

Stockholms stads skyfallsmodell 2024

Guide till användning av
skyfallsmodellen i projekt
Version 1.0





Stockholms stads skyfallsmodell 2024

Guide till användning av skyfallsmodellen i projekt

Version 1.0

2025-09-03

Handläggare

Jonas Althage
Strateg
Trafikkontoret, stab

Alexandros Chatzakis
Utredare
Trafikkontoret, stadsmiljö

För frågor rörande skyfallsmodellen och dess resultat, vänligen kontakta:
funktionsbrevlada.tk.skyfall@stockholm.se



Versionshistorik

Version	Godkänd	Ansvarig	Revideringar/kommentar
1.0	2025-09-03	TK	Originalversion



Förord

Under 2024 färdigställde Trafikkontoret en ny skyfallsmodell för Stockholms stad. Modellen består av tolv delmodeller som kan användas var för sig. Elva av dessa är renodlade 2D-markavrinningsmodeller, medan en – för Bällstaåns avrinningsområde – är en kopplad 1D-2D-modell som även inkluderar ledningsnät och vattendrag.

Eftersom modellen huvudsakligen består av rena 2D-markavrinningsmodeller betraktas den som en översiktlig modell, trots att den bygger på höjddata med hög upplösning (1×1 meter eller 2×2 meter). Som alla modeller är den en förenklad representation av verkligheten, och i detta fall även generaliserad, för att kunna täcka hela Stockholms stad.

Trafikkontoret äger och förvaltar skyfallsmodellen och gör den tillgänglig utan kostnad för både interna och externa aktörer. För att få tillgång till modellen krävs ett nyttjanderättsavtal.

För att underlätta användningen har Trafikkontoret tagit fram riktlinjer och instruktioner – i första hand för modellörer som ska använda modellen i egna utredningar, men även för beställare som vill förstå hur modellen fungerar och hur resultaten bör tolkas. Varje användare ansvarar för att själv bedöma om materialet är lämpligt för sitt ändamål och vid behov göra anpassningar.

Modellen är strukturerad enligt ett gemensamt mapp- och namnsättningssystem som ska tillämpas i alla projekt inom Stockholms stad. Syftet är att möjliggöra användning av digitala verktyg, exempelvis för automatisk omvandling av resultat till GIS-underlag, samt att skapa en tydlig arbetsstruktur som underlättar hantering och informationsdelning mellan organisationer.

Instruktionerna omfattar höjdmodell, nederbördsdata, strukturer som styr vattnet, infiltration och markens strömningsmotstånd, samt andra parametrar som är viktiga att ta hänsyn till. För att uppnå en enhetlig och transparent resultatredovisning presenteras även rekommendationer för hur modellresultat bör presenteras.

Slutligen har ett antal checklistor tagits fram för olika skeden i projektprocessen. De är tänkta som stöd för användare av modellen i egenkontroll, och för beställare som vill kunna följa upp kvalitet och arbetssätt på ett strukturerat sätt.



Innehållsförteckning

Förord	3
1. Inledning	6
2. Tillgång till beräkningsmodeller	7
3. Friskrivning	8
4. Användning av skyfallsmodellen i projekt	9
4.1 Struktur för filhantering	9
4.1.1 Mappstruktur	10
4.1.2 Namnsättning	10
4.1.3 Att skapa ett nytt modellscenario	13
4.2 Höjdmodell	14
4.3 Modellens ränder	16
4.4 Strukturer som styr vattnet	17
4.4.1 Strukturer som blockerar vattnet	17
4.4.2 Passager och underfarter med genomströmning	17
4.4.3 Inflöde till underjordiska anläggningar utan genomströmning ..	19
4.4.4 Genomledande strukturer i öppna vattenleder	20
4.5 Nederbörd	21
4.5.1 Dimensioneringsförutsättningar för nederbörd	21
4.5.2 Nedbördsbelastning i ej kopplad modell	22
4.5.3 Nederbördsbelastning i kopplad modell	22
4.6 Markdata	24
4.6.1 Markens infiltrationskapacitet	24
4.6.2 Markens strömningsmotstånd	25
4.7 Recipienter	25
4.7.1 Vattendrag	25
4.7.2 Sjöar och hav	26
4.8 Övriga faktorer att beakta	26
4.9 Resultatfiler	27
5. Redovisning av resultat	29
5.1 Karta med maximalt vattendjup	32
5.2 Karta med maximalt flöde	34



5.3	Karta med maximal vattennivå.....	36
5.4	Differenskartan	38
5.5	Flöde genom sektioner	41
5.6	Framkomlighetskartan	43
6.	Referenslista.....	45

Bilaga 1 – Checklistor för användning av Stockholms stads skyfallsmodell 2024 för egna simuleringar	46
--	-----------



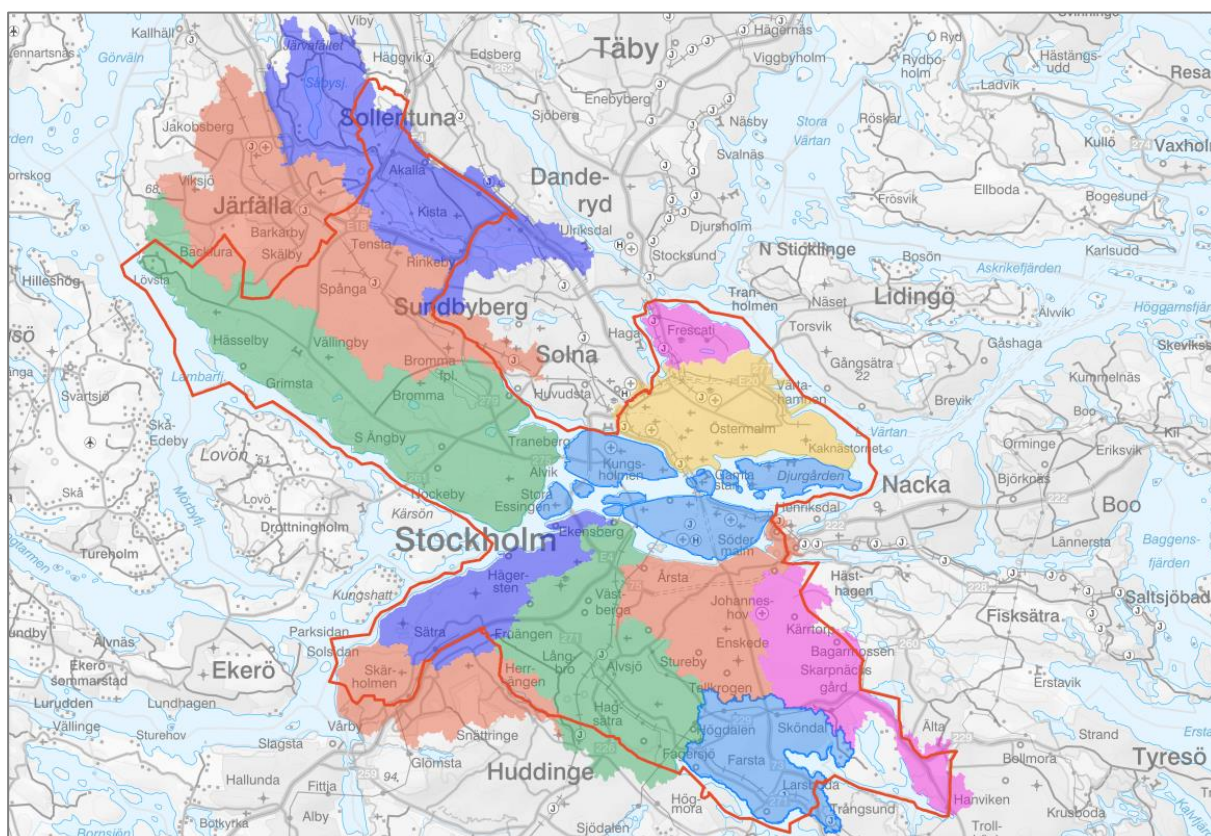
1. Inledning

Under 2024 färdigställdes en ny skyfallsmodell för Stockholms stad, av Trafikkontoret. Trafikkontoret äger och förvaltar Stockholms stads skyfallsmodell och tillåter både interna och externa aktörer att använda modellen utan kostnad.

Trafikkontoret har det strategiska ansvaret för skyfallsfrågan inom Stockholms stad och driver genom den s.k. skyfallsfunktionen samordnings- och utvecklingsarbeten inom området.

Skyfallsmodellen består av 12 olika delmodeller som vardera går att använda individuellt. Elva av modellerna är renodlade s.k. 2D-modeller, medan en (för Bällstaåns avrinningsområde) är en s.k. kopplad modell och inkluderar 2D- och 1D-modell. Se Figur 1 för de olika delmodellernas omfattning.

För detaljerad information om skyfallsmodellens uppbyggnad, se *Stockholms stads skyfallsmodell 2024 - Modelldokumentation* (Stockholms stad, 2025).



Figur 1. Omfattning av den nya skyfallsmodellen, uppdelad i 12 olika modellområden. Kommungränsen visas med röd linje.



2. Tillgång till beräkningsmodeller

Stockholms stads 2D-modeller är tillgängliga för alla aktörer, såväl offentliga som privata, att nyttja för egna utredningar. Trafikkontoret äger och förvaltar dessa 2D-modeller.

Följande process behöver följas för att få tillgång till beräkningsmodellen:

1. Kontakta Trafikkontorets skyfallsfunktion (funktionsbrevlada.tk.skyfall@stockholm.se) och meddela vilken delmodell som efterfrågas. Modelluppdelningen presenteras i Figur 1.
2. Ett nyttjanderättsavtal skickas till intressenten, som signeras och sedan skickas tillbaka till trafikkontorets skyfallsfunktion.
3. En länk för nedladdning skickas till intressenten.

Ovan förutsättningar gäller endast för 2D-modellerna. Kopplade modeller kräver tillgång till SVOA:s ledningsnätsmodeller, och tillstånd att nyttja dessa måste erhållas genom direktkontakt med SVOA.



3. Friskrivning

Skyfallsmodellen är en översiktlig beräkningsmodell som täcker hela Stockholms stad. Den är en förenklad representation av verkligheten och bygger på ett antal antaganden, generaliseringar och bearbetningar av olika datakällor. Resultaten bör därför tolkas med försiktighet.

Det är av största vikt att varje aktör som använder skyfallsmodellen, dess beräkningsresultat eller tillhörande underlagsdata, gör en egen noggrann bedömning av om materialet är lämpligt för det avsedda ändamålet. Ansvaret för att kontrollera eventuella brister, felaktigheter eller begränsningar ligger helt på användaren.

För korrekt användning krävs relevant teknisk kompetens och erfarenhet inom modellering, hydrologi, hydraulik eller angränsande områden. Detta gäller särskilt vid hantering av:

- Skyfallsmodellen eller dess beräkningsresultat
- Bearbetningar som gjorts till underlag till beräkningsmodellerna
- Underlag till indata till beräkningsmodellerna
- Antaganden och parametrar som använts vid framtagande av modellfiler och inställningar

Stockholms stad och trafikkontoret tillhandahåller endast skyfallsmodellen och dess resultat, men har inte resurser för att vägleda aktörer i användning av dessa, utöver att bistå med dokumentation rörande skyfallsmodellen och dess resultat.



4. Användning av skyfallsmodellen i projekt

I bilaga 1 finns en checklista med ett flertal aspekter att värdera då skyfallsmodellen används i ett nytt projekt. Checklistan avser förenkla egenkontroll för konsulter och andra aktörer som använder skyfallsmodellen, samt ge beställare av tekniska utredningar ett grundläggande material för kvalitetsgranskning och uppföljning av utredningsarbete.

Stockholms stads skyfallsmodeller kan användas i alla skyfallsutredningar inom kommunen, av såväl kommunens egna förvaltningar och bolag, som andra offentliga och privata aktörer. I detta kapitel finns en vägledning rörande viktiga aspekter att granska i modellerna, hur modellerna kan uppdateras med nyare underlag, justeras utifrån platsspecifika förutsättningar samt anpassas för att kunna svara på projektspecifika frågeställningar.

