

Slutrapport

ÖVERSVÄMNINGSUTREDNING DANERYDS SJUKHUS



Slutrapport

2025-03-21

Uppdrag: 326593 Danderyds Sjukhus
Titel på rapport: ÖVERSVÄMNINGSUTREDNING
DANERYDS SJUKHUS
Status: Slutrapport
Datum: 2025-03-21

Medverkande

Beställare: Anders Nilsson , Linda Boyle, Vicky Lau
Kontaktperson: Locum
Konsult: Lena Ehwald
Uppdragsansvarig: Helena Djurstedt
Kvalitetsgranskare: Xavier Mir Rigau

Sammanfattning

Efter antagandet av planprogrammet för Danderyds sjukhus och dess närområde fattades beslut om att inleda detaljplanearbetet för Danderyds sjukhus. I samband med framtagandet av den nya detaljplanen på beställning av sjukhusets förvaltare Locum har Tyréns tagit fram denna översvämningsutredning. Syftet med utredningen är att beskriva förutsättningarna för skyfallshantering inom utredningsområdet samt belysa situationen vid höga havsvattennivåer i Mörbyviken, Norra Östersjön.

Skyfallsmodelleringen utförs både för befintlig situation och planförslaget med klimatanpassat 100- och 200-årsregn (RCP scenariot 8,5). Problematiske områden belyses och möjliga åtgärdsförslag diskuteras i utredningen. Fokuset ligger på att skydda och upprätthålla samhällsviktiga funktioner som spelar en avgörande roll i krissituationer. Ett skyfall kan medföra översvämningsrisker, vilket riskerar att störa framkomligheten till sjukhuset, påverka elförsörjningen, vattentillgång och avloppssystem, samt försvåra transporter av patienter och personal.

För att säkerställa att sjukhuset kan fortsätta sin verksamhet under skyfallshändelser rekommenderas att särskilda åtgärder vidtas. Detta innefattar bland annat en genomtänkt placering av de tillkommande byggnaderna, för att undvika instängda områden och för att undvika att byggnader byggs i ett rinnstråk. Fokuset ligger också på att planera en bra höjdsättning på lokalatorna som i idealfallet tillåter yttlig avrinning av skyfallsvattnet mot recipienten Mörbyviken utan att översvämningsrisker uppstår. Utöver detta krävs ett fungerande dräneringssystem, planering av evakueringsvägar och krisplaner.

Inom sjukhusområdet finns det idag byggnader som riskerar att påverkas av skyfall, särskilt där avvattningen från innergårdarna inte är helt säkerställd och där vissa områden är instängda utan möjligheter till yttlig avledning av skyfallsvattnet. Entrén till akutmottagningen har sedan tidigare varit utsatt för översvämningsrisker, vilket påverkat patientmottagningen. Med det nya planförslaget skapas flera nya skyfallsstråk som leder vattnet effektivt till Mörbyviken.

Avrinningsområdet från sjukhuset till lågpunkten på motorvägen E18 minskar med planförslaget, men vattendjupen i lågpunkten förblir höga eftersom vatten fortsätter att rinna dit från de omgivande områdena utanför sjukhusområdet. Framkomligheten på motorvägen påverkas därför även efter genomförandet av planförslaget.

I utredningen framgår att de befintliga byggnaderna närmast Edsviken, 33, 46 och 47 ligger på en nivå under +2,7 m (RH2000) och riskerar att skadas vid högvattenhändelser om inga åtgärder vidtas. Inga tillkommande byggnader är planerade under en nivå på +2,7 m (RH2000).

I kommande skeden rekommenderas framtagande av en dagvattenledningsnätsmodell samt noggrann utredning av identifierade problemområden med förhöjd översvämningsrisk.

Innehållsförteckning

1 Inledning.....	5
1.1 Planförslag	7
2 Genomförande.....	7
2.1 Underlag.....	8
2.2 Tidigare utredningar.....	8
2.3 Länsstyrelsens rekommendationer för hantering av översvämningar till följd av skyfall	10
2.4 Styrdokument från Danderyds kommun	10
2.5 Den robusta sjukhusbyggnaden	11
2.6 Riktvärden vid översvämning till följd av skyfall.....	11
2.7 Riktvärden vid översvämning till följd av höga havsnivåer.....	12
3 Områdesbeskrivning	13
3.1 Vattendelare och topografi.....	13
3.2 Geologi	14
4 Skyfallsmodellens uppbyggnad	15
4.1 Höjdmodell	15
4.2 Markytans råhet	15
4.3 Nederbörd	16
4.4 Osäkerheter	17
5 Översvämningsrisker från höga havsnivåer	18
6 Nulägesanalys	19
6.1 Flödesvägar	19
6.1.1 Flödesvägar i detalj	20
6.2 Maximala vattendjup och nivåer vid 100-årsregn	23
6.3 Maximala vattendjup och nivåer vid 200-årsregn.....	24
7 Analys av planförslaget	25
7.1 Flödesvägar	25
7.2 Maximala vattendjup vid 100-årsregn.....	26
7.3 Maximala vattendjup vid 200-årsregn.....	27
8 Konsekvensanalys.....	28
8.1 Ändrade flödesvägar: nuläget och enligt planförslaget	28
8.2 Skillnad i vattendjup	29
8.3 Vattennivåer och entrénivåer	30
9 Problemområden vid skyfall, rekommendationer till nästa skede.....	31
10 Rekommendationer vid högvattenhändelser	35
11 Slutsatser och rekommendationer	36
12 Referenser.....	37

1 Inledning

Danderyds sjukhus är ett av de större akutsjukhusen i Sverige och norra Europas största förlossningssjukhus. Sjukhuset ligger i sydvästra Danderyd strax söder om Mörby centrum och Kevinge strand. Här bedrivs specialiserad akut och planerad sjukvård av hög kvalitet.

Sjukhuset bedöms av Region Stockholm som mycket viktigt även i framtiden. Region Stockholm ansvarar för hälso- och sjukvård, kollektivtrafik, och regional utveckling i Stockholms län. Inom hälso- och sjukvården ska regionen ansvara för att invånarna får den vård de behöver. Locum förvaltar, utvecklar och bygger vårdfastigheter och är en del av Region Stockholm.

Som utgångspunkt och grund för arbetet med detaljplanen ligger den fastighetsutvecklingsplan som Region Stockholm, genom Locum AB, tagit fram och som fastställdes år 2021. Syftet med fastighetsutvecklingsplaner är att säkerställa den långsiktiga planeringen inom Region Stockholms strategiska fastigheter. Planerna beskriver förvaltningsförutsättningar och utgör utgångspunkt för planering av enskilda objekt. Deltagare i fastighetsutvecklingsplanen för Danderyds sjukhus var bland annat Hälso- och sjukvårdsförvaltningen, Danderyds sjukhus, Stockholms läns sjukvårdsområde och Karolinska Universitetslaboratoriet.

Fastighetsutvecklingsplanen förankrades i samråd med kommunen under framtagandet.

För området gäller idag stadsplan S99 från 1969, vilken ändrades 2014 i syfte att göra överskriden byggrätt planerlig och ytterligare utöka byggrätten så att en ny akutvårdsbyggnad skulle kunna medges. Detaljplanens byggrätt ändrades till att medge att 20 procent av marken får bebyggas. Den gällande planen är i dagsläget fullt utnyttjad vad gäller byggrätten. En fortsatt utveckling av Danderyds sjukhus kräver en ny detaljplan som framtida bygglov prövas mot.

Den 3 maj 2022 lämnade Locum in en ansökan om planändring för att kunna utveckla Danderyds sjukhus i enlighet med fastighetsutvecklingsplanens intentioner. Med nya planmässiga förutsättningar vill Locum säkerställa robusta försörjningssystem och utveckla lokaler för dagens och framtidens vårdbehov.

Som ett första steg fick i juni 2022 kommunledningskontoret i uppdrag av kommunstyrelsen att ta fram ett planprogram med syfte att översiktligt utreda en långsiktig, samordnad utveckling av sjukhusområdet och sin omgivning. Den 29 januari 2024 beslutade kommunstyrelsen att anta planprogrammet för Danderyds sjukhus, och samtidigt togs beslut att påbörja detaljplanarbetet för sjukhuset.

Planområdet avgränsas till sjukhusets fastigheter, Sjukhuset 5 och Sjukhuset 6.

Detaljplanprocessen ska pröva omfattning, placering och utformning av nya vårdbyggnader. Inom sjukhusfastigheten planeras även för en ny infartsväg, utveckling av sjukhusparken samt av entrézonen mot Mörbygårdsvägen.

För att kunna se till att den vård som bedrivs kan utföras säkert och effektivt oavsett störning, det vill säga olyckor, kriser eller krig, behöver sjukhusbyggnader och deras fastighetstekniska system vara robusta. Planförslaget tar stöd i dokumentet "Den robusta sjukhusbyggnaden", Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2021 för att skapa

förutsättningar för att planera, projektera, bygga och förvalta sjukhusets driftssäkerhet.

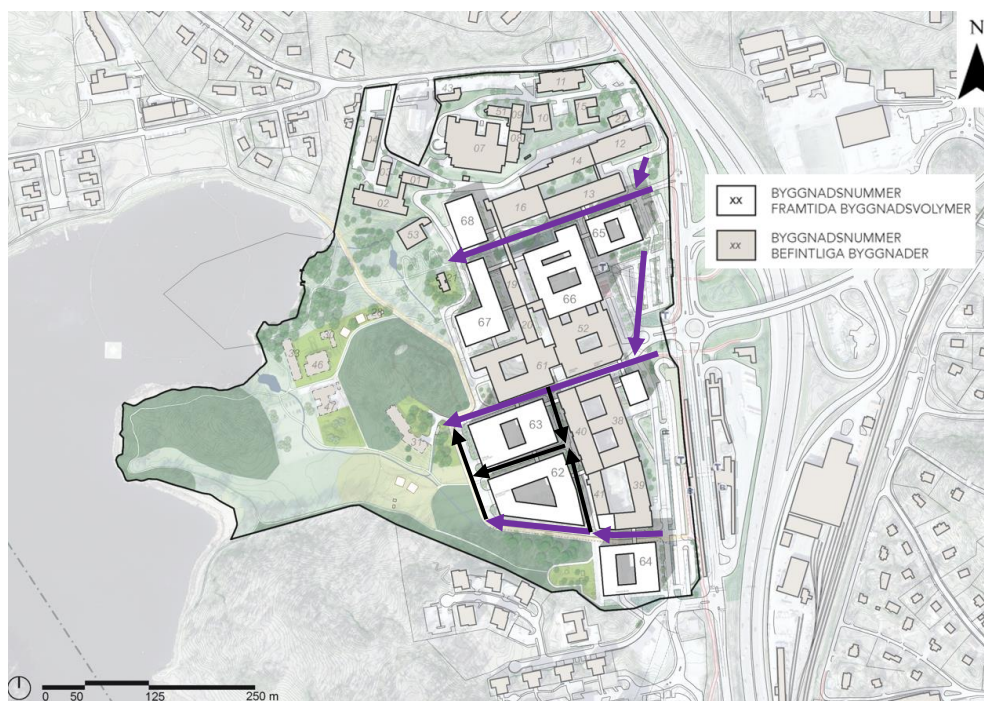
Tyréns, som underkonsult till &Rundquist har anlitats av Locum för att utreda frågor kopplade till skyfall och översvämningsrisker. Denna rapport utgör ett underlag till detaljplanens samråd.



Figur 1. Danderyds sjukhus. Modellbild från sydväst. De vita byggnadsvolymer visar tillkommande byggnader. Källa: &Rundquist.

1.1 Planförslag

I Figur 2 redovisas planförslagets illustration. De nya byggnaderna, nummer 62-68, tillkommer. Nya lokalgator mellan byggnad 13 och 65 samt söder om byggnad 62 bryter upp det annars tätbebyggt område. De två nya lokalgatorna, tillsammans med den befintliga genomfartsvägen mellan byggnad 61 och 63, lutar västerut och nyttjas som skyfallsled. På södra sidan om byggnad 64 illustreras en garageinfart, vilken vid behov kan flyttas till norra sidan om byggnaden.



Figur 2. Illustrationsplan 2024-05-17. Tillkommande byggnadsvolymer syns i vit och befintliga byggnadsvolymer i beige. Tillagda pilar motsvarar lokalgatornas lutning respektive vattnets avrinningsriktning på ett förenklat sätt. Källa: &Rundquist.

2 Genomförande

Översvämningsutredningen omfattar en nulägesbeskrivning av översvämningssituationen samt en konsekvensanalys av illustrationsplanen. Översvämningsrisker från höga havsnivåer analyseras med hjälp av SCALGO LIVE och den dynamiska skyfallsmodelleringen utförs i programvaran MIKE+ från DHI för både ett klimatanpassat 100- och 200 års CDS-regn.

Danderyds sjukhus klassas som en samhällsviktig verksamhet och störningar av sjukhusets funktion utgör en stor risk för hälsa och liv.

2.1 Underlag

Följande underlag har använts för att utföra analysen:

- PM Översvämningsrisker, Tyréns 2022
- Dagvatten Danderyds sjukhus. WRS, 2021.
- Skyfalls-PM. WRS, 2022-03-11.
- Dagvattenutredning DP Danderyds sjukhus. Tyréns, 2024.
- Platsbesök den 21:a maj 2024.
- Planförslag 2024-05-14
- Ledningsinspektion och -spolning Danderyds sjukhus. WRS, 2022.
- Lantmäteriets flygscanning med insamlingsdatum: 2021-03-23.
- Orthofoto från Lantmäteriet från maj 2023.
- Relationshandlingar, Locum, 2023.

2.2 Tidigare utredningar

Inför programsamråd för Danderyds sjukhus under 2022 tog **Tyréns** fram ett *PM Översvämningsrisker*, 2022 där det framgår att det finns flera befintliga byggnader där det kan finnas översvämningsrisker och flera av de tillkommande byggnaderna planeras att byggas i lågpunkter. Ledningsnätets kapacitet inom området uppskattas kunna hantera minst ett 5-årsregn enligt WRS dagvattenutredning (WRS, 2021).

