



Dagvatten- och skyfallsutredning

Detaljplan för del av Lambohov 2:20
Granskningshandling

Linköpings kommun
Datum: 21 februari 2025

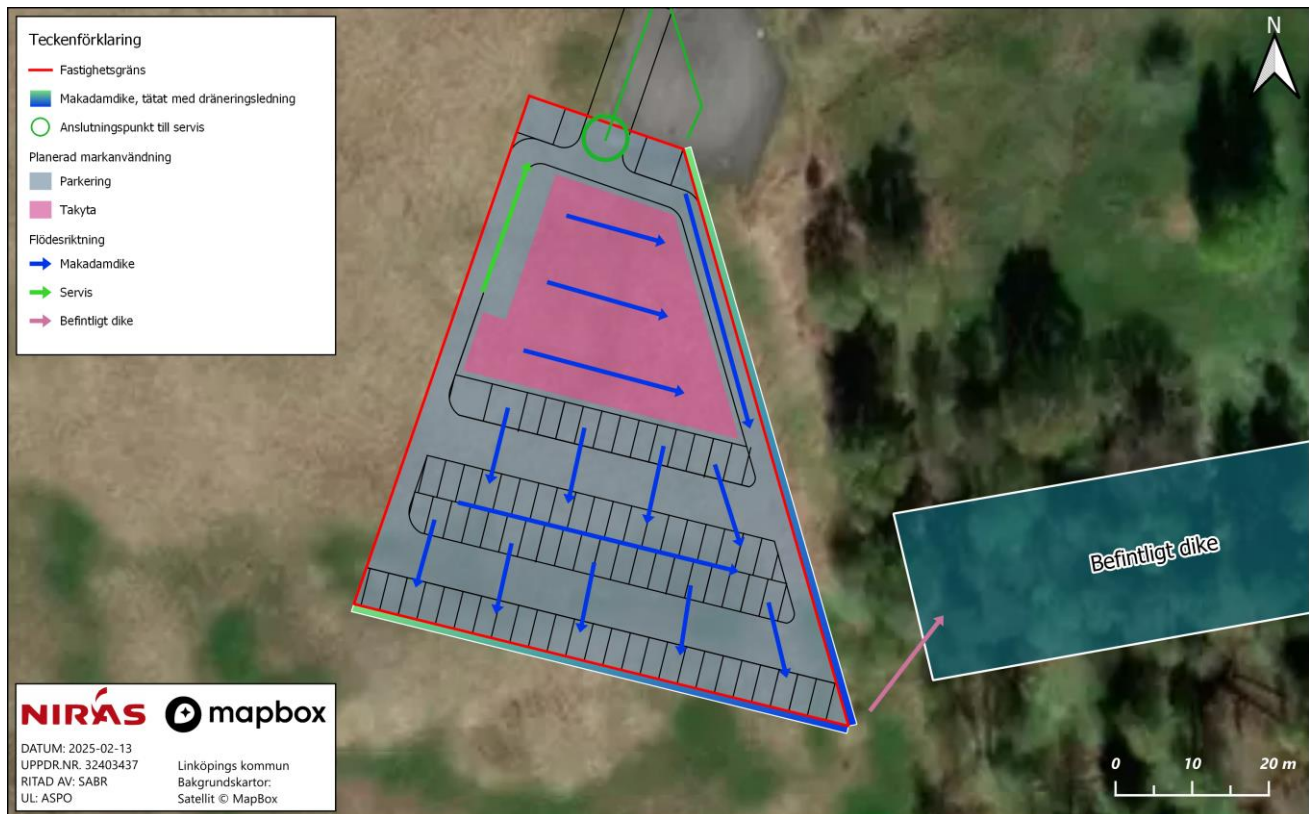
Sammanfattning

Ett planarbete pågår för exploateringen av den obebyggda fastigheten Lambohov 2:20 belägen i sydvästra Linköping, i industriområdet Kåparp. Exploateringen syftar till att fastigheten ska bebyggas med en samlingslokal med tillhörande parkeringsplatser. NIRAS Sweden AB har på uppdrag av Linköpings kommun tagit fram föreliggande dagvatten- och skyfallsutredning till detaljplan. Utredningen syftar till att avgöra om marken är eller kan göras lämplig för bebyggelse genom att undersöka hur dagens situation påverkas av ombyggnationen samt ta fram åtgärdsförslag för en hållbar dagvattenhantering.

Fastigheten uppgår till ca 3 000 m² och är idag obebyggd grön mark, kännetecknad av delvis blöt mark. Markytan är planare i den norra delen av fastigheten och sluttar sedan svagt söderut. Uppmätta grundvattennivåer visar att grundvatten återfinns nära markytan, och på vissa punkter i närhet av utredningsområdet ligger grundvattennivån över markytan. Jordarter domineras av lera, med låg genomsläpplighet. Utifrån detta bedöms infiltration av dagvatten ej lämpligt. Dagvatten avrinner idag från fastigheten via mark och ett större skogs/åkerdike. Mottagande recipient är Tinnerbäcken, där den ekologiska statusen bedöms *måttlig* och den kemiska statusen *uppnår ej god*. En större läggpunkt där vatten ansamlas vid skyfall är belägen strax söder om aktuellt utredningsområde.

Dagvattenflöden har beräknats för 10-årsregn där en ökning från 13 l/s (utan klimatfaktor) till 70 l/s (med klimatfaktor) sker vid den planerade exploateringen. Den stora ökningen beror på att obebyggd mark bebyggs och hårdgörs. För att fördröja och rena de första 10 mm i enlighet med Linköping kommuns riktlinjer bör 25 m³ fördröjas inom fastigheten.

Hantering av dagvatten har bedömts som komplex inom fastigheten på grund av den marktekniska situationen i kombination med rådande platsbrist utifrån framtagna situationsplan. Föreslagen lösning inkluderar makadamdiken längs fastighetens södra respektive östra sidor på allmän platsmark (utanför fastighetsgränsen), se figur nedan. Makadamdiken anläggs täta och med dräneringsledning, och föreslås sedan avledas vidare mot ett befintligt skogs/åkerdike öster om utredningsområdet. Lösningen bedöms överstiga 10 mm kravet avseende fördröjningsvolym och bedöms i tillägg vara fördelaktig för att minimera föroreningsbelastningen från exploateringen. Med anläggande av föreslagna diken bedöms även att flöden ut från fastigheten ej kommer öka. En mindre del av fastigheten bedöms svår att avleda ytledes mot diken, och föreslås hanteras i ledningsnät.



Genom tillpassning av föreslagna åtgärder minskar majoriteten av föroreningshalterna i jämförelse med befintlig situation. Föroreningsmängderna ökar dock, vilket tros bero på den ökade avrinningen i och med markens hårdgörning. För att förbättra ytterligare rekommenderas makadamdiken anläggas med fokus på rening, genom mindre fraktioner samt placering av dräneringsledningen en bit ovan dikesbotten. Utöver detta släpps dagvatten mot det befintliga diket, i vilket viss rening även förväntas ske.

Utredningsområdet är beläget i närheten av en större lågpunkt där vatten ansamlas vid skyfall. Genom placering av byggnaden i den norra delen av fastigheten bedöms denna ej påverkas vid skyfall. Modellering indikerar en mindre ökning av flöden ut från området i och med exploatering men bedöms ej försämma nämnvärt för nedströms områden. Vid byggnation bör fortsatt hänsyn tas till flödesstråk i den södra delen av fastigheten som leder vatten österut.

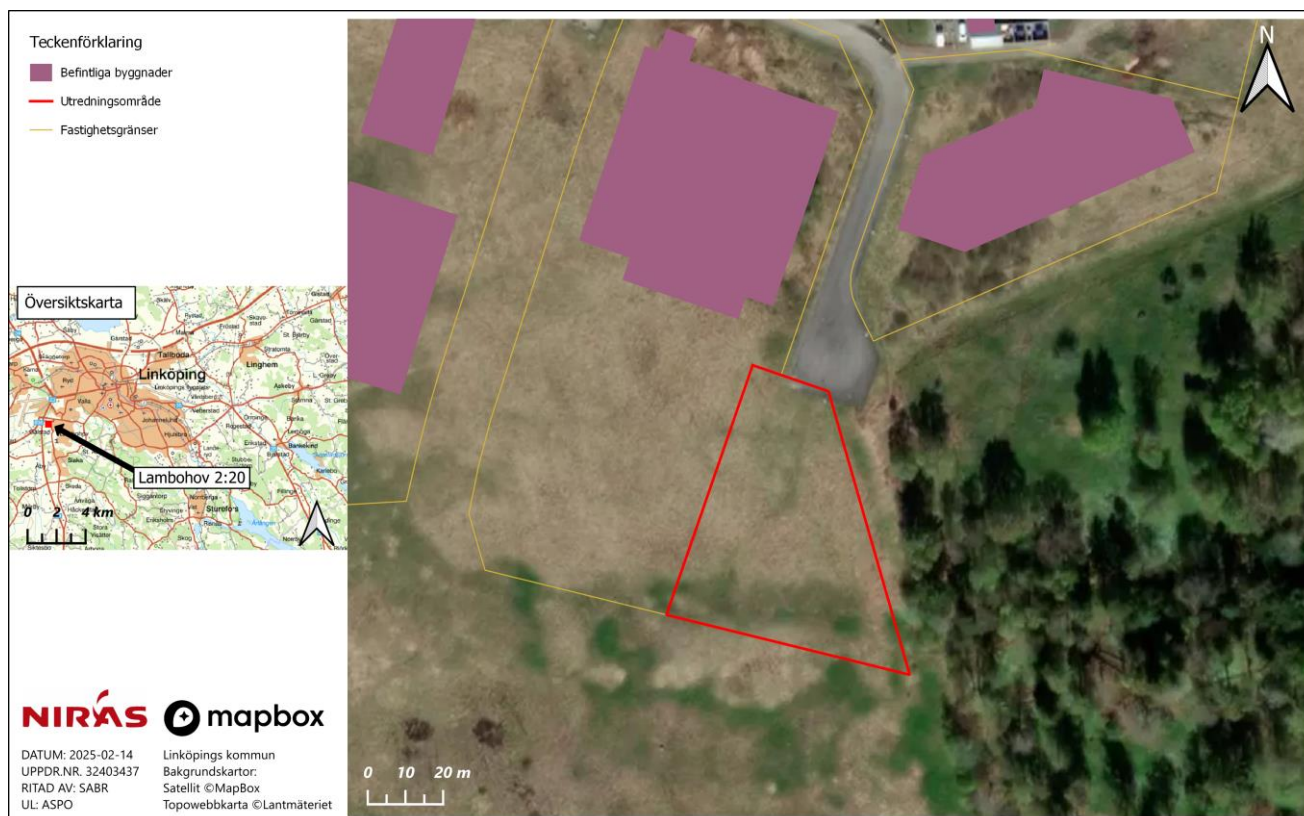
Innehåll

1.	Inledning	6
1.1.	Syfte.....	7
2.	Förutsättningar för dagvatten- och skyfallshantering	8
2.1.	Platsbesök.....	8
2.2.	Tidigare utredningar och pågående projekt.....	9
2.3.	Utbyggnadsplaner upp- och nedströms planområdet.....	9
2.4.	Markanvändning.....	9
2.5.	Geologi, grundvatten och markmiljö.....	9
2.5.1.	Geologi.....	9
2.5.2.	Grundvatten.....	10
2.5.3.	Förorenade områden.....	11
2.6.	Geografiska förutsättningar.....	11
2.6.1.	Topografi.....	11
2.6.2.	Naturlig avrinning.....	11
2.6.3.	Pluvial översvämningsrisk.....	12
2.6.4.	Fluvial översvämningsrisk.....	14
2.7.	Tekniskt avrinningsområde och ledningsnät.....	14
2.8.	Recipienter och miljö kvalitetsnormer	15
2.9.	Skyddade områden	17
2.9.1.	Vattenskyddsområden.....	17
2.9.2.	Dricksvattenförekomst	17
2.9.3.	Markavvattningsföretag.....	17
2.9.4.	Övrigt.....	17
2.10.	Riktlinjer för dagvattenhantering	18
2.11.	Vägledning för skyfallshantering.....	19
3.	Analys och utredning	20
3.1.	Markanvändning.....	20
3.1.1.	Befintlig markanvändning	20
3.1.2.	Planerad bebyggelse.....	21
3.2.	Fördröjningsbehov dagvatten	22
3.2.1.	Fördröjning på kvartersmark.....	23
3.2.2.	Dimensionerande flöde och fördröjning på allmän platsmark.....	23
3.3.	Dagvattenkvalitet.....	23
3.4.	Skyfallsanalys.....	25
3.4.1.	Metod	25

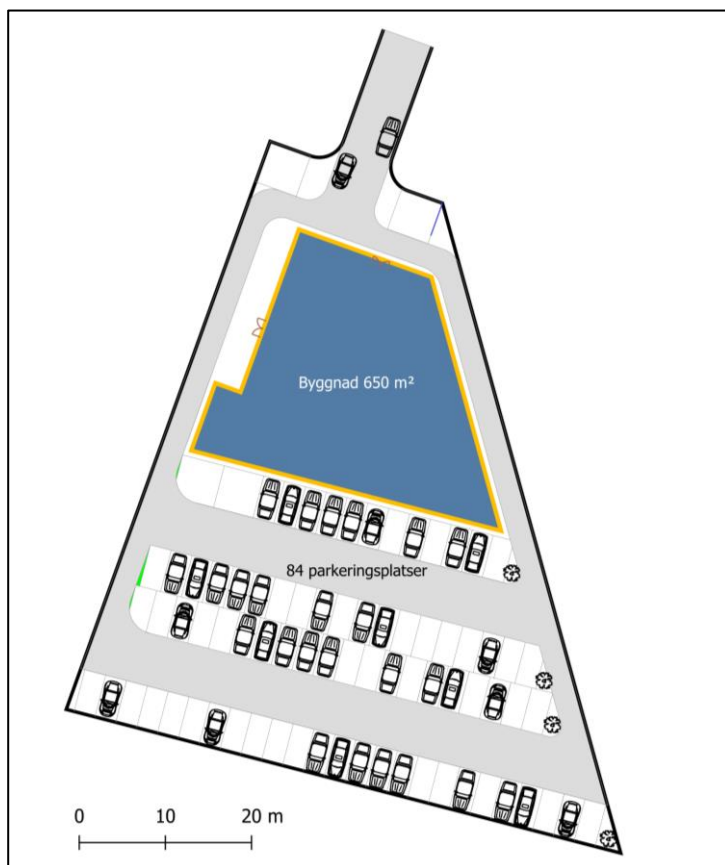
3.4.2.	Resultat.....	26
3.4.2.1.	Befintlig situation	27
3.4.2.2.	Planerad situation.....	28
3.4.3.	Diskussion	30
4.	Förslag till åtgärder.....	31
4.1.	Kvartersmark	34
4.1.1.	Fördrojning och rening.....	34
4.1.2.	Skyfall	34
4.2.	Allmän platsmark.....	35
4.2.1.1.	Makadamdiken med tätning.....	35
4.3.	Ansvarsfördelning.....	36
4.4.	Alternativa lösningar.....	36
4.5.	Övrigt.....	37
5.	Slutsats och rekommendationer	38
6.	Litteraturförteckning	39

1. Inledning

NIRAS Sweden AB (NIRAS) har fått i uppdrag av Linköpings kommun att ta fram en dagvatten- och skyfallsutredning för detaljplanen över Lambohov 2:20. Fastigheten är ungefär 3 000 m² och ligger ca 5 km sydväst om centrala Linköping intill industriområdet Kåparp, se Figur 1.1. Markanvändningen på platsen idag består främst av grönytor och planen är att uppföra en samlingslokal med 84 tillhörande parkeringsplatser vilket illustreras i Figur 1.2. Industriområdet där den aktuella fastigheten är belägen har under det senaste året utökats och fler byggnader intill utredningsområdet har tillkommit.



