

PM

UPPDRAG Mariestad Katthavsviken översvämning utredning	UPPDRAGSLEDARE Andreas P Karlsson	DATUM 2019-05-16
UPPDRAGSNUMMER 13008004-001	UPPRÄTTAD AV Andreas P Karlsson Sol Wallinder Kluge Sebastian Bokhari Irminger GRANSKAD AV Sara Karlsson	

Anpassning till höga vattenstånd i Väner och skyfall

Inledning och bakgrund

Mariestads kommun arbetar med en detaljplan för ett område invid Katthavsviken. Kommunen har av Länsstyrelsen erhållit samrådsyttrande på detaljplanen, daterat 2016-01-29, i vilket länsstyrelsen meddelar att de inte anser att planen behandlar översvämningssrisker på ett tillfredsställande sätt och att kompletteringar av planunderlaget behövs. Detta PM utgör sådan komplettering.

I detta PM görs en fördjupad analys av tillgängliga planeringsunderlag med avseende på höga vattenstånd i Väner och återkomsttider, i syfte att ge en mer komplett beskrivning av riskbilden inom planområdet. De publikationer som analyseras är SMHI:s publikation "Klimatologi 44" (2017), länsstyrelsens publikation "Faktablad – Väner" (version 2017:1) och länsstyrelsens publikation "Stigande vatten" (2011). Med ledning av den fördjupade kunskap om och företåelse för beräkningsantaganden som finns i ovan nämnda publikationer, främst i Klimatologi 44, görs en platsspecifik beskrivning av risk och återkomsttid kopplad till olika högvattennivåer i Väner. I denna beskrivning tas hänsyn till både sannolikheten för högvatten i sig och till den kombinerade sannolikheten av högvatten i kombination med ogynnsam vind. Vidare beaktas att olika väderfenomen ger översvämning på olika tidsskalor, från några timmar upp till flera veckor, vilket är av stor betydelse för vilka konsekvenser översvämning kan förväntas ge.

I sitt yttrande till förslag till detaljplan för Katthavsviken, Mariestads centralort lyfter Länsstyrelsen även fram frågan om konsekvensen vid ett 100-års regn. Se nedanstående frågeställning från länsstyrelsens samlade bedömning, dat. 2016-01-29.

"...Länsstyrelsen anser även att planförslaget måste säkerställa att utrymningsvägar har lämplig nivå, placering och utformning vid händelse av översvämning och att plankarta med bestämmelser ska ange mark där översvämningsskydd utmed strandkanten kan uppföras i ett senare skede. För vägledning bl.a. rörande tillgängliga räddnings- och tillfartsvägar hänvisas till Göteborgs stads rapport som behandlar frågan om riskhänsyn vid hantering av översvämningssrisker."

Mariestads kommun har med anledning av ovanstående frågeställning låtit genomföra en utökning av befintlig markavrinningsmodell, som bl. a. omfattar avrinningsområde Katthavsvikens detaljplan.

Huvudsyftet med detta PM är att ge svar på de frågor som Länsstyrelsen ställer med avseende på skyfall och avslutas med en slutsats med bedömning av vad den fördjupade kunskapen innebär för lämpligheten av bebyggelse inom planområdet.

Höga vattenstånd, Faktablad – Vänern

I Faktablad – Vänern (version 2017.1) finns beräknade högvattennivåer för olika återkomsttider på olika platser kring Vänern. Nivåerna avser ett framtida klimat (perioden 2069-2098, RCP8,5) med bibehållen tappningsplan. Beräknade nivåer inkluderar landhöjningseffekter och tillägg för vinduppstuvningseffekter. Nivåerna för Mariestad följer nedan.

- Medelvattennivå, +44,58 m (RH2000)
- 100-årsnivå, +46,65 m (RH2000)
- 200-årsnivå, +46,85 m (RH2000)
- Beräknad högsta nivå, +47,44 m (RH2000).

I "Stigande vatten" finns en indelning i översvämningszoner enligt följande:

- Zon 4: översvämning en gång på 100 år eller oftare.
- Zon 3: översvämning mellan en gång på 100 år och en gång på 200 år.
- Zon 2: översvämning mellan en gång på 200 år och högsta beräknade nivå.
- Zon 1 översvämning inträffar inte.

I "Faktablad – Vänern" har beräknade högvattennivåer satts i relation till översvämningszonerna från "Stigande vatten" på följande sätt:

- Zon 4: lägre än +46,65 m (RH2000)
- Zon 3: +46,65 till +46,85 m (RH2000)
- Zon 2: +46,85 till +47,44 m (RH2000)
- Zon 1: högre än +47,44 m (RH2000)

Nivåerna som presenteras i "Faktablad – Vänern" visar högvattenhändelser i kombination med vinduppstuvning. Den kombinerade sannolikheten att 100-års- eller 200-årshögvatten sker samtidigt som en vind 20 m/s blåser från NV är betydligt lägre än 1/100 respektive 1/200. När tillägget för vinduppstuvning inkluderas blir den nivå som erhålls inte längre representativ för en marknivå där områden kan förväntas översvämmas en gång på 100 år eller 200 år, utan för en nivå där översvämning sker mer sällan. Detta betyder att de framräkande nivåerna för zonindelningen i "Faktablad – Vänern" inte stämmer överens med hur zonindelningen beskrivs i "Stigande vatten".

2 (20)

PM
2019-05-

Hur vindens påverkan bäst inkluderas i riskanalysen är komplext, och det finns ett nästan oändligt antal kombinationer av vindriktning, vindstyrka och vattenstånd som kan undersökas. Den information som erhålls från "Faktablad – Väneren" är värdefull vid planering av samhällskritiska verksamheter som bör placeras inom zon 1 och för beredskaps- och evakueringsarbete inom övriga zoner, men det är viktigt att komma ihåg att de nivåer som presenteras i "Faktablad – Väneren" har en betydande säkerhetsmarginal i förhållande till att identifiera områden som översvämmas en gång på 100 respektive 200 år.

Vinduppstuvning, Klimatologi 44

SMHI har beräknat statisk vinduppstuvning vid Mariestad till 0,4 m (Klimatologi 44). Statisk vinduppstuvning innebär att vinden trycker vatten in mot stranden och att vattenytan då höjs. För att statisk vinduppstuvning ska uppstå krävs att vinden är tillräckligt kraftig och att vindriktningen är konstant under en längre tid, storleksordningen timmar. SMHI:s beräkningar bygger på en NV vind 20 m/s som blåser i 12 timmar. Riktning har av SMHI valts då den antas vara den mest ofördelaktiga.

Utöver statisk vinduppstuvning har SMHI också uppskattat en dynamisk vinduppstuvning till 0,2 m. Den dynamiska uppstuvningen är inte plats-specifikt beräknad, utan bygger på ett generellt antagande att den dynamiska uppstuvning utgör 50% av den statiska uppstuvningen (Klimatologi 44). SMHI beskriver den dynamiska uppstuvningen som en stående våg som studsar mellan bassängens (sjöns/vikens) kanter och svänger kring sitt eget jämviktsläge. Tiden mellan två vågtoppar beror på bassängens storlek, men är normalt i storleksordningen timmar (Klimatologi 44).