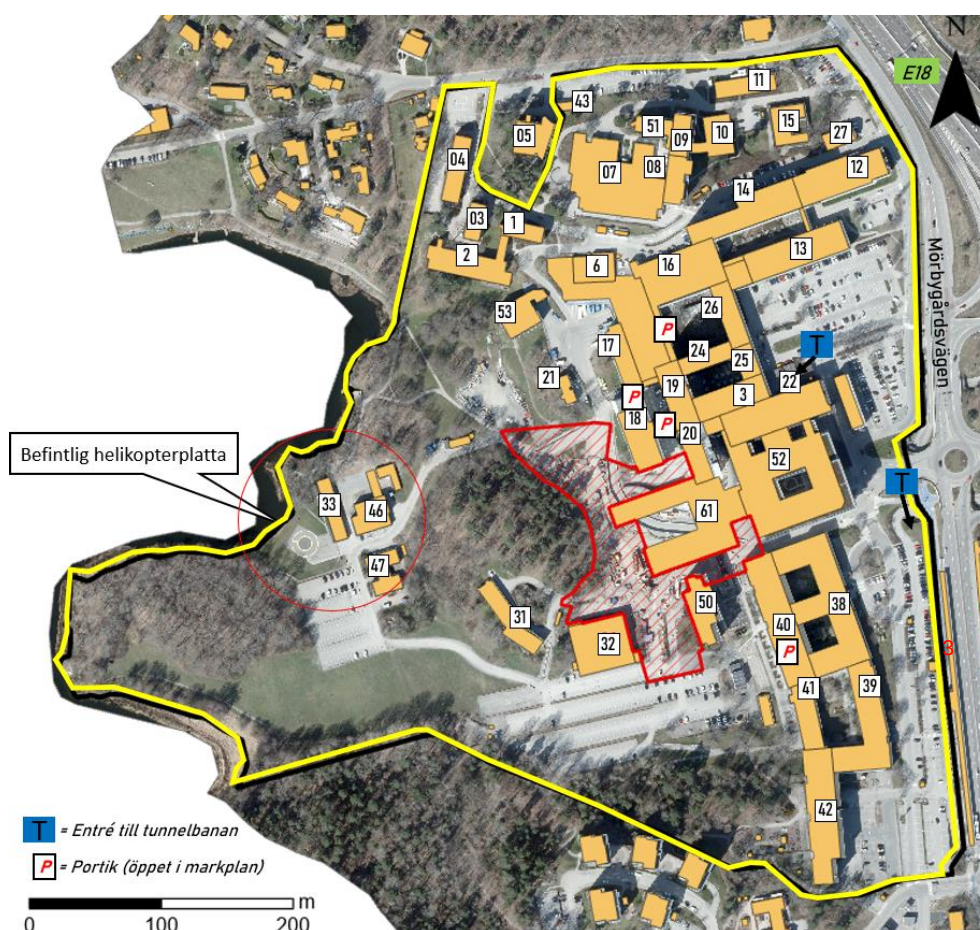
Det framgår även att det finns en problematik med framkomligheten till området vid händelse av ett skyfall eftersom en lågpunkt på E18 öster om Danderyds sjukhus fylls och har vattendjup över 1 meter. Eftersom lågpunkten ligger utanför planområdet finns inte rådighet att åtgärda lågpunkten inom detaljplanen men omdaning får inte försämra för lågpunkten på E18. På grund av detta ska vatten helst ledas direkt mot till Edsviken. Lågpunkten rekommenderas att undersökas av Trafikverket och kommunen. Åtgärder är troligen nödvändiga för lågpunkten för att säkerställa framkomligheten vid händelse av ett skyfall. I utredningen står att åtgärder för att säkerställa funktionen av Danderyds sjukhus vid händelsen av ett skyfall är nödvändigt.

WRS har gjort en omfattande dagvattenutredning för Danderyds sjukhus under 2021 som bland annat innehåller information som är relevant för skyfallshanteringen. Bland annat att dagvattenledningsnätet inom Danderyds sjukhus (Locums fastighet) sker i Locums egna ledningar till Mörbyviken samt via ledningar som tillhör Danderyds kommun. Locums ledningar bedöms i WRS dagvattenutredning ha en kapacitet att hantera minst ett 5-årsregn (fullgående ledning). Många byggnader avvattas via invändiga ledningar som går till dagvattennätet. Några få byggnader i norra delen av området har utkastare vilket innebär att de inte kopplas till dagvattenledningsnätet utan vatten avleds på ytan till recipienten alternativt via rännstensbrunn och ledning till Mörbyviken. En av Locums ledningar bedöms vara i dåligt skick och utloppsledningen från kommunens ledningsnät står under vattenytan och är därför dämnd (WRS, 2021-04-27).

I rapporten framgår det att byggnader inom fastigheten för Danderyds sjukhus översvämmades under sommaren 2014 vid ett kraftigt regnoväder.

Vatten kom in dels via golvbrunnar, dels via invändiga dagvattenledningar som inte var täta (i cirka 10 byggnader). Översvämningarna som inträffade via golvbrunnar 2014 kan bero på felkopplingar. WRS har utrett felkopplingar under 2022 och det hittades två platser där dagvattenbrunnar och stuprör ansluter till spillvattennätet.

Byggnad 53, 52 och 61 är de senaste tillkomna byggnaderna inom Danderyds sjukhus, se Figur 3. Byggnad 53 är en teknikbyggnad och byggnad 52 ett nytt akutintag. Vid det nybyggda hus 52 har det skapats en lågpunkt vid entrén till akutmottagningen samt vid ambulansernas infart. Vid regnet 2014 hade byggnad 52 problem med inläckage. Entrén till denna byggnad upptäcktes ligga i en lågpunkt som kan ha orsakat inläckaget. WRS utreder i skyfalls PM (WRS, 2022-03-11) möjliga åtgärder för att skydda befintlig bebyggelse.



Figur 3. Befintlig situation. Planområdet är markerat med gul polygon. Den röda ytan markerar området intill byggnad 61 som är för nuvarande under ombyggnation.

2.3 Länsstyrelsens rekommendationer för hantering av översvämningar till följd av skyfall

Länsstyrelsen i Stockholms och Västra Götalands län har tagit fram ett faktablad "*Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall*" som syftar till att ge stöd vid hanteringen av skyfall i detaljplanearbete. Huvudrekommendationer från faktabladet beskrivs nedan:

- Ny bebyggelse ska planeras så att den inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett 100-årsregn med en inkluderande klimatfaktor som 1,2–1,4. Vilken klimatfaktor som används beror på regionala variationer (SMHI, 2018).
- Risken för översvämning från ett 100-årsregn bedöms i detaljplanen och eventuella skyddsåtgärder säkerställs.
- Samhällsviktiga verksamheter ges en högre säkerhetsnivå och planeras så att funktionen kan upprätthållas vid en översvämning.
- Framkomlighet till och från utredningsområdet bedöms och ska vid behov säkerställas.
- En lågpunktskartering är inte tillräcklig som beslutsunderlag, varken för översiktsplan eller detaljplan. Detta beror på att utbredningen av ett översvämningssområde kan variera beroende på nederbördens intensitet och varaktighet. En modellering som inkluderar hydrauliken och tidsaspekten måste därför göras. Detta är särskilt viktigt då naturområden exploateras och ersätts med hårdgjorda ytor.
- Skyfall är något som inte kan hanteras i det slutna dagvattenssystemet då detta system inte är dimensionerat för sådana stora mängder vatten. Det är inte heller rimligt att dimensionera det slutna ledningssystemet för dagvatten som VA-huvudmannen tillhandahåller för dessa händelser då de inträffar för sällan för att det ska vara samhällsekonomiskt rimligt. Översvämningsskade risken till följd av skyfall för ny bebyggelse behöver hanteras på markytan.
- Avsteg från länsstyrelsens rekommendationer skall motiveras genom riskbedömning och särskilda utredningar.

I den aktuella "*Riskhanteringsplanen för Stockholms län 2022-2027*" framtagen av länsstyrelsen där Daneryds sjukhus nämns som ett riskområde. Enligt dokumentet skulle 28 byggnader vid Danderyds sjukhus med samhällsfunktion påverkas vid 100-årsregn.

2.4 Styrdokument från Danderyds kommun

I "*Klimatanpassningsplanen för Danderyds kommun 2022-2031*" (KS2021/0417) belysas att översvämningar ska förebyggas genom en välplanerad höjdsättning som tillåter att avleda vattnet ytlig via sekundära avrinningsvägar (som gator) utan att nedströmsliggande område tar skada av de förändrade marknivåerna inom ett exploaterat område. Multifunktionella ytor förespråkas bland annat samt öppna dagvattenssystem för magasinering av vattnet. Danderyds kommun ställer sig bakom rekommendationerna som har tagits fram av Länsstyrelsen i Stockholm (KS2013-06-17§82) vad gäller rekommendationer om lägsta

grundläggningsnivå på +2,7 m (RH2000) för bebyggelse vid östersjökusten med hänsyn till risken för översvämning. Vid exploatering ska riskerna redovisas och belysas.

2.5 Den robusta sjukhusbyggnaden

Utöver Länsstyrelsens rekommendationer finns det även ett dokument från MSB, "*Den robusta sjukhusbyggnaden*" (MSB, 2021). Rekommendationerna är bland annat kopplade till spill- och dagvattenhantering. Rekommendationen har olika nivåer brons, silver och guld.

- Brons innebär att prioriterade verksamheter kan upprätthållas vid störning som pågår minst tre dygn och att sjukhuset har förmåga att klara ett 100-årsregn med minimala skador och störningar som följd.
- Silver innebär att prioriterade verksamheter kan upprätthållas vid störning som pågår minst en vecka.
- Guld innebär att prioriterade verksamheter kan upprätthållas vid störning som pågår minst tre månader och att sjukhuset har förmåga att klara ett 200-årsregn med minimala skador och störningar som följd.

Skyfall är korta och intensiva händelser och översvämningarna kommer troligen inte vara under en längre tid. Däremot om översvämningar orsakar en skada på exempelvis en elnätstation som distribuerar el till sjukhuset eller tränger in i byggnad där medicin förvaras som blir en följd av skyfallet kan konsekvenserna vara under en längre tid. Enligt rekommendationer från MSB kan en skyfallskartering utföras för att ge svar på hur sjukhuset kan hantera ett 100-årsregn samt ett 200-årsregn. Implementering av skyfallsåtgärder minimerar störningar och skador som uppstår vid händelse av ett skyfall.

2.6 Riktvärden vid översvämning till följd av skyfall

Resultatet från skyfallsmodelleringen kan användas för att uppskatta skador på byggnader, områdets tillgänglighet och faran för människor. Det finns idag inga nationella riktlinjer vad gäller vilka vattendjup och flöden som anses vara farliga. Det föreslås följande intervaller för tolkning av vattendjup:

- under 20 cm = kan anses som ofarliga, bilar kan passera
- 20 – 30 cm = framkomligheten påverkas beroende på fordonstyp och flödes hastigheten samt flyttande föremål i vattnet.
- över 30 cm = Framkomligheten kan inte säkerställas för räddningstjänsten och det finns en viss risk för människor att vistas inom området. Byggnader riskerar att ta skada.

2.7 Riktvärden vid översvämning till följd av höga havsnivåer

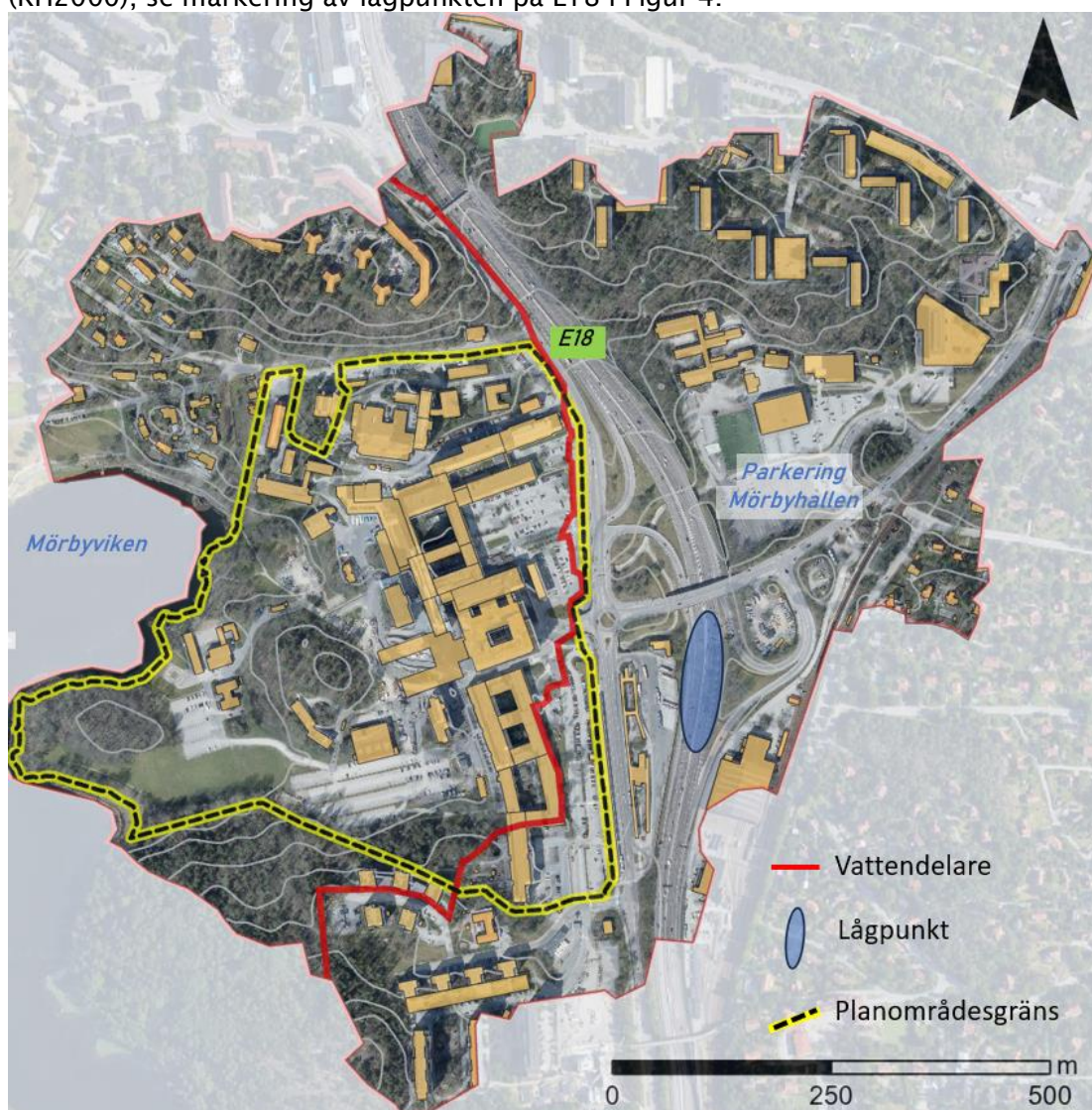
Danderyds sjukhusområde ligger längs strandlinjen vid Mörbyviken, en del av ytvattenförekomsten Edsviken. Översvämningsrisken i havsviken Edsviken ökar till följd av effekter från klimatförändringar och konsekvenserna av detta behöver tas hänsyn till i det framtida planeringen. Länsstyrelsen i Stockholms län rekommenderar att ny bebyggelse och samhällsfunktioner av betydande vikt längs länets Östersjökust placeras ovanför nivån +2,7 meter (RH2000). Vald rekommendation baseras på ett högtvattenstånd år 2200 justerat för landhöjning samt säkerhetsmarginal och justering för landhöjning.