4.1 Struktur för filhantering

För projekt som genomförs för Stockholms stad ska den mappstruktur och det namnsättningssystem som finns framtaget användas, om inte annat avtalas med beställaren i projektet.

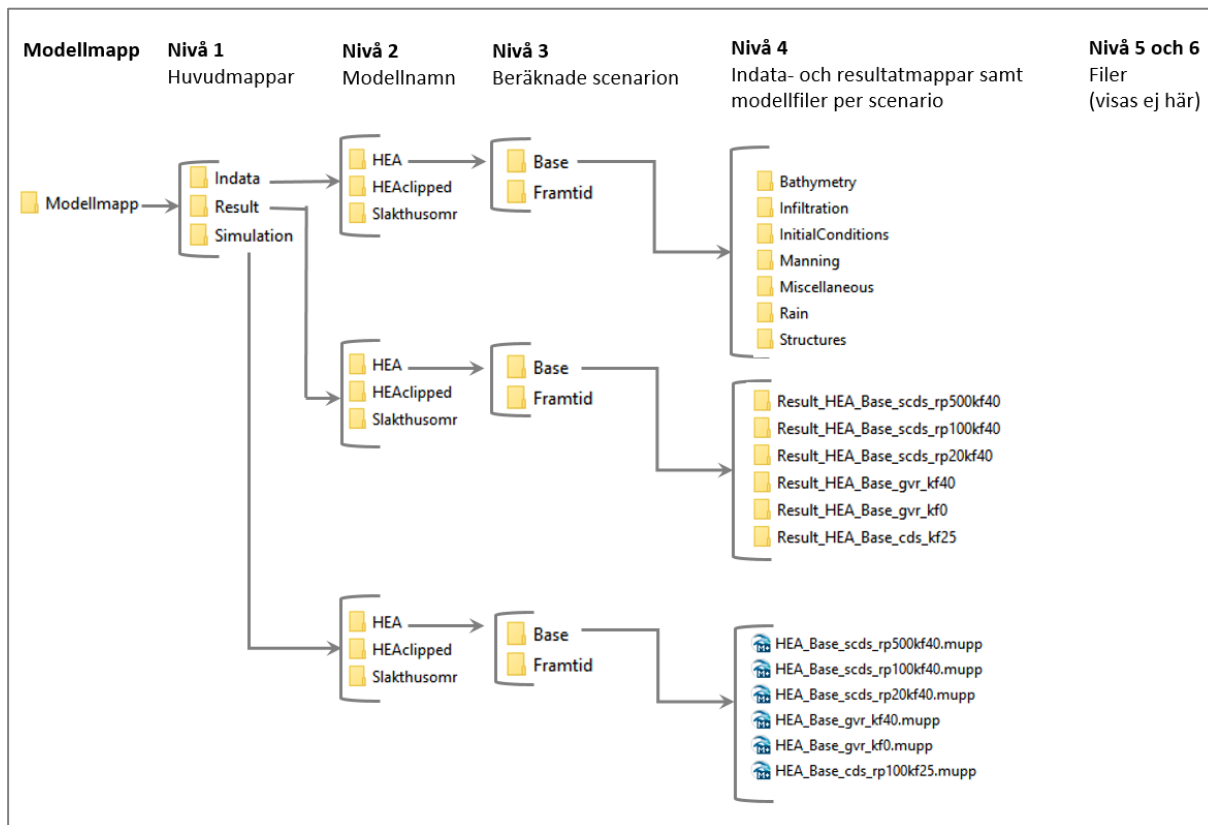
Stockholms stad accepterar inte leveranser där avvikelser från mappstruktur och filnamnssystem förekommer.

Skyfallsmodellens olika delmodeller utgår utifrån samma standardiserad mapp- och namngivningsstruktur. Denna struktur effektiviserar arbetet, underlättar samarbetet mellan olika beställare och konsulter samt ökar kvalitet i projekten på grund av bl.a. bättre spårbarhet. Trafikkontoret har dessutom utvecklat digitala verktyg i FME som läser filernas namnstruktur för kontroll av det levererade materialets fullständighet samt för automatiserad resultatbearbetning. Därför är det ett krav i Stockholms stads projekt att använda samma struktur som finns i de ursprungliga delmodellerna och som beskrivs nedan. Samtliga skyfallsmodeller ska sättas upp i SWEREF99 18_00 och RH2000. Undantag ska motiveras tydligt och godkännas av beställaren.



4.1.1 Mappstruktur

Mappstrukturen består av ett flertal olika nivåer och framgår i Figur 2. En mapp på "Nivå 3" är en undermapp till en mapp på "Nivå 2", vilken i sin tur är en undermapp till en "Nivå 1-mapp".



Figur 2. Visualisering av mappnivå 1-4 för skyfallsmodellen "HEA". Nivå 5 och 6 beskrivs i Figur 3. Med "Beräknade scenarion" i Nivå 3 avses olika scenarion där justeringar av skyfallsmodellen gjorts, t.ex. för att representera ett nytt planområde, en ny väg- eller spåranläggning, etc.

4.1.2 Namnsättning

Filsystemet redovisas i Figur 3 och beskrivs nedan. Färgsättningen i figuren avser följande:

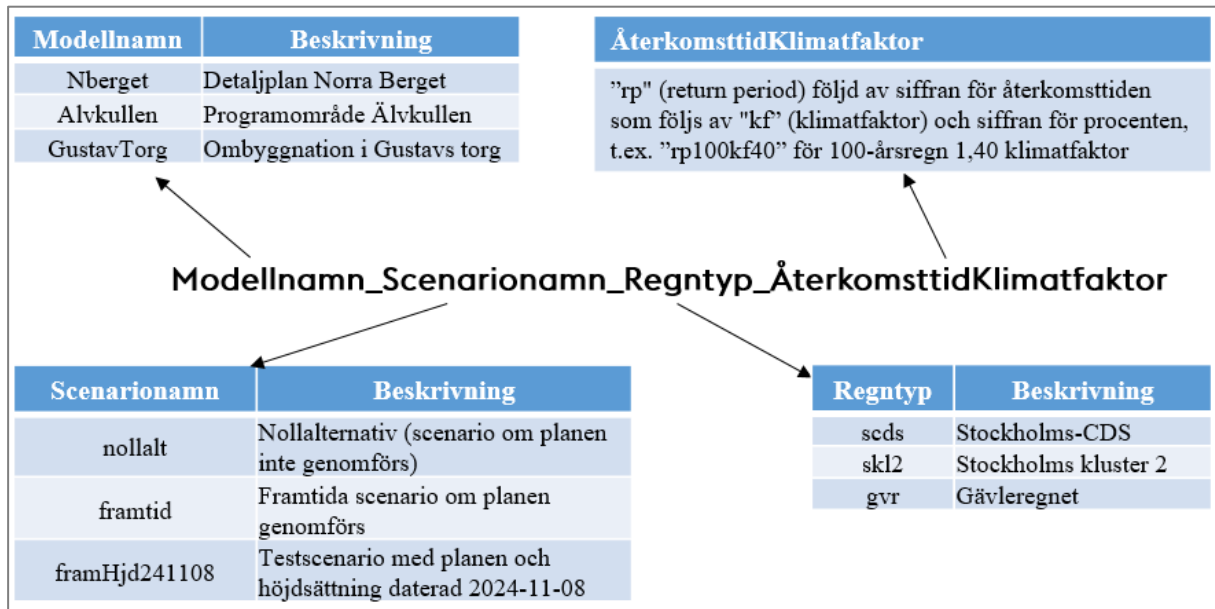
- Gult: Mapper som måste behålla exakt samma namn som står i instruktionerna.
- Grönt: Mapper som döps efter specifik namnsättningsstruktur, se Figur 4.
- Blå: Filer som döps efter specifik namnsättningsstruktur, se Figur 4.

Nivå 1	Nivå 2	Nivå 3	Nivå 4	Nivå 5	Nivå 6
Indata	Modellnamn	Scenarionamn	Bathymetry	Modellnamn_Scenarionamn_Bathymetry.dfs2	
			Infiltration	Modellnamn_Scenarionamn_Infiltration.dfs2	
			InitialConditions	Modellnamn_Scenarionamn_InitialIC.dfs2	
			Manning	Modellnamn_Scenarionamn_Manning.dfs2	
			Rain	Modellnamn_Scenarionamn_Regntyp_ÅterkomsttidKlimatfaktor_Rain.dfs2	
			Input		Modellnamn_Scenarionamn_Codes.dfs2
					Modellnamn_Scenarionamn_Regntyp_ÅterkomsttidKlimatfaktor_TSrain.dfs0
Result	Modellnamn	Scenarionamn	Result_Modellnamn_Scenarionamn_Regntyp_ÅterkomsttidKlimatfaktor	Modellnamn_Scenarionamn_Regntyp_ÅterkomsttidKlimatfaktor_Base_2DFloodStatistics.dfs2	
				Modellnamn_Scenarionamn_Regntyp_ÅterkomsttidKlimatfaktor_Base_VolumeBalance.dfs0	
				Modellnamn_Scenarionamn_Regntyp_ÅterkomsttidKlimatfaktor_Base_WLINBSS.dfs2	
				Modellnamn_Scenarionamn_Regntyp_ÅterkomsttidKlimatfaktor_Base_HPQC.dfs2	
				Modellnamn_Scenarionamn_Regntyp_ÅterkomsttidKlimatfaktor_Base_HUV.dfs2	
				Modellnamn_Scenarionamn_Regntyp_ÅterkomsttidKlimatfaktor_Base_Network.res1d	
				Modellnamn_Scenarionamn_Regntyp_ÅterkomsttidKlimatfaktor_Base_QNamnDischargeLine.dfs0	
Simulation	Modellnamn	Scenarionamn	Modellnamn_Scenarionamn_Regntyp_ÅterkomsttidKlimatfaktor.mupp		

Figur 3: Filsystem och instruktioner för namnsättning av mappar och filer. För bättre förståelse rekommenderas användaren att först navigera igenom modellmappen. Gula rutor avser mappar som inte får döpas om. Gröna rutor visar mappar som döps enligt namnsättningssystemet. Blå rutor visar filer som döps enligt namnsättningssystemet.



Namnsättningssystemet för mappar samt indata- och simuleringsfiler beskrivs i Figur 4. Mellanslag och specialtecken samt bokstäverna "å", "ä" och "ö" bör inte användas. Namnen bör hållas korta för att undvika långa mapplänkar.



Figur 4: Namnsättningssystem med exempel för skyfallsmodellens mappar och filer.

Exempel på namnsättning visas nedan:

- Nberget_nollalt_scds_rp100kf40
- Alvkullen_framtid_scds_rp500kf40
- GustavTorg_framtidMagasin_skl2_rp500kf40
- Karlavagen_framtidHjd250110_gvr_kf40. Observera att för Gävleregnet används inte "rp" för information om återkomsttid, eftersom det inte finns en exakt återkomsttid ansatt.

Simuleringens namnsättning i MIKE+ (*Identification ID* i *Simulation setup*) bör göras enligt formatet "Modellnamn_Scenarioamn_Regntyp_ÅterkomsttidKlimatfaktor_", se exempel i Figur 5. **OBS! I slutet av namnet ska det finnas ett understreck "_".**

Det rekommenderas generellt att undvika att skapa fler scenarion i MIKE+ *Scenario Manager*. Istället rekommenderas att använda scenariot "Base" för nya projekt.



Figur 5: Exempel på namnsättning av simuleringen i MIKE +. Observera att namnet ska sluta med ett understreck "_".

4.1.3 Att skapa ett nytt modellscenario

För att skapa ett nytt modellscenario med nya mappar rekommenderas att användaren följer den procedur som visas i Tabell 1, för att bl.a. minska risken för korrupta modellfiler.

Tabell 1. Procedur som rekommenderas följas för att skapa nya modellscenarion, för att reducera risk för att modellfiler blir korrupta.