Den stående våg som utgör den dynamiska uppstuvningen uppstår inte varje gång det råder statisk uppstuvning, utan kräver specifika förhållanden. Mariestad ligger längs den östra stranden av Mariestadviken, en vik med en tydlig SV-NO orientering. Viken är cirka 16 km lång i SV-NO riktning, men bara cirka 5 km bred i NV-SO riktning. I en långsmal vik är det förhållandevis svårt för en stående våg att uppstå över vikens bredd (NV-SO riktning), men det är under rätt förhållanden jämförelsevis lätt för en stående våg att uppstå i vikens längsled (SV-NO). Detta talar mot att det skulle finnas någon dynamisk komponent av betydelse att inkludera. Visserligen skulle en stående våg i SV-NO riktning också leda till dynamiska effekter vid Katthavsviken, men att en stående våg i SV-NO riktning skulle utvecklas samtidigt som det blåser NV vind som genererar statisk uppstuvning mot den östra sidan av viken bedöms som mycket osannolikt. Inte heller om man tänker sig att bassängen sträcker sig bortom Mariestadviken och inkluderar hela den östra delen av Väneren bedöms uppkomst av en stående våg vid NV vind som sannolik. Vänerens huvudsakliga orientering är i N-S riktning, och etablering av stående vågor i O-V riktning bedöms inte sannolikt. Att i Mariestadviken inkludera både statisk och dynamisk uppstuvning är således sannolikt en överskattning av risken för översvämning.

Höga vattenstånd exklusive vinduppstuvning

Som framkommit ovan ger inkludering av vinduppstuvningseffekter inte en korrekt bild av återkomsttider. Nedan visas de vattenstånd som erhålls om vinduppstuvningseffekter på 0,6 m dras av 100- och 200-årsnivån. För Beräknad högsta nivå är det rimligt att låta tillägget vara kvar då situationen är tänkt att spegla "värsta möjliga". Dock bör den dynamiska komponenten (0,2 m) exkluderas, enligt resonemang ovan.

Högvattennivåer vid Mariestad utan vinduppstuvning samt med endast statisk uppstuvning på Beräknad högsta nivå:

- 100-årshögvatten (ingen uppstuvning): +46,05 m (RH2000)
- 200-årshögvatten (ingen uppstuvning): +46,25 m (RH2000)
- Beräknad högsta nivå (ingen uppstuvning): +46,84 m (RH2000)
- Beräknad högsta nivå (statisk uppstuvning 0,4 m): +47,24 m (RH2000)

Zonindelning utan vinduppstuvning på 100- och 200-år och endast statisk uppstuvning på Beräknad högsta nivå:

- Zon 4: lägre än +46,05 m (RH2000)
- Zon 3: +46,05 till +46,25 m (RH2000)
- Zon 2: +46,25 till +47,24 m (RH2000)
- Zon 1 (inkl. statisk uppstuvning): högre än +47,24 m (RH2000)

Högvattens varaktighet

Högvatten

Varaktigheten för högvattennivåer i Väneren har historiskt varit långa, från några veckor till över en månad. Det är mot bakgrund av detta rimligt att förutsätta att planområdet kan komma att utsättas för höga vattennivåer i tidsskalan flera veckor. Högvattnets långa varaktighet har stor betydelse för planeringen av området eftersom det ställer krav på möjligheten att röra sig till, från och inom planområdet under tiden som det är översvämmat.

Vinduppstuvning

För effekter av vinduppstuvning är tidsskalan en annan. Statisk vinduppstuvning pågår bara så länge som vinden har tillräcklig kraft för att snedställa vattenyta, och tidsskalan för vinduppstuvning kan antas variera inom storleksordningen flera timmar till något dygn. Den vattenståndshöjning som uppstår av vinduppstuvning kan alltså förväntas dra sig tillbaka.

Översvämningsrisk inom planområdet

Bostäder och verksamheter av större vikt

Den lägsta nivå som bostäder eller verksamheter av större vikt planeras till inom planområdet är enligt kommunen +46,85 m (RH2000). Marknivån ger en betryggande marginal (6 dm) till gränsen mellan zon 2 och 3, och återkomsttiden för översvämnning från Vätern blir längre än 200 år. Om 200-årshögvattnet skulle sammanfalla med en vind 20 m/s från NV, en kombination som har låg sannolikhet, så kan ett statistiskt vinduppstuvningstillägg av cirka 4 dm förväntas. Detta betyder att det fortfarande finns 2 dm marginal till planeringsnivån.

Vägar

Vägnätet inom planområdet bör planeras med hänsyn till högvattens långa varaktighet, till undvikande av utdragen isolering av hela eller delar av planområdet. Alla delar av vägnätet behöver inte vara farbara vid alla upptänkliga situationer, men det bör finnas ett sammanhängande vägnät till, från och inom området som kan nyttjas samtidigt som vattennivån är hög i Vätern.

Den planeringsnivå som gäller för bostäder och verksamheter av större vikt, +46,85 m (RH2000), bör också gälla för en sammanhängande del av vägnätet. Vid nivå +46,85 ligger vägbanan högre än vattenytan vid alla händelser upp till en 200-årshändelse inklusive vinduppstuvningen. Under tiden som vinduppstuvningen råder (storleksordning timmar) är marginalen från vägbanan till vattenyta cirka 2 dm, när vinden mojar och uppstuvningen klingar av ökar marginalen till cirka 6 dm. Vid Beräknad högsta nivå ligger vägbanan precis i nivå med vattenytan om uppstuvning inte sker, och cirka 4 dm under vattenytan om uppstuvning skulle ske. Uppstuvningens effekt avtar inom loppet av några timmar, så isoleringen av området är tidsmässigt begränsad. Räddningstjänstens större fordon har sannolikt möjlighet att ta sig fram genom cirka 5 dm vattendjup med begränsad hastighet. Under tiden som vägar ligger under vatten kan orienteringen försvåras, men orientering underlättas av kantmarkörer såsom lyktstolpar. En möjlighet för att ytterligare underlätta orientering är att ha speciella kantmarkörer som indikerar läget för de vägar som är tänkta att användas i nödsituationer. Sådana särskilda markörer kan med fördel förses med pegelinformation som visar rådande vattendjup över vägbanan för att underlätta räddningstjänstens planering.

Samhällskritiska funktioner

Samhällskritiska funktioner bör planeras till nivå +47,3 m (RH2000), till undvikande av störningens vid de mest kritiska översvämningsituationerna. Om det finns funktioner som tål att kortvarigt översvämmas, men som inte tål att långvarigt stå under vatten så kan nivån sänkas till +46,9 m (RH2000).

Skyfall

Som en följd av Länsstyrelsens rekommendation har Mariestads kommun i samverkan med Sweco tagit fram föreliggande detaljerade skyfallsstudie för kontroll av konsekvensen vid ett

100-årsregn. Utredningen har i detta skede fokuserat på detaljplaneområdet och dess avrinningsområde.

Speciellt har följande studerats:

- klargörande av lågpunkter i detaljplaneområdet där vatten kan ansamlas
- eventuell påverkan på och från utanförliggande områden
- bestämning av viktiga skyfallsleder
- klargörande av framkomlighet till och från detaljplaneområdet
- viktiga punkter att ta hänsyn till i samband med utformning av detaljplaneområdet