Enligt klimatanpassningsplanen som Danderyds kommun tog fram 2022 kan den beräknade högsta vattenståndet (BHV) påverka framkomligheten inom kommunen, dagvatten riskera att brädda till spillvattensystemet, elsystemet i pumpstationer kan slås ut, och föroreningar kan spridas och lakas ut till havet.

3 Områdesbeskrivning

3.1 Vattendelare och topografi

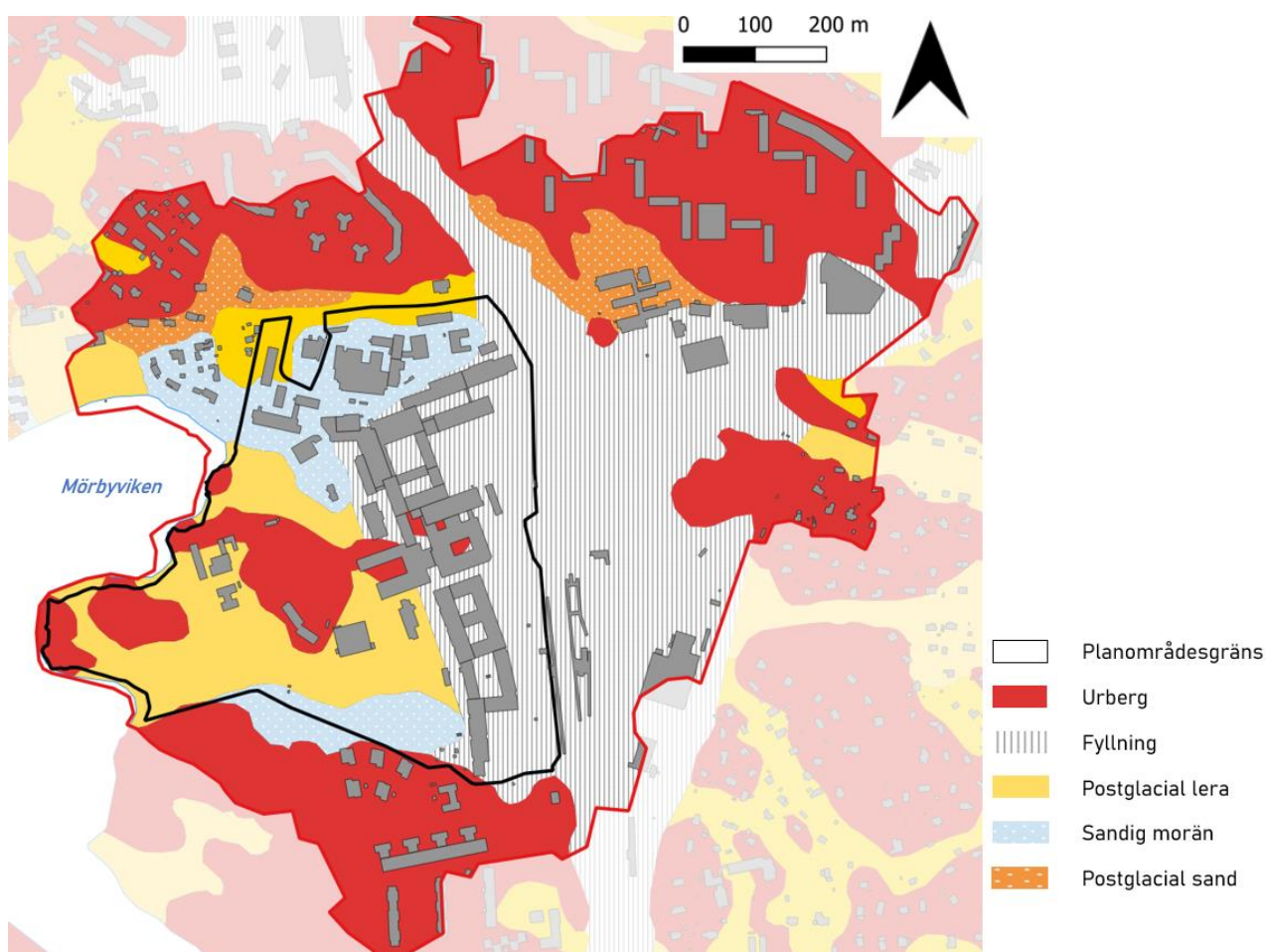
Det finns en topografisk vattendelare inom planområdet, se Figur 4. Skyfallsvatten från området på västra sidan om vattendelaren rinner av yligt till recipienten Mörbyviken. Skyfallsvatten från området på östra sidan rinner av till parkeringsplatsen framför Mörbyhallen som ligger på en nivå på +12 m (RH2000) innan vattnet bräddar ut via en gång- och cykeltunnel under E18 till en lågpunkt på E18 som ligger på en nivå på +10,6 m (RH2000), se markering av lågpunkten på E18 i Figur 4.



Figur 4. Topografisk vattendelare som delar utredningsområdet i två avrinningsområden. Området på västra sidan om vattendelaren rinner till Mörbyviken och området på östra sidan om vattendelaren avvattnas till lågpunkten på E18.

3.2 Geologi

Enligt SGU:s jordartskarta består avrinningsområdet till en stor del av fyllnadsmaterial med okänd genomsläpplighet, se Figur 5. Berg i dagen förekommer. Parkområdet i västra delen av utredningsområdet består av postglacial lera med låg genomsläpplighet och delvis höga grundvattennivåer. Delar med sandig morän förekommer med något högre genomsläpplighet men dessa områden är redan hårdgjorda. Övergripande sett är infiltrationsförmågan inom utredningsområdet bedömd som varierande, men i allmänhet låg. De bebyggda delarna av sjukhusområdet är mycket asfalterade med mindre växtlighet däremellan. Det mesta vatten bedöms rinna av via markytan till ledningsnätet.



Figur 5. Förekommande jordarter inom avrinningsområdet som täcker utredningsområdet. Utredningsområdet är markerat med svart polygon. Källa: SGU:s jordartskarta.

4 Skyfallsmodellens uppbyggnad

Metodiken för skyfallsmodellens uppbyggnad baseras på rekommendationer från MSB:s vägledningsdokument för skyfallskartering av tätorter från 2023. En ny dynamisk skyfallsmodell har tagits fram i MIKE+ (DHI) i höjdsystem RH2000 och koordinatsystem SWEREF99 1800. Skyfallsmodellen består av en hydrodynamisk modell som beskriver markavrinningen vid kraftiga regn.

4.1 Höjdmodell

Det kvadratiska beräkningsnätet har en upplösning på 1x1 m och har hämtats från Lantmäteriets nationella höjddata (Laserdata skog, grid 1+) med insamlingsdatum 2021-03-23. Höjdmodellen har hydrologiskt anpassats för att kunna beskriva ytlig avrinning. Detta omfattar att broar, eller vägsträckor över gångtunnlar, har tagits bort i höjdmodellen och markhöjderna under broarna och gångtunnlarna har interpolerats från omkringliggande höjder. Alla befintliga byggnader höjdes upp med 2 m jämfört med omkringliggande topografi, för att styra vatten att rinna runt husen. Byggnad 61 samt vägen intill har byggts efter 2021 och behövdes därför läggas till (enligt relationshandlingar) i höjdmodellen som beskriver nuläggsscenarioet, se området som har justerats i Figur 3.

I planförslaget har den framtagna markmodellen från Rundquist Arkitekter AB använts. Se illustrationsplanen samt lokalgatornas lutning i Figur 2.

4.2 Markytans råhet

Vattnets avrinningshastighet på markytan varierar med markanvändningen. Exempelvis rinner vatten snabbare över en asfalterad yta jämfört med vatten som rinner över en gräsmatta eller skogsmark. Markytans råhet beskrivs i modellen med hjälp av Mannings tal M enligt MSB:s vägledningsdokument tabell 10 där takytor = 50, vägar = 70, järnväg = 5, grusytor = 40, skog = 5 och gräsmatta = 20.

4.3 Nederbörd

Skyfallsmodellen belastas med ett klimatanpassat 6 timmars 100-års CDS-regn enligt SMHI's statistik för region Stockholm (2017) för RCP 8,5. Ett CDS-regn (Chicago Design Storm) är ett syntetiskt regn som består av flera blockregn med varaktighet upp till 6 timmar och ett centralt block på 10 minuter. Den maximala regnintensiteten sker under de centrala 10-minuterna, se Figur 6.

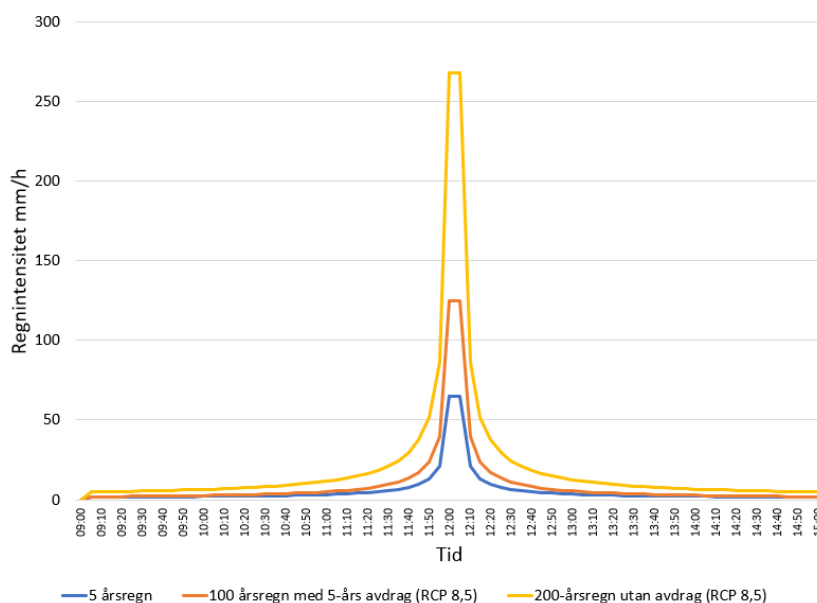
För att ta hänsyn till det befintliga ledningsnätet tillämpas ett konservativt 5-års schablonavdrag på regnet som motsvarar 34 mm. Avdraget görs i varje tidssteg. Det vill säga att regnet reduceras med ledningsnätets uppskattade kapacitet. Den totala regnvolymen motsvarar 57 mm (91 mm – 34 mm = 57 mm) vid ett klimatanpassat 6 timmars 100-årsregn.

Tillägg: Ett 10-årsregn motsvarar 39 mm. Ett klimatkompenserat 100-årsregn med 10-årsavdrag ligger på mellan 52 - 67 mm beroende på om SMHI:s felmarginal på 15 mm räknas in, se Tabell 1. Generellt är det att föredra att göra ett mer konservativt antagande.

Skyfallsmodellen kördes även för ett 200-årsregn utan avdrag för ledningsnätet för att simulera ett "worst case" scenariot..

Tabell 1. Nederbördsmängder i mm för olika återkomsttider med en varaktighet på 360 minuter. Siffrorna är avrundade. Källa: [SMHI Hypeweb](#)

Återkomsttid	Regnmängd enligt SMHI's regional statistik för sydöstra Sverige
5 år	34 ± 1
10 år	39 ± 2
20 år	46 ± 4
100 år (RCP 8,5)	91 ± 15
200 år (RCP 8,5)	106 ± 23



Figur 6. Olika regnkurvor i jämförelse. Modellen belastas med ett klimatanpassat 100-årsregn med 5-års avdrag och ett klimatanpassat 200-årsregn.

4.4 Osäkerheter

En skyfallsmodell kan sällan kalibreras eller valideras. Skyfallsmodellens kvalitet säkerställs genom kvalitetsgranskning, känslighetsanalyser och aktualitet av ingående underlag som modellen baseras på. Resultat av skyfallsmodelleringen ska tolkas med försiktighet och modellen är enbart en ansats för att komma så nära verkligheten som möjligt. Följande osäkerheter i skyfallsmodellen valdes att pekas ut:

Flöde: I modellen utgås från "rent vatten" och att alla brunnar är i full funktion. Volym vatten som avleds via ledningsnätet kan därför överskattas.

Infiltration: I skyfallsmodellen har ett 5-års avdrag tillämpats inom hela avrinningsområdet (både på grönytor och på asfalterade ytor som är anslutna till ledningsnätet). På grönytor antas att ett 5-årsregn infiltrerar i markytan. Detta kan variera lokalt.

Ledningsnät: För att ta hänsyn till ledningsnätets avledningsförmåga tillämpas ett konservativt 5-års avdrag på regnet. Det har antagits att ledningsnätet fungerar under hela skyfallsförloppet och att stuprören och rännstensbrunnar inte sätts igen. Målet i dagvattenutredningen är att kunna hantera ett 20-årsregn med planförslaget.

Takavvattning: takens avvattning och taklutningar har inte tagits hänsyn till och detta kan leda till att vattenvolymen som samlas på innergårdarna kan överskattas.

Innergårdar: Innergårdarnas utformning har inte studerats i detalj, det kan möjligtvis finnas ett glastak. Avvattningen av innergårdarna är oklart.

Öppningar: Höjdmodellerna för befintlig bebyggelse byggs under antaganden att dörrar till byggnader och garageportar är stängda under hela simuleringstiden. Resultat från modellen baseras på att allt vatten stannar ute på ytan och inte tränger in i byggnader. I verkligheten skulle många av de befintliga garagenedfarterna och byggnaderna inom avrinningsområdet svämmas över vid ett skyfall och det skulle finnas mindre vatten på ytan.