Steg	Procedur
1	Skapa en ny mapp på alla "Nivå 2-mappar" med modellens namn. Detta ska alltså göras på nivå 2 för "Indata", "Result" och "Simulation". Se Figur 2 för överblick över mappnivå. (Detta steg är aktuellt endast när en ny modell tas fram, t.ex. genom att klippa en del av en större geografisk modell).
2	Skapa en ny mapp på alla "Nivå 3" med det nya scenariots namn. Detta ska alltså göras på nivå 3 för "Indata", "Result" och "Simulation". Se Figur 2 för överblick över mappnivå.
3	<u>Öppna en existerande .mupp modellfil (från "Simulation" nivå 4) från ett annat scenario och spara manuellt om den med rätt namn på nivå 4 i det scenario som skapats i steg 2, med namn enligt nämnsättningsystemet!</u> Undvik att kopiera och klistra in .mupp-filer i andra mappar då detta kan medföra att de blir korrupta och tidskrävande arbete måste göras om i senare skede!
4	Skapa nya indatafilerna till skyfallsmodellen: a) Kopiera samtliga indatamappar från ett annat scenario (från "Indata" nivå 4). b) Skapa en ny kopia av alla de indatafilerna som justeringar behöver göras till. Byt namn på dessa nya kopierade indatafilerna som ska justeras, för att matcha det nya scenariots namn.



	OBS! Om några av indatafilerna inte behöver justeras behöver ingen ny kopia enligt b) ovan skapas utan filerna kan behålla namnen från det kopierade scenariot. Detta gör det enkelt att följa upp vilka indatafiler som innehåller uppdateringar och vilka som är "original" utan korrigeringar.
5	Öppna .mupp filen sparad i steg 2 och ersätt namnet på scenario. Detta görs genom att skriva in nytt scenario, återkomsttid, klimatfaktor i rutan <i>Identification ID</i> i <i>Simulation setup</i> i enlighet med filnamnssystemet (läs noga igenom föregående delkapitel för instruktion). Detta gör att alla resultatfiler automatiskt får korrekt namn när skyfallsmodellen körs. Man ska alltså inte manuellt justera namn på varje individuell resultatfil utan namnet på dessa styrs enligt instruktionen här.
6	Vid lämpligt tillfälle: Starta en modellberäkning och verifiera att resultatfiler, mappar, modellfiler med mera skapas med korrekt namn och på korrekt plats. Modellen kan startas och stoppas så fort mappar och filer genereras, för att kontrollera detta. Detta bör göras innan riktiga modellberäkningar påbörjas för att tidigt identifiera fel i mappstruktur och filnamn.

4.2 Höjdmodell

Höjdmodellen *Stockholm HydroDEM* (Stockholms Hydrological Digital Elevation) som har använts i Stockholm stads skyfallsmodell ska användas för skyfallsprojekt inom Stockholms stad. Höjdmodellen behöver kontrolleras så att vattentransporten över markytan beskrivs på ett korrekt vis och som är lämpligt för projektets frågeställning. Även höjdmodellens aktualitet bör kontrolleras. Följande anpassningar och kontroller kan lämpligen göras i höjdmodellen:

- **Byggnader.** Om byggnader inte är representerade i höjdmodellen behöver de höjas upp från omgivande terräng. För att undvika instabiliteter i skyfallsmodellerna kan byggnaderna lämpligen höjas med 2 meter. Minsta krav är att taken utformas som platta. I vissa speciella fall, t.ex. vid stora sammanhängande byggnader eller byggnader som angränsar en mindre lågpunkt av intresse, kan det vara lämpligt att beskriva taklutningarna på ett mer verklighetstroget vis.
- **Passager.** Passager som leder vattnet, såsom portiker/gångpassager igenom byggnader, underfarter, gång- och cykeltunnlar med mera, kan behöva representeras. Detta görs i de flesta fall genom att bränna ner byggnader/vägar/järnvägsbankar vid passager i höjdmodellen. Hänsyn måste dock också tas till att vatten även kan rinna både under och över en passage, t.ex. vid en väg- eller järnvägsviadukt. Vattenflöden både under och ovanpå en passage behöver beskrivas i modellen när betydande flöden rinner bägge



dessas vägar och leds åt olika håll. I sådana fall bör passagerna inte brännas ner utan istället representeras i modellen som en kulvert eller liknande. I Stockholms stads skyfallsmodell beskrivs dessa som *2D culverts*. Dessa strukturer kan bli beräkningsmässigt instabila och behöver kvalitetssäkras.

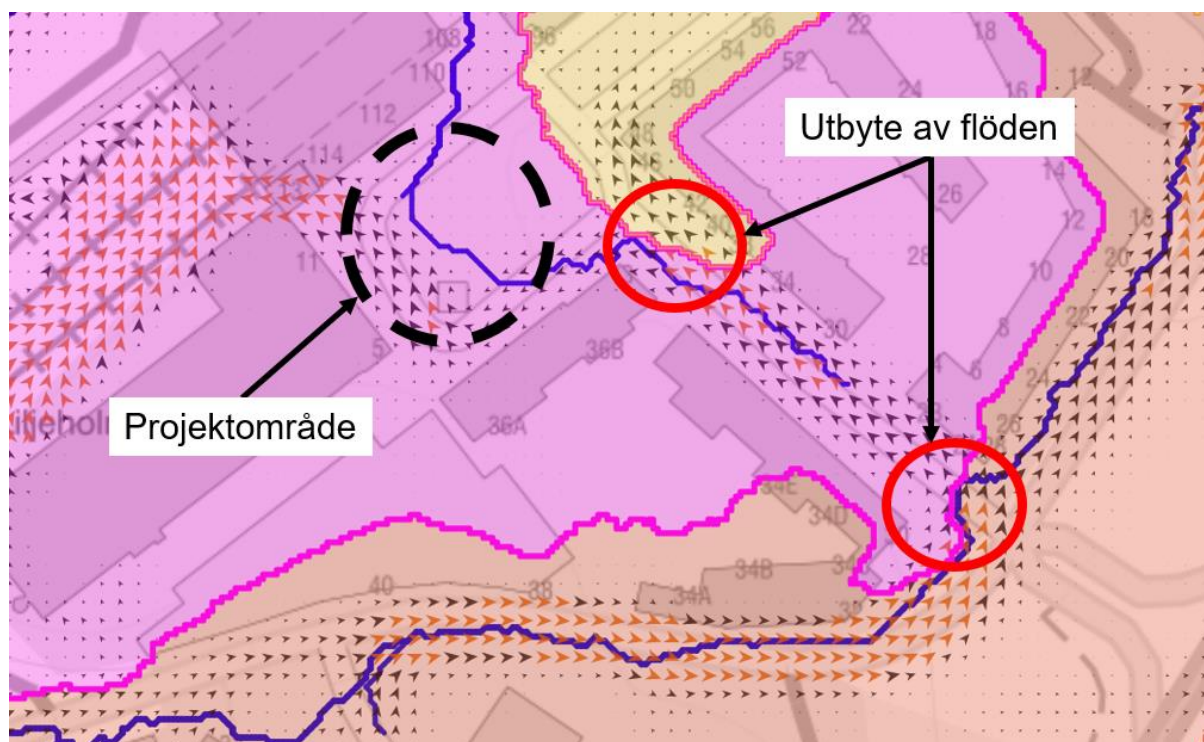
- **Höjdmodellens aktualitet.** Höjdmodellens laserskanningsdatum behöver beaktas och det bör kontrolleras huruvida ändrade markförhållanden/nya exploateringar har tillkommit inom modellområdet efter det att laserscanningen genomfördes. Till exempel kan detta vara byggnader som har rivits eller tillkommit, ändringar i markhöjdsättning, anläggning av barriärer/strukturer, tillfälliga schaktgropar som sammanföll med tidpunkten för laserscanningen, med mera. Även framtida exploateringar som har vunnit laga kraft kan behöva beaktas.
- **Projekterade höjder.** Med projekterade höjder avses sådana förändringar i markhöjder som sker inom t.ex. ny- och ombyggnadsprojekt. Det finns många olika sätt att omvandla projekterat underlag till raster-format för ihopslagning med skyfallsmodellens höjdmodell. Projekterat underlag i rasterformat eller *Triangulated Irregular Network* (TIN) är normalt att föredra framför vektorformat (punkter och linjer). Ifall vektorformat erhålls rekommenderas att en TIN skapas som ett mellansteg, där kopplingar mellan vektorobjekten justeras manuellt, innan rastret tas fram. Detta är särskilt viktigt vid grov detaljeringsnivå, såsom vid förprojektering. I och med att höjdsättningen är den viktigaste parametern i skyfallsanalysen behöver en kvalitetskontroll alltid göras genom att jämföra det framtagna rastret och det ursprungliga projekteringsunderlaget. Eftersom denna process kan vara tidskrävande är det av stor vikt att det görs i lämplig fas i projektet.
- **Viktiga tröskelnivåer.** Skyfallsmodellens höjdmodell kan inte beskriva smala strukturer och således inte alltid representera "tröskelnivåer", t.ex. den nivå då vatten rinner ner i en garagedfart. Det kan motiveras att manuellt justera höjdmodellen eller inkludera barriärer vid viktiga tröskelnivåer i skyfallsmodellen. Sådana tröskelnivåer kan vara för instängda områden, nedsänkta ytor/dammar, täta murar och bullervallar, med mera.
- **Genomledning i öppna vattenleder.** Här avses broar eller kulvertar/trummor, främst vid vattendrag och diken. Hur dessa genomledande strukturer bör representeras beror på modelluppsättningen och hur intresseområdet är placerat relativt öppna vattenleder. Om intresseområdet inte påverkas av vattennivåer i vattenleden kan det vara tillräckligt att bränna ner dessa strukturer i höjdmodellen. Men om vattennivåer i vattendraget eller diket kan påverka projektområdet genom dämning bör dessa trummor och broar beskrivas i modellen med deras verkliga mått och nivåer som endimensionella strukturer eller *2D Culverts* i MIKE+. I vissa fall kan det vara nödvändigt att även representera vattendraget eller diket som 1D-komponent med inmätta sektioner för en mer noggrann beskrivning.



4.3 Modellens ränder

I många projekt kan det vara önskvärt att ”klippa ut” ett mindre område från skyfallsmodellen, för att reducera modellens storlek och beräkningstider samt erhålla mer resurseffektivt arbete. Hela det topografiska avrinningsområdet som bidrar till projektområdet bör som regel inkluderas i utredningen. Avrinningsområden baseras dock ofta på små topografiska tröskelnivåer som kan överskridas vid större regn. Detta resulterar till utbyte av flöden mellan angränsade avrinningsområden. Ett exempel illustreras i Figur 6 där det topografiska avrinningsområdet till projektområdet visas med rosa. Resultatet från den hydrodynamiska modellen visar dock att även det angränsade orangea området kan bidra med avrinning (se pilarna i figuren). Därmed måste detta orangea område inkluderas i skyfallsmodellen för att inte underskatta översvämningsrisken. Samtidigt kan det rosa avrinningsområdet bräddas mot det angränsade gula avrinningsområdet som även det måste inkluderas i modellområdet för att inte överskatta vattenvolvymerna som hamnar i projektområdet.

De gällande modellränderna (modellens yttre gränser) måste alltid kontrolleras för att säkerställa att modellområdet är tillräckligt stort för projektets syfte. Detta kan göras genom att granska de beräknade flödena från Stockholms stads skyfallsmodell. Observera att även denna modell består av flera angränsande delmodeller, vilket innebär att det behöver säkerställas att modellens indelning inte har förhindrat utbyte av flöden mellan angränsande avrinningsområden. Detta är särskilt relevant för projekt som ligger nära gränsen mellan två delmodeller.



Figur 6: Exempel på utbyte av flöden mellan angränsade topografiska avrinningsområden. Pilarna visar flöden utifrån stadens dynamiska modell medan blåa linjer visar hydrologiska avrinningsvägar.



Modellområdet ska även inkludera områden nedströms projektet som kan riskera att påverkas av en ny- eller ombyggnation. För att få en representativ bild av påverkans omfattning i områden nedströms kan det vara lämpligt att inkludera hela avrinningsområdet till dessa områden även om de inte bidrar med avrinning till projektområdet. Detta är särskilt relevant för projekt som ligger i anslutning till vattendrag eller sjöar. Hela avrinningsområdet till vattendraget eller sjön kan behöva inkluderas för att beakta hur dessa översvämmas och hur de påverkar projektområdet.