Figur 1.1: Områdeskarta med utredningsområdets gräns och fastigheterna runt omkring som nyligen bebyggts.



Figur 1.2: Bebyggelseskiss för den ungefärliga disponeringen av fastigheten.

1.1. Syfte

En dagvatten- och skyfallsutredning ska utföras för fastigheten Lambohov 2:20. Utredningen ska utgå från dokumentet *Checklista dagvatten- och skyfallsutredningar* och ska avgöra om marken är eller kan göras lämplig för bebyggelse utifrån plan- och bygglagen. I en tidigare skyfallskartering har delar av industriområdet visat risk för översvämning vid ett 100-årsregn. Utredningen ska därmed innehålla en fördjupad skyfallsanalys över fastigheten där nya byggnader på närliggande fastigheter har implementerats. Rapporten ska även undersöka om parkeringsytan kan vara hårdgjorda eller behöver vara genomsläppliga och hur vattnet som avrinner från platsen påverkar omkringliggande diken.

2. Förutsättningar för dagvatten- och skyfallshantering

2.1. Platsbesök

Under ett platsbesök som utfördes 19:e december 2025 upptäcktes att planområdet generellt är fuktigt och blött, se Figur 2.1. På dess östra sida växer vass vilket tyder på stående vatten eller fuktig jord. Längs med den västra kanten sträcker sig ett lager makadam, se Figur 2.1, vars funktion och syfte inte är känt. På vägen som leder fram till fastigheten identifierades ett fåtal dagvattenbrunnar. Vid platsbesök identifierades även att omkringliggande fastigheter bebyggts. Detta skedde enligt uppgift under 2024 och var således ej inkluderat i den tidigare grundkartan samt i höjdmodeller från Lantmäteriet.



Figur 2.1: Bilder från platsbesök i Lambohov den 19:e december. Vänstra bilden visar det fuktiga tillståndet. Till höger syns det makadamlager som finns på platsen.

2.2. Tidigare utredningar och pågående projekt

Följande material har använts som underlag till föreliggande dagvatten- och skyfallsutredning:

- Vattentjänstplan (Linköpings kommun, 2024)
- Vägledning om hantering av dagvatten från kvartersmark (Linköpings kommun; Tekniska verken, 2021)
- Vägledning och riktvärden vid utsläpp av förorenat vatten till recipient och allmänt ledningsnät för dagvatten (Linköpings kommun; Tekniska verken, 2023)
- Checklista dagvatten- och skyfallsutredningar (Linköping kommun, 2024)
- Primärkarta (dwg) (Linköpings kommun, 2023)
- Situationsplan Lambohov 2:20 (dwg) (Linköpings kommun, 2025)
- PM geoteknisk undersökning (Stadspartner, Linköpings kommun, 2008)
- PM geoteknisk undersökning (WSP, 2023)
- Skyfallskartering Kåparp (WSP, 2023)
- Flöde & djup vid 1000-årsregn (tif) (Ramböll, 2022)

2.3. Utbyggnadsplaner upp- och nedströms planområdet

Det aktuella utredningsområdet är beläget i industriområdet Kåparp där det har skett större nybyggnationer de senaste åren samt planeras för kommande utbyggnader söderut. En väg planeras fortsätta söderut där kommande utbyggnad av industri planeras på idag obebyggd mark. I första hand är området planlagd för småindustri. Utbyggnaden bedöms eventuellt påverka den aktuella fastigheten om det medför ökade flöden från hårdgjorda ytor, men då planeringen är i tidigt skede är detta ej inkluderat i föreliggande utredning.

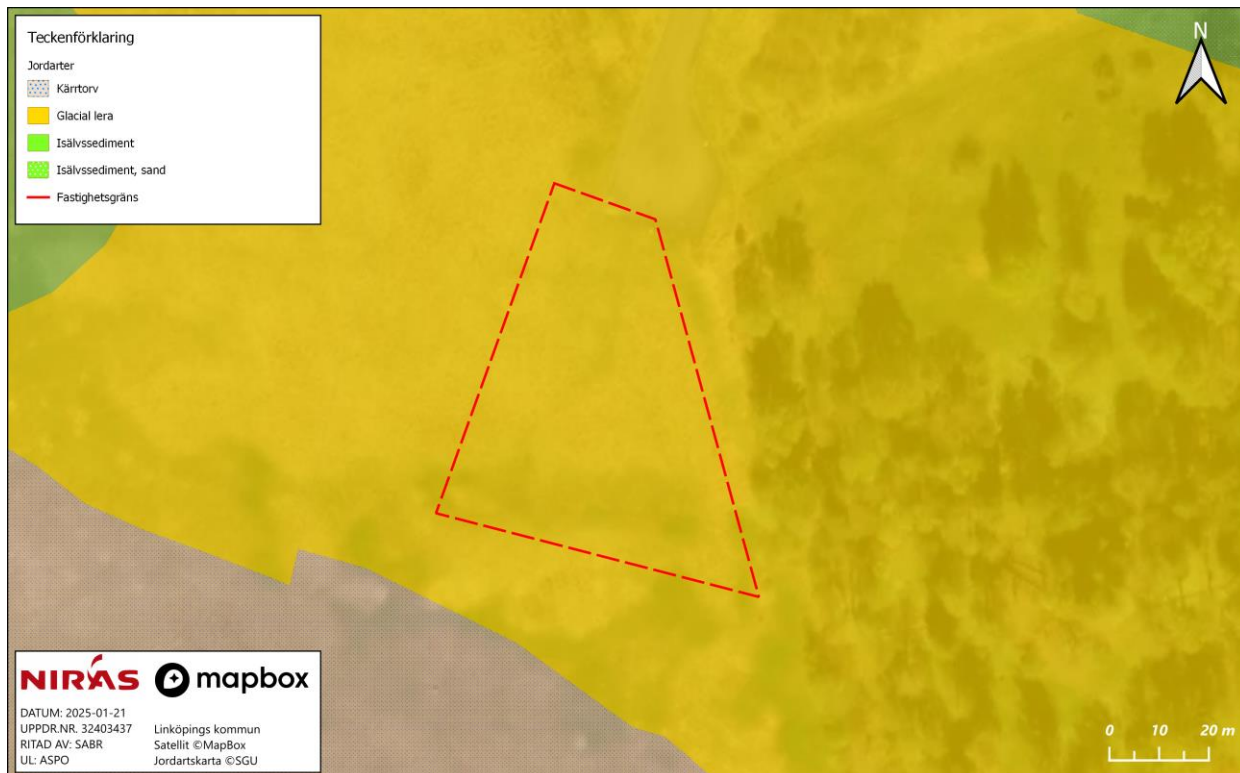
2.4. Markanvändning

Området består idag av grönytor där delar har mycket vass och liknande gräsväxter som tyder på fuktig mark. Området är beläget i ett industriområde där det bland annat bedrivs olika verksamheter för bilar. Inget objekt i anslutning till utredningsområdet eller på industriområdet har identifierats på Länsstyrelsens karta över förorenade områden.

2.5. Geologi, grundvatten och markmiljö

2.5.1. Geologi

Jordarten inom fastigheten är, enligt jordartskartan från SGU, glacial lera som generellt har låg genomsläpplighet. Vidare finns jordarterna kärrtorv och isälvsediment i närheten till utredningsområdet, se Figur 2.2. Kärrtorv är en jordart med generellt låg genomsläpplighet, medan isälvsediment generellt bedöms ha hög genomsläpplighet. Enligt en geoteknisk undersökning av WSP i området har ett tunt lager humus identifierats överst följt av lera, som överst är gytjig och övergår sedan till siltig (WSP, 2023).



Figur 2.2: Jordartskarta på utredningsområdet med satellitkarta under.

2.5.2. Grundvatten

Utredningsområdet och de omkringliggande områdena består av fuktig mark. Vid grundvattennivåmätningar omkring platsen har grundvattenytan identifierats ligga nära markytan, ca 0,7 m under. På vissa ställen i närhet till utredningsområdet ligger grundvattennivån över markytan (WSP, 2023). Ingen analys av föroreningar i grundvattnet har utförts för utredningsområdet.

Utredningsområdet är lokaliserad på grundvattenförekomsten *Slaka Norra* (SE647428-529721), se Figur 2.3. Slaka Norra har en otillfredsställande kemisk status som beror av att gränsvärdet för PFAS 11 överskrids. Orsaken till de höga halterna av PFAS 11 beror på punktkällor med förorenade områden (VISS, 2025). Grundvattenförekomsten har ett kvalitetskrav med tidsfrist, år 2027 ska det uppnå god kemisk grundvattenstatus. Tidsfristen beror på att det anses inte vara tekniskt möjligt att rena PFAS 11 innan det. Grundvattenförekomsten har klassificeringen *God* i dess kvantitativa status. Detta har baserats på att det inte finns någon information om stora vattenuttag eller annat som kan påverka. Undersökning av kvantitativ status saknas (VISS, 2025).



Figur 2.3: Grundvattenförekomst omkring utredningsområdet.

2.5.3. Förorenade områden

Inget objekt på industriområdet Kåparp har listats på Länsstyrelsens karta över förorenade områden. Ingen markmiljöundersökning har utförts på utredningsområdet. Inom den grundvattenförekomst som sträcker sig under utredningsområdet har flera objekt på kartan över förorenade områden identifierats. Bland annat ligger Malmens flygplats nordväst om utredningsområdet och har flertalet riskobjekt omkring sig.

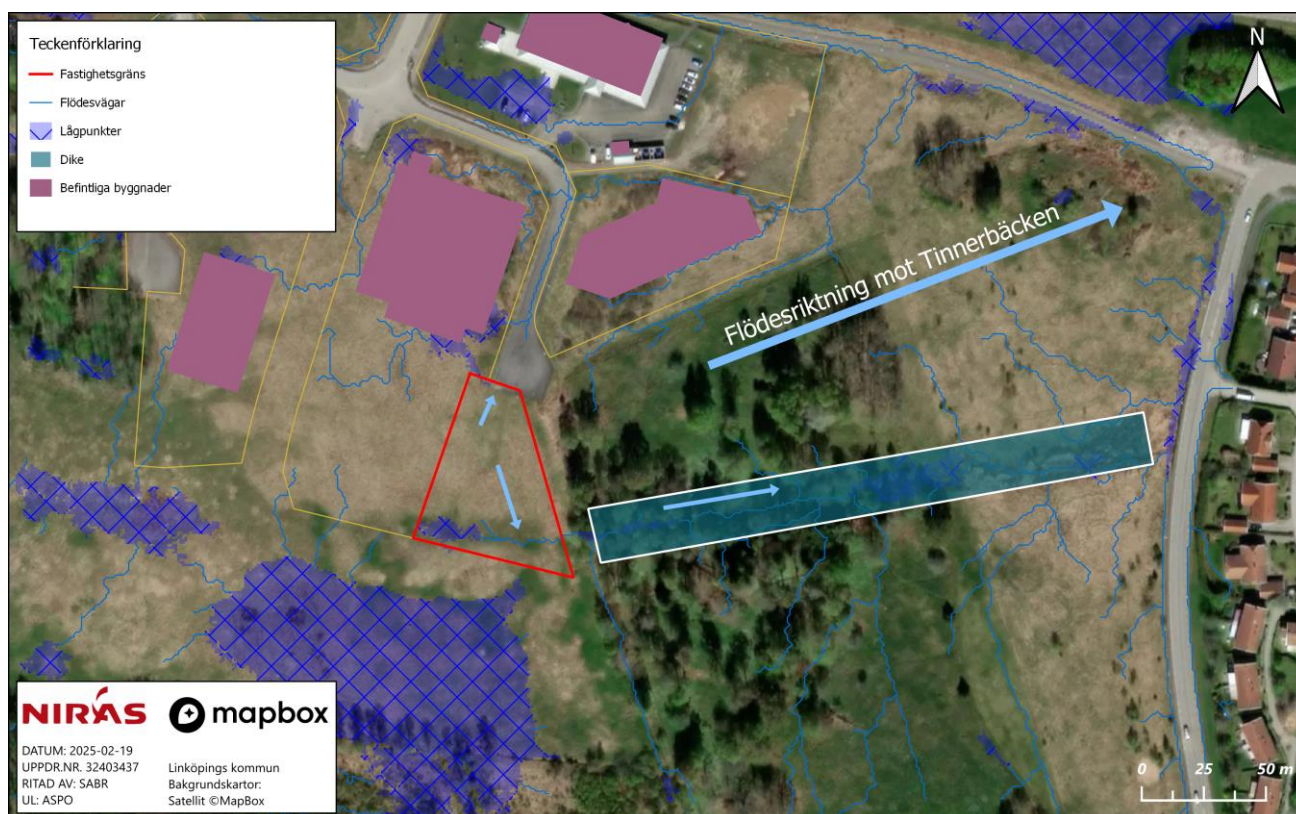
2.6. Geografiska förutsättningar

2.6.1. Topografi

Marknivån på utredningsområdet är relativt jämn och höjden varierar mellan +76 och +77 m ö.h.. De norra delarna av fastigheten är plana medan de sydliga delarna sluttar söder ut. Längs fastighetens sydliga sida sträcker sig ett lågområde. Vid platsbesök noterades att fastigheten som angränsar till området i väst eventuellt har höjts upp.