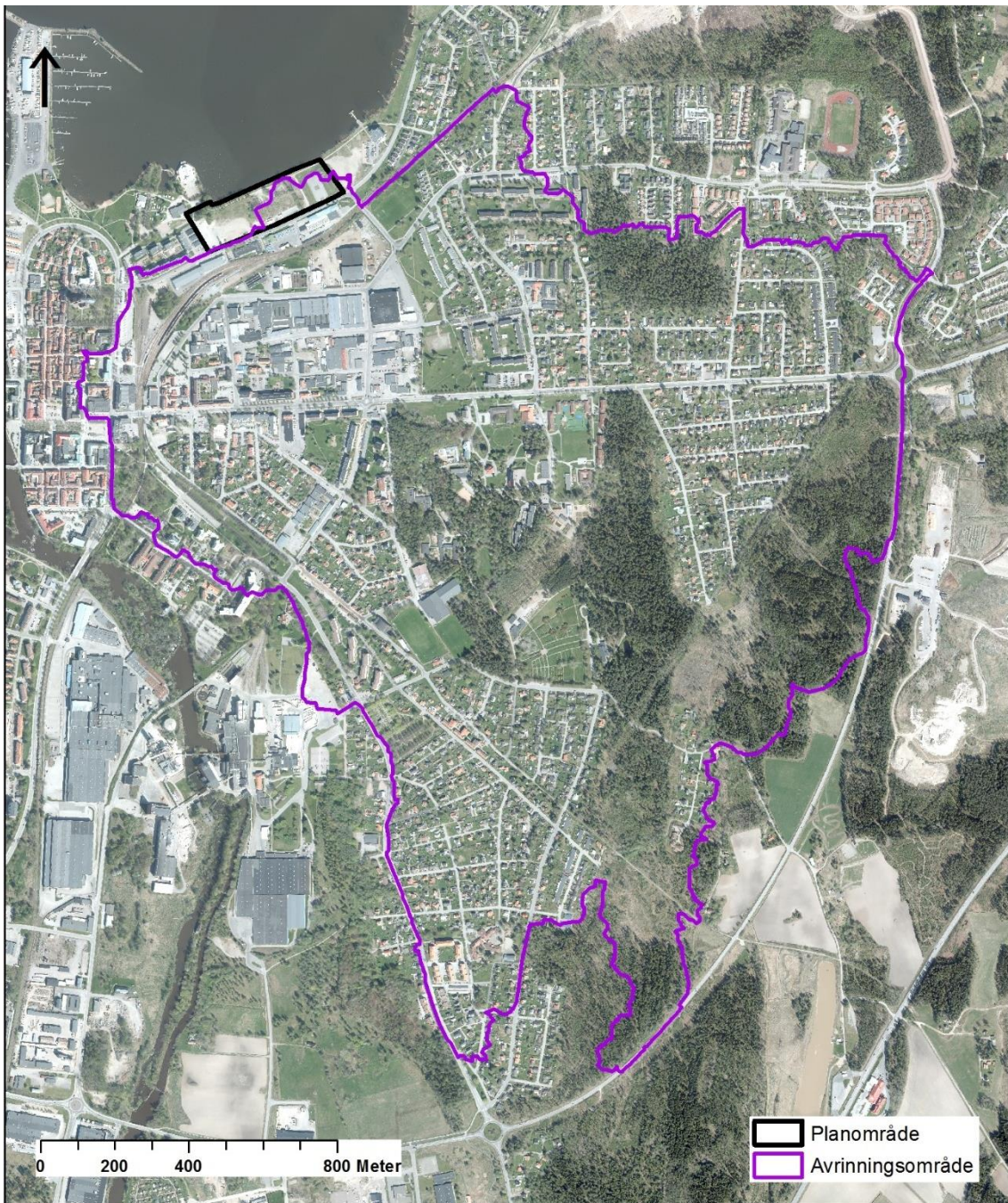
Dagvattnets avrinning och avledning har utretts utifrån befintlig situation med nuvarande bebyggelse då ingen markmodell finns tillgänglig för planerad byggnation inom detaljplaneområdet. Ambitionen med föreliggande modelleringsuppdrag har varit att tydliggöra vilka risker som finns idag i samband med skyfall, åskådliggöra hur avrinningsbilden i området ser ut samt att förtydliga vad som är viktigt att tänka på för att skapa en hållbar och säker ytvattenavledning inom och i anslutning till detaljplaneområdet vid ett framtida skyfall.

Orientering

I Figur 1 nedan visas gränsdragningen för detaljplaneområdet (svart) samt områdets tillhörande naturliga avrinningsområde (vid ytlig avrinning i samband med kraftig nederbörd), vilket markeras med lila.

6 (20)

PM
2019-05-



Figur 1. Avrinningsområde vid ytlig avrinning (lila) samt detaljplaneområde (svart).

Hantering av skyfallsrisker

Länsstyrelsen i Västra Götalands och Stockholms län har tagit fram ett faktablad, "Fakta 2018:5, Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall – stöd i fysisk planering" där det bl.a. beskrivs hur risken för översvämning till följd av skyfall konkret behöver hanteras i enskilda detaljplaner.

Länsstyrelsen rekommenderar bl. a:

- Att ny bebyggelse ska planeras så att den inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett 100-årsregn.
- Risken för översvämning från ett 100-årsregn ska bedömas i detaljplanen och eventuella skyddsåtgärder ska säkerställas.
- Samhällsviktig verksamhet ska ges en högre säkerhetsnivå och planeras så att funktionen kan upprätthållas vid en översvämning.
- Framkomligheten till och från planområdet ska bedömas och ska vid behov säkerställas.
- Det nya planområdet ska inte försämra förutsättningarna för närliggande befintlig bebyggelse i händelse av skyfall.

Hänsyn till dessa rekommendationer ska tas vid planering av all ny bebyggelse, såväl vid lokalisering, som placering och utformning. En skyfallsplanering kan utföras för att t.ex. ingå som del i kommunens risk- och sårbarhetsanalys, ett tematiskt tillägg till den fördjupade översiktsplanen eller som ett fristående dokument i en detaljplan. Nedan följer en kort beskrivning på hur klimatanpassningsarbetet med avseende på skyfall planeras genomföras för detaljplaneområdet Katthavsviken.

Utvärdering av översvämningsrisk föreslås för denna utredning i stort att följa de riktlinjer som generellt börjat tillämpas i svenska kommuner. Ett exempel på detta är det planeringsdokument som Göteborgs Stad har tagit fram (Göteborgs Stad, Byggnadsnämnden 2017), se Figur 2 och 3 nedan.

8 (20)

PM
2019-05-

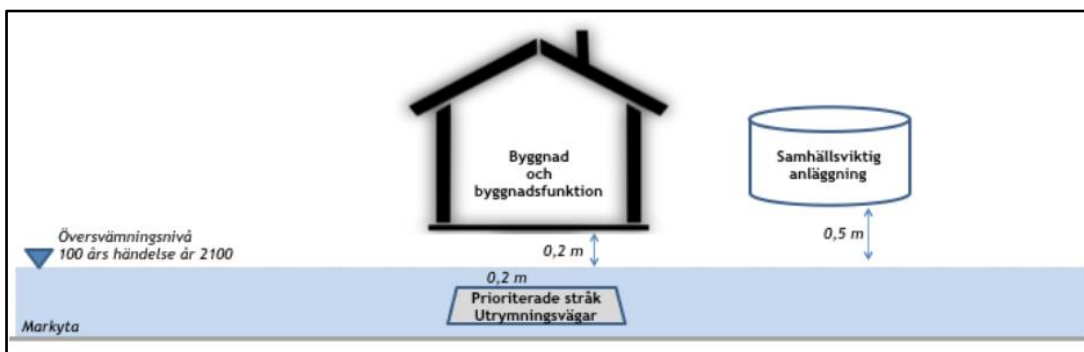
Tabell 2: Underlag för föreslagna planeringsnivåer vid dimensionerande händelse enligt Figur 1-4. Angivna höjder i tabellen är relativa höjder.

Funktion/Skyddsobjekt	Dimensionerande händelse/ Planeringsnivå		
	Högvatten Återkomsttid 200 år	Höga flöden Återkomsttid 200 år	Skyfall Återkomsttid 100 år
Samhällsviktig anläggning – nyanläggning	1,5 m marginal till vital del	Över nivå för Beräknat Högsta Flöde (BHF)	0,5 m marginal till vital del
Samhällsviktig anläggning – befintlig	0,5 m marginal till vital del för funktion		
Byggnad och byggnadsfunktion – nyanläggning	0,5 m marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	0,2 m marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	
Framkomlighet – nyanläggning högprioriterat <u>vägnät stråk</u> och utrymningsvägar	Max djup 0,2 m		

Samhällsviktig anläggning

Med samhällsviktig anläggning avses infrastruktur som i ett perspektiv till år 2100 om de slås ut innebär stor skada för samhället och/eller är kostsamt att återskapa. I detta perspektiv är det stora sjukhus, tung infrastruktur och tekniska anläggningar viktiga för stadens funktion. Inom staden finns en kartläggning av vilka objekt som bedöms vara samhällsviktig anläggning. (Stadens definition av samhällsviktig anläggning är något snävare än MSB: s definition av samhällsviktig verksamhet).