4.4 Strukturer som styr vattnet

I detta delkapitel redovisas hur strukturer som inte beskrivs i höjdmodellen bör kontrolleras och revideras.

4.4.1 Strukturer som blockerar vattnet

Ett platsbesök rekommenderas för att inspektera strukturer som blockerar avrinning relevant för projektets frågeställning. Det bör kontrolleras både ifall den befintliga modellen saknar någon viktig struktur samt ifall de relevanta, redan inlagda strukturerna fortfarande är aktuella. En bedömning behöver göras huruvida barriären är tät och kan tåla vattentryck. Smalare strukturer såsom murar och täta bullerskydd rekommenderas läggas i modellen som *2D dikes*, vilket gör det enkelt att överföra informationen mellan olika modeller och beräkningsscenario även om höjdmodellen skulle behöva bytas ut. Exakt höjdnivå för strukturen kan införskaffas genom inmätningar vid behov.

Beräkningsresultatet ska alltid kvalitetskontrolleras för att säkerställa att strukturernas funktion i modellen efterliknar verkligheten. Särskilt viktigt att kontrollera är att barriärer som ligger på en högre nivå än angränsade mark, t.ex. längs en upphöjd väg- eller järnvägsbank, faktiskt hamnar på den övre nivån och inte på slänten eller nedre nivån. Placering av barriärer kan behöva göras med hänsyn främst till höjdmodellen och inte ortofoto eftersom rumslig avvikelse mellan ortofotot och höjdmodellen ofta förekommer.

4.4.2 Passager och underfarter med genomströmning

Om någon ytterligare tunnel eller underfart ska läggas in i modellen rekommenderas de, om ingen särskild anledning föreligger, beskrivas med samma inställningar som de redan inlagda strukturerna har, enligt nedan:

- *Culvert type*: Long culvert.
- *Geometry type*: Rectangular. Eller annan form om så är lämpligt.
- *Upstream och downstream invert*: Utifrån höjdmodellens lägsta värde vid in- och utfart.
- *Manning (M)*: För vägtunnlar används $50 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$. För spårtunnlar används $5 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

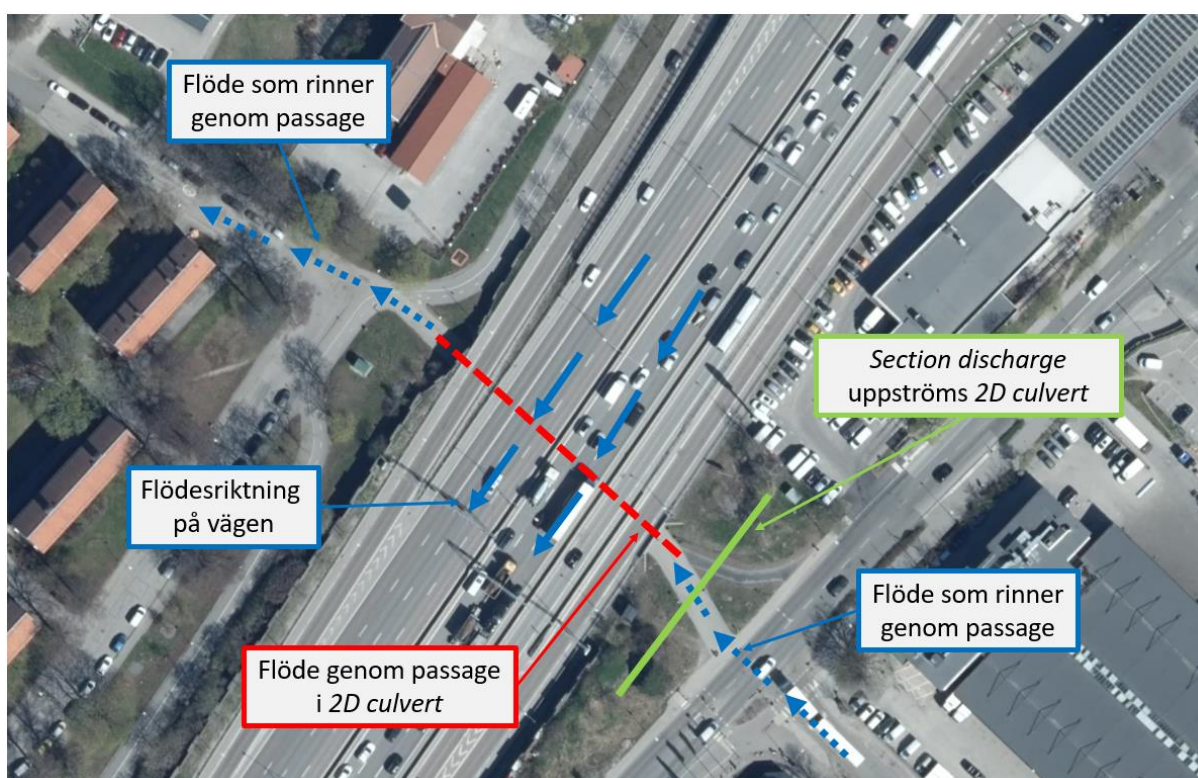


- *Dampening delta depth* (DDD). Som standard används i Stockholms stads skyfallsmodell 0.2 m. Observera att detta endast gäller för 2D culverts för strukturer där stora flöden förväntas. Det gäller inte för mindre strukturer såsom brunnar för ledningsnät etc.

Exakt geometri och höjdnivå för strukturen kan sammanställas genom inmätningar vid behov.

Strukturernas funktion behöver alltid kvalitetskontrolleras eftersom dessa med betydande sannolikhet kan ge modelltekniska instabiliteter som rapporterar missvisande flöden i resultatfiler. Flöden och nivåer vid kulvertarna behöver kontrolleras i *2D culverts results* för eventuella instabiliteter. Ifall det finns instabiliteter bör det övervägas att antingen höja värdet på *Dampening delta depth* eller justera höjdmodellen vid in- och utloppet genom att jämna till ytan.

I Stockholm stads projekt är det ett krav att kvalitetskontroll av strukturer görs genom att lägga till en *Section discharge* uppströms strukturen som fångar upp allt flöde som leds till strukturen. Detta möjliggör jämförelse mellan flödet som beräknas igenom strukturen, och det flöde som rinner till strukturen över marken. Detta rekommenderas starkt att genomföras i alla projekt där *2D culverts* används, även om Stockholms stad inte är beställare. Se Figur 7 för konceptbild.



Figur 7. Konceptuell visualisering av hur en 2D culvert med tillhörande *Section discharge line* kan modelleras.



4.4.3 Inflöde till underjordiska anläggningar utan genomströmning

I de fall det är av intresse att undersöka hur stora inflöden som kan ske till tunnelsystem och underjordiska utrymmen, där vattnet inte kan rinna igenom anläggningen och ut på marken igen. Om stora flöden rinner in i sådana underjordiska anläggningar kan omfattande skada inträffa, och varaktigheten under vilken anläggningen har reducerad eller förlorad funktion kan vara omfattande.

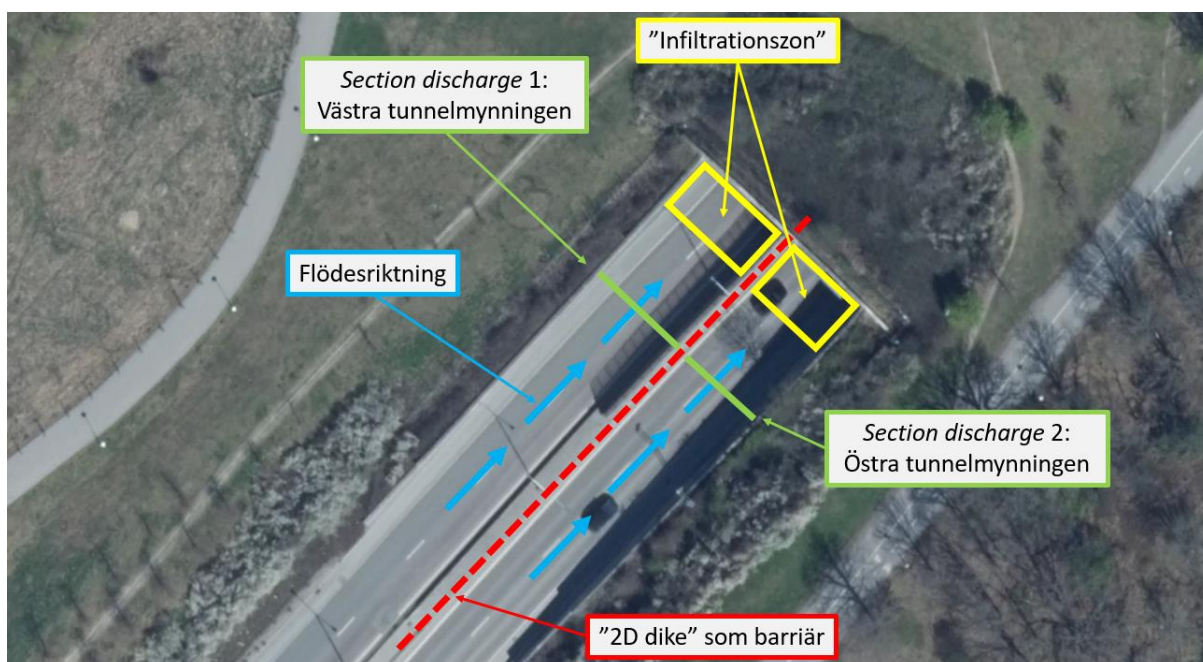
Stora inflöden har visat sig vara svåra att modellera på ett kvalitativt sätt med ”konventionell” metodik i MIKE+ för sådana anläggningar. Bl.a. har det dokumenterats instabiliteter i tillagda strukturer och osäkerheter i resultatfilers förmåga att dokumentera inflöden korrekt. Därför förordar Stockholms stad att nedan metod ska användas vid utredning av inflöden till underjordiska tunnelsystem, där vattnet ”fastnar” inne i anläggningen och inte strömmar ut ovan mark på annan plats igen (se Sweco (2024) för motivering):

- 1) Ett område kring anläggningens entré justeras i infiltrationsfilen till nedan följande parametrar. Områdets storlek beror på förväntat inflöde men kan förslagsvis definieras som en rektangel placerad parallellt med entréns öppning med följande infiltrationsparametrar:
 - a. Infiltrationshastighet = 10 000 000 mm/h
 - b. Läckagehastighet = 0 mm/h
 - c. Porositet = 0,9
 - d. Infiltrationszonens djup = 1 000 m
 - e. Initial vattenhalt = 0
- 2) En *Section discharge* adderas i som resultat från 2D-modellen, där linjen måste placeras så allt inflöde till det justerade området i punkt 1-2 rinner genom linjen. Linjen rekommenderas placeras *minst* på ett avstånd från ”infiltrationszonen” motsvarande 2 gånger motsvarande gridstorleken på infiltrationsfilen. Helst bör avståndet vara högre för att undvika risk för att instabiliteter påverkar tillförlitligheten i resultatet för *Section discharge*.

Metoden visualiseras schematiskt i Figur 8. Metoden medför att allt inflöde till entrén fångas upp genom extremt hög infiltrationskapacitet. Genom att använda en *Section discharge* kan flödet och ackumulerad volym som rinner ”in” genom entrén redovisas. Det är inte rekommenderat att använda volymen som registreras i infiltrationsfilen för att redovisa totala volymer, då denna metod i test visat sig vara opålitlig.

Ovan metodik kan medföra att ett något större massbalansfel uppstår i 2D-beräkningarna. Detta massbalansfel bedöms uppstå i "infiltrationszonen" och medför därför inga kvalitetsproblem för 2D-modellen, eftersom detta massbalansfel försvinner i "infiltrationszonen".

Metoden ovan finns dokumenterad i mer detalj av Sweco (2024).



Figur 8. Konceptuell visualisering hur stora inflöden till underjordiska anläggningar kan modelleras. Det är viktigt att dragningen av *Section discharge* fångar hela tillrinningen till den underjordiska anläggningen. Ibland kan detta kräva att *Section discharge* dras som en rektangel som omgärdar infiltrationszonens rektangel (med en viss distans enligt instruktionerna ovan).