2.6.2. Naturlig avrinning

Utredningsområdet ligger inom huvudavrinningsområdet *Motalaström* och delavrinningsområdet *Mynnar i Stångån*. Vatten i den norra delen avrinner naturligt norrut från utredningsområdet för att sedan rinna vidare nordöst till *Tinnerbäcken*, se Figur 2.4. De sydliga delarna avrinner sydöst mot ett bredare dike som är beväxt med vass. Till detta dike leds även vatten från söder om utredningsområdet, där en större lågpunkt är belägen.



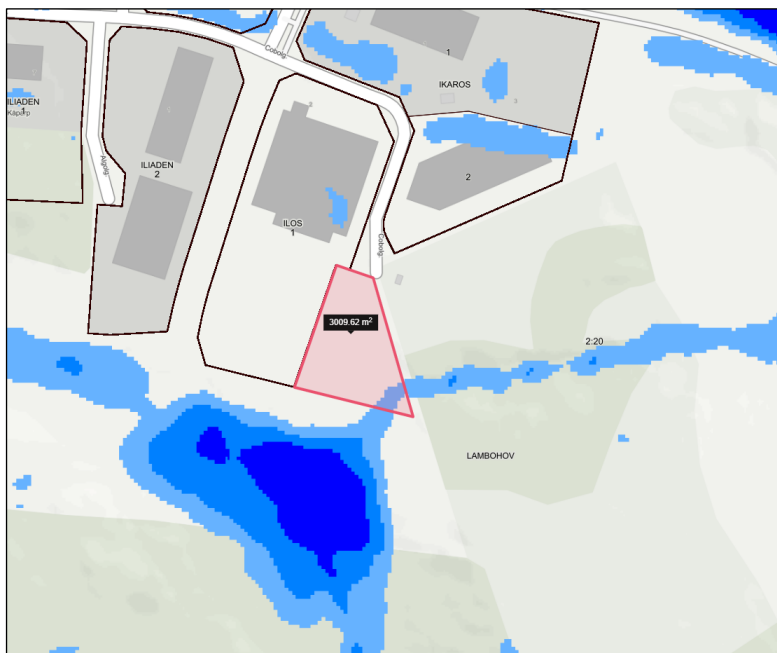
Figur 2.4: Den naturliga avrinningen omkring utredningsområdet.

2.6.3. Pluvial översvämningsrisk

Pluvial översvämnung orsakas av kraftiga och kortvariga regn (SMHI, 2021). Extrema regntillfällen kan medföra att kapaciteten i dagvattenledningarna och infiltrationskapaciteten i marken överskrids och dagvattnet istället avrinner ytligt till lågpunkter och instängda områden. Översvämnungar kan därför orsaka hinder för framkomlighet och skada byggnader och infrastruktur. Länsstyrelsen i Stockholm definierar ett skyfall som ett regn med en återkomsttid på 100-år, ett så kallat 100-årsregn. Återkomsttid är ett mått på hur ofta förekomsten av extrema naturliga händelser kan förväntas och används för att få en uppfattning av ett visst regns omfattning (SMHI, 2022).

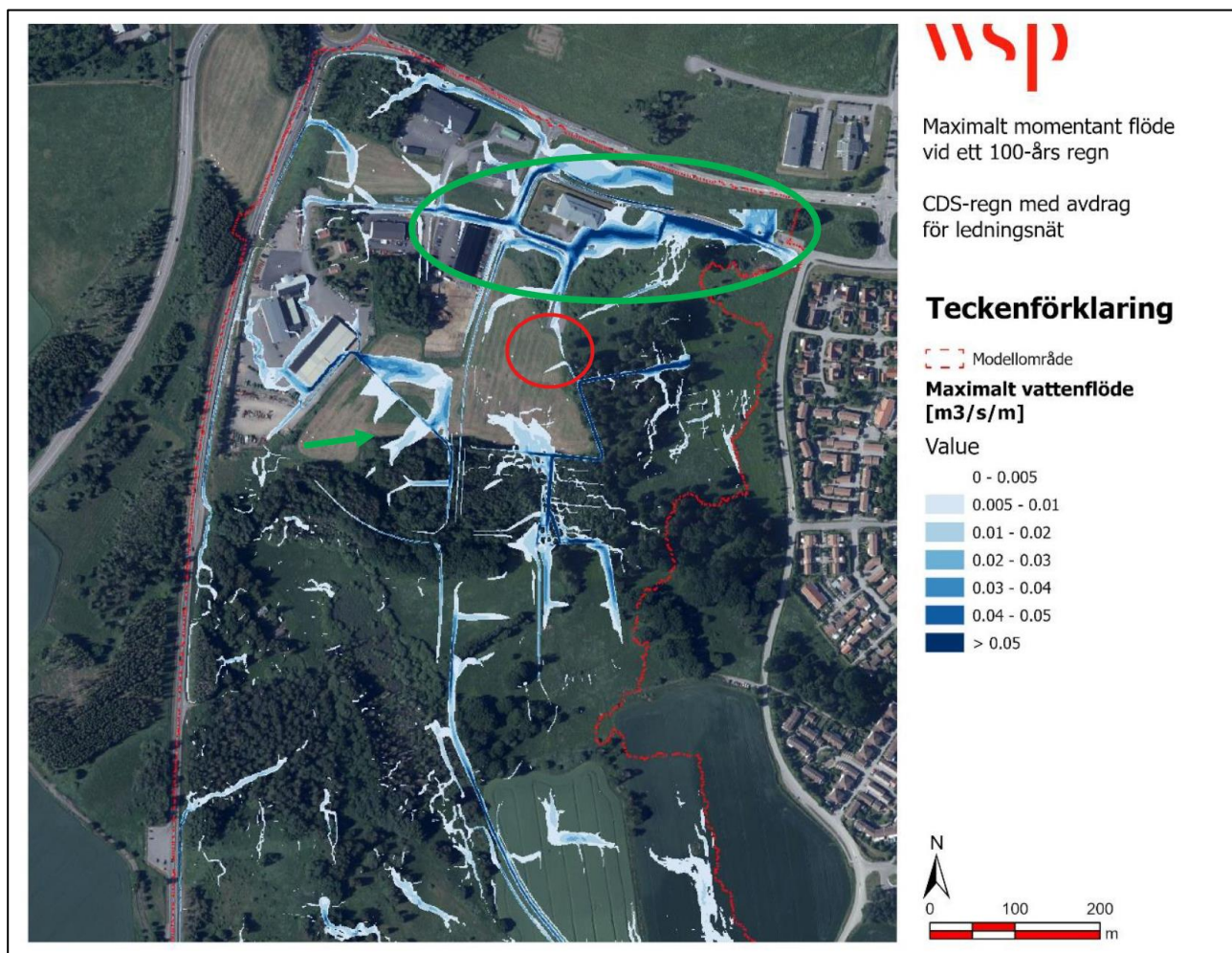
Det aktuella utredningsområdet är beläget på blöt mark med höga grundvattennivåer och möjligheten till infiltration begränsas då den främsta jordarten är lera. Det gör området sårbart för eventuella översvämnungar. Själva utredningsområdet är av mindre storleksordning (3 000 m²) och inkluderar i dagsläget inga problematiska lågpunkter.

Utredningsområdet är inkluderat i den skyfallskartering över Linköpings tätort (Linköpings kommun, 2025). Denna visar på risk till vattendjup som överstiger 0,5 m i en större lågpunkt strax söder om utredningsområdet redan vid ett 30-årsregn. Vid 100- och 200-årsregn förväntas ytan som översvämmas ha större utbredning och med ett vattendjup som överstiger 0,5 m. Det område som riskeras översvämmas utgörs idag av fuktig gräsmark och är placerat intill en skog. Enligt skyfallskarteringen återfinns ett lågstråk som leder vatten från lågpunkten, över det aktuella utredningsområdet, och vidare via ett skogs/åkerdike österut, se Figur 2.5.



Figur 2.5: Urklipp från Linköpings kommuns skyfallskartering vid 100-årsregn, med utredningsområdets ungefärliga utbredning markerat med rosa (Linköpings kommun, 2025).

En skyfallskartering har även genomförts av WSP (2023) där man studerat en framtida skyfallssituation efter utbyggnaden av hela Kåparp industriområdet, som baseras på projekteringsunderlag för utbyggnaden av vägar och tomter. I denna visas inga större flödesstråk vid den aktuella fastigheten vid ett modellerat 100-årsregn med klimatfaktor 1,25, se Figur 2.6.



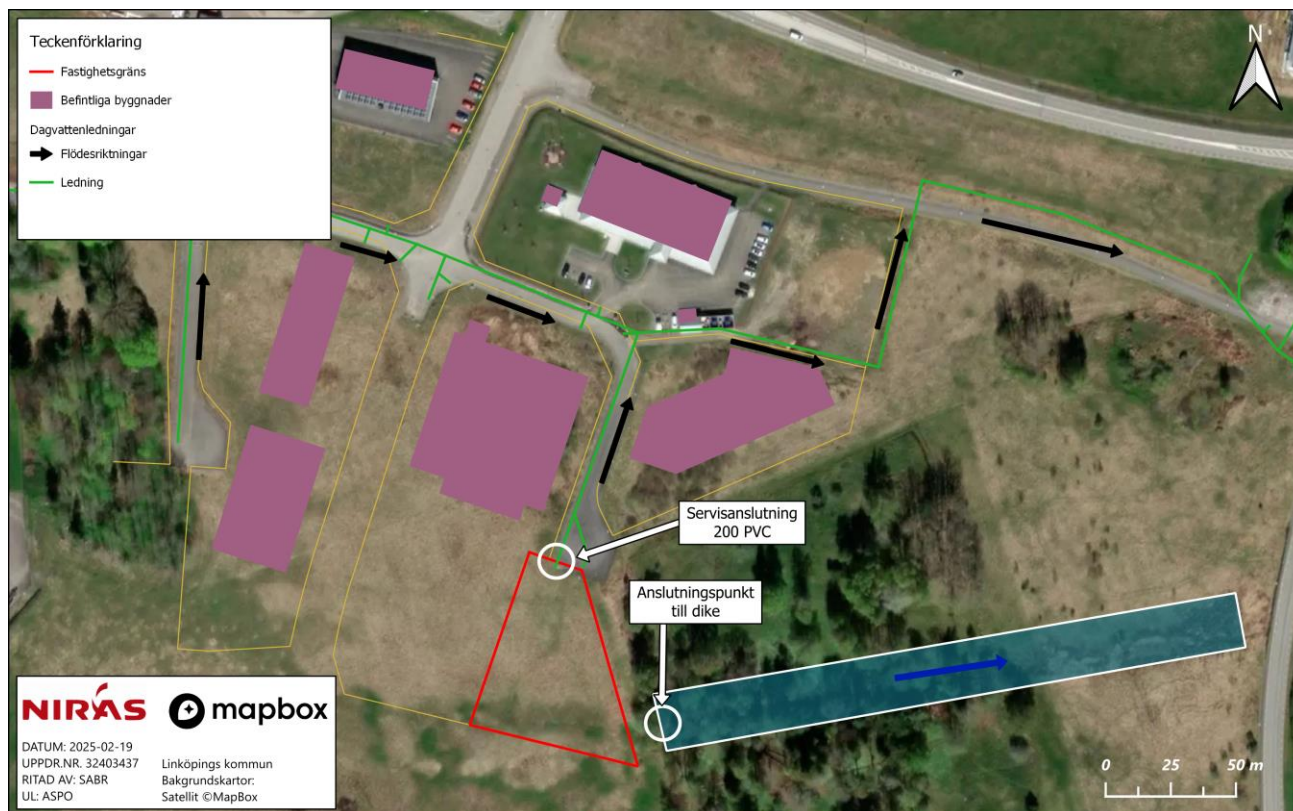
Figur 2.6: Utklipp från WSP (2023) skyfallskartering av utbyggnationen i Kåparp. Den röda ringen markerar utredningsområdets ungefärliga plats. De gröna markeringarna kan i denna utredning bortses ifrån.

2.6.4. Fluvial översvämningsrisk

Fluvial översvämning inträffar då vattennivån och flöden i sjöar och vattendrag stiger efter det exempelvis regnat mycket eller när mycket snö smälter (SMHI, 2021). Tinnerbäcken, lokaliserad ca 2 km öster om utredningsområdet, kan riskeras översvämmas vid extrema regntillfällen. Eventuell översvämning i vattendraget bedöms dock inte påverka fastigheten.

2.7. Tekniskt avrinningsområde och ledningsnät

Utredningsområdet är idag obebyggt och på fastigheten finns inget befintlig privat ledningsnät. Ett utbyggt kommunalt dagvattennät återfinns i området med en ny servisanslutning till den aktuella fastigheten. Servisen för dagvatten (200 PVC) är belägen i gatan direkt norr om fastigheten, se Figur 2.7. För den planerade utbyggnaden av Kåparp har utbyggnad av ledningsnätet söder om fastigheten projekterats och planeras byggas under hösten 2025, enligt Tekniska verken. Dagvattnet planeras att hanteras främst med öppna diken och delvis kulverterade delar. Enligt uppgifter från Tekniska verken planeras dagvattnet från ytor söder om fastigheten att avledas till skogs/åkerdiket öster om aktuellt utredningsområde. Det befintliga skogs/åkerdiket avleds vidare till en kupolsil i ett vägdike och vidare till dagvattenledningar i Lambohov. Dagvattnet rekommenderas generellt inom hela Kåparp att ledas bort då området består av täta lerjordar, därmed finns begränsade möjligheter för lokalt omhändertagande av dagvatten (WSP, 2023).



Figur 2.7: Befintliga dagvattenledningar till och omkring utredningsområdet med flödesriktningar.

2.8. Recipienter och miljö kvalitetsnormer

Dagvattnet från utredningsområdet avrinner naturligt mot Tinnerbäcken, se Figur 2.8. Tinnerbäcken (SE-647295-148689) har en *måttlig* ekologisk status (VISS, 2025). Klassningen beror på övergödning, miljögifter samt morfologiska förändringar och kontinuitet. Enligt EU:s vattendirektiv ska en god vattenkvalitet säkras och vattenförekomsten har därför kvalitetsmål uppsatta i form av miljö kvalitetsnormer (MKN). MKN för vatten beskriver önskad kvalitet på vattnet utifrån kemisk och ekologisk status, som ska uppnås en viss tidpunkt. För Tinnerbäcken är kvalitetskravet *God ekologisk status* 2033. Den ekologiska statusens åtgärdsarbete fokuserar dels på att förbättra vandringsmöjligheterna för fisk i vattenförekomsten men även minska påverkan från jordbruk, enskilda avlopp och andra påverkanskällor (VISS, 2025).