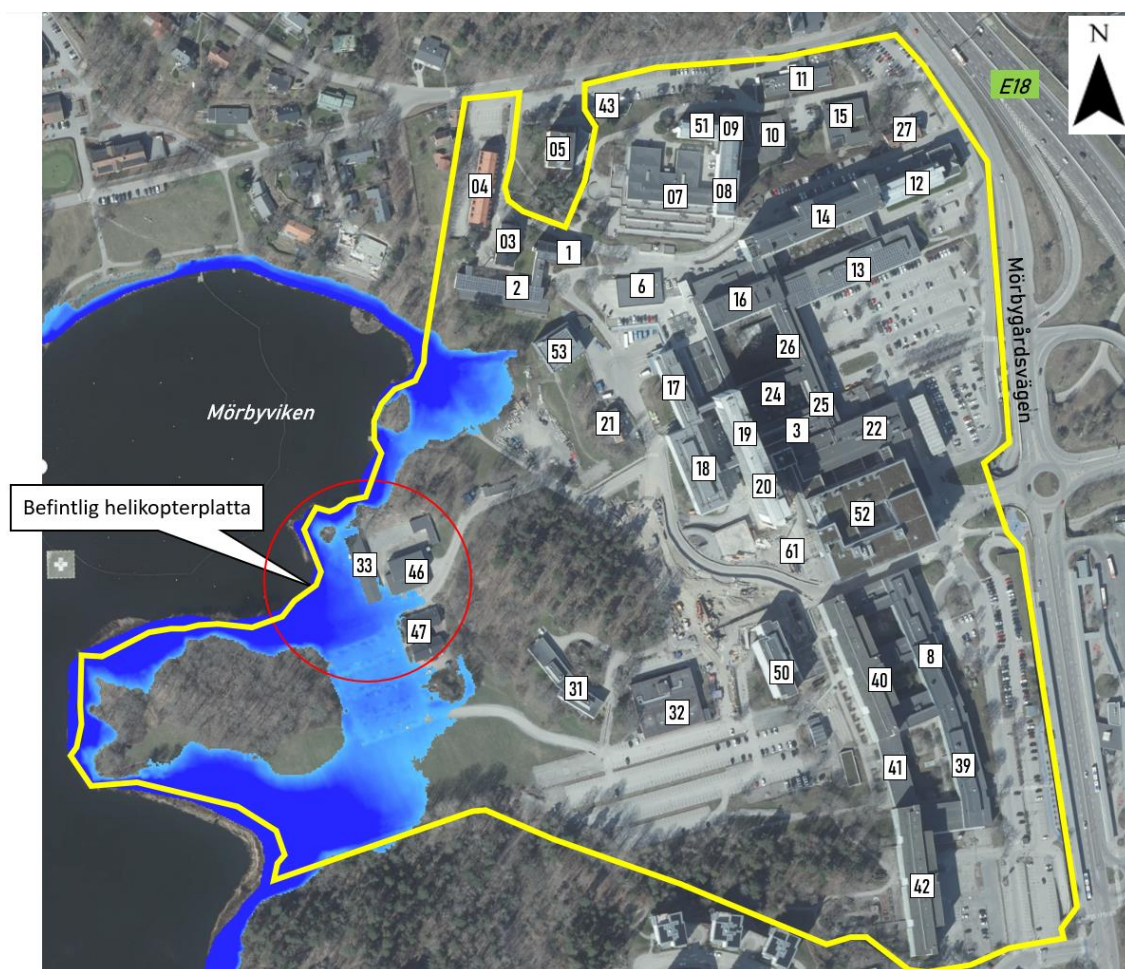
E18/ Mörbygårdsvägen: Broar längs med Mörbygårdsvägen och E18 har hydrologisk anpassats i höjdmodellen för att tillåta ett flöde under broarna. Detta leder till att allt vatten som egentligen skulle fortsätta rinna vidare längs med E18/ Mörbygårdsvägen rinner av direkt till lågpunkten på E18. Utöver detta har inga eventuella ytterligare trummor/brunnar från Trafikverket tagits hänsyn till. Vattenmängderna på E18 kan vara något överskattade.

Framtida exploateringsprojekt: Eventuella framtida exploateringsprojekt av kringliggande områden som eventuellt påverkar skyfallsförloppet kan inte tas hänsyn till i utredningen.

5 Översvämningssrisker från höga havsnivåer

I Figur 7 visas översvämningssituationen vid ett havsvattenstånd på +2,7 m (RH2000) inom utredningsområdet. Vid Danderyds sjukhus skulle byggnaderna 33, 46 och 47 riskera att skadas och den befintliga helikopterplattan samt parkeringsplatsen och tillfartsvägar översvämmas till följd av höga havsvattenstånd, se markering i Figur 7. Helikopterplattan kommer att avvecklas och ersättas med en ny helikopterplatta ovanpå byggnad 61. Byggnaderna 33, 46 och 47 planeras att finnas kvar som idag, inga tillkommande byggnader planeras i närheten av kuststräckan. Marknivån strax utanför byggnaderna 33, 46 och 47 ligger på runt +2,5 m (RH2000), vilket innebär att vattendjupet kan uppnå 20 cm.

Vid tillfälliga stormar kan det dessutom finnas risk för omfattande erosion i samband med tillfälliga höga vattenstånd. Dagvattenutloppen som finns längs med kuststräckan kan under en viss tid vara ur funktion när havsvattnet tränger in i dagvattensystemet. De föreslagna dammanläggningar kan ta skada. I vissa fall kan högvatten även tränga längre in i spillvattensystemet och då finns det risk att orenat spillvatten släpps direkt ut i sjön. Detta innebär risker för människors hälsa.

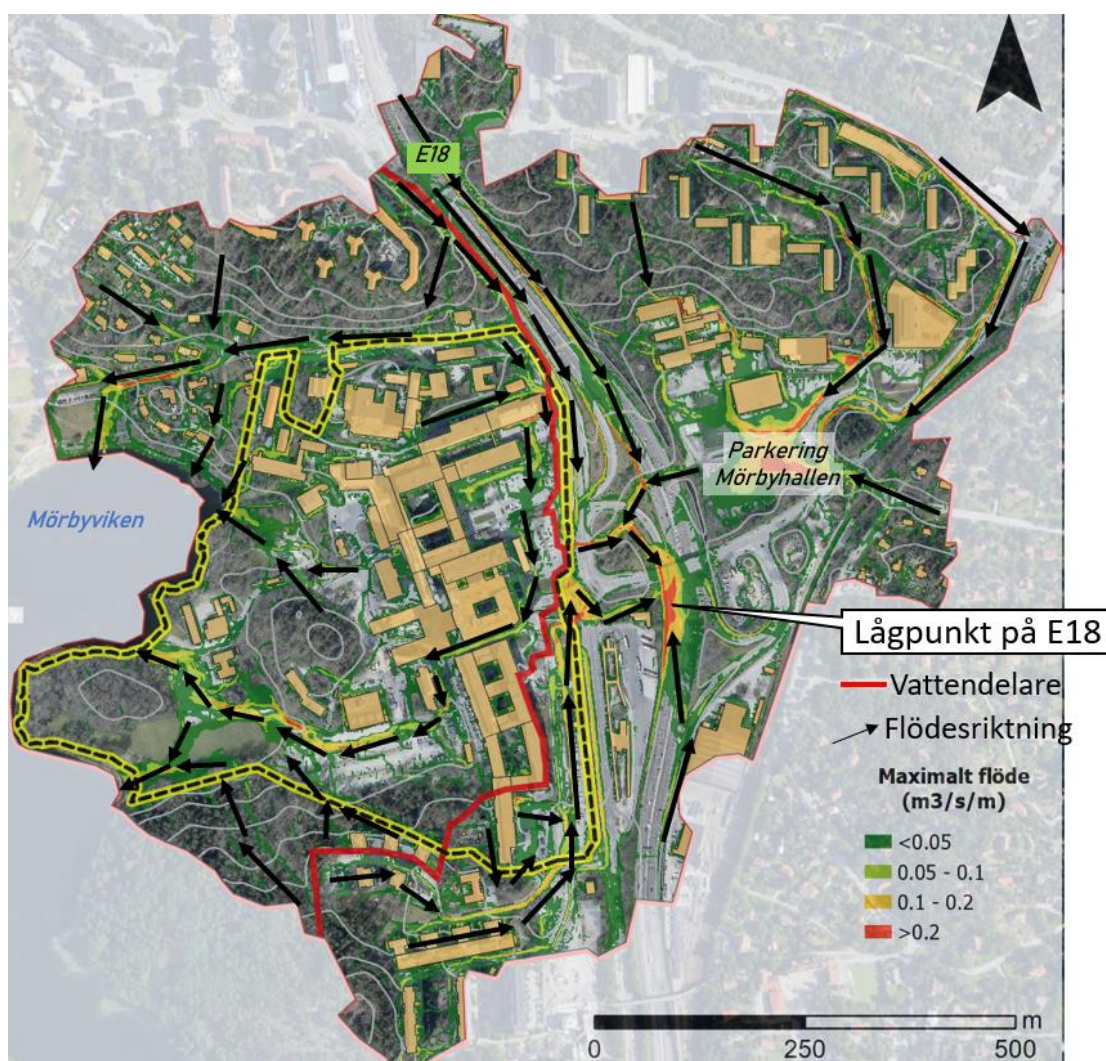


Figur 7. Situationen vid havsvattenstånd +2,7 m (RH2000). Utredningsområdet är markerat med gul polygon och siffrorna markerar byggnaderna. Källa: Scalgo Live.

6 Nulägesanalys

6.1 Flödesvägar

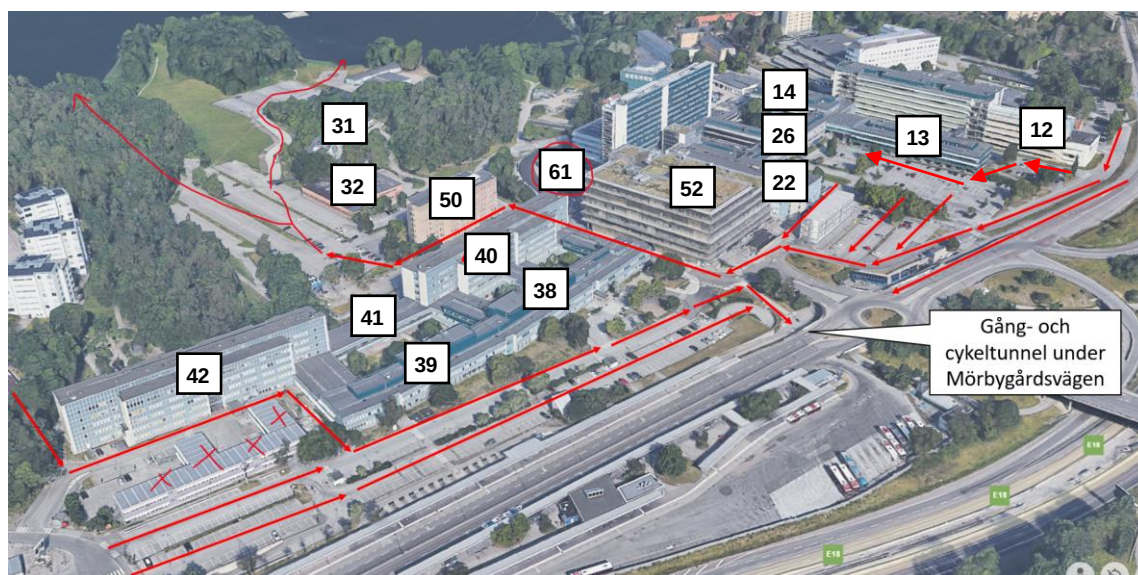
Flödesvägar inom avrinningsområdet vid ett klimatanpassat 6-timmars 100-årsregn redovisas i Figur 8. Skyfallsvattnet från området på västra sidan om vattendelaren rinner genom sjukhusområdet till Mörbyviken och skyfallsvatten från området på östra sidan rinner till parkeringsplatsen framför Mörbyhallen och lågpunkten på E18. Ungefär 2,4 ha av utredningsområdet (som är totalt 27 hektar stort, se gul markering för utredningsområdet i Figur 8) bidrar med flödet till lågpunkten på E18 i nuläget.



Figur 8. Flödesvägar inom avrinningsområdet vid ett klimatanpassat 100-årsregn. Pilarna motsvarar vattnets flödesriktning.

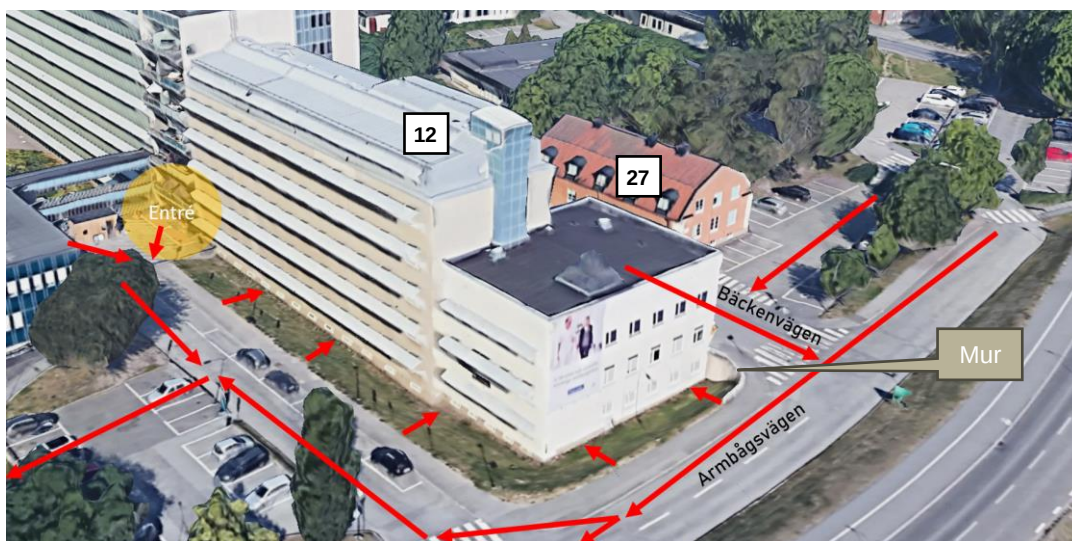
6.1.1 Flödesvägar i detalj

Flödesvägar inom utredningsområdet sett i nordöst till sydvästlig riktning. Ett flödesstråk tar sig in i sjukhusområdet vid byggnad 12 och rinner mellan byggnad 52/61 och 38/40 ut mot Mörbyviken. Vattenflödet som kommer från parkeringsplatsen framför byggnad 42/39/38 rinner mot gång- och cykeltunneln under Mörbygårdsvägen och vidare mot lågpunkten på E18.



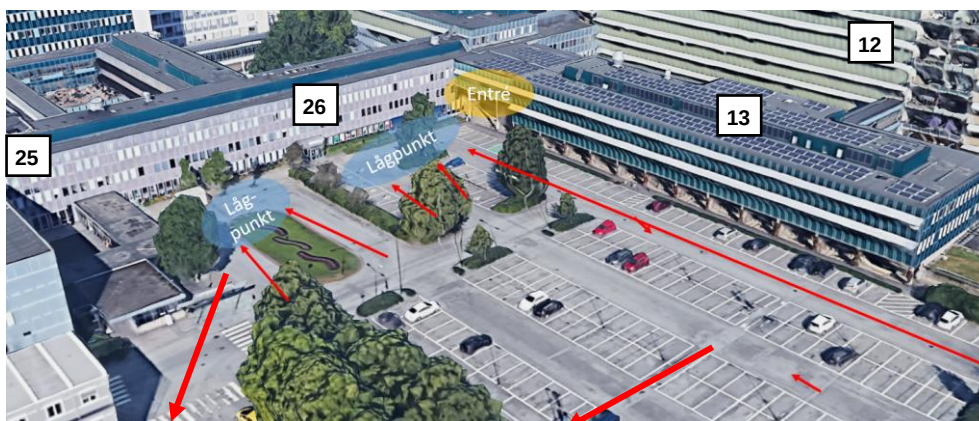
Figur 9. Flödesvägar inom sjukhusområdet Danderyd. Källa: Google Earth, bilden är något äldre och byggnad 61 visas inte samt den F formade paviljongen framför byggnad 42 finns inte kvar idag.