Figur 2. Underlag för föreslagna planeringsnivåer vid dimensionerande händelse (Göteborgs Stad, Byggnadsnämnden, 2017).



Figur 3. Exempel på visualisering av planeringsnivåer vid skyfall.

Beräkningsmetodik för skyfall

En skyfallsutredning har gjorts för östra Mariestad, vilket täcker in avrinningsområdet till detaljplaneområdet i Katthavsviken. DHL:s tvådimensionella modell Mike 21 har använts vid denna utredning. Det scenario som studerats är ett klimatanpassat 100-årsregn. Med

klimatanpassat regn menas att en klimatfaktor har tillämpats. Klimatfaktorn 1,25 har använts, på inrådan av SMHI, rapporten "Sveriges framtida klimat, Klimatologi Nr 14, 2015", samt från "MSB, publikation 1121 - augusti 2017, "Vägledning för skyfallskartering - Tips för genomförande och exempel på användning".

Detta scenario är det som bland annat förespråkas av MSB vid studie av skyfall. För mer information om modelleringsmetodik vid skyfallskarteringar hänvisas till publikationen [Vägledning för skyfallskartering](#) som tagits fram av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB 2017).

I samband med rubricerat PM har även en modellteknisk dokumentation tagits fram, se Bilaga 1, där uppbyggnaden av skyfallsmodellen beskrivs utförligare.

Då ingen markmodell finns framme för detaljplaneområdet så har dagens situation simulerats. Lantmäteriets laserskanning har därför använts som grund i modellen för hela området.

Följande modellantaganden har tillämpats vid beräkningarna:

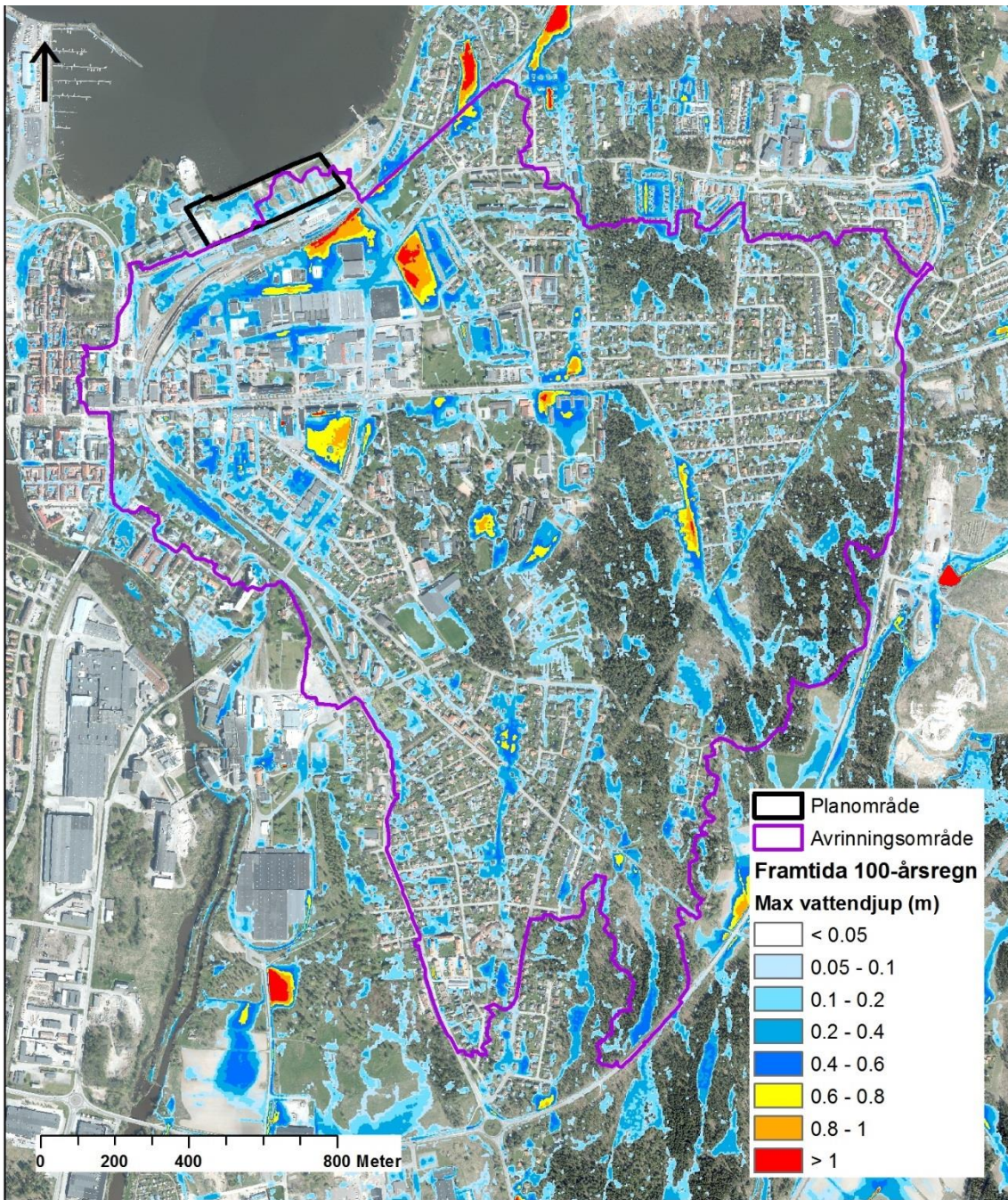
- Höjdmodellens upplösning är på 2x2 m, söder om E20 används dock en upplösning på 4x4 m, och utgår från Lantmäteriets laserskanning
- I höjdmodellen tas hänsyn till byggnader, broar och viadukter
- Ett 100-årsregn med en klimatfaktor på 1,25 simuleras
- Hänsyn tas till markytornas och jordlagrens olika infiltrationsförmågor
- Hänsyn tas till markens råhet i form av Mannings tal
- På de ytor som förväntas ha dagvattennät görs ett avdrag på den simulerade nederbörden motsvarande ett 5-årsregn (utan klimatfaktor)

Resultat skyfall

Nedan redovisas resultat från simuleringen av ett klimatanpassat 100-årsregn inom och utanför planområdet. Det är maximala vattendjup under hela simuleringstiden (8 h) som redovisas. Generellt erhålls ett vattendjup på < 0,3 m i stora delar av avrinningsområdet. Vattendjup på strax över 1 m kan dock uppstå vid ett fåtal platser (röda områden i Figur 4 nedan).