Den nuvarande kemiska statusen i vattenförekomsten har bedömts till *Uppnår ej god* (VISS, 2025). Detta beror på att MKN för prioriterade ämnen överskrids. Förutom två ämnen, kvicksilver och PBDE, som överskrids i samtliga svenska vatten överskrids även PFOS i Tinnerbäcken, vilket kan ha orsakats av brandövningsplatser. Kviksilver och PBDE bedöms vara teknisk omöjligt att sänka halterna till nivåer som motsvarar god kemisk ytvattenstatus. Åtgärder för att nå en god kemisk ytvattenstatus 2027 med avseende på PFOS bör sättas in så snart som möjligt (VISS, 2025).

Tabell 2.1 presenterar MKN och statusklassning för Tinnerbäcken.

Från Tinnerbäcken rinner vattnet vidare mot Stångån (SE647682-148987) som *Uppnår ej god* på den kemiska statusen på grund av för höga kvicksilverhalter och bromerad difenyletrar. Stångåns ekologiska status har bedömts som *Måttlig*. Från Stångån rinner vattnet sedan vidare mot Roxen (SE648779-150974) som *Uppnår ej god* på den kemiska statusen och *Otillfredsställande* för den ekologiska statusen.

Tabell 2.1: Miljökvalitetsnorm (MKN) och statsklassning för recipienten Tinnerbäcken.

Aktuell status	Kvalitetskrav	Kvalitetsfaktorer och klassificerade parametrar		
Måttlig ekologisk status	God ekologisk status 2033	Biologiska	Påväxt-kiselalger	Ej klassad
			Bottenfauna	Ej klassad
			Fisk	Måttlig
		Fysikalisk-kemiska	Näringsämnen	Dålig
			Försurning	Ej klassad
			Särskilda förorenade ämnen	God
		Hydromorfologiska	Konnektivitet i vattendrag	Dålig
			Hydrologisk regim i vattendrag	Ej klassad
			Morfologiskt tillstånd i vattendrag	Otillfredsställande
Uppnår ej god kemisk status	God kemisk ytvattenstatus	Prioriterade ämnen	Bromerade difenyleter	Uppnår ej god
			Kviksilver och kvicksilverföreningar	Uppnår ej god
			PFOS - Perfluoroktansulfonsyra och dess derivater	Uppnår ej god



Figur 2.8: Recipienten, Tinnerbäcken, som vattnet från utredningsområdet avrinner till, samt Stångån och Roxen som vattnet från Tinnerbäcken rinner vidare till.

2.9. Skyddade områden

2.9.1. Vattenskyddsområden

I november 2021 beslutade kommunfullmäktige i Linköping om att göra grundvattentäkten Slaka till vattenskyddsområde. Vattenskyddsområdet är beläget 1,5 km sydöst om fastigheten, det omfattar därmed inte hela grundvattenförekomsten. Grundvattentäkten behöver ett bra skydd för att vattnet ska kunna användas i framtiden då den har som syfte att agera nödvattentäkt.

2.9.2. Dricksvattenförekomst

Tidigare nämnda grundvattenförekomsten *Slaka norra* är enligt VISS en dricksvattenförekomst.

2.9.3. Markavvattningsföretag

Enligt Länsstyrelsen finns ett markavvattningsföretag sydväst om utredningsområdet. Detta markavvattningsföretag ska enligt uppgifter från Linköpings kommun upphävas till följd av de utbyggnadsplaner som finns för industriområdet Kåparp.

2.9.4. Övrigt

Inget övrigt skyddat område har identifierats som bedöms vara relevant för utredningen.

2.10. Riktlinjer för dagvattenhantering

Att ta hand om dagvatten på ett hållbart sätt är viktigt för att minska risken för översvämningar och begränsa spridningen av föroreningar till sjöar och vattendrag (Linköpings kommun, 2024). Dagvatten bör ses som en resurs och tas omhand så nära källan som möjligt.

VA-huvudmannen ansvarar för det allmänna ledningsnätet som ska vara dimensionerat för att ta emot normala regn inklusive klimatfaktor, enligt Svenskt Vattens publikation P110 (Linköpings kommun, 2024). Ledningar och rör dimensioneras enligt branschorganisationen Svenskt Vattens anvisningar. VA-huvudmannen ansvarar också för att se till att ledningsnäten är väl underhållna.

Grundprincipen vid planläggning av ny bebyggelse är att dagvattnet omhändertas lokalt och att dagvatten fördröjs och renas så att inte mer vatten släpps ut än vad som är fallet innan exploatering (Linköpings kommun; Tekniska verken, 2021). Detta brukar kallas LOD (lokalt omhändertagande av dagvatten). Målet är att byggherrar och fastighetsägare frivilligt ska åta sig att använda LOD inom kvartersmark. Målsättningen att regnets första 10 mm (reducerad area) fördröjs innan förbindelsepunkten.

Linköpings kommun och Tekniska verken arbetar efter EU:s ramdirektiv för vatten (Vattendirektivet) för att nå god vattenstatus i sjöar, vattendrag och grundvatten (Linköpings kommun; Tekniska verken, 2023). Då det inte finns några nationella riktlinjer för utsläpp av förorenat vatten till dagvatten och recipienter har Miljöavdelningen tillsammans med Tekniska verken tagit fram denna vägledning, se Tabell 2.2. Värdena ska uppfyllas vid verksamhetens utsläppspunkt, ex. anslutningspunkten till dagvattensystemet eller utsläppspunkt till dike eller recipient. Riktvärdena är generella och gäller först när beslut fattas i enskilda fall. För vissa verksamheter kan det vara aktuellt att analysera ytterligare ämnen. De framtagna riktvärdena kan användas som stöd i dagvattenutredningar, men ska inte användas för att dimensionera dagvattenanläggningarnas storlek. Detta eftersom riktvärdena är för generella för att få fram volymer eller yta. Vid dimensionering bör fokus istället ligga på vattenförekomstens miljö kvalitetsnorm och att denna inte ska försämrats.

Tabell 2.2. Riktvärden för utsläpp av förorenat dagvatten (Linköpings kommun; Tekniska verken, 2023).

Ämne/parameter	Riktvärde	Enhet
Arsenik (As)	15	µg/l
Krom (Cr)	15	µg/l
Kadmium (Cd)	0,2	µg/l
Bly (Pb)	10	µg/l
Koppar (Cu)	30	µg/l
Zink (Zn)	30	µg/l
Nickel (Ni)	30	µg/l
Kvicksilver (Hg)	0,07	µg/l
PFOS	0,05	µg/l
pH	6-9	-
Oljeindex	1	mg/l
Totalfosfor (P)	0,05	mg/l
Totalkväve (N)	2,5	mg/l
Suspenderat material (SS)	40	mg/l

2.11. Vägledning för skyfallshantering

Linköpings kommun har tagit fram skyfallskarteringar över staden och de större tätorterna för att kunna bedöma skyfallets möjliga påverkan på vattentjänsterna (Linköpings kommun, 2024). Kommunen ansvarar för stadsplanering och för att ta hänsyn till potentiella översvämningsskador på allmänna platser såsom gator, parker och planteringar. Vid planläggning ansvarar kommunen för att beakta och hantera risken för översvämningssituationer.

Som en konsekvens av pågående klimatförändringar förväntas kraftigare regn och skyfall öka både i regnintensitet och frekvens vid nederbörd (MSB, 2020). Enligt SMHI:s definition är ett skyfall ett regn med en intensitet som är större än 50 mm/timme eller större än 1 mm/minut (SMHI, 2023). För att få en uppfattning av ett visst regns omfattning används återkomsttid som ett mått på hur ofta förekomsten av extrema naturliga händelser kan förväntas (SMHI, 2022). Exempelvis har ett regn med medelintensiteten 50 mm under en timme en återkomsttid på knappt 80 år (MSB, 2017). Det innebär att händelsen i genomsnitt inträffar en gång under denna återkomsttid. Återkomsttider beräknas med statistiska metoder och kan beräknas för olika parametrar, till exempel vattennivå, vattenflöde och regnmängd (SMHI, 2022).

Dagens dagvattensystem som ska avleda regnvatten, antingen genom ledningar eller öppna lösningar som exempelvis diken, blir i samband med skyfall mycket begränsade i förhållande till regnets intensitet och volym (MSB, 2017). Även markens möjlighet till att infiltrera vatten blir begränsad vid skyfall. Detta leder till att vattnet avrinner på markytan, vilket kan leda till översvämningar; framförallt i lågpunkter (MSB, 2017). Beroende på var översvämningen inträffar kan den medföra allvarliga skador och konsekvenser för exempelvis bebyggelse, infrastruktur och samhällsviktig verksamhet. Vid exploatering av mark förändras markytan, generellt sett till mera hårdgjorda ytor. Hårdgjorda ytor ökar i sin tur ytavrinningen samt minskar möjligheten till infiltration (MSB, 2017). För att minska konsekvenserna av översvämningar är det viktigt att skapa ytor där översvämningar kan ske utan att orsaka skador eller andra konsekvenser genom att jobba med höjdsättningen i marken och avleda vattnet till avsatt plats (MSB, 2017).

3. Analys och utredning

3.1. Markanvändning

I dagens situation är utredningsområdet obebyggt och består av gräsmark med tecken på hög fuktighet. Den planerade markanvändningen utgörs av hårdgjorda ytor som består av takyta och parkering.

3.1.1. Befintlig markanvändning

Markanvändningen inom utredningsområdet täcks idag av grönytor, likt åkermark, där fuktigheten varierar men generellt är platsen väldigt blöt, se Figur 3.1 och Tabell 3.1. Avrinningskoefficienten för grönytan har satts till 0,2 med anledningen att det är väldigt blött. Under platsbesöket upptäcktes ett makadam lager och antaget kylaggregat på platsen, vilket inte har tagits med i beräkning av markanvändningen.



Figur 3.1: Den befintliga markanvändningen på platsen tillsammans med en bild som visar tillståndet i marken.

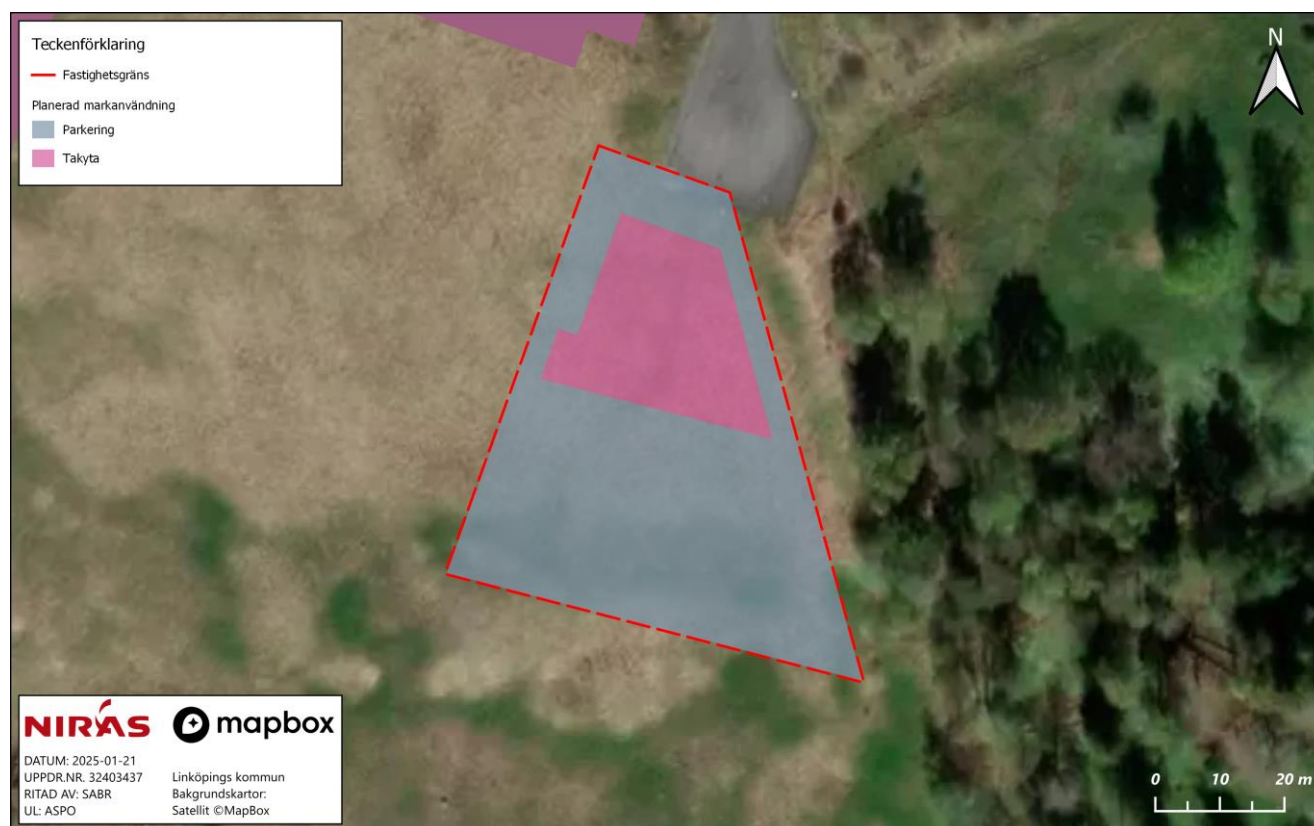
Tabell 3.1: Ytan över den befintliga markanvändningen på utredningsområdet.

Markanvändning befintligt	Area [ha]	φ ¹	Red area ² [ha]
Grönyta	0,30	0,2	0,060
Totalt	0,30		0,060

¹ Avrinningskoefficient, ² Reducerad area = area x φ

3.1.2. Planerad bebyggelse

Inom utredningsområdet planeras uppförandet av en samlingslokal med ca 80 st tillhörande parkeringsplatser. Platsen planeras att bli hårdgjord med asfalt och takytor som täcker hela utredningsområdet, se Figur 3.2 och Tabell 3.2.



Figur 3.2: Den planerade markanvändningen på fastigheten

Tabell 3.2: Ytan för den planerade markanvändningen på utredningsområdet.