Gräsmattan längs med byggnad 12 lutar mot byggnadens fasad, se röda pilar som markerar markens lutning i Figur 10. Armbågsvägen är bomberad och ligger på en något högre nivå än gräsmattan och svänger sedan in till parkeringsplatsen. Gångbanan lutar mot Armbågsvägen, vatten bedöms inte rinna ner från Armbågsvägen till byggnad 12 (observera att detta visas felaktig i skyfallsmodellen eftersom muren saknas. Detta medför att vattnet som står mot byggnad 12 överskattas något i modellen). Parkeringsplatsen är relativt platt med en svag lågpunkt i mitten. Därifrån rinner vattnet vidare vid skyfall förbi byggnad 13, se nästa Figur 11.



Figur 10. Avrinningsvägar vid byggnad 12. Källa: Google Earth.

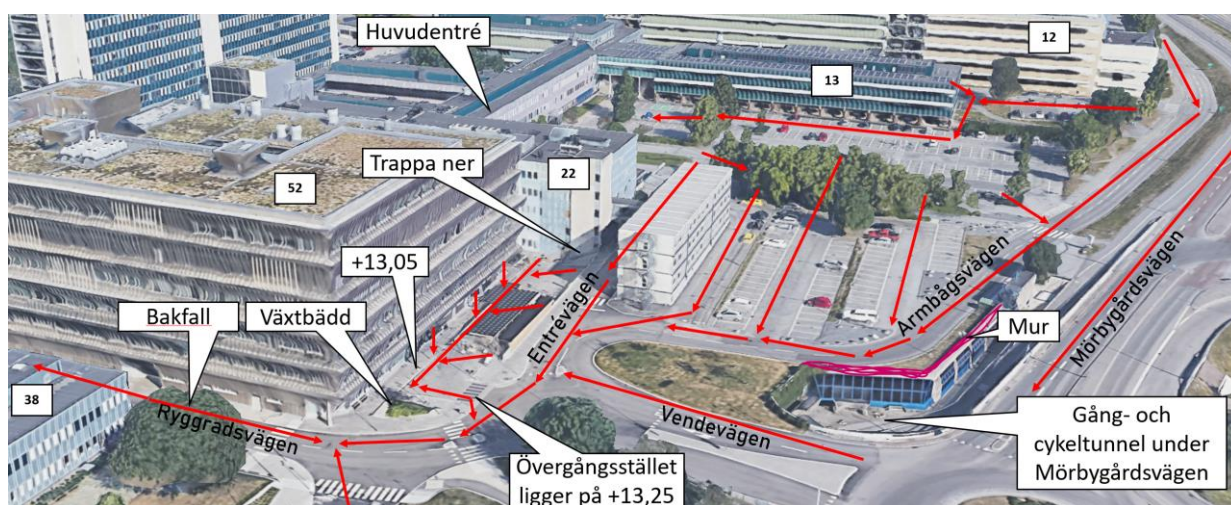
Vattnet tar sig in till parkeringsplatsen intill byggnad 13 från Armbågsvägen samt parkeringsplatsen vid byggnad 12, se Figur 10. Parkeringsplatsen är relativt platt med svag lutning mot sjukhusets huvudentré. Huvudentrén har en liten ramp uppåt efter första entrédörren.



Figur 11. Vattnets flödesriktningar på parkeringsplatsen vid byggnad 13 och huvudentrén. Källa: Google Earth.

Vid skyfall rinner vattnet från parkeringsplatsen mellan byggnad 12 och 13 mot sjukhusets huvudentré innan det bräddar vidare till Entrévägen. Därifrån rinner vattnet vidare längs Ryggradsvägen (som har ett svagt bakfall) mellan byggnad 52 och 38 mot Mörbyviken, se Figur 12.

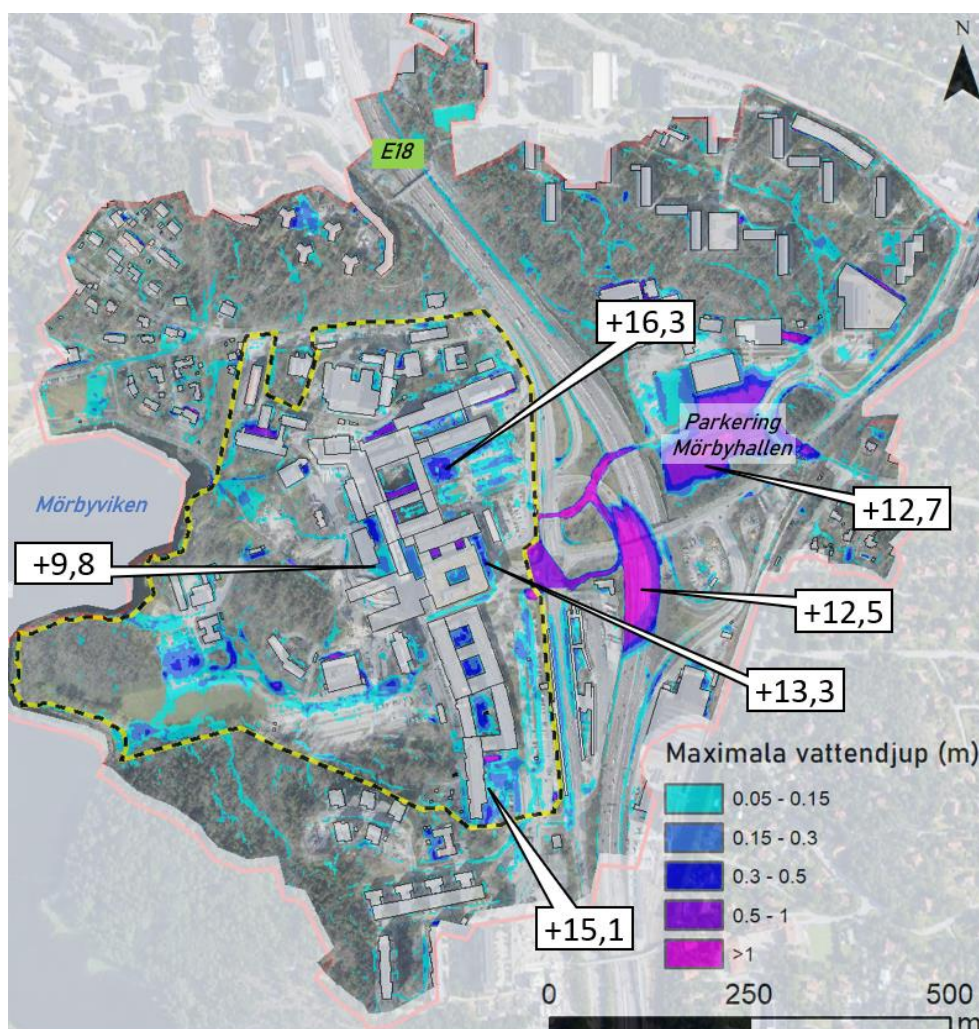
Körfältet intill akutmottagningens entré (byggnad 52) har en lutning som leder mot gångbanan, vilken fungerar som en lågpunktslinje. Övergångsstället, beläget på höjd +13,25 m (RH2000), utgör en fysisk barriär som förhindrar vatten från att fortsätta vidare. Enligt mätningar utförda av WRS ligger entrénivån på +13,05 m (RH2000), vilket innebär att vattenflödet idag riktas in mot byggnadens entré snarare än att avledas ut från området.



Figur 12. Flödesriktning vid östra entrésidan av Danderyds sjukhus vid byggnad 52 med mera. Källa: Google Earth.

6.2 Maximala vattendjup och nivåer vid 100-årsregn

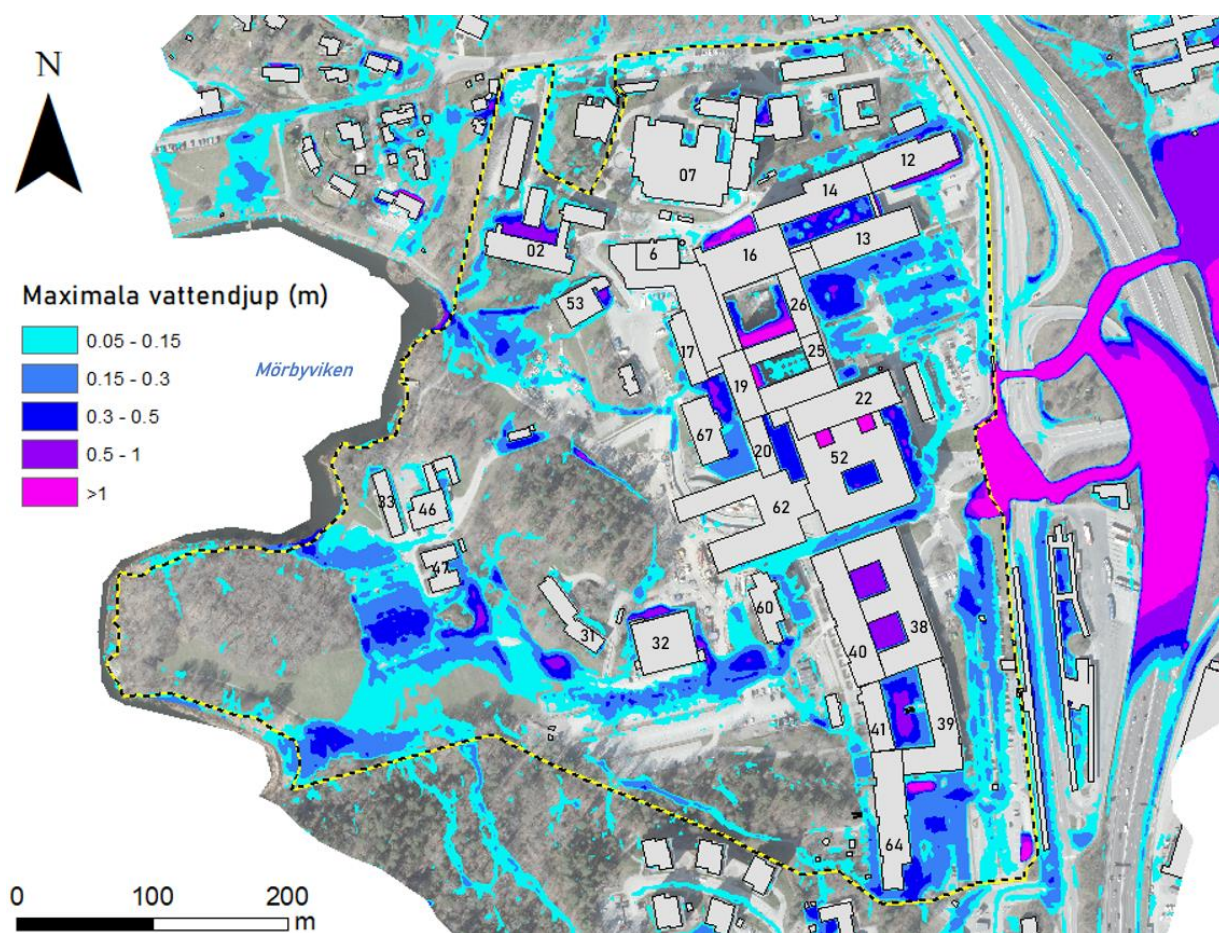
Maximala vattendjup som uppstår vid klimatanpassat 100-årsregn innan någon exploatering inom utredningsområdet har skett redovisas i Figur 13. Det finns flera byggnader inom utredningsområdet som riskerar att skadas till följd av skyfall med flera decimeter vatten mot fasad. Intill akutmottagningens entré uppnås en vattennivå på +13,3 m (RH2000) med varaktigheten som styrs av ledningsnätets upptagningsförmåga. Flera parkeringsplatser inom området översvämmas. Framkomligheten på E18 omöjliggörs på grund av en stor vattenansamling med vattendjup på över 2 m under mer än 4 timmar. Observera att möjligheten att köra på Mörbygårdsvägen kvarstår.



Figur 13. Maximala vattendjup i meter (över 5 cm) vid klimatanpassat 100-årsregn. Maximala översvämningsnivåer är utpekade och anges i RH2000. Vattenansamlingen i cykelpassagen under Mörbygårdsvägen ska inte tolkas som om att vattnet samlas på Mörbygårdsvägen.

6.3 Maximala vattendjup och nivåer vid 200-årsregn

Maximala vattendjup vid ett klimatanpassat 200-årsregn redovisas i Figur 14. Enligt genomförd skyfallsmodellering kan vattendjupet intill akutmottagningen stiga upp till 50 cm, vilket omöjliggör framkomligheten för utryckningsfordon och patientinlämning. Precis som vid 100-årsregnet så stannar vattnet i det instängda området under en längre tidsperiod. I passagen mellan byggnad 52 och 40/38 (Ryggradsvägen, vid ambulansernas infart till akuten) stiger vattendjupet upp till 40 cm på körbanan under drygt 1 timme och påverkar framkomligheten innan vattnet rinner bort ytligt västerut. Vid klimatanpassat 200-årsregn påverkas ett flertal byggnader inom sjukhusområdet med flera decimeter vatten mot byggnadernas fasad.