10 (20)

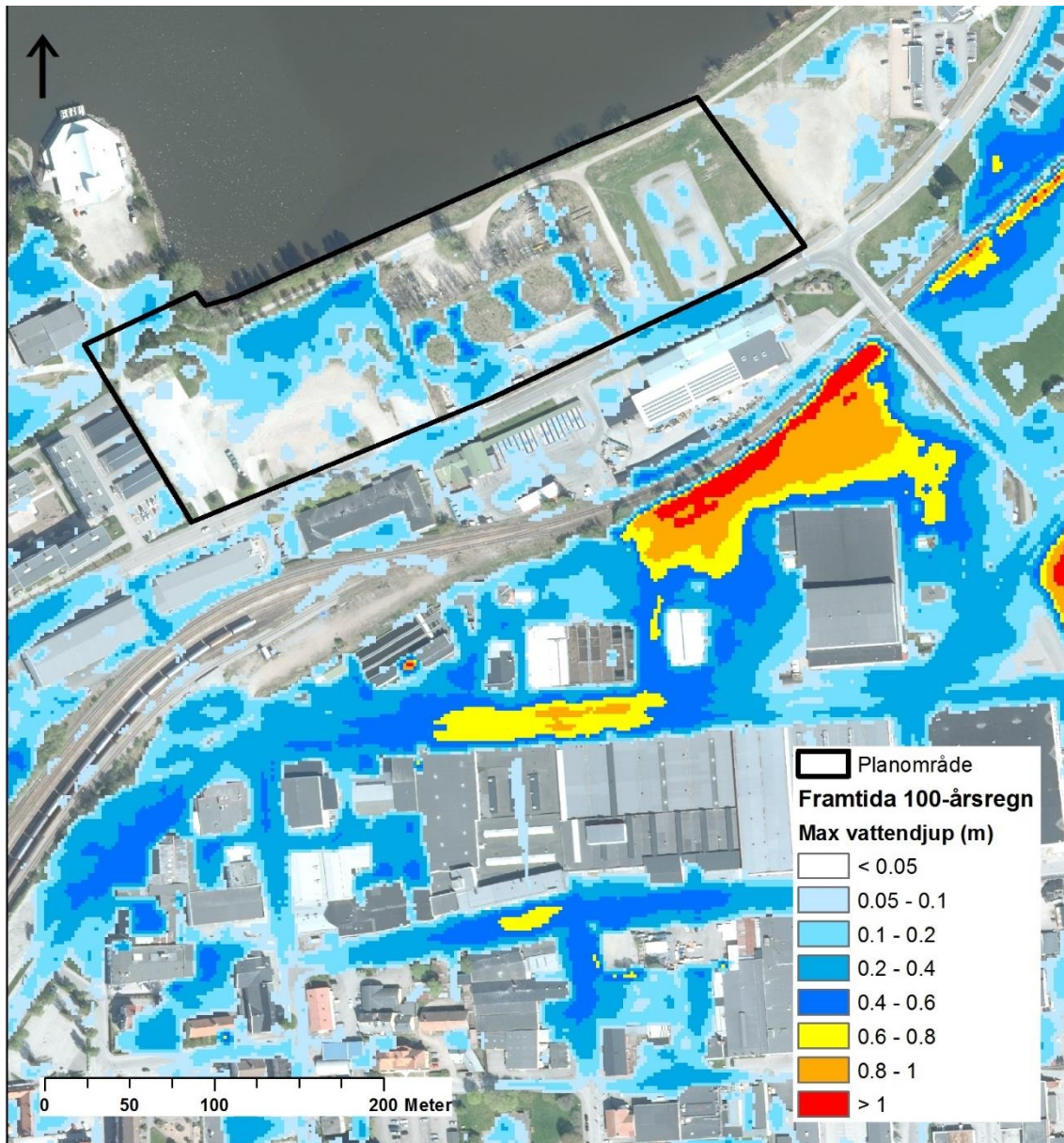
PM
2019-05-



Figur 4. Maximala vattendjup vid ett framtida 100-årsregn under hela simuleringstiden, samt detaljplaneområdet (svart) och tillhörande avrinningsområde (lila).

Skyfallspåverkan inom planområdet

Inom planområdet finns i dagsläget flera lågpunkter där vatten kan ansamlas. Något större lågpunkter finns i västra delen där ett vattendjup på 0,3 m kan uppstå på en större yta, se Figur 5. Vid några enstaka punkter kan vattendjupet bli upp till 0,5 m inom området.



Figur 5. Maximala vattendjup i detaljplaneområdet vid ett framtida 100-årsregn.

Då vattenansamlingar uppstår redan vid dagens markanvändning, samt att planområdet har ett stort tillrinningsområde, är det viktigt att planera höjdsättningen inom området på ett sätt så att

12 (20)

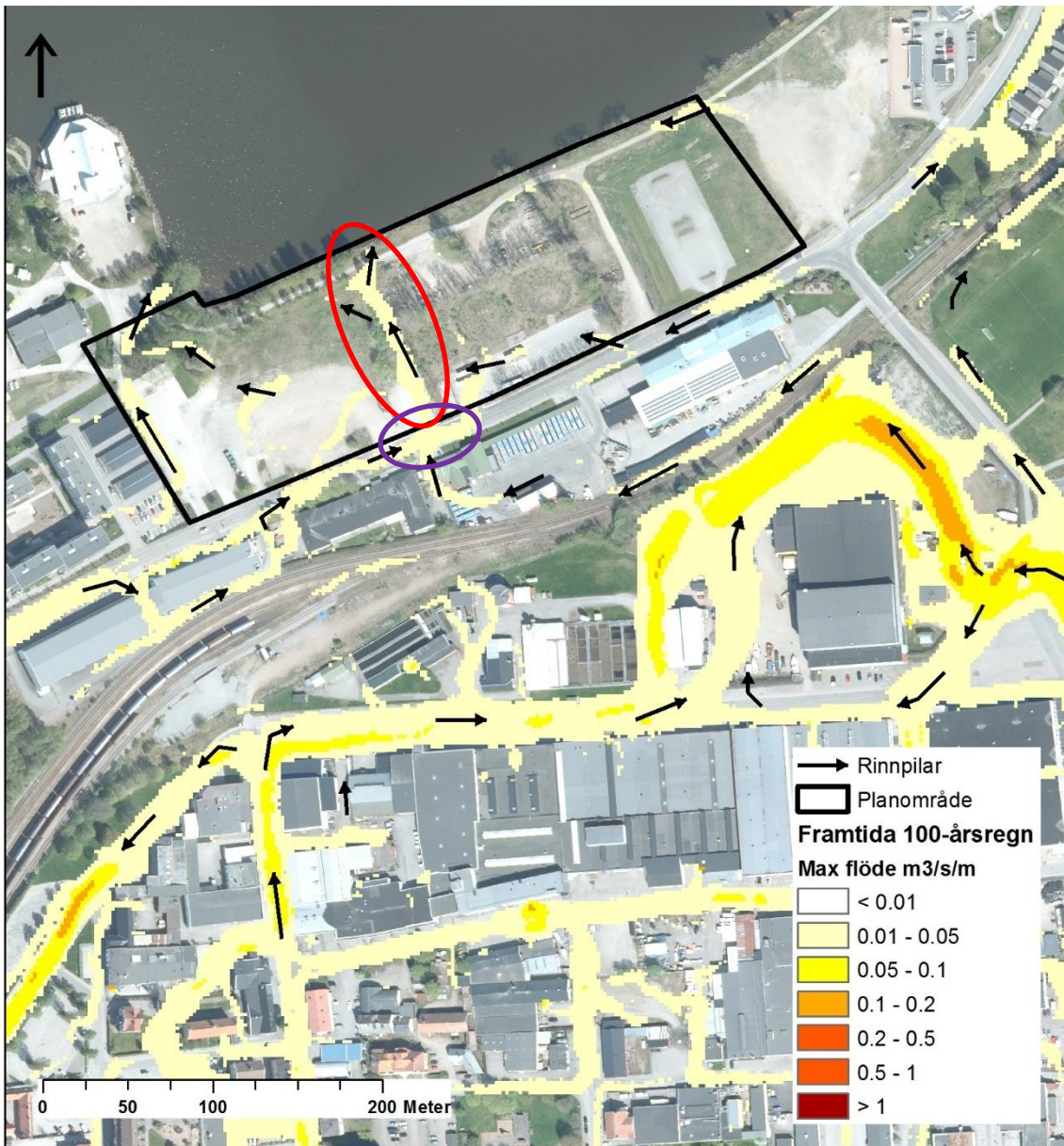
PM
2019-05-

vattnet inte stoppas upp. Vid ett skyfall ska vattnet inom planområdet kunna rinna fritt ner till Vänern, samt att vatten som kommer uppströms ifrån ska kunna passera genom eller förbi planområdet utan att stoppas upp längs Strandvägen (strax söder om planområdet) eller inom planområdet.