Markanvändning efter ombyggnation	Area [ha]	φ ¹	Red area ² [ha]
Takyta	0,07	0,9	0,06
Parkering	0,23	0,8	0,18
Totalt	0,30		0,25

¹ Avrinningskoefficient, ² Reducerad area = area x φ

3.2. Fördröjningsbehov dagvatten

I detta avsnitt beräknas fördröjningsbehov och dagvattenflöden inom planområdet i dagsläget och efter planerad ombyggnation utan förslagna dagvattenåtgärder.

I enlighet med Linköpings kommuns Vattentjänstplan, ska om möjligt, fördröjningen av dagvatten motsvara 10 mm nederbörd som faller på planområdets reducerade area.

Erforderlig fördröjningsvolym beräknas enligt följande formel:

$$U_i = A * \varphi * d_r = A_{red} * d_r$$

U_i = *erforderlig fördröjningsvolym* [m^3]

A = *avrinningsområdets area* [m^2]

φ = *avrinningskoefficient* [–]

d_r = *regndjup som ska omhändertas* [m]

A_{red} = *Reducerad area* [m^2]

Dagvattenflöden beräknas med rationella metoden enligt Svenskt Vattens publikation P110 och P114, enligt följande formel:

$$Q = A * \varphi * i$$

Q = *flöde* [l/s]

A = *avrinningsområdets totala yta* [ha]

φ = *avrinningskoefficient* [–]

i (tr) = *dimensionerande regnintensitet* [$l/s * ha$]

Det dimensionerande flödet från avrinningsområdet erhålls då hela området bidrar med avrinning, d.v.s. då den mest avlägsna punkten inom avrinningsområdet bidrar med avrinning. Den yta som bidrar till avrinning kallas den reducerade arean och erhålls genom att en avrinningskoefficient (φ) multipliceras med den totala ytan.

För att få fram beräknande flöden och volymer behöver ett antal parametrar beräknas. Regnets varaktighet är ett mått på hur lång tid som regnet faller och beräknas enligt Svenskt Vattens publikation P104 och P110. Återkomsttiden anger hur lång genomsnittlig tid det passerar mellan två händelser av en viss omfattning.

Med ett förändrat klimat med större temperaturvariationer och häftigare regn som följd kommer vattenflöden och volymer att öka i storlek. I föreliggande utredning uppskattas framtida flöden genom att multiplicera med en klimatkfaktor på 1,25 för 10- och 20-årsregn. Det gäller för nederbörd med kortare varaktighet än en timme, i enlighet med Svenskt Vattens publikation P110. För 100-årsregn har en klimatkfaktor på 1,4 använts i enlighet med rekommendationer i MSB (2023).

Utifrån Svenskt Vattens publikation P110 (Svenskt Vatten, 2019) har området klassats som tät bostadsbebyggelse och därmed har dimensionerande flöde för 20-årsregn beräknats. Det har även utförts beräkningar för 10-årsregn och 100-årsregn med och utan klimatkfaktor.

Regnets varaktighet fastställs genom teoretisk uppskattning av områdets rinnsträcka och vattenhastighet. Den dimensionerade regnintensiteten är vald utifrån ifrån den tidsmässigt längsta rinnvägen på mark inom planområdet.

Utredningsområdet bedöms idag ha en rinntid på 12 min, där längsta sträckan är 70 m och vattenhastigheten 0,1 m/s. Dimensionerande regnintensiteten har utifrån detta beräknats till 209 l/s ha för ett 10-årsregn, 263 l/s ha för ett 20-årsregn och 448 l/s ha för ett 100-årsregn. Med den planerade markanvändningen har rinntiden satts till 10 min då vattenhastigheten kommer att öka i och med de hårdgjorda ytorna och vatten avrinner snabbt till beräkningspunkten. Utifrån denna information beräknas den dimensionerande regnintensiteten till 228 l/s ha för 10-årsregn, 287 l/s ha för 20-årsregn och 489 l/s ha för 100-årsregn.

Det dimensionerande dagvattenflödet på fastigheten förväntas öka från 13 l/s (utan klimatfaktor) till 71 l/s (med klimatfaktor 1,25) vid ett 10-årsregn, se Tabell 3.3. Vid ett 20-årsregn beräknas flödet öka från 16 l/s (utan klimatfaktor) till 90 l/s (med klimatfaktor). Vid ett 100-årsregn antas marken bli mättad snabbt och dagvattenflödet öka ytterligare, värdet som har beräknats kan därmed vara i underkant från den verkliga situationen. Flödet för den befintliga markanvändningen vid ett 100-årsregn beräknas till 38 l/s och för den planerade markanvändningen till 171 l/s, inkluderande en klimatfaktor på 1,4.

Tabell 3.3: Beräknade dagvattenflöden för 10-, 20- respektive 100-årsregn. *Inkluderat klimatfaktor 1,25. ** Inkluderat klimatfaktor 1,4.

	10-årsflöde	20-årsflöde	100-årsflöde
Befintliga flöden	13 16*	16 20*	27 38**
Planerade flöden	57 71*	72 90*	122 171**

3.2.1. Fördröjning på kvartersmark

Linköpings kommun har som målsättning att fördröja de första 10 mm på den reducerade arean inom kvartersmark, innan dagvattnet når förbindelsepunkten. För den planerade markanvändningen på utredningsområdet innebär detta fördröjning av 25 m³.

3.2.2. Dimensionerande flöde och fördröjning på allmän platsmark

Målsättningen är att regnets första 10 mm ska fördröjas innan det leds vidare till en förbindelsepunkt för dagvatten. Inom utredningsområdet ingår ingen allmän platsmark, utan området består enbart av kvartersmark.

3.3. Dagvattenkvalitet

Dagvatten kan påverka recipienter negativt då det kan ge upphov till transport av ämnen som kan medföra miljöproblem. Med den förändrade markanvändningen inom utredningsområdet är det väntat att föroreningar som tungmetaller, olja och PAH:er (polycykliska aromatiska kolväten) kommer att öka. Detta beror på att stora delar av utredningsområdet planeras bestå av bilparkering, vilket är en känd källa till utsläpp av dessa föroreningar. I dagvatten från parkeringar är de vanligaste tungmetallerna bly, koppar, kadmium, nickel och zink. Dagvatten kan även föra med sig suspenderat material och näringsämnen från parkeringsplatser (Choudhary, Andersson, Stråe, & Svensson, 2015).

Modellering av föroreningar har genomförts i programmet StormTac webbversion 25.1.3 som utgår från schablonmässiga värden. Dagvattnets utsläpp av föroreningar inom planområdet har beräknats och redovisas som föroreningsmängder (kg/år) och årsmedelvärden av föroreningshalter (µg/l). Modellerade utsläpp ger en indikation av hur förhållandena förändras med olika markanvändning och effekterna av rening. PFOS och bromerade difenyletrar har inte kunnat modelleras, övrigt underlag för schablonberäkningarna varierar i kvalitet men ger en indikation på hur vattenkvaliteten förändras med planerad exploatering. Ytterligare uppmärksammas det att i modellen beräknas endast total halt avseende föroreningstransport, där både partikulärt bundna och lösta fraktioner ingår. Årsmedelnederbörden som använts i modellen är 600 mm/år.

I Tabell 3.4 presenteras föroreningshalter för den befintliga och planerade situationen (utan rening) tillsammans med riktvärdena som finns för Linköpings kommun. Kommunen har även riktvärde för PFAS 11 men detta har inte kunnat modelleras i StormTac. Modelleringen av föroreningar för den befintliga situationen visar att halterna av kadmium och fosfor kan överskrida riktvärdena idag. Vid modellering av föroreningarna på platsen är det tydligt att belastningen ökar med den planerade markanvändningen. Detta till följd av att allt mer blir hårdgjort på platsen och att det tillkommer en stor andel bilparkeringar.

I Tabell 3.5 presenteras föroreningsmängder för den befintliga situationen och den planerade situationen (utan rening). Samtliga föroreningsmängder ökar med den planerade situationen.

Tabell 3.4: Föroreningshalter (ug/l) – kommunens riktvärden, befintligt, efter planerad bebyggelse (utan rening). Den röda färgen indikerar vilka föroreningshalter som överskrider Linköping kommuns riktvärden.

Ämne	Riktvärden	Befintlig situation	Planerad situation (utan dagvattenåtgärder)
Kvicksilver (Hg)	0,07	0,011	0,057
Kadmium (Cd)	0,2	0,21	0,47
Bly (Pb)	10	4,2	15
Arsenik (As)	15	0,0015	0,0055
Krom (Cr)	15	2,0	11
Koppar (Cu)	30	8,9	33
Zink (Zn)	30	23	120
Nickel (Ni)	30	1,2	5,3
Fosfor (P)	50	140	120
Oil	1 000	160	610
Kväve (N)	2 500	1 100	1 600
Suspenderad substans (SS)	40 000	26 000	100 000
PAH16	-	0,069	0,29
Benso(a)pyren (BaP)	-	0,0069	0,044
Antracen (ANT)	-	0,0066	0,037
Flouranten (PAH-FE)	-	0,05	0,17
Tributyltenn (TBT)	-	0,0017	0,0019

Tabell 3.5: Föroreningsmängder (kg/år) - befintligt, efter planerad exploatering (utan rening).

Ämne	Befintlig situation	Planerad situation (utan dagvattenåtgärder)
Kvicksilver (Hg)	0,0000058	0,000092
Kadmium (Cd)	0,00012	0,00075
Bly (Pb)	0,0023	0,024
Arsenik (As)	0,0015	0,0055
Krom (Cr)	0,0011	0,018
Koppar (Cu)	0,0049	0,054
Zink (Zn)	0,013	0,19
Nickel (Ni)	0,00066	0,0086
Fosfor (P)	0,077	0,20
Oil	0,089	0,98
Kväve (N)	0,59	2,5
Suspenderad substans (SS)	14	170
PAH16	0,000038	0,00046
Benso(a)pyren (BaP)	0,0000038	0,000071
Antracen (ANT)	0,0000036	0,000059
Flouranten (PAH-FE)	0,000028	0,00028
Tributyltenn (TBT)	0,00000095	0,0000031

3.4. Skyfallsanalys

Planområdet är beläget på lermark, med höga grundvattennivåer och är generellt ett blött område. En större lågpunkt återfinns strax söder om/i anslutning till planområdet. Avtappning från denna sker mot ett befintligt skogs-/åkerdike som leder vidare vatten mot befintliga vägdiken i öster. På grund av exploateringen av naturmark till hårdgjorda ytor, samt markens känslighet har det gjorts bedömningen att en dynamisk skyfallsmodell bör upprättas för att säkerställa att byggnationen ej riskerar att försämma för omkringliggande områden, samt undersöka hur planområdet i sig påverkas vid byggnationen och eventuella flödesstråk.

3.4.1. Metod

En dynamisk skyfallsmodell har upprättats i modelleringsverktyget SCALGO DynamicFlood, en så kallad detaljerad skyfallsmodell. SCALGO DynamicFlood är en programvarulösning från SCALGO som används för dynamisk analys av vattenflöden och översvämningsrisker i stora landskap och stadsområdet. Programvaran tillåter användaren att simulera och visualisera förändringar i vattenflöden över tid, vilket gör det möjligt att analysera hur olika faktorer, som infrastrukturprojekt, markanvändningsförändringar eller klimatpåverkan, kan påverka vattenflöden och översvämningsrisker.

Skyfallsanalysen har genomförts för en regnhändelse med 100-års återkomsttid, där modellen har belastats med ett s.k. CDS-regn baserat på SMHI:s skyfallsstatistik för "Sydöstra Sverige" (Olsson, o.a., 2017) med sex timmars varaktighet och klimatfaktor 1,4. Simuleringstiden har utökats med två timmar efter regnets slut för att tillåta vattenvolymer och ansamlingar att rinna undan och stabilisera volymer i lågpunkter. Klimatfaktorn på 1,4 har valts utifrån MSB:s rekommendationer i rapporten Metod för skyfallskartering av tätorter (MSB, 2023).

Modellen har tagit hänsyn till infiltration och Mannings tal (ett värde på markfriktion), och grundvattennivån har konservativt lagts på 0,5 meter. Resterande nyttjade parametrar är standardvärden (se vidare i manual för SCALGO DynamicFlood). För hårdgjorda ytor (tak och asfaltsytor) har ett schablonavdrag gjorts för ledningsnätet, med antagande enligt SCALGO:s standardvärde om 21 mm/hr avdrag, vilket likställs med ett ungefärligt 5-årsregn. Höjdmodellen som nyttjats kommer från laserscanning från Lantmäteriet data, med korrigering för de två nya fastigheterna med byggnader norr om den aktuella fastigheten. Dessa har lagts in manuellt. För den framtida modellen har aktuell situationsplan nyttjats, men saknar höjder och därför har enbart byggnaden lagts till och i övrigt nyttjas den naturliga terrängen. Tabell 3.6 beskriver modellerade scenarier.

Tabell 3.6: Indata scenarier.

Scenario	Höjdsättning	Simulerat regn	Simuleringstid	Resultat daterat
Befintlig situation (LAMBOHOV_BEF_001)	Befintlig höjdsättning Lantmäteriet (2021-04-08). Justeringar med byggnader inlagda på fastigheterna llos 2 och Ikaros 3.	100-årsregn med kf 1,4	8 timmar	2025-01-16
Planerad situation (LAMBOHOV_PLAN_001)	Befintlig höjdsättning Lantmäteriet (2021-04-08). Justeringar med byggnader inlagda på fastigheterna llos 2 och Ikaros 3. Justering med situationsplan (höst 2024) för ny byggnad.	100-årsregn med kf 1,4	8 timmar	2025-01-21

3.4.1.1. Osäkerheter

En modell är en relativt förenklad bild av verkligheten, och har således begränsningar. Nedan beskrivs några begränsningar och osäkerheter som identifierats i föreliggande analys.

Topografin är avgörande vid modellering och upplösning på 1x1 meter som denna modell är baserad på innebär en förenkling av verkligheten där mindre strukturer kan missas. Detta har framförallt betydelse i flackare områden. Höjdmodellen är även ej uppdaterad utifrån senaste ombyggnationer som skett inom området och för den planerade situationen är höjdsättning enligt befintlig situation förutom den planerade byggnaden, vilket är en begränsning i modelleringen.

Ledningsnätet kan även ha påverkan, som i detta fall modellerats med en förenklad metod om ett schablonmässigt avdrag, vilket kan bidra till att översvämningssituationen både överskattas eller underskattas. Det är dock enbart mindre ledningsnät i området och bedöms således ha mindre påverkan.

