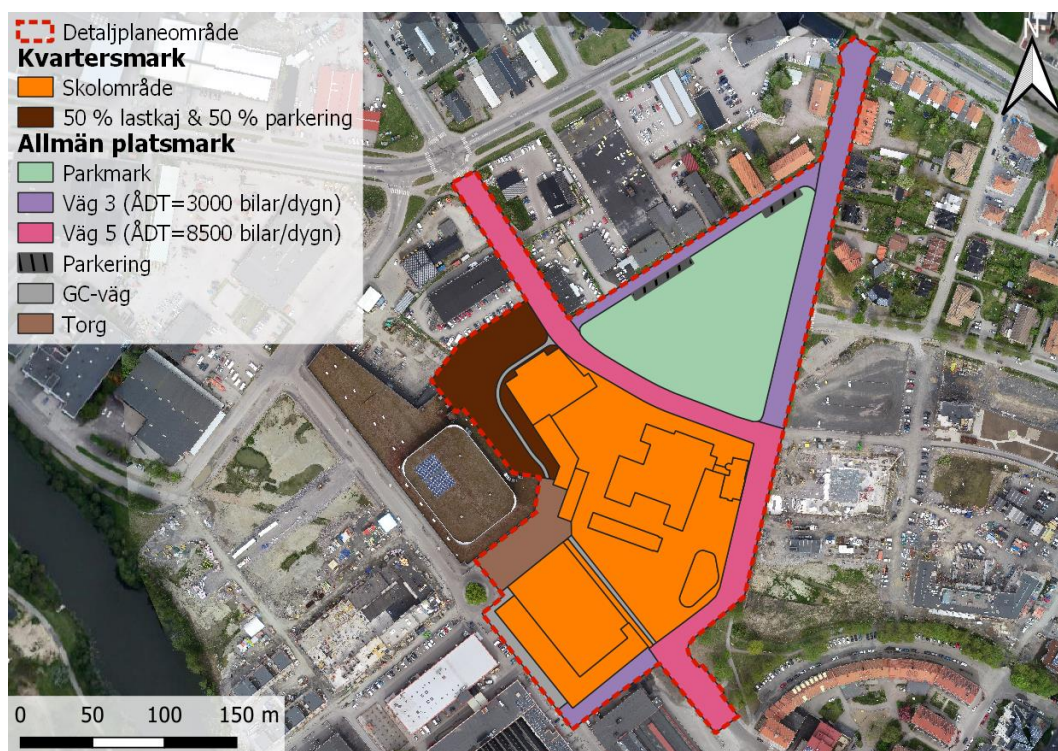
MARKANVÄNDNING INOM ALLMÄN PLATSMARK	A [ha]	φ [-]	A_{red} [ha]
NATURMARK			
Naturmark	3,33	0,1	0,32
Sammanfattning naturmark	3,33	0,1*	0,32
INNAN OMEXPLOATERING			
GC-vägar & körbanor (asfalt)	1,91	0,8	1,53
Parkering (asfalt)	0,04	0,8	0,03
Ekbacken (grönyta)	1,28	0,1	0,13
Sammanfattning innan omexploatering	3,23	0,52*	1,69
EFTER OMEXPLOATERING			
GC-vägar & körbanor (asfalt)	2,01	0,8	1,60
Parkering (asfalt)	0,04	0,8	0,03
Ekbacken (grönyta)	1,28	0,1	0,13
Sammanfattning efter omexploatering	3,33	0,53*	1,76

Bilaga 2. StormTac indata och resultatrapport

Markanvändningen i StormTac har klassats enligt Figur 40 i dagsläget och Figur 41 i framtiden.



Figur 40. Markanvändning i StormTac innan omexploatering.



Figur 41. Markanvändning i StormTac efter omexploatering.

Storleken på ytorna i Figur 40 och Figur 41 ses i Tabell 13.

Tabell 13. Indata i StormTac

Markanvändning	Kvartersmark innan omexploatering [ha]	Kvartersmark efter omexploatering [ha]	Allmän platsmark innan omexploatering [ha]	Allmän platsmark efter omexploatering [ha]
Parkering	1,06	0,242*	0,04	0,04
Parkmark	0,32		1,28	1,28
Industriområde, mindre förorenat	1,03			
Takyta	0,65			
Skolområde*		2,49		
Lastkaj		0,242*		
Väg 2 (ÅDT=2000)			0,72	
Väg 4 (ÅDT=5300)			0,8889	
Gång & cykelväg			0,1268	0,1544
Väg 3 (ÅDT=3000)				0,72
Väg 5 (ÅDT=8500)				0,917
Torg			0,1711	0,2186
Summa	3,06	2,97	3,23	3,33

*Area för området lastkaj/parkering har lagts in till hälften som parkering & till hälften som lastkaj

Resultatrapporten från StormTac (v.19.3.1) ses nedan.