Med riktlinjen om att nya bostäder ska planeras ligga på en nivå på lägst +46,85 m kommer i princip hela planområdet att höjas upp (marken är idag generellt på en nivå mellan +46,2 till +46,5 m). Det är då viktigt att planera höjdsättningen så att marken lutar främst ner mot Vänern och inte så mycket åt öster, väster eller söder. Detta för att undvika att regnvatten från planområdet påverkar omkringliggande områden. Om marken lutar åt angränsande områden bör lågstråk skapas längs plangränsen, men inom planområdet, för att kunna avleda regnvattnet på rätt sida om plangränsen.

Det är även viktigt att ha öppna rinnstråk längs den riktning som marken kommer luta åt (förslagsvis i nord-sydlig riktning) samt att undvika att skapa barriärer tvärs över dessa rinnstråk. Rinnstråk har tagits fram genom att studera maximala flöden vid det simulerade 100-årsregnet.

Ett huvudsakligt rinnstråk inom planområdet är i mitten av området, se röd markering i Figur 6. I figuren visas maximala vattenflöden under simuleringsperioden tillsammans med pilar för rinnriktningen. En lågpunkt i Strandvägen (markerat med lila i Figur 6) gör att regnvatten ansamlas här och transporteras vidare norrut genom planområdet. Alternativt kan detta rinnstråk behållas nedsänkt (befintlig nivå är på +46,4 m i anslutning till Strandvägen) för att tillåta regnvatten att passera genom planområdet, eller så måste regnvattnet avledas längs planområdets södra gräns, förslagsvis åt öster.



Figur 6. Maximala vattenflöden vid ett framtida 100-årsregn samt rinnpilar.

ett tydligt rinnstråk finns även i planområdets västra gräns. Då planområdet här angränsar till befintliga byggnader är det särskilt viktigt att undvika att avleda regnvattnet västerut. Här bör befintligt rinnstråk ända ner till Väneren behållas, och vid behov förstärkas. Befintlig nivå längs västra rinnsträckan, i höjd med befintliga byggnader, är mellan +46,7 till +46,4 m.

I Figur 7 ses en sammanslagning av maximala vattenflöden och vattendjup vid ett 100-årsregn. Den stora vattenansamlingen i västra delen av planområdet (se röd markering) behöver kunna

avledas, men i dagsläget återfinns vattenansamlingen mellan två rinnstråk. Vid planering av ny höjdsättning bör detta vatten avledas antingen rakt nedströms mot Vänern, eller till det östra rinnstråket. Alternativt att en översvämningssyta planeras in i detta område.



Figur 7. Maximala vattendjup och vattenflöden, samt rinnpilar, vid ett framtida 100-årsregn.

Vatten rinner även in i planområdet strax öster om rinnstråket i mitten, här skapas också en större vattenansamling (se lila markering i Figur 7). Detta vatten bör också avledas mot det större rinnstråket i mitten.

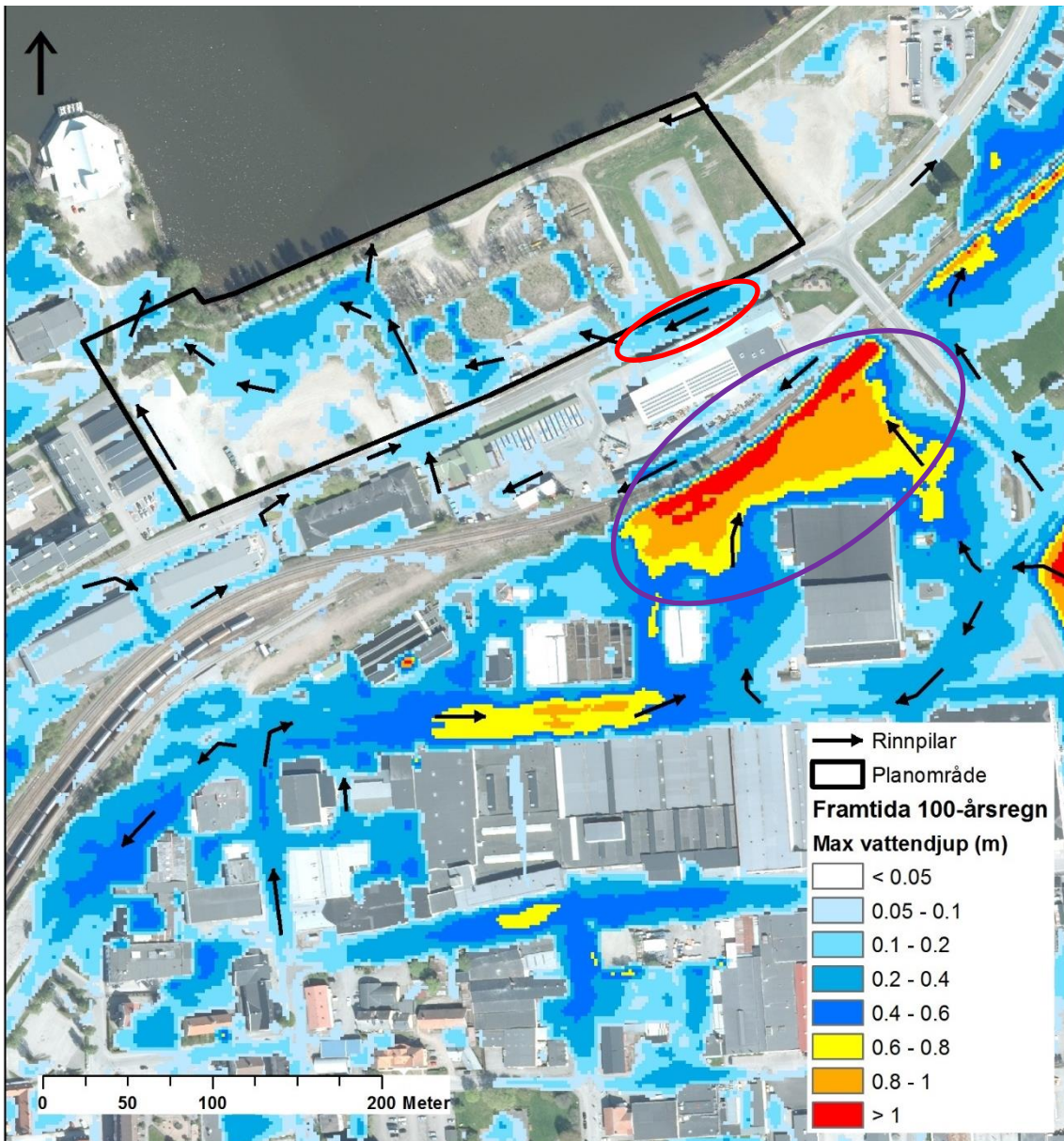
Vattenansamlingen i östra delen av planområdet, som främst påverkar Strandvägen men även sydöstra delen av planområdet, kommer vara svårare att avleda då inga tydliga rinnstråk finns här i dagsläget. Dessa får då skapas med den nya höjdsättningen. Risk finns att vattnet rinner västerut och därefter norrut in i planområdet. Om rinnstråket i mitten av planområdet behålls vore det fördelaktigt om den nya höjdsättningen tillåter att rinnstråket avvattnar även denna lågpunkt.

Skyfallspåverkan uppströms planområdet

Uppströms själva detaljplaneområdet ses att vatten riskerar att ansamlas vid Strandvägen, som går längs planområdets södra gräns, och rinna över till planområdet. Som tidigare nämnts finns en risk att planområdet påverkar hur vattnet rinner längs, och mot, Strandvägen beroende på vilken höjdsättning och vilka rinnstråk som planeras inom området. Avrinningen längs Strandvägen bör dock kunna förstärkas, exempelvis med tydliga diken, så att vägen blir en naturlig avgränsare.