Markens råhet och infiltrationskapaciteten väljs även utifrån övergripande schablonvärden från jordartskartor och maranvändningskategorier som är generella och inte alltid fångar upp den variation som finns i marken. I detta område är grundvattennivåer varierande men höga, vilket inte fångas upp i modellen.

3.4.2. Resultat

Resultat från den dynamiska modellen beskrivs med maximala vattendjup och flöden och redovisar de maximala värdena i varje beräkningscell. Detta innebär att det inte är en "momentan" ögonblicksbild utan avser det maximala värdet som uppstår i beräkningscellen någon gång under skyfallsförloppet. Vattendjup mindre än 0,1 m redovisas inte i kartorna, detta beror dels på att det bedöms inte påverka till exempel framkomlighet. Dels på grund av de osäkerheter som finns i modellen och dess indata.

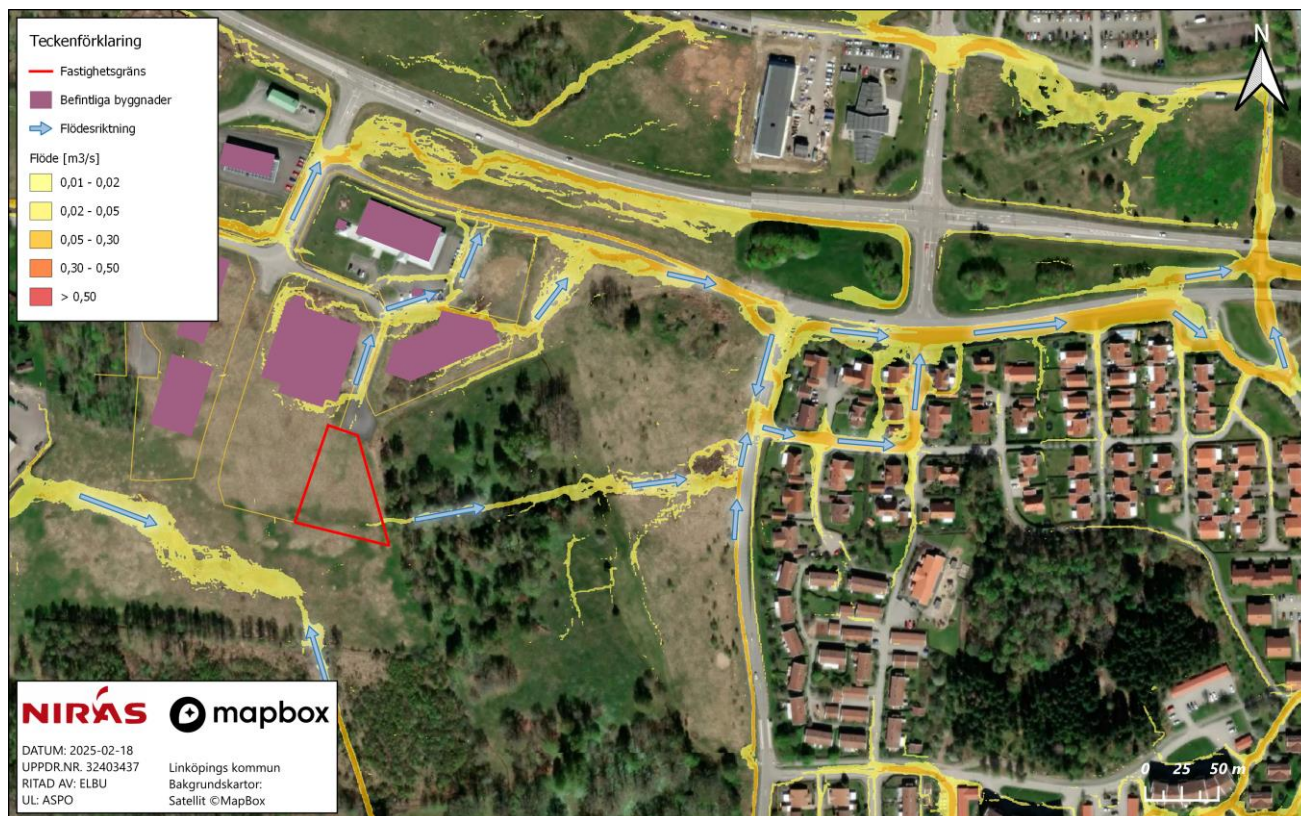
Resultat redovisas i koordinatsystemet SWEREF99 18 00 och höjdssystemet RH2000.

3.4.2.1. Befintlig situation

Modelleringen uppvisar en liknande situation som tidigare modelleringar av Linköpings kommun och WSP, se Figur 3.3, med den större lågpunkten där vatten kan ansamlas söder om utredningsområdet. Det visar även på mindre ytligt vatten längs skogs/åkerdiket i östlig riktning. Vidare ses en större ansamling av vatten vid en vägundergång nordöst om Lambohov. Figur 3.4 visar det maximala flödet, där avrinning sker från utredningsområdet norrut samt österut i åkerdiket.



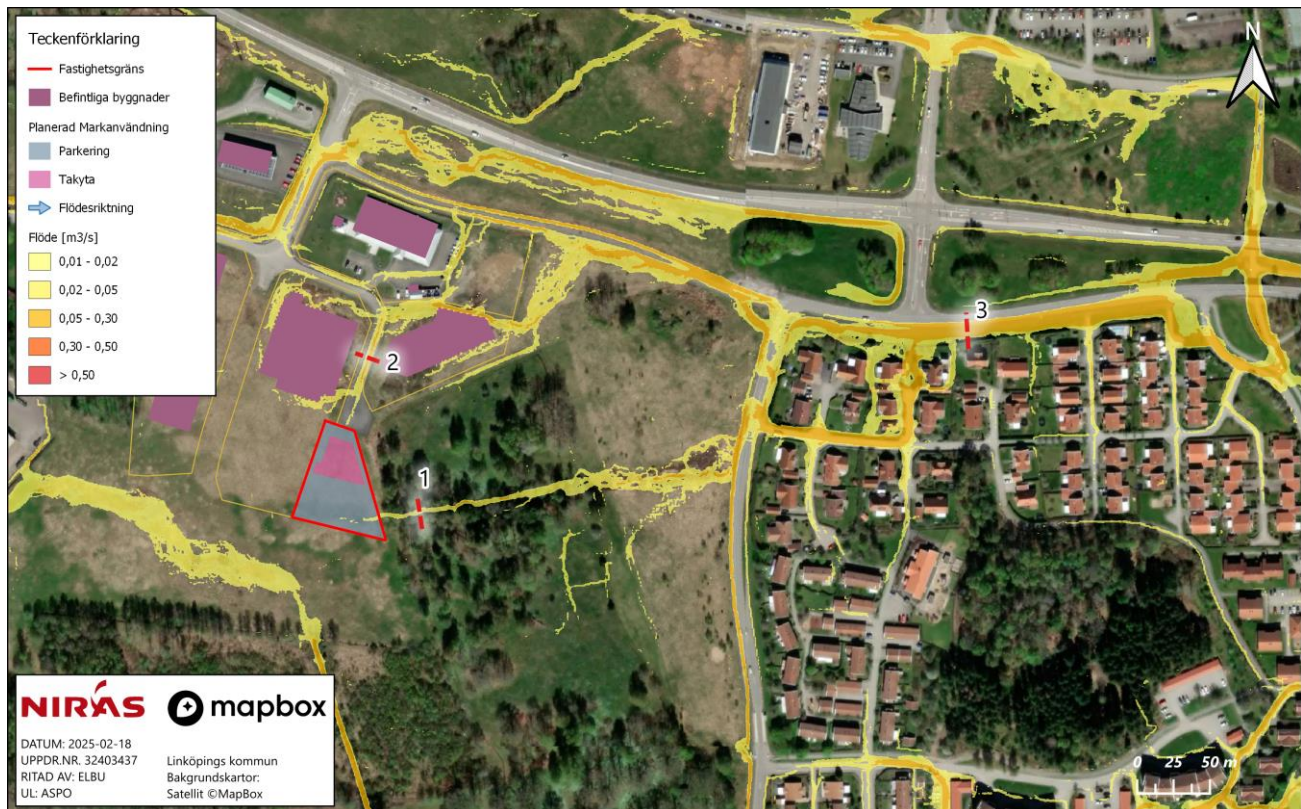
Figur 3.3: Maximalt vattendjup för befintlig läge, från modellerat klimatkompenserat 100-årsregn.



Figur 3.4 Maximalt flöde vid befintlig situation, från modellerat klimatkompenserat 100-årsregn.

3.4.2.2. Planerad situation

Modellering av den planerade situationen visar i princip samma situation för flöden och vattendjup som visas under befintlig situation. De skillnader som uppstår i flöden och vattendjup ses inte visuellt men vid analys av flödessektioner på kan ses att flöden och framförallt flödesvolymerna ökar från den befintliga till den planerade situationen, se Figur 3.5 och Tabell 3.7.



Figur 3.5 Maximalt flöde vid planerad situation, samt markering för flödessektioner.

Tabell 3.7 Redovisar maximala flöden samt flödesvolym för 3 flödessektioner, för befintlig och planerad situation.

Flödessektion	Befintlig situation		Planerad situation	
	Maximalt flöde [m ³ /s]	Ackumulerad flödesvolym [m ³]	Maximalt flöde [m ³ /s]	Ackumulerad flödesvolym [m ³]
1	0.075	160	0.078	260
2	0.182	540	0.200	620
3	1.57	4250	1.63	4370

3.4.3. Diskussion

Generellt bedöms inte den planerade exploateringen påverka skyfallssituationen nämnvärt. Detta kan härledas delvis till att det redan är höga grundvattennivåer samt lermark, vilket i sig gör att infiltrationen är låg även i dagsläget, och en hårdgörning gör således mindre skillnader. Det är även en mindre fastighet och effekterna får således ingen större effekt på området som helhet. Den större lågpunkten söder om fastigheten bör dock fortsatt tas i beaktning, och byggnader bör inte uppföras i fastighetens södra delar.

Enbart mindre ökning av flöden och volymer har identifierats i flödessektioner, och det har inte identifierats några visuella ökning av vattendjup och utbredning av vattennivåer. Den ackumulerade ökade flödesvolymen i det större flödesstråket bedöms vara av en mindre storleksordning i sammanhanget (ökning med ungefär 120 m³). Utifrån detta bedöms exploateringen ej ha någon försämrande effekt på omkringliggande och nedströms områden.

Det ska noteras att modellering enbart baseras på befintlig höjdsättning från terrängmodell, och tar ej hänsyn till eventuella markförändringar som genomförts på de två närliggande fastigheterna. Det bedöms dock troligt att påverkan från detta inte ger några större skillnader, men det rekommenderas att en uppdaterad modellering genomförs efter att en uppdaterad höjdmodell finns tillgänglig.

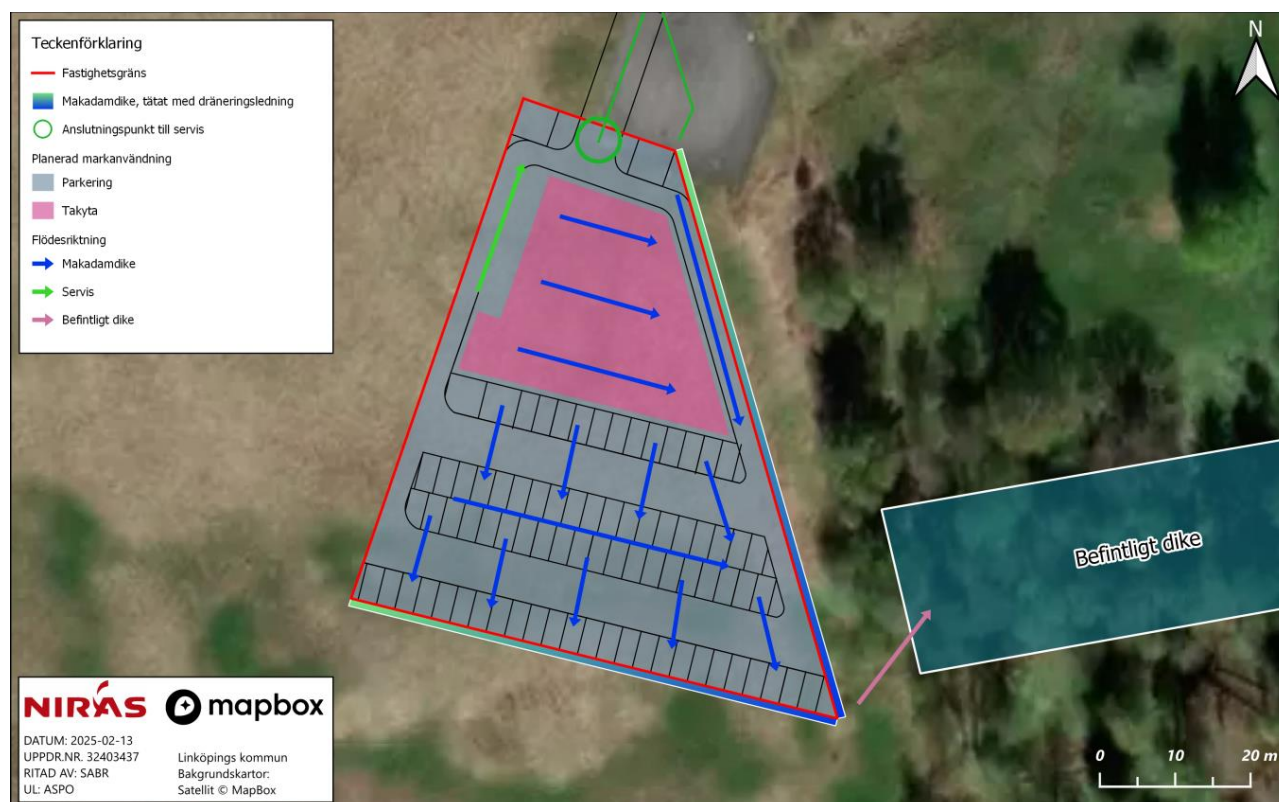
Beaktning framåt bör göras för den kommande exploateringen söderut. Där planeras vatten avledas till samma skogs/åkerdiket som den aktuella fastigheten, vilket kan ge större flöden och eventuellt risker för den planerade fastigheten. Det bör säkerställas att flöden fortsatt kan ledas förbi fastigheten och vidare i diket österut.