4.4.4 Genomledande strukturer i öppna vattenleder

Där vattennivåer i ett dike, vattendrag eller sjö är av intresse bör trummor, kulvertar och broar beskrivas i modellen med deras verkliga geometri och höjdnivå som *2D culverts*.

Följande modelltekniska parametrar rekommenderas att användas för *2D culverts*:

- *Culvert type*: Long culvert.
- *Geometry type*: Enligt formen utifrån VA-ritningar eller inmätningar. Hänsyn bör tas till att det trummorna oftast anläggs med överdjup och därmed fylls med sten och grus upp till en nivå som inte bidrar till vattenföring.
- *Upstream och downstream invert*: Utifrån VA-ritningar eller inmätningar.
- *Manning (M)*: Utifrån materialet och skick.
- *Dampening delta depth (DDD)*. Tillräckligt högt värde för att undvika instabiliteter. Värdet bör inte ökas om det inte finns stabilitetsproblem.



Strukturernas funktion behöver alltid kvalitetskontrolleras. Flöden och nivåer vid strukturen behöver kontrolleras i *2D culverts results* för eventuella instabiliteter. Ifall det finns instabiliteter bör det övervägas att antingen höja DDD eller justera höjdmodellen vid in- och utloppet genom att jämna till ytan.

I Stockholms stads projekt är det ett krav att kvalitetskontroll av strukturer görs genom att lägga till en *Section discharge* uppströms strukturen som fångar upp allt flöde som leds till strukturen. Detta möjliggör jämförelse mellan flödet som beräknas igenom strukturen, och det flöde som rinner till strukturen över marken. Detta rekommenderas starkt att genomföras i alla projekt där *2D culverts* används, även om Stockholms stad inte är beställare.

4.5 Nederbörd

Projekt som genomförs för Stockholms stad ska följa de dimensioneringsförutsättningar som staden förordar. Trafikkontorets skyfallsfunktion har nederbördsdata i färdiga modellformat för en lång rad scenarier varaktigheter som kan nyttjas.

4.5.1 Dimensioneringsförutsättningar för nederbörd

Dimensioneringsförutsättningar enligt Tabell 2 används av Stockholms stad för riskanalyser för extrema regn och skyfall. Förutsättningarna är framtagna i projektet *Stockholmsregn 2024* (Stockholms stad, 2024a), där detaljerad information kan hittas.

Tabell 2: Dimensioneringsförutsättningar för extrema regn och skyfall som används av Stockholms stad.

Nr.	Förutsättning
1	En klimatfaktor om 1,4 används som standard.
2	StockholmsCDS-regn används som hyetograf.
3	Varaktigheten för skyfalls-hyetografer ska alltid vara som <i>minst</i> sex (6) timmar, oavsett hur litet avrinningsområdets storlek är. Inom större avrinningsområden bör längre varaktighet användas om så anses lämpligt.
4	Hela avrinningsområdet ska belastas med samma hyetograf.
5	Hyetograferna ska utformas med en skevhetsfaktor om 0,31 vilket motsvarar den faktor som statistiskt bäst beskriver extrema regn inom Stockholms stads geografi.
6	Vid behov av känslighetsanalys med annan hyetograf bör Kluster 2 först och främst användas. Kluster 1 kan användas som tredje hyetograf i känslighetsanalys. Känslighetsanalys ska genomföras för att utreda behov av <i>förstärkt</i> skydd, inte för att hitta motiv för <i>reducerat</i> skydd.
7	Det är alltid lämpligt, men inte ett krav, att genomföra känslighetsanalys med Kluster 2 då skyddsåtgärder planeras för platser eller objekt med särskilt högt skyddsvärde.
8	Blockregnsstatistik kan användas i de applikationer som anses lämpliga men ska inte utgöra huvudsakligt dimensioneringsunderlag i skyfallsutredningar.
9	Projekt som redan pågår och har anpassningar för att hantera skyfallsrisk, där tidigare dimensioneringskrav använts, kan välja huruvida man vill uppdatera utformning av projektet med de nya rekommendationerna eller ej.



4.5.2 Nedbördsbelastning i ej kopplad modell

Ledningsnätets kapacitet varierar kraftigt i olika delar av Stockholms stad. Vissa områden har i dagsläget lägre kapacitet än 10-årsregn medan nya områden byggs med större kapacitet än 10-årsregn. Trots detta rekommenderas det att avdrag från nederbörden som belastar hårdgjorda ytor göras för ett 10-årsregn enligt metodiken som beskrivs i *Stockholms stads skyfallsmodell 2024 - Modelldokumentation* (Stockholms stad, 2025). Avsteg kan dock vara motiverade och behöver i så fall stämmas av med Stockholms stad och SVOA. Följande fall kan motivera avsteg:

- Nya exploateringar som byggs med större kapacitet än 10-årsregn enligt branschens standards. Speciellt där de nya dagvattenledningarna inte kopplas på befintliga ledningar utan mynnar ut direkt till recipienten kan ett större avdrag än 10-årsregn motiveras. Däremot om påkoppling på befintligt nät görs men systemet kan ändå hantera större än 10-årsregn, på grund av t.ex. ett magasin, bör det inte göras ett större avdrag utan en kopplad modell kan användas istället.
- Områden där den befintliga kapaciteten är markant lägre än 10-årsregn och möjligheterna för uppgradering anses begränsade. Det bör betonas att detta inte gäller alla områden där kapaciteten är lägre än 10-årsregn. Skyfallssimuleringar som görs med klimatfaktor avser ett framtida scenario och det är rimligt att anta att nätets kapacitet kommer med tid att ökas jämfört med dagens rådande kapacitet. Dessutom, när omläggningar av ledningar görs används oftast en klimatfaktor vilket innebär att VA-nätet kan vara underdimensionerat år 2100 och fortfarande ha kapacitet som motsvarar 10 års återkomsttid för idag rådande klimat.
- Lågpunkter som avvattnas av ledningsnät med stort tekniskt avrinningsområde. I dessa områden finns det risk för upptryckning av vatten från nätet till ytan. Konservativa antaganden för avdragen behöver därmed göras.

Där vattennivåer i en recipient eller dagvattendamm är av intresse ska inget avdrag för VA-systemet göras för de områden där VA-systemet mynnar ut till denna recipient eller dammen. Avdraget innebär att vattenvolym försvinner från modellen medan i verkligheten transporteras denna volym till recipienten istället. Avbördningskapaciteten från recipient och tillhörande genomledande strukturer kan behöva inkluderas i analysen med en vattendragsmodell.

4.5.3 Nederbördsbelastning i kopplad modell

Om en kopplad modell används, där Stockholms stads 2D-modell kombineras med en 1D-ledningsnätsmodell, bör nederbördsbelastningen ses över noggrant.

Ledningsnätsmodellerna är, i de flesta fall, förenklade och innehåller endast större ledningarna och nedstigningsbrunnar. Mindre komponenter som servisledningar, rännstensbrunnar,



kupolbrunnar med mera är ofta inte inkluderade. Detta beror antingen på begränsat tillgängligt underlag eller på att det är mycket resurskrävande att inkludera samtliga intagsanordningar.

På grund av att många intag saknas i modellen kan vatten i 2D-modellen få svårt att nå ledningsnätet. Det beror på att kopplingspunkterna utgörs av nedstigningsbrunnar, som inte alltid är placerade i områdets naturliga lågpunkter. För att säkerställa att vatten även i dessa fall når ledningsnätet bör nederbörden fördelas mellan modellerna: en viss andel belastar ledningarna i 1D-modellen direkt, medan resterande nederbörd appliceras i 2D-modellen. Den exakta fördelningen beror på flera faktorer, bland annat:

- Om 1D-modellen är kalibrerad
- Om 1D-modellens avrinningsområden täcker hela 2D-modellens område
- Bedömd kapacitet i ledningsnätet
- Om infiltration inkluderas i 2D-modellen eller ej

Respektive projekt ansvarar för att besluta om och motivera en lämplig fördelning. Följande krav måste dock alltid uppfyllas:

1. Total nederbördsvolym. Den sammanlagda nederbördsbelastningen i 1D- och 2D-modellen ska motsvara den totala nederbördsvolymen för det aktuella nederbördsscenarioet.
2. Infiltration får inte dubbelräknas. Avrinningskoefficienter i 1D-områden som inkluderar infiltration i genomsläppliga ytor får inte användas samtidigt som infiltrationsmodulen är aktiverad i samma område i 2D-modellen.
3. Korrekt avrinningskoefficient. Avrinningskoefficienter i 1D-modellen som kalibrerats mot låga återkomsttider får inte lämnas oförändrade om modellen utsätts för betydligt högre belastning. I sådana fall kan avdraget från avrinningen bli för stort och leda till orealistiskt låga flöden.

Om en 1D-modell byggs upp inom projektet kan det vara lämpligt att fördela nederbörden enbart på de hårdgjorda ytorna. De genomsläppliga ytorna kan i stället belastas med hela nederbörden i 2D-modellen, där infiltrationen hanteras med infiltrationsmodulen. På så sätt säkerställs att fördelningen av nederbörden inte får en avgörande inverkan på infiltrationen och därmed resultaten, samtidigt som modellens uppbyggnad och användning underlättas.

Att belasta hela 2D-modellen med hela nederbörden kan däremot vara lämpligt om ledningsnätetsmodellen är detaljerad och inkluderar samtliga intag (t.ex. rännstens- och kupolbrunnar). I dessa fall kan brunnarna fungera som kopplingspunkter mellan modellerna, vilket ger en mer realistisk representation av nätets intagskapacitet. Observera dock att denna



metod har begränsningar i områden där takytor avvattnas via hängrännor och stuprör som är direktkopplade till ledningsnätet. I sådana fall kan nederbördsbelastning från takytor ändå behöva delas mellan 1D- och 2D-modellen.

4.6 Markdata

Inom detta kapitel beskrivs de kontroller som främst behöver göras kopplat till infiltration och markströmningsmotstånd i 2D-modellerna.

4.6.1 Markens infiltrationskapacitet

Inom varje projekt ska en kontroll göras om indatafiler till infiltrationsmodulen behöver uppdateras eller justeras. Uppdatering kan behövas både inom projektets geografiska område, men även utanför (t.ex. om större markförändringar genomförts eller vunnit laga kraft i närområdet). De revideringar som görs bör följa samma metodik som finns redovisad i Stockholm (2025).

Även i områden där det inte har förekommit eller planeras för en ändrad markanvändning behöver parametervärden kontrolleras. De ansatta värden som finns i skyfallsmodellen är generaliserade och i verkligheten det kan finnas stora lokala avvikelser. Därmed bör en bedömning göras huruvida värdena behöver anpassas till de platsspecifika förutsättningarna och vid behov justeras. Exempel på parametrar som behöver kontrolleras är:

- **Alla infiltrationsparametrar för "Öppen mark"**. Denna kategori inkluderar många olika typer av markanvändning, t.ex. allt från hamnområden, som präglas av hårdgjorda ytor, till järnvägsområden med stor magasineringskapacitet. Även ytor som ägs av Kungliga Djurgårdens Förvaltning (Djurgården, Ladugårdsgärdet etc.) ingår i kategorin "Öppen mark".
- **Alla infiltrationsparametrar för "Banvall"**. Infiltrationsmodulen har ingen förmåga att beskriva horisontell vattentransport av infiltrerat vatten. I verkligheten kan vatten som infiltrerar till en banvall frekvent rinna både genom eller längs med banvallen i krossmaterialet. I projekt bör det kontrolleras om denna horisontella inre transport genom/längs med banvall är av vikt att beakta. Infiltrationszonens egenskaper kan också behöva anpassas till grundvattennivåer, grundläggningstyp m.m. för banvallen.
- **Läckagehastighet för "Fyllning"**. Fyllningen kan bestå av schaktmassor och präglas av stor variation. I de flesta fall har fyllning en hög permeabilitet men det kan förekomma stora avvikelser mellan olika områden. Även fyllningsdjup och underliggande jordart kan vara viktigt att bedöma. I områden med hög andel fyllning där infiltrationsmodulen är aktiverad (icke-hårdgjorda ytor) kan ibland vara motiverat att genomföra en känslighetsanalys med varierande parametervärden, om inte mer detaljerad information finns tillgänglig.