Om hela planområdet höjs upp kommer mer vatten rinna längs Strandvägen och leta sig andra vägar nedströms mot Vänern. Troligtvis kommer vattnet rinna längs vägen till östra hörnet av planområdet då denna marknivå (+46,6 m) är något lägre än Strandvägens nivå i väster. Detta innebär dock att vattenansamlingen på östra delen av Strandvägen (inringat med rött i Figur 8) kommer få ett ökat maxdjup från det simulerade vattendjupet 0,3 m vid ett 100-årsregn vid dagens markanvändning till ca 0,4 m. Utbredningen på vattenansamlingen kommer också öka och risk finns att byggnader söder om Strandvägen påverkas.

En knutpunkt dit det dels rinner vatten från stora områden, samt där stora vattendjup erhålls, är strax söder om planområdets östra hörn (se inringat område med lila i Figur 8). Detta kan vara ett riskområde som kan påverka hur vattenutbredningen blir i planområdet. Vidare utredning krävs för säker bortledning av det ytliga vattnet från denna punkt och ner till Vänern utan att påverka planområdet negativt.



Figur 8. Maximala vattendjup vid ett framtida 100-årsregn, samt rinnpilar.

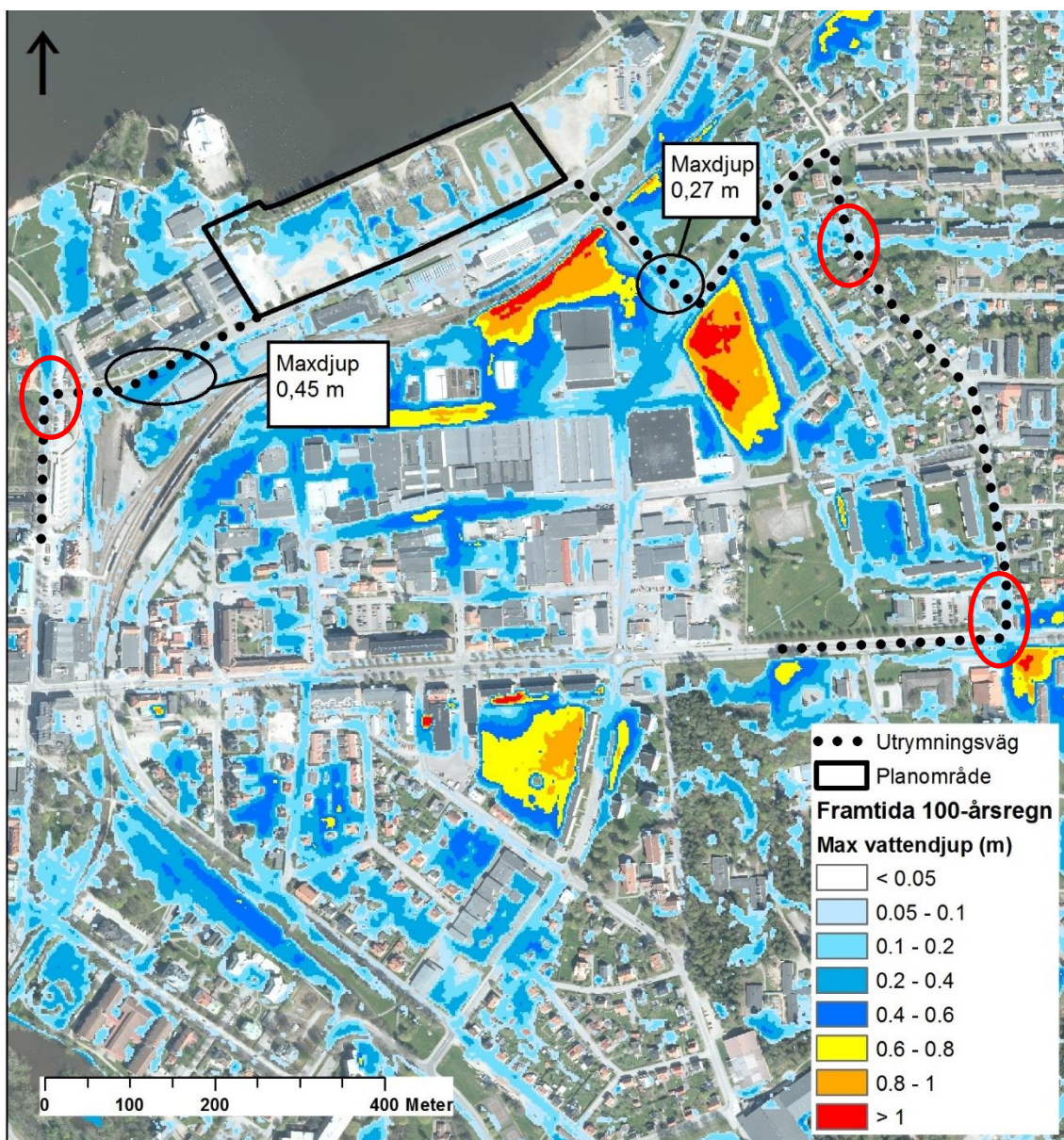
Skyfallspåverkan nedströms liggande områden

Planområdet gränsar nedströms till Väneren. Då detta är en stor recipient kommer inte en exploatering på detaljplaneområdet att påverka recipienten avseende skyfall.

Tillgänglighet- utrymningsvägar

Längs vägar söder och väster om detaljplaneområdet riskerar det att bitvis stå vatten med ett djup > 0,2 m, vilket kan påverka tillgängligheten till och från området beroende på var infarter kommer skapas. Vidare österut längs Strandvägen blir de maximala vattendjupen < 0,2 m, dock finns inga bilvägar längre österut som korsar järnvägen. Från planområdet finns därmed bara två möjligheter att ta sig till eller från området: söderut via Katthavsvägen (från planområdets östra sida) eller västerut längs Strandvägen.

Längs Strandvägen, väster om planområdet blir det maximala vattendjupet ca 0,5 m och längs Katthavsvägen blir det maximala vattendjupet ca 0,3 m, se Figur 9 för förklaringar samt rekommenderade utrymningsvägar. Oavsett vilken utrymningsväg som anses mest lämpad kommer åtgärder krävas vid markerade områden i figuren för att säkerställa framfarten. Dock finns risk för höga flöden längs vissa sträckor på de rekommenderade utrymningsvägarna (markerat med rött i Figur 9).



Figur 9. Maximala vattendjup vid ett 100-årsregn och rekommenderade utrymningsvägar. Röda ringar markerar områden där stora flöden förväntas uppstå.

Enligt erfarenhet från räddningstjänst kan ambulanser klara av att köra i ca 0,2 m vattendjup, men även i vissa gynnsamma fall något djupare, vid en låg hastighet om ca 5 - 10 km/h. Vid skyfall och problem med större vattensamlingar är det ingen större skillnad beträffande framkomligheten för ambulanser oavsett om de är utrustade för bättre framdrift, t. ex. med fyrhjulsdrift. För brandbilar saknas emellertid erfarenhetsvärde, men det kan anses sannolikt att de har bättre möjlighet att ta sig fram i ett betydligt större vattendjup, förmodligen upp emot 0,5 m med begränsad hastighet.

Sammanfattningsvis är den västra utrymningsvägen närmare sjukhuset och har lägre flöden, men större vattendjup. Den östra utrymningsvägen är längre, högre flöden finns på fler ställen längs vägen, men det maximala vattendjupet är lägre. Då det ändå är så stor skillnad i maximalt vattendjup rekommenderas den östra vägen, om inga övriga åtgärder görs. Vattendjupet överstiger dock fortfarande det rekommenderade på 0,2 m.