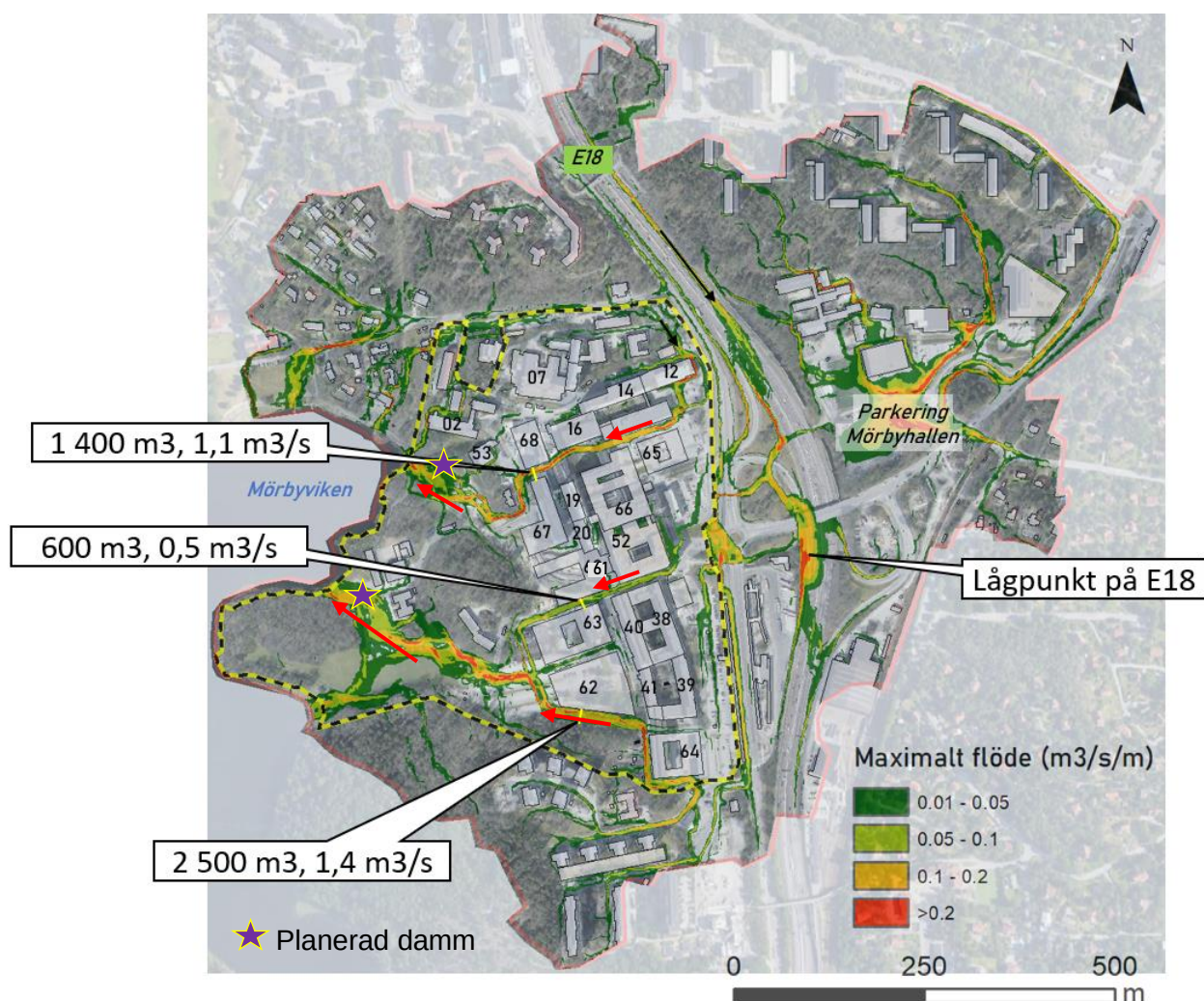


Figur 14. Befintlig situation (vattendjup i m) vid ett klimatanpassat 200-årsregn.

7 Analys av planförslaget

7.1 Flödesvägar

Flödesvägar inom planområdet med omnejd vid ett klimatanpassat 6-timmars 100-årsregn för situationen med planförslaget redovisas i Figur 15. Vattnet från sjukhusområdet rinner generellt västerut till recipienten Mörbyviken. I Figur 15 pekas tre stora flödesstråk och dess flöden ut samt volym vid klimatanpassat 100-årsregn: ett flödesstråk mellan byggnad 67/68, ett flödesstråk mellan byggnad 62/63 och ett flödesstråk söder om byggnad 62. Avrinningsområdet till lågpunkten på E18 minskar jämfört med situationen idag men är fortsatt oframkomlig, se kapitel 8.1. Det föreslås två dagvattendammar, se markering i Figur 15. Dammarna kan riskera att förstöras vid ett skyfallshändelse där föroreningar riskera att spolas ur dammarna.

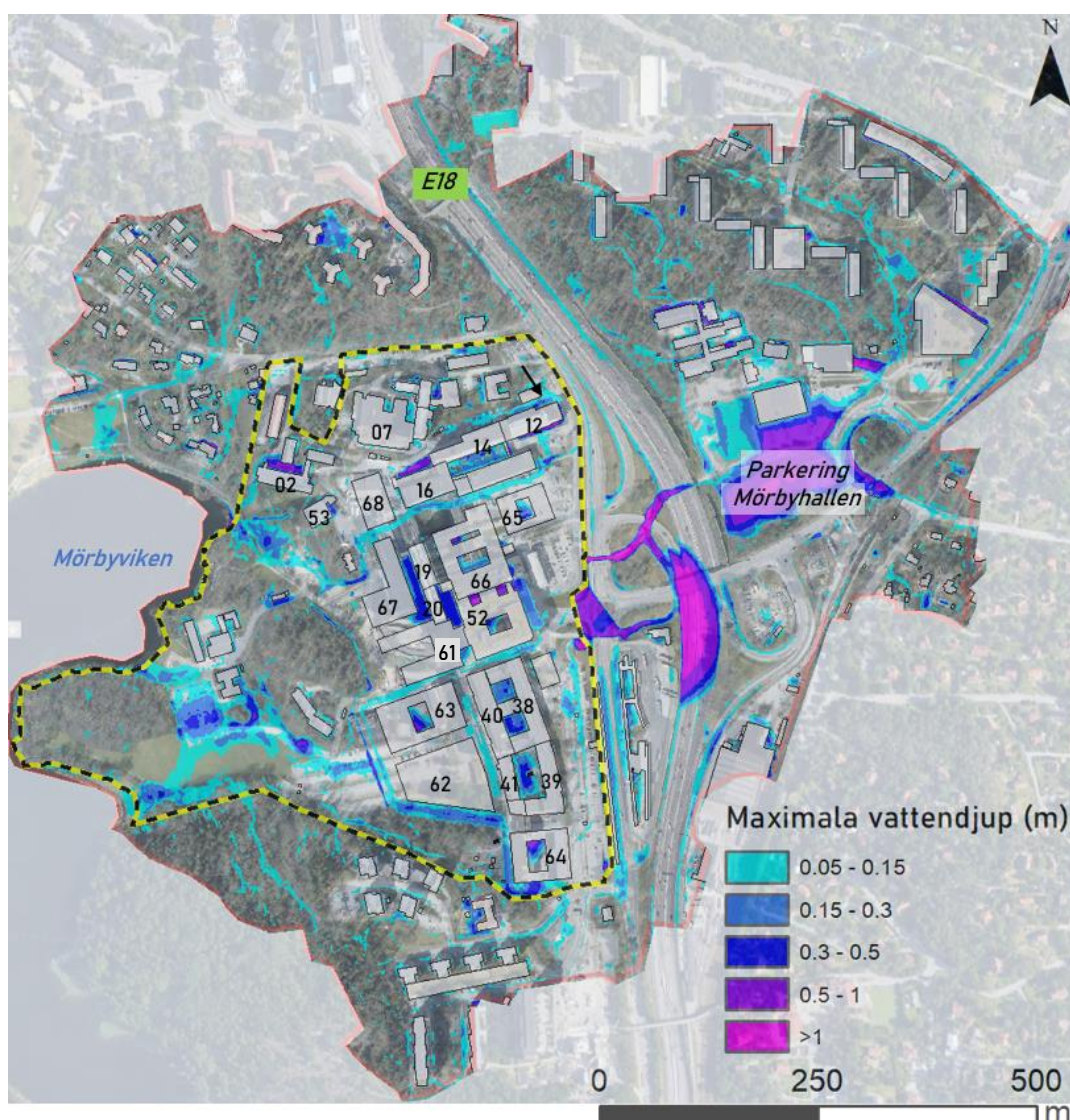


Figur 15. Flödesvägar vid skyfall för situationen enligt planförslaget. Maximalt flöde och ackumulerat volym redovisas för tre flödesvägar.

7.2 Maximala vattendjup vid 100-årsregn

Maximala vattendjup för planförslaget redovisas i Figur 16 vid ett klimatanpassat 100-årsregn.

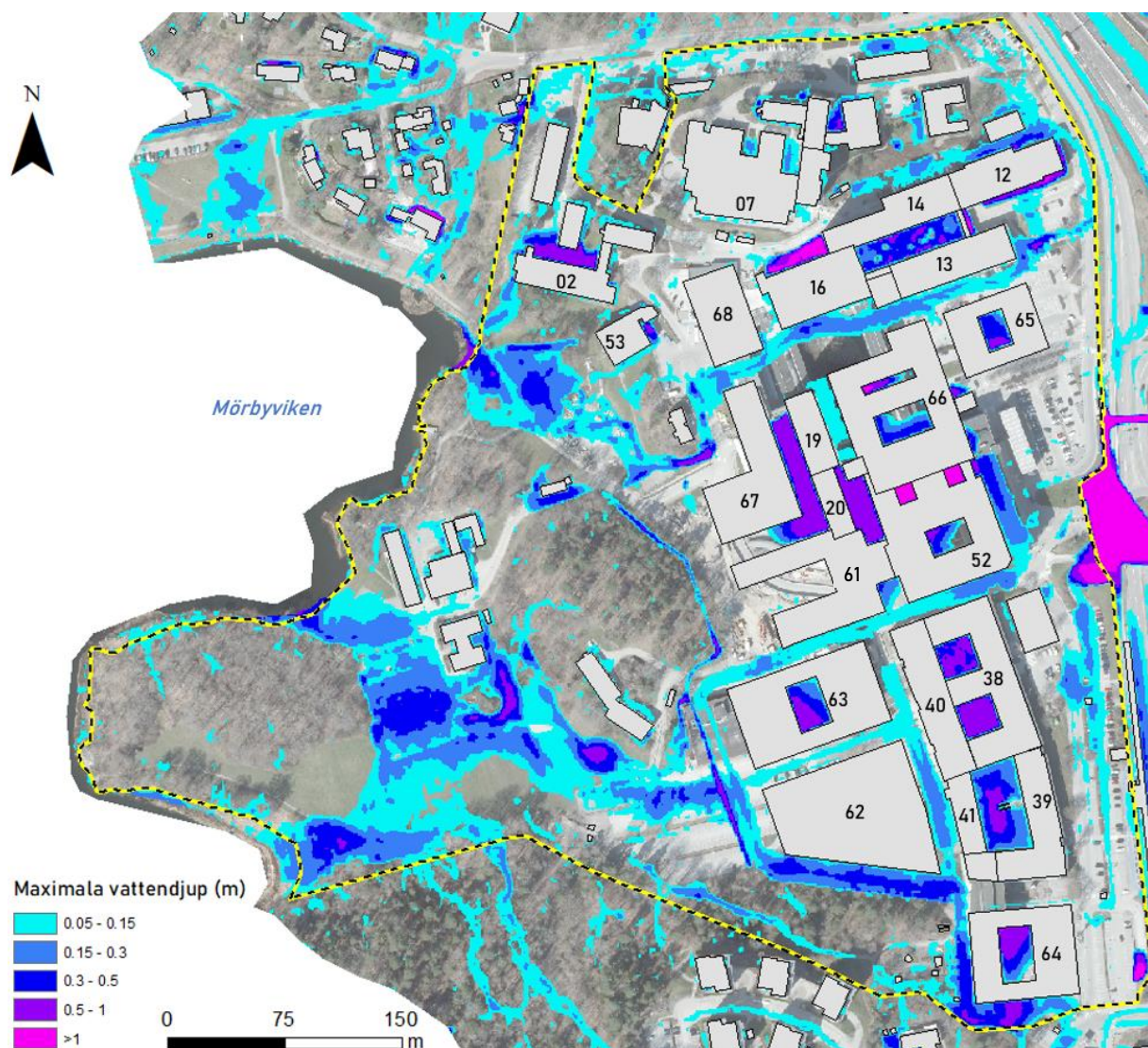
Framkomligheten på huvudgatorna inom sjukhusområdet är säkerställd med maximala vattendjup på under 30 cm. Ett instängt område mellan byggnader 19/20/67 skapas med maximal vattennivå på + 9,6 m som motsvarar vattendjup upp till 42 cm. Fortsatt vattenansamling vid ingången till akutmottagningen (byggnad 52) samt byggnad 12. Större vattendjup förekommer söder om byggnad 64 där en garageinfart illustreras.



Figur 16. Maximala vattendjup i meter vid ett klimatanpassat 100-årsregn för situation med planförslaget enligt Figur 2.

7.3 Maximala vattendjup vid 200-årsregn

Maximala vattendjup vid ett klimatanpassat 200-årsregn redovisas i Figur 17. Vattendjupen på lokalgatan söder om byggnad 62 överstiger 30 cm vilket kan påverka framkomligheten vid 200-årsregn. Akutmottagningens ingång (byggnad 52) blir otillgänglig för patientmottagning. Vattnet mellan byggnaderna 67/19/20 stiger till +10 m (RH2000) motsvarande upp till 80 cm vattendjup. En del vatten samlas på sjukhusets innergårdar. I övriga delar är resultatet liknande den som vid klimatanpassat 100-årsregn, se förgående kapitel. Det rekommenderas att garageinfarten på södra sidan om byggnad 64 flyttas till norra sidan av byggnaden. Vid klimatanpassat 200-årsregn påverkas ett flertal byggnader inom sjukhusområdet med flera decimeter vatten mot byggnadernas fasad.



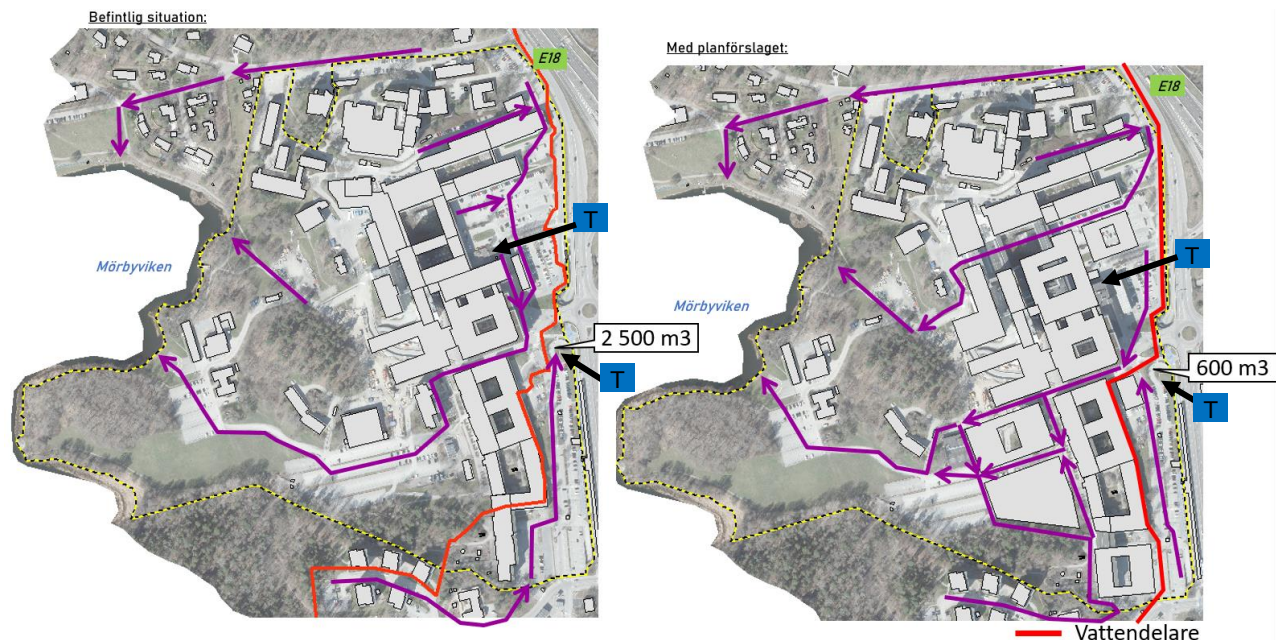
Figur 17. Maximala vattendjup i m vid ett klimatanpassat 200-årsregn inom planområdet vilket är markerat med gul linje.