- **Läckagehastighet för ”Morän”.** Moräns hydrauliska konduktivitet, som avgör läckagehastigheten, har ett stort spann. De högre värdena inom spannet kan ha en påverkan på vattenansamlingar på ytan, eftersom infiltrationszonen är relativt grund som standard i skyfallsmodellen. Lokala bedömningar kan därmed behöva göras.

Det är viktigt att notera att vid justering av en genomsläpplig yta till hårdgjord yta (och tvärtom) måste även nederbördsbelastningen justeras på motsvarande yta.

4.6.2 Markens strömningsmotstånd

Inom varje projekt ska Manningsfilen kvalitetskontrolleras och vid behov uppdateras eller justeras. Uppdatering kan behövas både inom projektområdets geografiska gräns men även utanför.

Särskilt kontroll bör göras för områden som har fått sitt Mannings tal utifrån markanvändningen ”Öppen mark” från Lantmäteriets underlag. Denna markanvändning representeras med Mannings tal 25,0022, som ansatts för att enkelt kunna sökas ut i underlagsfiler.

Markanvändning som omvandlas bör representeras med samma värden som motsvarande lager redan har i manningssfilen enligt Stockholms stad (2025), om ingen annan särskild anledning finns.

4.7 Recipienter

4.7.1 Vattendrag

Vattendrag, särskilt mindre, är ofta komplexa att beskriva tillräckligt detaljerat i en 2D-modell. Om det finns risk för översvämning eller att området påverkas av vattendraget bör vattendraget i stället beskrivas i en dynamisk 1D-modell. Inmätningar av åfårans bottennivåer kan då behöva genomföras och läggas in i modellen. För vissa vattendrag, exempelvis Bällstaån, finns redan färdiga modeller som kan användas.

Det bör beaktas om det är relevant att inkludera basflöde i modellering av vattendrag. Med basflöde avses det vatten som rinner i vattendraget redan innan skyfallet inleds. Att inkludera basflödet är särskilt relevant i 1D-modeller där vattendragets bottennivåer representeras snarare än vattenytan. Basflödet bör i synnerhet beaktas när det utgör en betydande andel av vattendragets totala kapacitet. Om en 2D-modell används behövs oftast inget basflöde användas eftersom nivåerna i höjdmodellen redan representerar en högre nivå än vattendragets botten.



4.7.2 Sjöar och hav

Sjöar kan oftast representeras med de nivåer som finns i höjdmodellen, om dessa nivåer inte medför störningar i transporten av skyfallsvatten. Det bör dock kontrolleras att höjdmodellen korrekt representerar vattenytan. Om det finns risk för att projektområdet översvämmas eller påverkas av höga vattennivåer i sjön, bör sjön beskrivas dynamiskt så att vattennivån kan fluktuera och utloppskapaciteten inkluderas.

För Mälaren och Saltsjön ska fasta nivåer i form av randvillkor användas, eftersom skyfall inte kan påverka vattennivåerna i dessa recipienter. Nivåer för recipienter ska motsvara de som anges i den senaste versionen av SVOA:s Projekteringshanvisningar. Dokumentet nås genom direkt kontakt med SVOA.

4.8 Övriga faktorer att beakta

Nedan redovisas ett urval av övriga faktorer att beakta vid användning av skyfallsmodellen.

- **Utredningar inom större instängda områden.** I dessa områden finns generellt ökad översvämningsrisk från uppträngning av vatten från VA-nätet. Om större utredningar, riskanalyser eller investeringar ska göras i dessa områden är det ofta motiverat att en kopplad beräkningsmodell upprättas för att resultatet ska bli mer tillförlitligt.
- **Utredningar nära en recipient eller vattendrag som även är recipient för VA-nätet.** I sådana fall måste det schablonavdrag för VA-nätet som görs från nederbördsbelastningen i ej kopplade modeller beaktas. Tillrinningen till recipienter och vattendrag med utlopp från VA-systemet kan i verkligheten vara större än vad skyfallsmodellen förutsätter. Det kan därför vara lämpligt att antingen undvika avdrag från nederbördsbelastningen eller inkludera ledningsnätet i modellen.
- **Känslighetsanalyser.** Känslighetsanalyser kan vara motiverade att genomföra, men behovet av dessa ska bedömas inom respektive projekt (t.ex. vid exploatering i stora lågpunkter, vid dimensionering av skyfallsåtgärder). För projekt i tidigare skede kan känslighetsanalys ge en bättre bild om potentiella svårigheter. I senare skede ska känslighetsanalys användas för dimensionering och optimering av åtgärder. Känslighetsanalys kan inkludera bland annat:
 - Modellera olika skyfallshändelser (t.ex. simulera olika återkomsttider, reducera eller öka infiltrationskapacitet i marken osv.)
 - Utredda hur nedsatt eller ökad kapacitet i ledningsnät och vattendrag påverkar översvämningsrisk. Det gäller t.ex. sårbara trummor med galler som riskerar att sätta igen



- **Simuleringstid.** Särskilt i utredningar inom planprocesser krävs ofta iterativa simuleringar. För att underlätta tester av olika scenarier bör simuleringstiden sättas till högst 24 timmar, och gärna omkring 16 timmar.

4.9 Resultatfiler

De resultatfiler som skapas av 2D-modellerna visas i Tabell 3.

Tabell 3. Sammanfattande information om resultatfiler som rekommenderas ingå i 2D-modellerna.

	<u>Resultatfil 1</u>	<u>Resultatfil 2</u>	<u>Resultatfil 3</u>	<u>Resultatfil 4</u>	<u>Resultatfil 5</u>
Filnamn i modellen	_2DFloodStatistics	_VolumeBalance	_WLINBSS	_HPQC	_Q...(*)
Automatiskt genererade strukturer	<i>Modellnamn_Scenarionamn_Regntyp_ÅterkomsttidKlimatfaktor_Base_2DFloodStatistics</i>	<i>Modellnamn_Scenarionamn_Regntyp_ÅterkomsttidKlimatfaktor_Base_VolumeBalance</i>	<i>Modellnamn_Scenarionamn_Regntyp_ÅterkomsttidKlimatfaktor_Base_WLINBSS</i>	<i>Modellnamn_Scenarionamn_Regntyp_ÅterkomsttidKlimatfaktor_Base_HPQC</i>	<i>Modellnamn_Scenarionamn_Regntyp_ÅterkomsttidKlimatfaktor_Base_QNamnSectionDischarge</i>
Ingående resultat	Statistiskt maximalt vattendjup, flöde och flödeshastighet, baserat på samtliga tidssteg. Data om när ett visst djup inträffar och hur länge det varar ska ingå.	Water volyme balance	Water level, Infiltrated volume, Bed shear stress	Water depth, P-flux, Q-flux, Current speed	Section discharge
Spara från(**):	2100-01-01 01:30	Början av simuleringen	2100-01-01 00:00	2100-01-01 01:30	Början av simuleringen
Spara till	Simuleringsslut	Simuleringsslut	Simuleringsslut	Simuleringsslut	Simuleringsslut
Tidssteg	1 min	1 min	10 min	5 min	1 min
Övrigt	"Depth threshold value" 0,2 m för att kunna bedöma framkomlighet för fordon.	-	-	-	-
(*) Avser <i>Section discharge</i> som finns eller läggs in i 2D-modellen. (**) För att hålla nere storleken på resultatfiler kan resultat sparas bara under de perioder där översvämningen är mer omfattande. Vissa resultatfiler behöver därför inte alltid sparas från modellsimuleringens början.					



5. Redovisning av resultat

Inom detta kapitel sammanställs rekommendationer för hur skyfallsmodellens resultat kan presenteras. Rekommendationerna är utformade för att kunna ta fram ett tydligt redovisningsmaterial som kan bedömas av personer med varierande teknisk expertis. Ambitionen med rekommendationerna är att skapa en enhetlighet i redovisning som underlättar kommunikation, jämförbarhet och tolkning av utredningsresultat. Därigenom förenklas hanteringen av skyfallsfrågor i bl.a. samverkansprojekt, planprocesser och riskhanteringsarbeten. De resultat som frekvent är särskilt relevanta att redovisa, för att underlätta projektprocesser, visas i Tabell 4.

Tabell 4. Beräkningsresultat som frekvent är av särskilt värde att redovisa i utredningar.

Resultat	Beskrivning
Översvämningskartor	Maximalt beräknat vattendjup per beräknat scenario, baserat på resultatfilen <i>_2DFloodStatistics.dfs2</i> .
	Maximalt flöde per breddmeter per beräknat scenario, baserat på resultatfilen <i>_2DFloodStatistics.dfs2</i> .
	(Vid behov) Maximal beräknad vattennivå i RH2000 per beräknat scenario, baserat på Scalgos <i>Modelspace</i> . Resultatfilen <i>_2DFloodStatistics.dfs2</i> laddas upp i Scalgos Modelspace och Water level laddas ner.
	Observera att minsta <i>Water depth</i>, för vilket resultatet ska laddas ner, lämpligen väljs till 20 mm, för att undvika att resultatet inkluderar områden med mycket små djup (se bilden nedan). ☐ Velocity (max) ☐ Water depth ☒ Water depth (max) Raster ☐ Water depth ☒ Water level Water depth: 20 mm Ifall tillgång till Scalgo saknas kan resultatfilen <i>_WLINBSS.dfs2</i> användas för att beräkna maximal vattennivå för de tidssteg som sparats. Observera att denna fil endast sparas var 10:e minut i skyfallsmodellen som standard, vilket gör att maximala vattennivåer sannolikt inte kommer vara helt representerade.



Differenskartor	Differensen mellan det maximala vattendjupet som uppstår mellan olika scenarion. Detta är alltid relevant i projekt där omgivningspåverkan behöver redovisas. I vissa fall kan det även vara relevant att redovisa en differenskartor baserat på skillnad i maximal vattennivå.
Flöde genom sektioner	Flödet genom relevanta <i>Section discharge</i> som finns uppsatta i skyfallsmodellen redovisas vid behov och fördelaktigen i grafer. Både momentanflöde och ackumulerad flödesvolym redovisas. För att förenkla jämförelser mellan olika scenarion bör dessa redovisas i en och samma graf.
Framkomlighetskartor	Detta resultat visar under hur lång tid som översvämningar överstiger djupet 20 cm. Resultatet är bl.a. relevant då framkomlighetsrisker bedöms. Resultatet kan tas fram från resultatfilen <i>_2DFloodStatistics.dfs2</i> (parametern <i>Duration above threshold</i>) som finns uppsatt i skyfallsmodellen. Observera att tröskelvärde 20 cm måste vara förinställt i skyfallsmodellen innan modellberäkningarna genomförs, så att korrekt tröskelvärde kommer med i resultatfilen <i>_2DFloodStatistics.dfs2</i>.

Instruktioner för framtagande av kartor:

- Beräkningsresultatet kan redovisas med viss genomskinlighet/transparens ifall den bakomliggande bakgrundskartan önskas framgå. Detta är främst aktuellt vid mer inzoomade bilder. Som utgångspunkt kan 60 % genomskinlighet användas (motsvarande 40 % opacitet) men detta beror på den valda bakgrundskartan och områdets förutsättningar.
- Etiketter på gatu- och platsnamn för bättre orientering bör redovisas. Alla geografiska namn som nämns i löptext behövs finnas även i kartorna.
- Teckenförklaring rekommenderas läggas utanför kartinnehållet.
- Norrpil ska inkluderas.
- Skalstock och skala ska inkluderas.



- Framtida scenarier med planerade exploateringar/ombyggnationer bör redovisas med georefererad illustrationsskiss, eller shapelinjer som visar omfattning av planen, som bakgrund.
- Kompletterande kartmaterial som kan kombineras med skyfallsresultat är:
 - Omfattning av instängda områden (t.ex. *Depressions* från Scalgo).
 - Hydrologiska rinnvägar.
 - Vattnets flödesriktning.
 - Fastighetsgränser.
 - Topografiska och tekniska avrinningsområden.
 - VA-ledningsnätet om informationssäkerhet tillåter kartpublicering (ska alltid stämmas av med SVOA när det är aktuellt).