Det är även viktigt att säkerställa framkomlighet inom planområdet, både i samband med höjda vattennivåer från Vätern samt i samband med skyfall.

Slutsats

Sammanfattningsvis rekommenderas en lägsta planeringsnivå på +46,85 m (RH2000) för att säkra planområdet från översvämning från Vätern.

Angående skyfall erhålls flera vattenansamlingar inom planområdet vid ett simulerat klimatanpassat 100-årsregn. Generellt blir vattendjupet omkring 0,3 m och där de största ansamlingarna återfinns mitt i den västra delen av området samt västerut i närheten av Strandvägen. Ett tydligt rinnstråk finns i mitten av området och ett längs planområdets västra gräns.

I samband med ny höjdsättning inom planområdet behöver rinnstråk och eventuella översvämningsytor säkerställas så vattnet kan transporteras säkert mot Vätern utan att påverka de nya exploateringen. Det bör även säkerställas att inte vatten påverkar områden runtomkring vid en upphöjning av planområdet, och då framförallt västerut mot befintlig bebyggelse samt söderut mot Strandvägen.

De två möjliga utrymningsvägar som finns till/från området är delvis påverkade av vattendjup > 0,2 m och åtgärder kommer därför behövas för att säkerställa utrymningsmöjligheterna.

20 (20)

PM
2019-05-

PM

UPPDRAG Mariestad översvänningsutredning	UPPDRAGSLEDARE Andreas P Karlsson	DATUM 2019-05-14
UPPDRAGSNUMMER 13008004	UPPRÄTTAD AV Sol Wallinder Kluge GRANSKAD AV Sara Karlsson	

Modellbeskrivning

Föreliggande PM beskriver modelluppbyggnad för markavrinning i Mariestad. Den hydrauliska modellen är en 2D-modell av programvaran Mike 21, version 2017.

Modellen är upprättad i koordinatsystemet Sweref 99 1330 och med höjdsystemet RH2000.

Underlag

Modelluppbyggnaden baseras på följande underlag:

- Höjddata från Lantmäteriet, skannad 2017
- Jordartskarta erhållet 2019-04 från kommunen
- GIS-underlag med byggnader, vägar och järnvägar erhållna 2019-04 från kommunen
- Ortofoto erhållet från Lantmäteriet, skannad 2017

Modelluppbyggnad – 2D-hydraulisk modell (Mike 21)

Topografi

Höjdmodellen baseras på laserskannad data över marknivån. Upplösningen på Lantmäteriets markraster är 2x2 m. En högre upplösning (4x4 m) har dock valts på de delar av beräkningsunderlaget (meshet) som går söder om E20 för att göra modellberäkningarna snabbare. Detta område är utanför själva staden och består mest av naturmark, varför det passar bra med en högre upplösning på detta område.

Markrastret har kompletterats med upphöjda byggnader, vilka är upphöjda med 2 m från marknivån. Manuella justeringar har även gjorts vid viadukter samt några hängbroar för att säkerställa att vattnet kan rinna under och inte stoppas av bron. Den sträcka längs höjdmodellens avgränsning som går längs Vänern har sänkts ner något för att tillåta simulerat vatten att rinna vidare ut i sjön (och ut ur modellen).

Området som har valts att simulera är hela Mariestads avrinningsområde.

Markens råhet

Markytans råhet beskrivs med Mannings tal som är ett värde för strömningsmotståndet. En analys har utförts av markanvändningen och utifrån denna har värden tilldelats markytans råhet enligt

Tabell 1. Val av Mannings tal har delvis utgått från Vägverkets dokumentation "VVMB 310"¹ men anpassats utifrån de lokala förhållandena i Mariestad.

Tabell 1. Markens råhet.

Markanvändning	Råhet (Mannings tal)
Sankmark	2
Vatten	40
Tak	80
Vägar	70
Järnväg	30
Parkeringar	68
Torg	65
Industri	60
Sluten bebyggelse	50
Bostadsområden	11
Öppen mark, gräs	10
Odlad mark	6
Skog	5

Infiltration

Markavrinningsmodellen består av en infiltrationsmodul som används för att beskriva hur en del av vattnet från genomsläppliga ytor infiltrerar ner i marken. I infiltrationsmodulen definieras jordlagrets mäktighet, porositet, infiltrationsförmåga, det vertikala läckaget till grundvattenytan i underliggande jordlager samt initial mätnadsgrad.

I Tabell 2 redovisas vilka parametrar som använts i infiltrationsmodulen som baseras på jordarter enligt jordartskartan. Som hårdgjorda ytor räknas här, förutom berg, även tak, vägar, parkeringar, torg, industri, sluten bebyggelse samt vattenytor.

¹ VVMB 310 Hydraulisk dimensionering, Vägverket, Publikation 2008:61, 2008-11

Tabell 2. Infiltrationsparametrar.

Parameter	Hårdgjorda ytor (tak, vägar, berg)	Silt och lera	Morän	Torv	Sand
Infiltrationshastighet (mm/h)	0	3.6	36	18	180
Jordlagrets porositet (%)	0	0.4	0.4	0.4	0.4
Jordlagrets mäktighet (m)	0	0.3	0.3	0.3	0.3
Läckage till underliggande jordlager (mm/h)	0	0.36	3.6	1.8	36
Initial vattenmängd (%)	0	45	30	40	20

Ledningssystem

Ett generellt avdrag motsvarande en bedömd avledningskapacitet i det dagvattenförande ledningsnätet har gjorts från det regn som faller på hårdgjorda ytor, inklusive övriga ytor som antas dräneras delvis via ledningsnät. De ytor från Tabell 1 som antas ha dränering är: Tak, Vägar, Järnväg, Parkeringar, Torg, Industri samt Sluten bebyggelse. Avdraget motsvarar intensiteten i ett 5-årsregn med 30 min varaktighet och tillämpades under 100-årsregnets varaktighet (6 timmar). Avdraget görs direkt från 100-årsregnet.

Simuleringar

Följande scenario har simulerats:

- 100-årsregn med klimatkoefficient 1,25

Nederbördsbelastningen har konstruerats som CDS-regn med varaktigheten 6 timmar. Simuleringen pågår dock under 8 h för att säkerställa att allt regn hinner nå recipient och lågpunkter.

P.g.a. områdets storlek har det delats upp i två modellområden: östra och västra Mariestad med Tidan som naturlig avdelare. I detta skede har endast östra Mariestad simulerats då utredningen först och främst fokuserar på detaljplaneområdet (med tillhörande avrinningsområde).

Osäkerheter i modelluppbyggnad

Höjdmodell

Då laserskanningen som använts till höjdmodellen är några år gammal kan senare justeringar i terrängen saknas. De vattennivåer på Tidan och Vänern som är inlagda i modellen är även de från laserskanningen, ingen hänsyn har tagits till ett visst vattenstånd vid en viss regnhändelse.

Att ett lokalt skyfall faller samtidigt som vattenståndet i Vänern är ovanligt högt är dock osannolikt och representerar inte en 100-årshändelse.

Höjdmodellens upplösning innebär att strukturer i den urbana miljön som kan påverka ytliga avrinningsvägar inte kan beskrivas. Exempel på sådana strukturer är kantstenar, bullervallar, farthinder etc.

Ledningsnät

Ett generellt avdrag för ledningsnätets kapacitet har antagits. Den faktiska kapaciteten kan dock skilja sig åt beroende på ledningarnas dimension och skick.

Hydrologi

I modellberäkningar har nederbörd i form av CDS-regn med 6 timmars varaktighet studerats. I urbana områden är det ofta kraftig korttidsnederbörd som medför störst risk. Om avrinningsområdet består av naturmark kan långvariga regn bli dimensionerande.