Vidare rekommenderas att höjdsättningen görs med hänsyn till eventuella risker kopplade till skyfall, vidare diskussion kring detta beskrivs under åtgärdskapitel, se avsnitt 4.1.2.

4. Förslag till åtgärder

Planområdet är lokaliserat i ett område med hög grundvattennivå och täta lerjordar som bidrar till låg genomsläpplighet, vilket i sin tur bidrar till att hantering av dagvatten blir komplex. Utifrån tidigare utredningar bedöms lokalt omhändertagande ej möjligt utan dagvatten rekommenderas att ledas bort från området (WSP, 2023). Den planerade markanvändningen inom utredningsområdet är till stor del hårdgjord och det råder brist på utrymme för dagvattenhantering inom fastigheten. Utifrån beräkningar behöver 25 m³ omhändertas för att säkerställa Linköpings kommuns riktlinjer om omhändertagande av 10 mm. I detta område bedöms föroreningsaspekten vara av största vikt, då naturmark görs om till parkering.

Ett förslag för hantering av dagvatten har tagits fram efter diskussion med Linköpings kommun och i samråd med Tekniska verken, där dagvatten föreslås hanteras i makadamdiken som placeras utanför fastigheten. Diken bör anläggas täta med dräneringsledning på grund av höga grundvattennivåer, och kan sedan avledas vidare i ledning till det befintliga skogs/åkerdiket som fortsätter österut. För att inrymma 25 m³ i enlighet med riktlinjer och säkerställa en godtycklig rening, föreslås diken anläggas längs både södra och östra sidan, vilket uppgår till 80 respektive 65 meter. Med beräkning om en bottenbredd på 1,0 meter, djup 0,7 meter och släntlutning 3:1, samt antagande om porvolym på 25 % ger detta en fördröjningsvolym om 63 m³. Detta överstiger behovet för omhändertagande av 10 mm, samt säkerställer att flöden ej ökar ut från området. Figur 4.1 visar de föreslagna åtgärderna och föreslagen avledning för vatten, baserat på befintliga höjder inom fastigheten.



Figur 4.1: Den planerade markanvändningen, anslutningspunkt till ledningsnät och skiss med föreslagen åtgärd för utredningsområdet och vilka ytor som föreslås ledas vart.

Avledning söderut har föreslagits utifrån svårigheter att avleda vatten med hjälp av ledningsnät norrut till befintlig anslutningspunkt på grund av markens höjdsättning. Stora delar av fastighetens södra delar sluttar naturligt åt söder medan de norra delarna är plana. I föreslagen lösning leds ett mindre område väster om byggnaden fortsatt i ledningsnät till anslutningspunkten, och även dräneringsvatten från byggnaden kan kopplas till ledningsnätet. Vid anläggning enligt ovan förslag behöver dräneringsledningar och dagvattenledning för vidare avledning anläggas antingen grundare än 0,85 m eller djupare än 1,2 meter under markytan, för att ej krocka med framtida planerat ledningsnät. Då makadamdiket föreslås anläggas relativt grunt och det rekommenderas även att dräneringsledningen anläggs en bit ovan dikesbotten för att öka reningseffekten, föreslås ledningen placeras över det framtida ledningsnätet.

Andra lösningar som studerats övergripande med sedan ej utretts vidare beskrivs kortfattat under kapitel 4.4.

För att se över föroreningsbelastningen från utredningsområdet efter rening i föreslagna makadamdiken har åtgärder lagts till i StormTac i enlighet med förslag ovan. Förenklingar har gjorts som innebär att hela utredningsområdet beräknas ledas till makadamdiken. Noteras ska även att StormTac använder schablonmässiga värden vid föroreningsberäkningar och beräkningar av reningseffekter och det finns åtgärder för att öka reningen som inte är implementerade i StormTac. Dessa inkluderar att placera dräneringsröret en bit ovanför botten, och således skapa en sedimentationsvolym som kan bidra till avskiljning av partikelbundna föroreningar. Man kan även inkludera en högre andel finare fraktioner, för att uppnå en ökad reningsförmåga.

Modellering i StormTac presenteras i Tabell 4.1 samt Tabell 4.2, med befintlig markanvändning, planerad samt planerad med åtgärder. För föroreningshalter visas även Linköpings kommuns riktvärden. Dessa ska inte användas för att dimensionera åtgärder men är relevant för jämförelse. Notera att fastigheten är av liten storleksordning, vilket kan öka osäkerheten i beräkningarna, då det visar på små halter och mängder där mindre förändringar ger stora utslag.

Modellering visar att de flesta föroreningshalter minskar i jämförelse med befintlig situation förutom kvicksilver, krom, PAH16, antracen och flouranten. Dessa ämnen kopplas till föreslagna parkeringsplatser samt svårigheten att rena dessa. De överstiger dock inte riktvärden från Linköpings kommun. Fosfor överstiger riktvärdet, men minskar däremot från befintlig situation. Avseende föroreningsmängder sker ökning för majoriteten av ämnena, även med reningsåtgärder. Detta tros kopplas till det ökade flödet på grund av hårdgörningen, i kombination med parkeringsplatser. Planerad exploatering bidrar således till att föroreningsbelastningen ökar, detta bedöms ofrånkomligt då det är ett grönområde som exploateras.

Avseende påverkan på recipient och möjligheter att följa fastställda miljökvalitetsnormer (MKN) behöver det hanteras i ett helhetsperspektiv som omfattar de åtgärder som behöver implementeras inom hela avrinningsområdet till vattenförekomsten. De krav som ställs i enskilda beslut behöver därför sättas i ett större sammanhang och anpassas till förhållanden i och omkring den specifika vattenförekomsten. Enligt plan- och bygglagen ska MKN följas vid planläggning. Det finns olika sätt som detaljplaneringen kan bidra till att en miljökvalitetsnorm följs. En detaljplan kan möjliggöra åtgärder som behövs för att följa MKN, till exempel planlägga ytor för dagvattenhantering eller genom höjdsättning ge möjlighet att åstadkomma en god dagvattenhantering. Avsikten med verket är dock inte att varje enskild detaljplan aktivt behöver bidra till att förbättra miljön eller att förbjuda åtgärder som i endast obetydlig utsträckning påverkar förutsättningarna för att normen ska kunna följas. Hela bördan av att en MKN för en vattenförekomst inte kan följas ska inte belasta den senast tillkommande verksamheten (Boverket, 2024).

Bedömningen är att det inte är möjligt att rena ner till befintlig situation enbart med dagvattenåtgärder för det aktuella utredningsområdet. Enligt ovan resonemang är bedömningen dock att planerad exploatering fortsatt kan genomföras, även om utredningsområdet i sig bidrar till en ökad föroreningsbelastning. Det kan dock noteras att rening även kommer ske vidare i det skogs/åkerdike dit vatten avleds. Det rekommenderas även att man följer förslag avseende utformning av makadamdiken för att maximera reningseffekten. Vilket eventuellt kan förbättra reningen ytterligare.

Tabell 4.1: Föroreningshalter (ug/l) – kommunens riktvärden, befintligt, efter planerad bebyggelse (utan rening) och efter planerad bebyggelse (med rening). De röda boxarna visar vilka föroreningshalter som överskrider eller tangerar Linköping kommuns riktvärden.

Ämne	Riktvärden	Befintlig situation	Planerad situation (utan dagvattenåtgärder)	Planerad situation (med dagvattenåtgärder)
Kvicksilver (Hg)	0,07	0,011	0,057	0,026
Kadmium (Cd)	0,2	0,21	0,47	0,072
Bly (Pb)	10	4,2	15	2,3
Arsenik (As)	15	2,7	3,4	1,1
Krom (Cr)	15	2,0	11	2,4
Koppar (Cu)	30	8,9	33	6,7
Zink (Zn)	30	23	120	15
Nickel (Ni)	30	1,2	5,3	1,5
Fosfor (P)	50	140	120	52
Oil	1 000	160	610	55
Kväve (N)	2 500	1 100	1 600	640
Suspenderad substans (SS)	40 000	26 000	100 000	11 000
PAH16	-	0,069	0,29	0,090
Benso(a)pyren (BaP)	-	0,0069	0,044	0,0014
Antracen (ANT)	-	0,0066	0,037	0,015
Flouranten (FLUO)	-	0,05	0,17	0,072
Tributyltenn (TBT)	-	0,0017	0,0019	0,00080

Tabell 4.2: Föroreningsmängder (kg/år) - befintligt, efter planerad exploatering (utan rening) och planerad exploatering (med rening).

Ämne	Befintlig situation	Planerad situation (utan dagvattenåtgärder)	Planerad situation (med dagvattenåtgärder)
Kvicksilver (Hg)	0,0000058	0,000092	0,000042
Kadmium (Cd)	0,00012	0,00075	0,00012
Bly (Pb)	0,0023	0,024	0,0037
Arsenik (As)	0,0015	0,0055	0,0017
Krom (Cr)	0,0011	0,018	0,039
Koppar (Cu)	0,0049	0,054	0,011
Zink (Zn)	0,013	0,19	0,024
Nickel (Ni)	0,00066	0,0086	0,0024
Fosfor (P)	0,077	0,20	0,083
Oil	0,089	0,98	0,088
Kväve (N)	0,59	2,5	1,0
Suspenderad substans (SS)	14	170	18
PAH16	0,000038	0,00046	0,00014
Benso(a)pyren (BaP)	0,0000038	0,000071	0,000022
Antracen (ANT)	0,0000036	0,000059	0,000024
Flouranten (PAH-FE)	0,000028	0,00028	0,00012
Tributyltenn (TBT)	0,00000095	0,0000031	0,0000013

4.1. Kvartermark

4.1.1. Fördröjning och rening

På grund av områdets komplexitet avseende markförhållanden och den begränsade ytan för dagvattenåtgärder har makadamdiken föreslagits. Med nuvarande situationsplan föreslås dessa anläggas på allmän platsmark, i anslutning till fastighetsgränsen, för att fortsatt möjliggöra maximalt antal parkeringsplatser inom fastigheten. Dagvattnet från parkeringsplatserna och takytorna föreslås ledas till makadamdikena medan dagvattnet från de nord-västliga delarna av fastigheten istället ansluts till befintligt dagvattenledningsnät. Makadamdike beskrivs vidare under kapitel 4.2.1.1.

4.1.2. Skyfall

Enligt resultat från den dynamiska modellen som upprättats bedöms inte att några större åtgärder kopplat till fördröjning av skyfall inom fastigheten är nödvändiga. Den ökning av flöde som har identifierats bedöms ej försämra för nedströms området och inga problematiska lågpunkter inom fastigheten har identifierats.

Då planerad höjdsättning ej har funnits tillgänglig har befintlig mark nyttjas. Det blir vid höjdsättning viktigt att säkerställa lutning bort från byggnaden, mot norr och söder, för att ej riskera stående vatten vid fasad. Inga instängda lågpunkter bör tillskapas. Utöver detta bör man se över hur flöden söderifrån fortsatt kan nå diket som leder vatten österifrån, samt att den större lågpunkten kan tappas av likt dagsläget. Om större höjjusteringar av marknivåer genomförs vid detaljprojektering bör skyfallssituationen ses över.

De föreslagna makadamdiken för dagvattenhantering bör även säkras för större regnhändelser, genom bräddavlopp och eventuellt en rasteryta som placeras på makadammen för att minska risk att materialet spolats bort vid större regn.

Vid behov kan en viss mängd vatten tillåtas att bli stående ovanpå parkeringsplatserna i söder, så länge det kan tappas av mot öster innan det riskerar att blir stående mot byggnadens fasad.

4.2. Allmän platsmark

Utredningsområdet inkluderar ej allmän platsmark. Med anledning av platsbrist föreslås dagvattenhanteringen för utredningsområdet anläggas i angränsning till fastigheten i form av två makadamdiken. Detta för att möjliggöra rening och fördröjning av de första 10 mm från fastigheten samtidigt som ytan på fastigheten kan maximeras.

Makadamdikena föreslås anläggas med tätning och dräneringsrör på grund av höga grundvattennivåer.

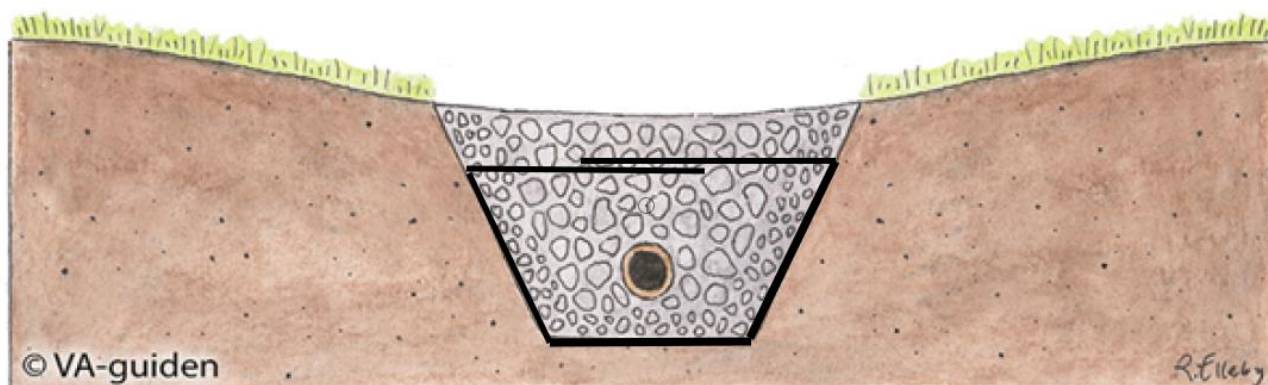
Dräneringsrören samt bräddning kopplas sedan vidare till skogsåkerdiket öster om fastigheten.

4.2.1.1. Makadamdiken med tätning

Makadamdiken är diken som fyllts med makadam och har ett dräneringsrör i botten anslutet till ledningsnätet alternativt utlopp till dike. På grund av komplexa förhållanden på platsen där infiltration inte är möjlig bör dessa anläggas täta. Makadamdiken är en passande åtgärd där platsbrist råder. Ytbehovet för ett makadamdike är ca 5 % av den hårdgjorda avrinningsytan och anläggningsdjupet bör ligga på ungefär 0,5 m. Dikets lutning i längdled bör vara låg och inte överstiga en procent. Dikets fördröjningsvolym dimensioneras efter nederbördsvolymen eller flödet som ska omhändertas. Dess magasineringsskapacitet förändras beroende av porvolymen på makadamen, vanligtast är att porvolymen är ca 30 % (VA-guiden, 2025).