5.1 Karta med maximalt vattendjup

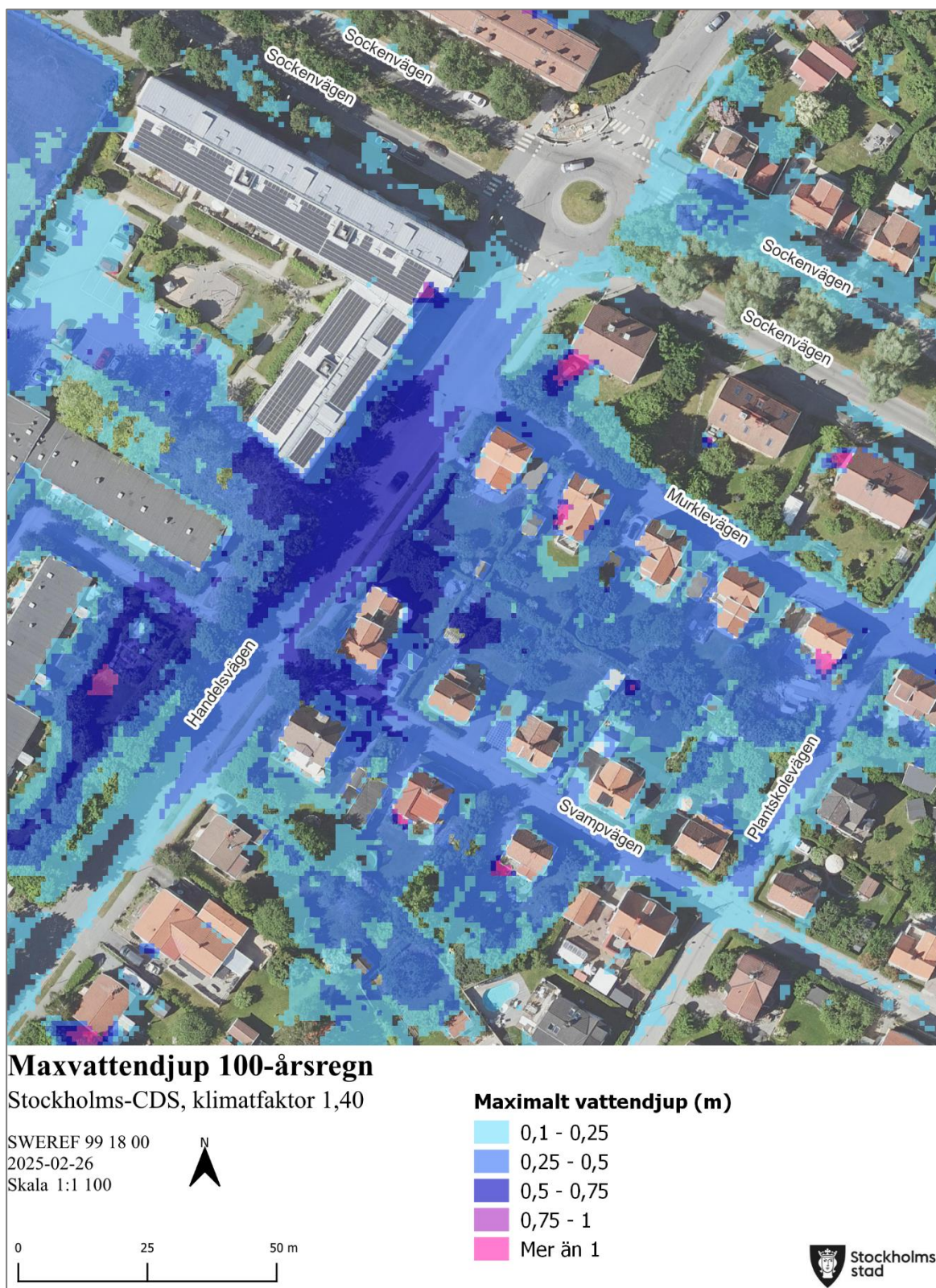
Maximalt beräknat vattendjup rekommenderas att redovisas enligt intervaller och färgsättning som presenteras i Tabell 5. Den valda färgskalan undviker användning av färger såsom gult, orange och rött, eftersom dessa ofta associeras med risknivåer. Risknivån för vattenansamlingar beror inte enbart på vattendjupet, utan även på dess lokalisering och vad som påverkas.

Vattendjupskategorier med jämna intervaller används för att lättare kunna få en översikt av översvämningens omfattning och hur vattendjupet varierar. Vattendjup mindre än 10 cm redovisas inte, eftersom sådana små vattendjup sällan medför olägenheter. Vattendjup på 20 cm, vilket ofta används som ett gränsvärde för när vägar är framkomliga, har inte använts som tröskel vid vattendjupskategorierna. Anledningen är att vattendjupet kan överstiga 20 cm under mycket korta perioder eller på mycket begränsade områden, vilket skulle kunna ge en missvisande bild av översvämningens faktiska konsekvens. Framkomlighetspåverkan redovisas istället som ett eget resultat, se kapitel 4.9.6.

Tabell 5: Rekommenderade intervaller och färgsättning för maximalt beräknat vattendjup. Färgsättningen anges som RGB-koder.

Max vattendjup, intervaller	Färger i RGB			Färg
	R	G	B	
0,1-0,25 m	114	223	254	
0,25-0,5 m	54	114	247	
0,5-0,75 m	0	0	189	
0,75-1 m	171	40	191	
>1 m	255	37	179	

En exempelkarta över maximalt beräknat vattendjup under ett simulerat scenario presenteras i Figur 9



Figur 9: Exempelkarta med maximalt beräknat vattendjup under ett simulerat scenario.



5.2 Karta med maximalt flöde

Maximala flöden per breddmeter kan redovisas på olika sätt beroende på analysens syfte och utredningsområdets förutsättningar. Fokus är ofta inte de enskilda flödesvärdena per meter utan snarare var de huvudsakliga flödesvägarna är belägna och hur dessa sammanfaller med olika markområden och egendom. I dessa fall kan flödeskartan redovisas som en skala från lågt till högt flöde utan att specificera använda värdena. Ifall kvantifiering av flöden och volymer är av intresse kan flöde genom sektioner vara mer representativt där flöde genom hela sektion av intresse redovisas istället för ”per breddmeter” (se 4.9.5).

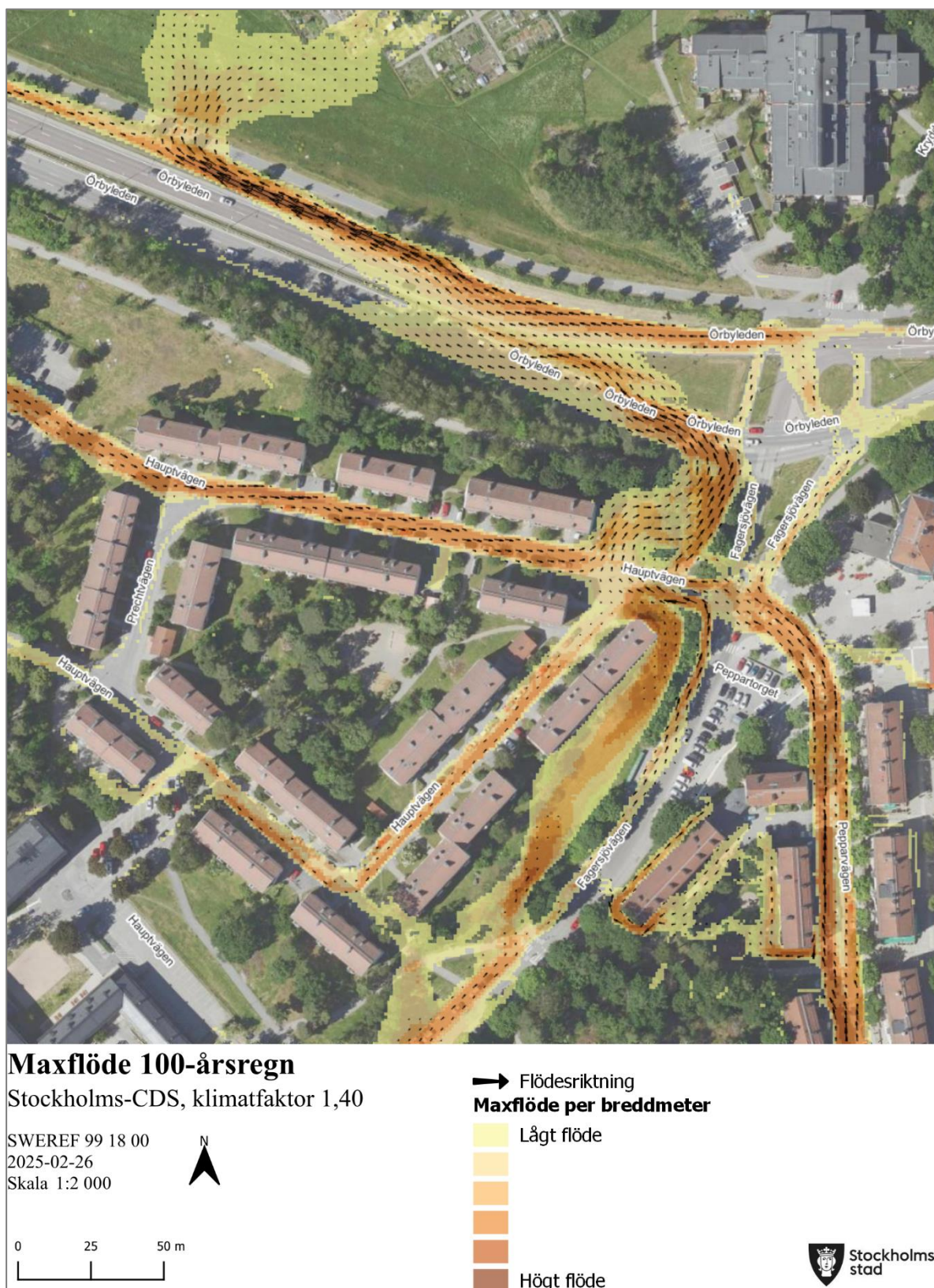
Ifall flödesvärden per breddmeter ändå önskas redovisas kan flödesintervaller behöva anpassas beroende på storlek av flödena som uppstår vid utredningsområdet. Samma intervall bör användas för samtliga scenarion, för att kunna bedöma de relativa förändringarna mellan scenarion. Oavsett valda flödesintervaller rekommenderas maximalt flöde per breddmeter redovisas enligt färgsättning som presenteras i Tabell 6. I tabellen ges även en rekommendation för flödesintervaller som kan användas som utgångspunkt.

Tabell 6. Rekommenderade flödesintervaller, teckenförklaring och färgsättning med RGB-koder för simulerade maxflöden per breddmeter.

Intervaller, m ³ /s/m	Teckenförklaring i karta		Färger i RGB		
	Maxflöde, m		R	G	B
0.025-0.050		Lågt flöde	248	245	144
0.050-0.075			253	223	142
0.075-0.100			254	179	81
0.100-0.200			239	128	29
0.200-0.3			204	82	9
>0.3		Högt flöde	137	44	2

En exempelkarta över maximalt flöde per breddmeter under ett simulerat scenario presenteras i Figur 10. För bättre visualisering av flödesriktningen kan även flödespilar läggas till ovanpå resultatet av maxflöde genom ett av följande sätt:

- Statiska avrinningsvägar med pilar från t.ex. Scalgo.
- Flödespilar med proportionerlig längd från den hydrodynamiska modellen (_HPQC.dfs2) för det tidsteget då maxflöde inträffar.



Figur 10: Exempelkarta för maximalt flöde per breddmeter under ett simulerat scenario. Observera att flödespilarna är en ögonblicksbild för ett visst tidssteg. Flödesriktningen kan variera under simuleringens förlopp.