8 Konsekvensanalys

De potentiella effekterna av planförslaget redovisas i form av en konsekvensanalys. Genom att jämföra nuvarande situation med de förhållanden som förväntas uppstå enligt planförslaget, har både positiva och negativa förändringar utifrån skyfallssynpunkt identifierats.

8.1 Ändrade flödesvägar: nuläget och enligt planförslaget

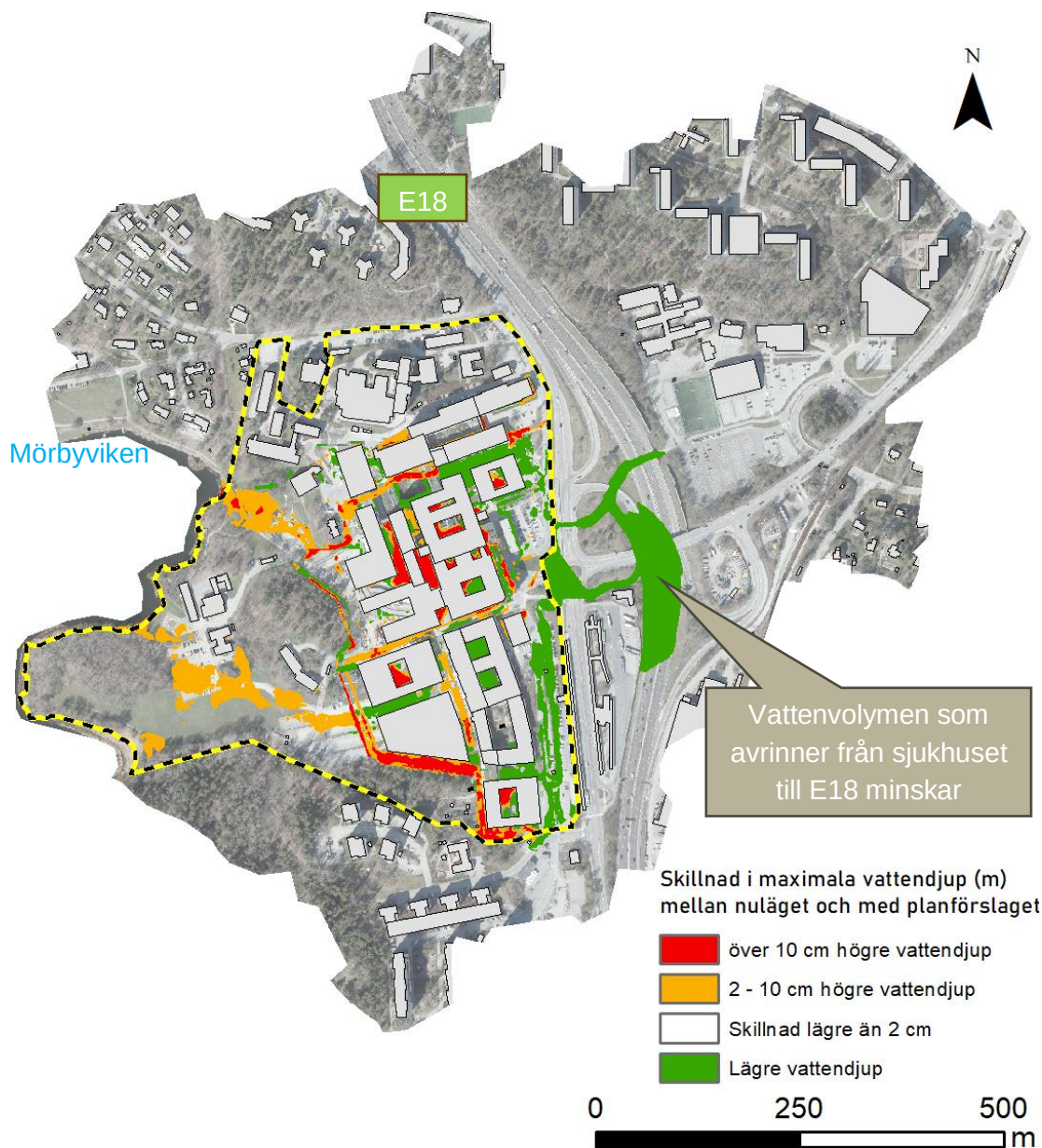
I Figur 18 jämförs hur flödesvägarna skiljer sig mellan befintliga förhållanden till vänster i figuren och med planförslaget till höger i figuren. Flödet från sjukhusområdet till E18 minskar betydligt från 2 500 m³ till 600 m³ vid klimatanpassat 100-årsregn. Detta på grund av att flödesvägen på södra sidan leds om i planförslaget och rinner västerut. Vattendjupen i lågpunkten på E18 förblir dock höga eftersom vatten fortsätter att rinna dit från de omgivande områdena utanför sjukhusområdet. Framkomligheten på motorvägen påverkas därför även efter genomförandet av planförslaget. Överlag blir det tydligare avrinning med kortare skyfallsstråk genom utredningsområdet mot Mörbyviken via lokalgatorna i planförslaget. Flödet mot tunnelbanans entré förväntas generellt minskar med planförslaget, se **T** i Figur 18 som markerar entréerna till tunnelbanan.



Figur 18. Flödesvägar i jämförelse. Till vänster visas flödesvägar vid befintlig situation och till höger flödesvägar med planförslaget.

8.2 Skillnad i vattendjup

I Figur 19 redovisas skillnaden i maximala vattendjup mellan nuläget och planförslaget. Vattenvolymen som avrinner från sjukhusområdet till lågpunkten på E18 minskar efter den planerade exploateringen vilket leder till att vattendjupet minskar med 17 cm.



Figur 19. Skillnad i maximala vattendjup mellan nuläget och planförslaget. Gröna områden visar att vattendjupet har minskat efter den tänkta exploateringen jämfört med nuläget och röda områden visar att vattendjupet har ökat.

8.3 Vattennivåer och entrénivåer

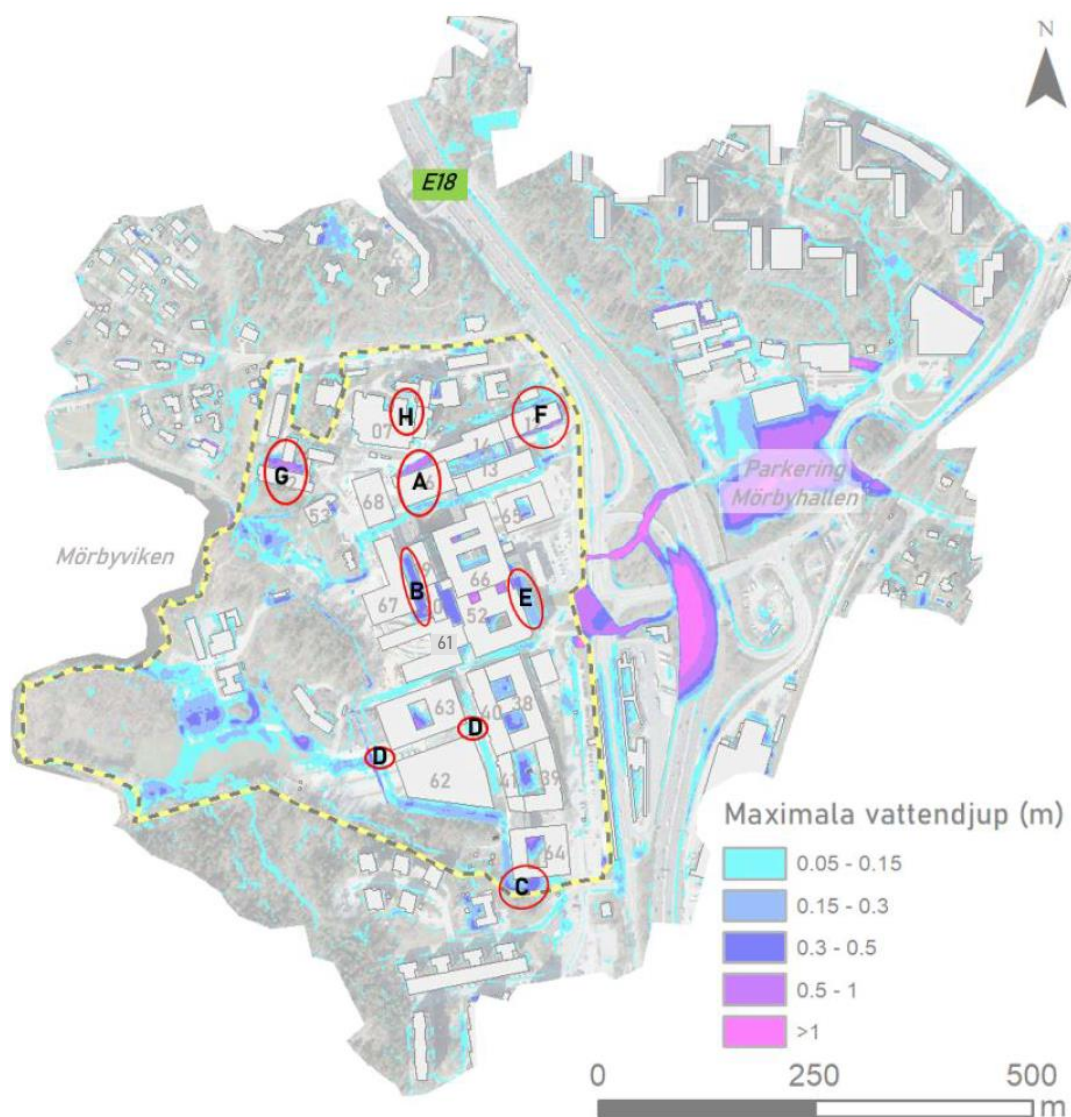
I Tabell 2 redovisas några utvalda vattennivåer vid 100- och 200-årsregn samt byggnadernas entrénivåer. Byggnadernas entrénivåer behöver kontrolleras på plats då några av de angivna nivåer i underlaget inte överensstämmer med höjdmodellen. En del entréer är eventuellt upphöjda genom ramper (som inte är med i höjdmodellen) eller det handlar sig om källarnedgångar/entréer.

Tabell 2. Byggnadens lägsta entrénivåer i förhållandet till maximala vattendjup enligt skyfallsmodellen vid 100- och 200-årsregn för både befintlig situation och för planförslaget.

Byggnad	Lägsta entrénivå	BEFINTLIG Maximal vattennivå, m (RH2000) 100-årsregn/200-årsregn	MED PLANFÖRSLAGET Maximal vattennivå, m (RH2000) 100-årsregn/200-årsregn
2/03		18.1/18.2	18.1/18.2
Tidigare 3/ny by 66 (Huvudentré)	16.02	16.3/16.4	Inget stående vatten
9/10		27.4/27.5	27.4/27.5
12 – norra sidan	22.43 (upphöjd entré)	22.2/22.4	22.2/22.4
13/14 (innergård)		16.7/16.8	16.7/16.8
26	16.2	16.3/16.4	utgår
16		19.3/19.7	19.4/19.7
17		10.4/10.5	utgår
18/19/20	9.22	9.8/9.9	utgår
22	16.02	16.3/16.4	utgår
52	13.05	13.4/13.5	13.4/13.5
24/26 (innergård)		14.9/15.4	utgår
38/40	14.67	11.3/11.7 (på innergården)	11.3/11.7 (på innergården)
41/39	14.5	11.1/11.3	11.1/11.3
42	14.5 (uppgift korrekt?)	15.1/15.2	utgår
67/19/20	9.2	Ej relevant	9.6/10.0

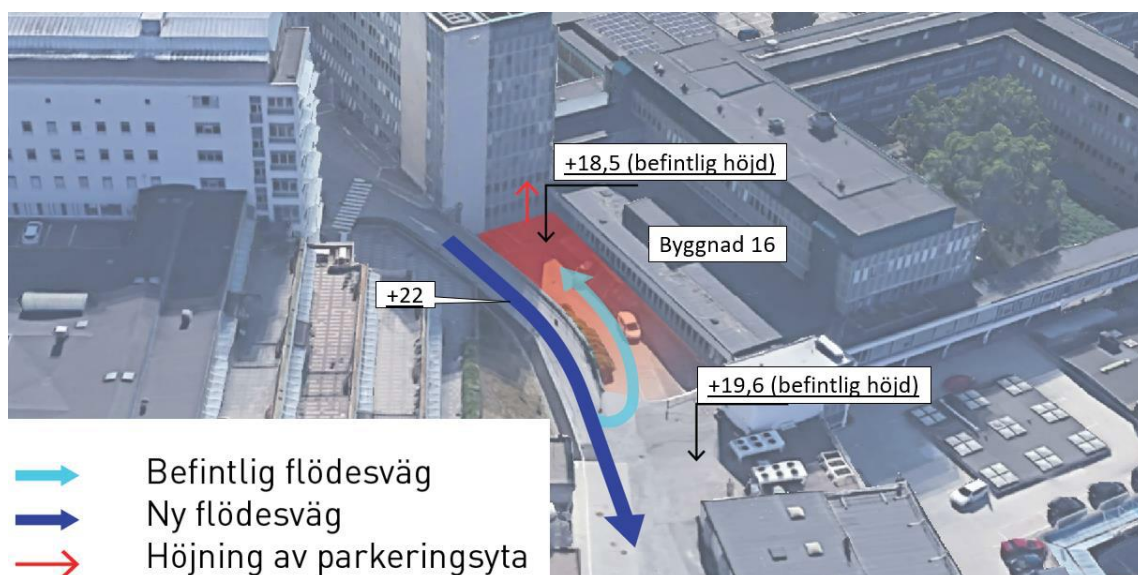
9 Problemområden vid skyfall, rekommendationer till nästa skede

I Figur 20 markeras identifierade problemområden vid skyfall där åtgärder rekommenderas att studeras i nästa skede. I följande kommer en kort beskrivning för de markerade områden i kartan nedan.