1. Avrinning

1.1 Indata

Avrinningsområden

Volymavrinningskoefficienter ϕ_v och area per markanvändning (ha).

Markanvändning	ϕ	A1 Kvartersmark innan omexploatering	A2 Kvartersmark efter omexploatering	A3 Allmän platsmark innan omexploatering	A4 Allmän platsmark efter omexploatering
Parkering	0.80	1.1	0.24	0.040	0.040
Parkmark	0.10	0.32	0	1.3	1.3
Industriområde, mindre förorenat	0.67	1.0	0	0	0
Takyta	0.90	0.65	0	0	0
Skolområde	0.84	0	2.5	0	0
Lastkaj	0.80	0	0.24	0	0
Väg 2	0.80	0	0	0.72	0
Väg 4	0.80	0	0	0.89	0
Torg	0.80	0	0	0.17	0.22
Gång & cykelväg	0.80	0	0	0.13	0.15
Väg 3	0.80	0	0	0	0.72
Väg 5	0.80	0	0	0	0.92
Totalt		3.1	3.0	3.2	3.3
Reducerad avrinningsyta (ha_{red})		2.1	1.5	1.9	2.0
Reducerad dim. area (ha_{red})		2.2	2.5	1.7	1.8

Rinnsträcka, rinnhastighet och dimensionerande regnvaraktighet

		A1 Kvartersmark innan omexploatering	A2 Kvartersmark efter omexploatering	A3 Allmän platsmark innan omexploatering	A4 Allmän platsmark efter omexploatering
Klimatfaktor	f _c	1.00	1.00	1.00	1.00
Rinnsträcka	m	500	500	500	500
Rinnhastighet	m/s	1.5	1.5	1.5	1.5
Dim. regnvaraktighet	min	10	10	10	10

1.2 Utdata

Flöden

		A1 Kvartersmark innan omexploatering	A2 Kvartersmark efter omexploatering	A3 Allmän platsmark innan omexploatering	A4 Allmän platsmark efter omexploatering
Tot. avrinning. årsmedel	m ³ /år	15000	12000	14000	14000
Tot. avrinning. årsmedel	l/s	0.47	0.37	0.44	0.46
Medelavrinning	l/s	6.2	4.6	5.7	5.9
Dim. flöde	l/s	390	450	310	320

2. Föroreningstransport

2.1 Utdata

Föroreningsmängder (kg/år) (dagvatten+basflöde) utan rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A1	Kvartersmark innan omexploatering	2.6	26	0.27	0.39	1.7	0.0094	0.14	0.15	0.00070	1200	10	0.025	0.00075
A2	Kvartersmark efter omexploatering	2.7	19	0.18	0.30	1.1	0.0065	0.12	0.10	0.00041	860	7.5	0.010	0.00053
A3	Allmän platsmark innan omexploatering	1.9	25	0.073	0.28	0.51	0.0035	0.090	0.069	0.00088	810	9.0	0.0050	0.00018
A4	Allmän platsmark efter omexploatering	2.0	27	0.089	0.31	0.68	0.0038	0.098	0.075	0.00094	860	9.8	0.0068	0.00021
	Total	9.2	97	0.62	1.3	4.0	0.023	0.44	0.39	0.0029	3700	37	0.047	0.0017

Föroreningsmängder (kg/ha/år) (dagvatten+basflöde) utan rening

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år
0.73	7.7	0.049	0.10	0.32	0.0018	0.035	0.031	0.00023	300	2.9	0.0037	0.00013

Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) utan rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A1	Kvartersmark innan omexploatering	170	1800	18	26	110	0.63	9.2	10.0	0.048	81000	710	1.7	0.051
A2	Kvartersmark efter omexploatering	230	1600	16	26	99	0.56	10	8.6	0.035	74000	650	0.89	0.046
A3	Allmän platsmark innan omexploatering	140	1800	5.3	20	37	0.26	6.5	5.0	0.064	58000	650	0.36	0.013
A4	Allmän platsmark efter omexploatering	140	1800	6.2	22	47	0.26	6.8	5.2	0.065	59000	680	0.47	0.015
	Total	170	1800	11	24	74	0.43	8.1	7.2	0.054	68000	670	0.85	0.031