Makadamdiken kan fördröja och avleda dagvatten samt att det kan ha en viss renande effekt. Diket kan avskilja ca 50 – 90 % av större partiklar och de föroreningar som finns bundna till dessa. För lösta ämnen är det ca 10 – 20 % som avskiljs. Det finns endast ett fåtal studier på makadamdikets reningseffekt och därför ska siffror endast betraktas som riktvärden. Genom att placera dräneringsröret lite ovanför botten på diket så skapas en sedimentationsvolym vilket kan bidra till ökad rening. Reningen kan även öka om andelen fina fraktioner i diket ökar, men det minskar fördröjningsvolymen och genomsläppligheten. Diket kan riskeras att frysas igen när låga temperaturer förekommer, vilket kan bromsa reningen. Om diket har god genomsläpplighet minskar risken för frysning (VA-guiden, 2025).

Ett makadamdike behöver ett löpande underhåll av renhållning och ogrärensning. Långsiktigt sett kan makadamfyllningen i diket behöva bytas ut. Porer kan sättas igen till följd av sedimentterande partiklar vilket kan minska infiltrationskapaciteten, speciellt om det råder hög belastning på diket (SVOA, 2025). Genom att svepa in makadammen i en geotextil enligt Figur 4.2, kan underhållsbehovet minska då duken reducerar risken för igensättning och således behöver endast den övre makadamen bytas ut vid minskad kapacitet.



Figur 4.2: Utformning av makadamdike med runt svepande geotextil. Källa: VA-guiden/NIRAS.

4.3. Ansvarsfördelning

Dagvattenanläggningar inom fastigheten är exploatörens ansvar, och de utanför fastigheten tillhör kommunen. I detta fall är föreslagna åtgärder placerade utanför fastigheten på kommunal mark, och således tillhör dessa kommunen.

4.4. Alternativa lösningar

I och med den komplexitet som råder på platsen, på grund av mark- och grundvattenförhållanden, tillsammans med den begränsade ytan som finns tillgänglig för dagvattenåtgärder har flertalet lösningar för dagvattenhantering valts bort. Lösningar som diskuterats inkluderar:

- Genomsläpplig beläggning
- Magasinslösning
- Vegetationsklädda tak
- Makadamdike inom fastigheten
- Brunnsfilter
- Trädplantering i skelettjord
- Oljeavskiljare

Nedan diskuteras föreslagna lösningar kortfattat och varför de valts bort.

Genomsläpplig beläggning

Genomsläppliga beläggningar på parkeringsplatsen har valts bort då det finns risk att det lösa materialet förs bort vid större regn, då större vattenflöden kan rinna över platsen. En genomsläpplig beläggning skulle inte ha möjlighet att infiltrera ner i marken då jordarten är lera som har låg genomsläpplighet. Bedömningen är även att inga större volymer skulle kunna omhändertas, samt begränsade reningsmöjligheter. Svårt att erhålla en strukturerad parkeringsyta om den enbart är grusförsedd.

Magasinslösning

Olika former av djupare magasin har bedöms svårt med anledning av lerjord och högt grundvatten inom området. Dessa skulle behöva anläggas täta och kopplas till ledningsnät, vilket bedöms svårt höjdmässigt. Även risk för bottenuppträckning kan förekomma, vilket kräver mer avancerad grundläggning.

Vegetationsklädda tak

Vegetationsklädda tak anses inte lämpa sig på byggnaden som planeras att uppföras, då det är en moské.

Brunnsfilter

Ett alternativ för rening av förorenat dagvatten som ofta nyttjas vid parkeringsplatser är brunnfilter. Dessa kan placeras i befintliga eller nya brunnar och ger rening av vatten innan påkoppling på dagvattennätet. På grund av svårigheter att ha ett ledningsnät med djupare brunnar, på grund av att anslutningspunkten ligger högre, har detta ej utretts vidare. Det kan dock vara ett alternativ att implementera i den nordvästra delen där dagvatten föreslås avledas direkt till befintligt dagvattenledningsnät via brunnar.

Makadamdike inom fastigheten

En åtgärd som utretts delvis är anläggning av ett makadamdike centralt inom fastigheten, då förslagsvis mellan de centrala parkeringsplatserna. Detta kräver dock att man minskar ner antalet parkeringsplatser, alternativt att man minskar bredden på körytorna. Då uppgifter från beställare gör gällande att det är av vikt att inte reducera antalet parkeringsplatser har detta dock inte utretts vidare.

Trädplantering i skelettjord

Några mindre ytor vid parkeringen är markerade med träd och kan eventuellt nyttjas med skelettjord och således bidra till dagvattenhantering. Dessa har dock bedömts som så pass små att det inte utgör någon relevant åtgärd kopplat till dagvatten. Däremot kan träden bidra till andra värden. I och med de höga grundvattennivåerna är det dock osäkert om trädplantering är möjligt utan att riskera stående vatten, och om dessa anläggs täta kan avledning för dräneringsvatten eventuellt vara problematiskt höjdmässigt.

Kompletterande lösning till aktuellt förslag: Oljeavskiljare

Som komplement till den föreslagna dagvattenhanteringen med makadamdiken kan ett alternativ vara att även placera en oljeavskiljare vid slutet av diken, innan vatten når det befintliga skogs/åkerdiket. Denna kan förslagsvis placeras så att dräneringsledningarna från båda diken kan ledas via oljeavskiljare innan det släpps vidare. Oljeavskiljare placeras ofta på områden vid stort antal parkeringsplatser, för att minska föroreningsbelastningen ut, framförallt kopplat till oljespill. Detta kan eventuellt öka reningspotentialen ytterligare även i detta fall, i kombination med makadamdiken. Vidare utredning bör dock göras för att säkerställa om det är möjligt höjd- och projekteringsmässigt, och således har det ej inkluderats i föreliggande utredning.

4.5. Övrigt

Inget övrigt har identifierats som är relevant för utredningen.

5. Slutsats och rekommendationer

Exploateringen innebär att samtliga ytor hårdgörs och således sker en större ökning av flöden från dagens dimensionerande 10-årsflöde på ca 13 l/s (utan klimatfaktor) till ca 70 l/s (med klimatfaktor). Parkeringsplatserna och den ökade hårdgörningsgraden innebär även en ökad föroreningsbelastning mot recipienten Tinnerbäcken. En erforderlig fördröjningsvolym om 25 m³ har beräknats fram i enlighet med Linköpings kommuns riktlinjer om fördröjning och rening av de första 10 mm.

Föreslagen dagvattenhantering har gjorts i enlighet med utredningsområdets komplexitet med högt stående grundvatten, låg genomsläpplighet samt begränsning av ytor för hantering inom fastigheten. Dagvatten föreslås utifrån detta att hanteras i makadamdiken placerade utanför fastigheten, således på allmän platsmark, längs den östra respektive södra fastighetsgränsen. Dessa anläggs täta med dräneringsledning i botten och avleds i ledning vidare med släpp till det befintliga skogs/åkerdiket öster om fastigheten. Dagvatten från majoriteten av ytor föreslås ledas mot dessa makadamdiken, förutom ett mindre område i nordvästra delen av fastigheten som föreslås hanteras i ledningsnät. Föreslagna makadamdiken kan inrymma 76 m³, vilket överstiger erforderlig fördröjningsvolym, men har föreslagits utifrån ytmöjligheter för att få en så bra rening som möjligt. Vid implementering av föreslagna åtgärder bedöms även att flödet ej kommer öka ut från fastigheten.

Avseende rening sker en minskning för flertalet föroreningshalter och fåtalet mängder vid modellering med föreslagna åtgärder i StormTac, från befintlig till planerad situation. Däremot kvarstår fortsatt ämnen där halterna och framförallt flertalet mängder som ökar. Den fortsatta ökade belastningen beror troligen på att reningseffekten är svår att öka så pass mycket som är behövligt, i och med den större förändringen av markanvändning. Bedömningen är att den ökade belastningen är ofrånkomlig då det är ett grönområde som exploateras. I enlighet med resonemang kring MKN i ovan kapitel är bedömningen dock att planerad exploatering fortsatt kan genomföras, även om utredningsområdet i sig bidrar till en ökad föroreningsbelastning. Makadamdiken föreslås anpassas för att maximera reningspotentialen, genom mindre porvolym samt placering av dräneringsledningen en bit från botten av diket. Utöver detta föreslås avledning ske till det befintliga skogs/åkerdiket, där ytterligare rening kan förväntas ske innan vatten avleds till det kommunala ledningsnätet.

Skyfallsanalys och modellering visar inte på en större problematik för den aktuella fastigheten. Däremot bör den implementeras vid anläggning av framtida industriområde söderifrån, för att säkerställa att detta ej riskerar skada fastigheten. Exploatering av fastigheten bidrar till större utflöden vid modellerat klimatkompenserat 100-årsregn, men bedöms ej ha större påverkan på nedströms områden. Notera att analysen genomförts utan en uppdaterad terrängmodell för den aktuella fastigheten samt de nybyggda omkringliggande fastigheterna, och vid framtida höjdsättning föreslås en ny modellering genomföras för att säkerställa att det inte påverkar situationen negativt.

Slutligen bedöms marken kunna bebyggas enligt förslag utifrån ett dagvatten- och skyfallsperspektiv om föreslagna åtgärder för dagvattenhantering implementeras.

5.1. Slutsats kopplat till utökade frågeställningar vid beställning

Utifrån beställning av föreliggande dagvatten- och skyfallsutredning skulle rapporten även redovisa följande:

- **En fördjupad skyfallsanalys över fastigheten:** Dynamisk modellering för klimatkompenserat 100-årsregn genomförd för befintlig och planerad situation. Visar ej på några större risker för fastigheten eller nedströms områden avseende skyfall, vid planerad exploatering.
- **Om parkeringsytan kan vara hårdgjord eller behöver vara genomsläppliga:** Bedömningen är att genomsläppliga ytor ej är lämpligt för dagvattenhantering på platsen. Detta då infiltration inte är ett alternativ på grund av höga grundvattennivåer och det bedöms ej ge några större effekter på fördröjningen. Genomsläpplig beläggning kan även vara problematisk ur underhållssynpunkt och vid större regnhändelser där vatten ska avledas ytledes. Svårt att erhålla en strukturerad parkeringsyta om den enbart är grusförsedd.
- **Hur vattnet som avrinner från platsen påverkar omkringliggande diken:** Under utredningen framkom att befintliga markavvattningsföretag ska avvecklas, och således ej lika relevant. Däremot visar utredning att vid anläggning av föreslagna åtgärder bör minska flöden ut från fastigheten, och således ej påverka diken negativt.

6. Litteraturförteckning

- Boverket. (2024). *Miljökvalitetsnormer i detaljplan*. Hämtat från Boverket: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/lamplighetsbedomning/mkn/>
- Choudhary, P., Andersson, J., Stråe, D., & Svensson, G. (2015). *PM - Föroreningar i dagvatten från parkeringsplatser*. Stockholm: WRS & SP Urban Water.
- Linköpings kommun. (2024). *Vattentjänstplan*.
- Linköpings kommun. (den 03 02 2025). *Skyfall och översvämning*. Hämtat från <https://www.linkoping.se/bygga-bo-och-miljo/vatten-och-avlopp/skyfall-och-oversvamning/>
- Linköpings kommun; Tekniska verken. (2021). *Vägledning om hantering av dagvatten från kvartersmark*.
- Linköpings kommun; Tekniska verken. (2023). *Vägledning och riktvärden vid utsläpp av förorenat vatten till recipient och allmänt ledningsnät för dagvatten*.
- MSB. (2017). *Vägledning för skyfallskartering - Tips för genomförande och exempel på användning*.
- MSB. (2020). *Händelsescenario skyfall*.
- MSB. (2023). *Metod för skyfallskartering av tätorter*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.
- Olsson, J., Berg, P., Eronn, A., Simonsson, L., Södling, J., Wern, L., & Yang, W. (2017). *Extremregn i nuvarande och framtida klimat - Analyser av observationer och framtidsscenarioer*. Klimatologi nr 47. SMHI.
- Plan- och bygglag (2010:900). (2010).
- Scalgo Live. (den 20 Juni 2023). Webinarium Den nya skyfallskartan och marktäckeskartan.
- SMHI. (2021). *Olika typer av översvämningar*. Hämtat från <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/oversvamningar/olika-typer-av-oversvamningar-1.176299> den 07 11 2024
- SMHI. (den 5 Maj 2022). *Återkomsttider*. Hämtat från <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/extremer/aterkomsttider-1.89085>
- SMHI. (den 22 Juni 2023). *Kunskapsbanken*. Hämtat från [smhi.se: https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/regn/skyfall-och-rotblota-1.17339](https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/regn/skyfall-och-rotblota-1.17339)
- Sollentuna kommun. (2020). *Vattenplan - Kapitel 9 - Bilaga 2*. Hämtat den 20 08 2024
- Stockholms stad. (den 10 02 2025). *Skelettjord*. Hämtat från <https://miljobarometern.stockholm.se/vatten/atgarder/skelettjord/>
- Svenskt Vatten. (2019). *P110 Del 1 och 2 (Digital) - Avledning av dag-, drän- och spillvatten*.
- SVOA. (den 10 02 2025). *Brunnsfilter*. Hämtat från https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/brunnsfilter_h.pdf
- SVOA. (den 10 02 2025). *Skelettjord*. Hämtat från https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/skelett_h.pdf
- SVOA. (den 10 02 2025). *Svackdike*. Hämtat från https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/svd_h.pdf
- VA-guiden. (den 10 02 2025). *Brunnsfilter*. Hämtat från VA-guiden: <https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/brunnsfilter/>
- VA-guiden. (den 10 02 2025). *Makadamdiken*. Hämtat från <https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/makadamdike/>
- VA-guiden. (den 10 02 2025). *Svackdiken*. Hämtat från <https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/svackdike/>
- VA-guiden. (den 10 02 2025). *Träd i skelettjord*. Hämtat från <https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/skelettjord/>
- VISS. (den 23 01 2025). *Slaka Norra*. Hämtat från https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA43008774&managementCycleName=Cykel_2
- VISS. (den 02 01 2025). *Tinnerbäcken*. Hämtat från <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA20211441>
- WSP. (2023). *PM Geoteknik - Geoteknisk undersökning Kåparp, Linköping*. Norrköping: WSP.

WSP. (2023). *Skyfallskartering - Kåparp, Linköping*. Norrköping: WSP.