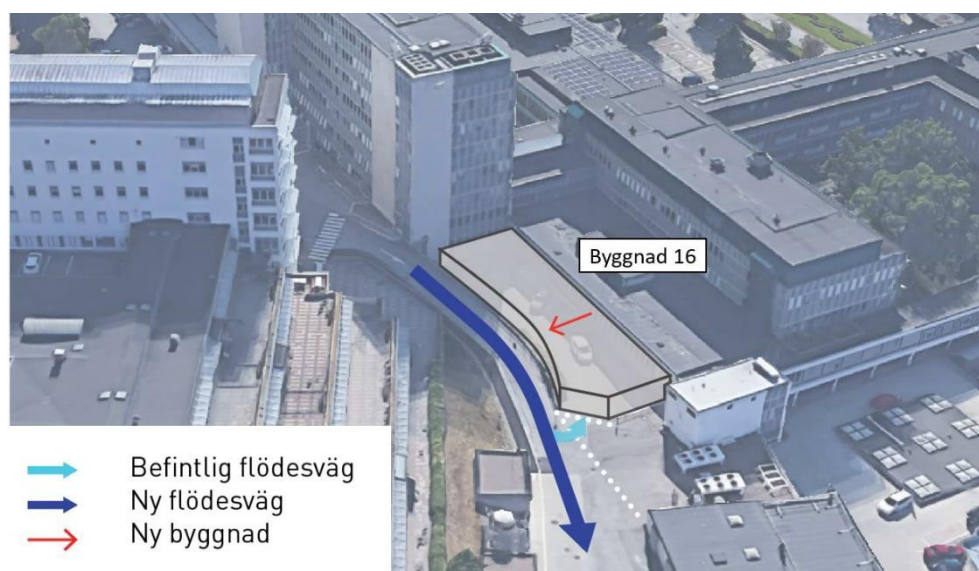
Figur 20. I kartan markeras identifierade problemområden vid skyfall.

A Flödesvägen har hamnat mycket nära byggnad 16. För att flödesvägen inte ska hamna nära byggnad 16 behöver höjdsättningen på lokalgatan finjusteras. På baksidan av byggnad 16 finns en parkeringsplats som är tillgänglig via tillfartsvägen som ligger drygt 3,5 m högre än parkeringsplatsen. Vid skyfall rinner vattnet ner mot parkeringsplatsen, se Figur 21.



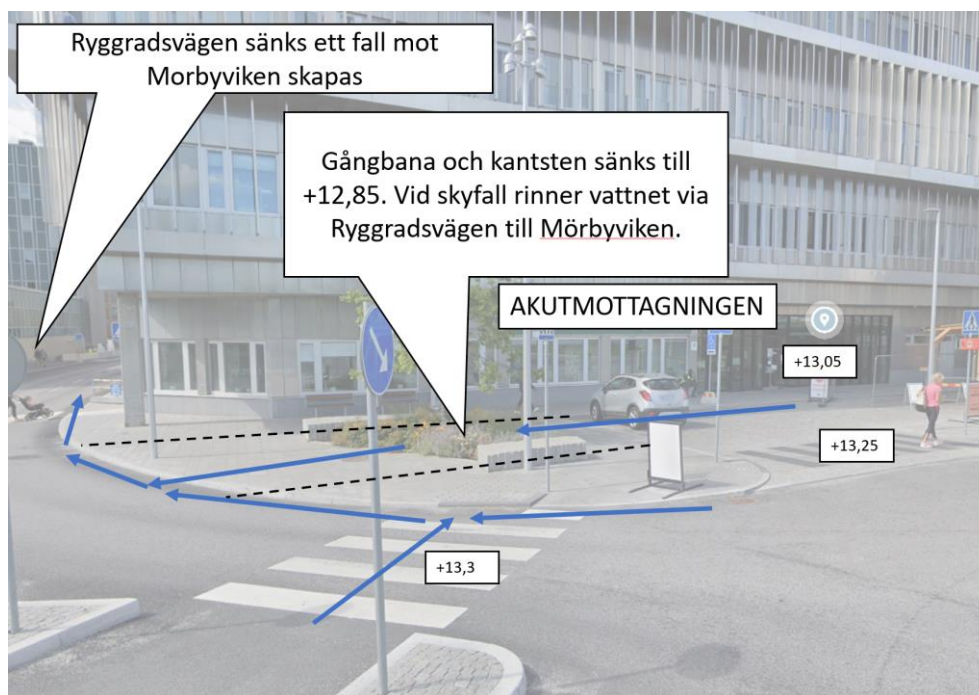
Figur 21. Översvämningsproblematik på baksidan av byggnad 16 idag.

Förslagningsvis kan en ny byggnad placeras där parkeringsplatsen är idag med lutning iväg från byggnaden till gatan, se Figur 22.



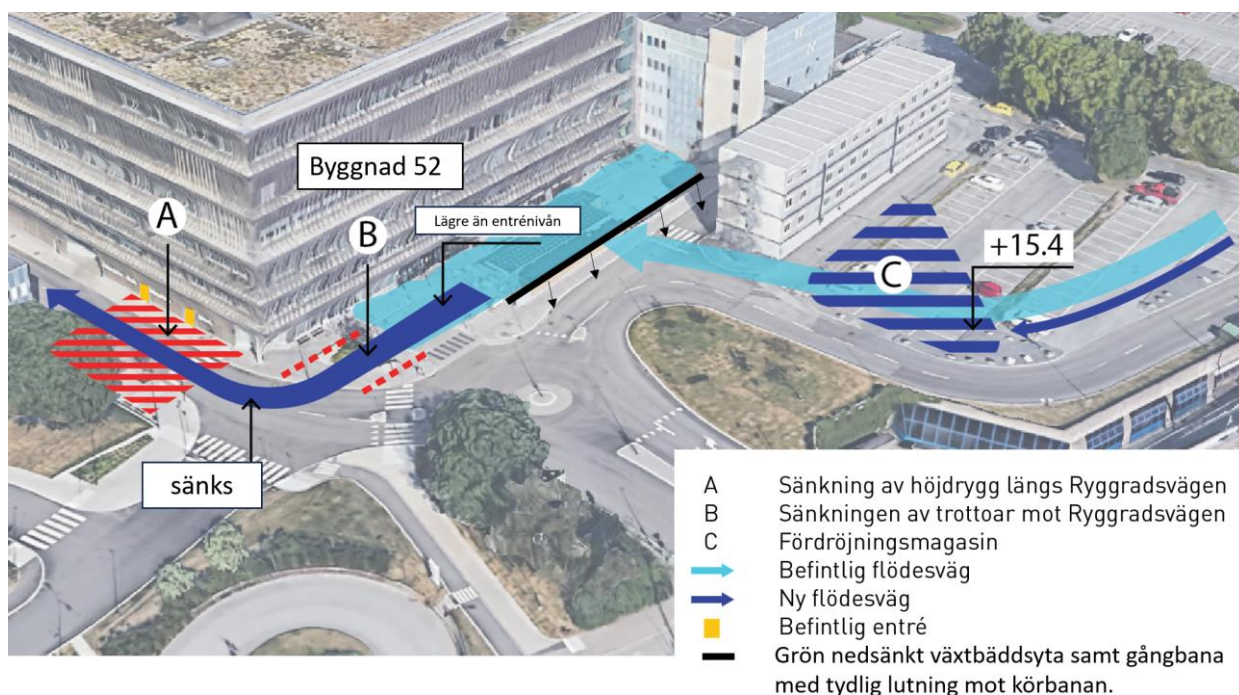
Figur 22. Förslag på höjning av parkeringsområdet intill byggnad 16.

- B** Ett instängt område skapas mellan byggnad 19/20/67 där tröskelnivån för utflödet ligger på +11 m (RH2000). Entréer och andra öppningar föreslås höjas till minst en nivå över den maximala vattennivån vid klimatanpassat 100-årsregn på + 9,6 m samt en tillkommande säkerhetsmarginal på 10 – 20 cm. (Nivån kan verifieras efter slutlig skyfallsmodellering). Åtgärder kan omfattas av optimal takavvattning, hållbar dagvattenhantering och placering av dagvattenbrunnar. En underjordisk magasin för avvattning kan vara en lämplig lösning. Portik är inte möjligt på grund av befintliga höjdförhållanden.
- C** Söder om byggnad 64: flytt av garageinfart till norra sidan av byggnad 64 anses vara fördelaktigt utifrån skyfallsperspektiv.
- D** Utflödet av skyfallsvattnet från lokalgatan ut mot parkområdet säkerställs via höjdsättning under detaljprojekteringen. Vatten ska helst inte leda in mot lokalgatan från huvudgatan söder om byggnad 62 och Ryggradsvägen.
- E** Vattenansamling vid akutmottagningen (byggnad 52): avrinningsområdet till ingången kan minskas genom fördröjningsåtgärder på parkeringsytan vid huvudentrén. Detta är en viktig punkt som föreslås detaljstuderas i kommande skeden för att förbättra befintlig situation. Eventuellt kan en ändrat höjdsättning på övergångsstället och Ryggradsvägen utredas samt på gångbanan, se Figur 23 och Figur 24. Vattnet tar sig ut via övergångsstället som ligger på en något högre nivå på +13,4 (lägsta nivån inom entréområdet ligger på +12,8). Vid skyfall kommer inga patienter att kunna lämnas varken i nuläget eller i situationen med planförslaget.



Figur 23. Förslag på avvattning av akutmottagningens entréområde.

Det rekommenderas att entrénivån verifieras genom inmätningar. En viss säkerhetsmarginal på ungefär 20 cm rekommenderas mellan lägsta entrénivå och maximal vattennivå vid minst ett klimatanpassat 100-årsregn.



Figur 24. Flödesvägar till och från akutmottagningen med omnejd.

- F** Byggnad 12 ligger i en lokal lågpunkt, inget vatten får ledas mot byggnad 12 i kommande skede.
- G** Byggnad 02 står perpendikulär i en rinnväg. Byggnaderna behöver skyfallssäkras och entrénivåer kontrolleras.
- H** Instängt område vid byggnad 07/08 skapar en vattenansamling på parkeringen. Bra dränering rekommenderas.

Generellt rekommenderas säkerställning av innergårdarnas avvatning.



Figur 25. Rekommendation på marklutningar utifrån skyfallshanteringen.

10 Rekommendationer vid högvattenhändelser

Bebyggelse med samhällsviktiga funktioner behöver placeras ovanför nivån +2,7 m (RH2000) enligt länsstyrelsens rekommendationer för lägsta grundläggningsnivån längs Östersjökusten i Stockholms län. På detta sätt kan skyddsåtgärder undvikas. För de befintliga byggnaderna 33, 46 och 47 (se kapitel 5) rekommenderas skyddsåtgärder för att motverka negativa konsekvenser av en översvämning till följd av högvattenhändelser i Östersjön.

Exempel på skyddsåtgärder är tillfälliga översvämningsbarriärer eller permanenta skyddsvallar. Konstruktionen behöver utformas på ett sådant sätt att skyfallsvattnet kan rinna av samtidigt som att vattnet inte ska kunna flöda igenom underliggande marklager eller via dagvattenledningar.

11 Slutsatser och rekommendationer

Planförslaget bidrar på flera sätt till att förbättra hanteringen av skyfall och minska översvämningsriskerna inom sjukhusområdet. Genom att luta lokalgatan mellan byggnaderna 13 och 65 västerut och placera byggnadsvolymer strategiskt skapas ett nytt skyfallsstråk, vilket underlättar avrinningen mot recipienten Mörbyviken. Dessutom minskas flödet från parkeringsplatsen öster om byggnaderna 42, 39 och 8, som tidigare bidrog till översvämningsrisker på E18, från 2 500 m³ till 600 m³. Detta leder till ett minskat vattendjup med 17 cm. Vattendjupen i lågpunkten på E18 är dock fortsatt höga eftersom vatten fortsätter att rinna dit från de omgivande områdena utanför sjukhusområdet. Framkomligheten på motorvägen påverkas därför även efter genomförandet av planförslaget.

Trots dessa förbättringar finns det kvarstående utmaningar. De befintliga byggnaderna 33, 46 och 47 ligger 20 cm under den rekommenderade lägsta grundläggningsnivån på +2,7 m (RH2000), vilket gör dem sårbara vid högsta beräknade vattenstånd. För att skydda dessa byggnader bör tillfälliga nödskyddsåtgärder (OBS beredskap krävs) vidtas vid en högvattenhändelse i Östersjön.

Ett instängt område mellan byggnaderna 19, 20 och 67 saknar idag effektiv yttlig avrinning. Vid klimatanpassat 100-årsregn förväntas en maximal vattennivå på +9,6 m (RH2000) enligt skyfallsmodelleringen. På grund av befintliga byggnaders höjdsättning kan en utflödesväg inte skapas, vilket gör att dagvattenåtgärder som placering av dagvattenbrunnar och infiltrationsmöjligheter bör studeras noggrant. Det föreslås även att takavvattnings- och taklutningar justeras för att begränsa avrinningsområdet till det instängda området.

Vattenansamling framför Akutmottagningens ingång (Byggnad 52) är fortfarande problematisk även med det nya planförslaget. Entrén ligger ungefär 20 cm lägre än lägsta tröskelnivån på övergångsstället vilket innebär att vattenflödet idag riktas mot byggnadens entré snarare än att avledas ut från området. Det rekommenderas att begränsa avrinningen till ingången genom fördröjningsåtgärder på parkeringsplatsen ovanför övervägas och studeras noggrant. Höjdsättning på övergångsstället samt Rygggradsvägen behöver ses över i fall det kan skapas ett bättre yttlig flödesväg ut från akutmottagningens entréområde. Det rekommenderas att entrénivån eventuellt verifieras genom nya inmätningar. En viss säkerhetsmarginal på ungefär 20 cm rekommenderas generellt mellan lägsta entrénivå och maximal vattennivå vid minst ett klimatanpassat 100-årsregn.

Vatten ansamlas också mot fasaderna på flera byggnader samt på innergårdarna, särskilt vid byggnaderna 12 och 16, vilket kräver uppmärksamhet. Byggandet av en dagvattenledningsnätsmodell för området rekommenderas för att analysera och dimensionera systemet i detalj. Avvattnings- och dagvattenledningsnätet bör ses över i samband med denna analys. Det är också nödvändigt att undersöka ledningsnätets skick och eventuella felkopplingar på plats.

Avrinning mot tunnelbanans entréer minskar med planförslaget enligt resultat i simuleringen.

12 Referenser

Danderyds kommun, 2022. Klimatanpassningsplan för Danderyds kommun 2022-2031.

Länsstyrelsen (Stockholms och Västra Götalands län), 2018.

Rekommendationer för hantering av översvämningar till följd av skyfall.

Länsstyrelsen Stockholm, 2018. Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå längs Östersjökisten i Stockholms län.

MSB, 2021. Den robusta sjukhusbyggnaden.

MSB, 2023. Metod för skyfallskarteringar av tätorter.

WRS, 2021-04-27. Dagvatten Danderyds sjukhus.

WRS, 2022-03-04. Fördjupad studie av kritiska skyfallsvägar vid Danderyds sjukhus