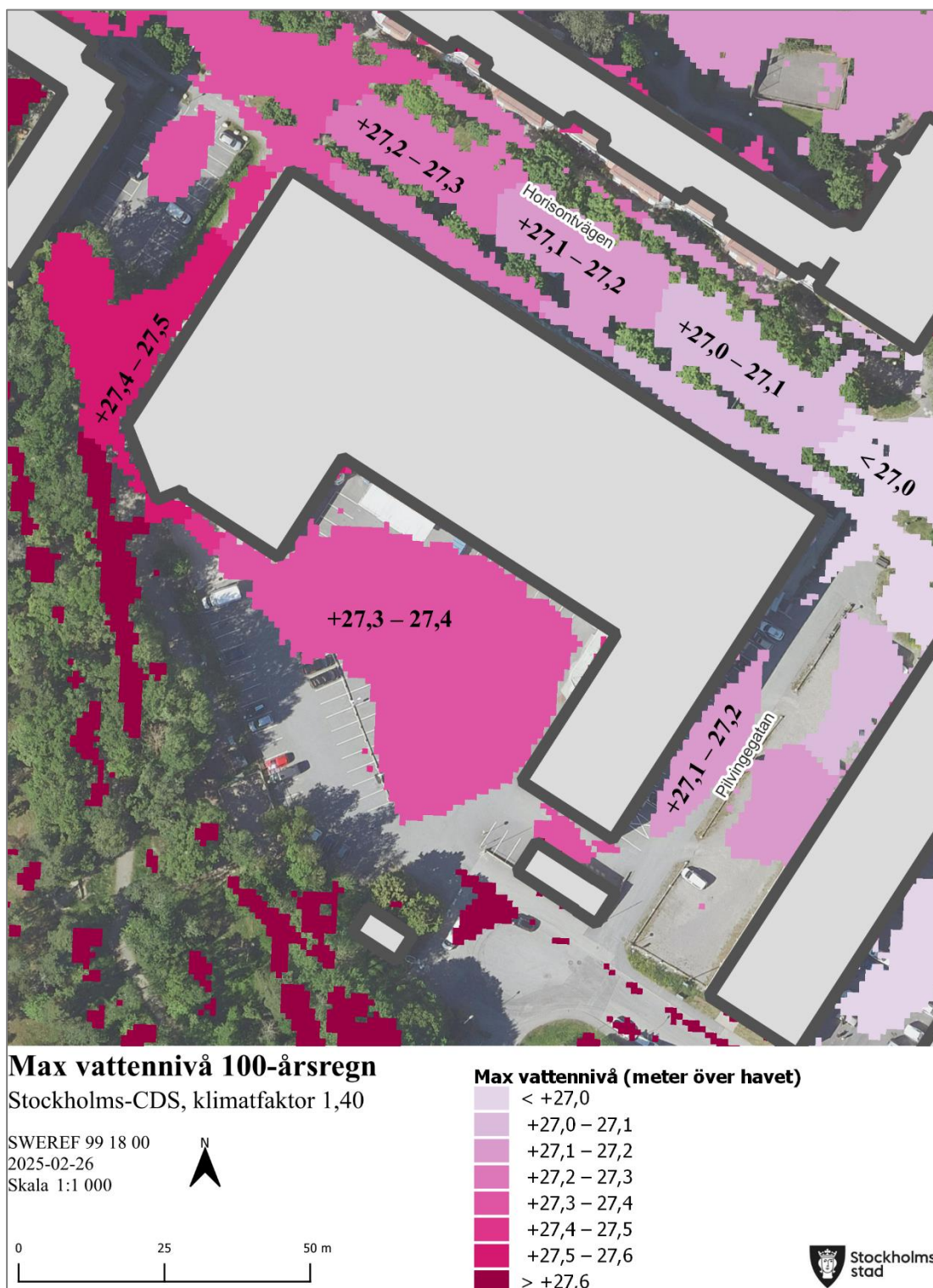
5.3 Karta med maximal vattennivå

Maximal beräknad vattennivå avser vattenytans maximal plushöjd i meter över havet (m.ö.h) enligt RH2000. Redovisning av maximal vattennivå kan användas bl.a. för följande syfte:

- **Kontroll av risk för vatteninträngning.** Jämförelse mot nivåer för entréer, källarfönster, ventilationsöppningar, garagenedfarter med mera.
- **Skydd av kritisk utrustning.** Bedömning om exempelvis elcentraler, pumpar, serverrum med mera är placerade på en säker nivå.
- **Planering av skyddsåtgärder.** Används för att avgöra på vilken nivå skyddsåtgärder såsom upphöjda trösklar, murar och barriärer behöver placeras för att förhindra översvämningsskador.
- **Planering av ny bebyggelse.** Planeringsunderlag för nya exploateringar för placering av exempelvis entréer och färdigt golv på byggnader samt tröskelnivåer för höjdsättning på gator.

Det rekommenderas inte en specifik färgsättning och antal intervaller att redovisa i karta, eftersom flera faktorer påverkar vad som är lämpligt. Det är dock viktigt att intervallerna inte blir för grova, eftersom det kan försvåra jämförelser med exempelvis entrénivåer eller andra kritiska höjder. För att kunna bedöma översvämningssrisker effektivt rekommenderas därför ett intervall om 5–10 cm. Färgskalorna bör med fördel vara tydligt åtskilda från de som används i övriga översvämningsskator för att säkerställa att de lätt går att särskilja. Det är också rekommenderat att undvika färgintervall som traditionellt associeras med risknivåer, såsom en skala som går från grönt till gult till rött.

En exempelkarta över maximal vattennivå under ett simulerat scenario presenteras i Figur 11. För att öka läsbarhet av de olika intervallskategorierna rekommenderas att *Annotations* används på det redovisade resultatet, utöver teckenförklaring.



Figur 11: Exempelkarta med maximal vattennivå (vattenytans plushöjd) under ett simulerat scenario. Observera att resultat redovisas endast där maximalt vattendjup överstiger 2 cm.



5.4 Differenskartor

Differenskartan visar skillnader i beräknade maximala vattendjup eller vattennivåer mellan olika scenarier. Hur differenskartorna ska bedömas varierar från projekt till projekt och kräver en noggrann analys av de lokala förutsättningarna. I vissa fall kan en försämring accepteras om den inte medför oacceptabla konsekvenser eller om den kompenseras av andra fördelar, exempelvis om en ökad vattenansamling på en viss plats är en följd av en åtgärd som förbättrar situationen nedströms. Det är därför viktigt att inte enbart fokusera på förändringens storlek utan också förstå dess konsekvenser i ett större sammanhang.

Det är viktigt att särskilja mellan modellens felmarginal och de faktiska skillnaderna i resultat mellan de olika scenarierna. Skyfallsmodeller medför osäkerheter både i beräkningsmekanismen och i indata. Till exempel kan en högdetaljerad höjdmodell med en upplösning på 1x1 m missa vissa tröskelnivåer och strukturer, såsom kantstenar. Samtidigt finns det stora osäkerheter i antaganden om infiltrationskapacitet och ledningsnätets kapacitet. Detta innebär att de beräknade resultaten inte har en träffsäkerhet på cm-nivå.

Trots modellens felmarginal syftar differenskartorna till att belysa de *relativa skillnaderna* mellan olika scenarier. Detta kan handla om områdespåverkan från exempelvis en exploatering, ombyggnation, skyfallsåtgärder eller skillnader mellan olika nederbördsbelastningar. Skyfallsmodellens felmarginal beaktas i båda scenarierna som jämförs, och därför visar differenskartan effekterna av de förutsättningar som skiljer sig mellan scenarierna. Därför ska differenskartorna redovisa alla skillnader över 1 cm vattendjup, vilket även påtagligt underlättar kvalitetsgranskningen.

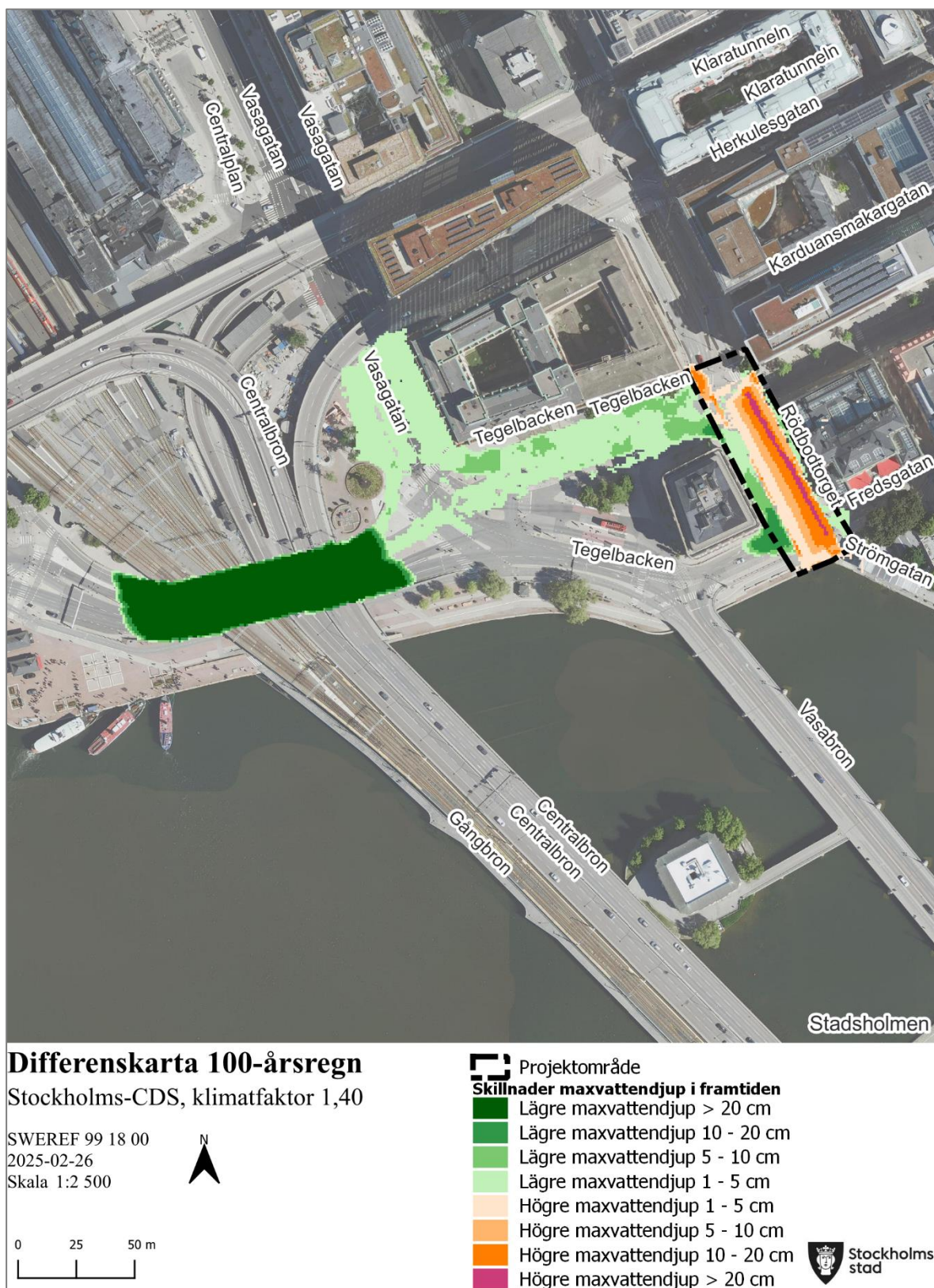
Rekommenderade intervaller, färgskala och teckenförklaring för differenskartor redovisas i Tabell 7. Minskning av de maximala vattendjupen redovisas med grönt för att belysa att det är någonting positivt. Ökade vattendjup redovisas med orange/rosa för att hinta om att det kan innebära ökad risk. Avvikelser från de rekommenderade intervallen kan motiveras p.g.a. platsspecifika förutsättningar. Samma färgsättning och intervaller behöver dock användas inom samma projekt så att differenser mellan olika scenarier ska vara jämförbara.



Tabell 7. Rekommenderade intervaller, färgsättning med RGB-koder och teckenförklaring för differenskartan mellan olika scenarion.

Skillnadsintervaller	Färger i RGB			Teckenförklaring	
	R	G	B	Skillnad maxvattendjup i efter scenario	
> -0.20 m	0	92	5		Lägre maximalt vattendjup > 20 cm
-0,20 m – -0,10 m	48	150	72		Lägre maximalt vattendjup 10-20 cm
-0,10 m – -0,05 m	123	201	111		Lägre maximalt vattendjup 5-10 cm
-0,05 m – -0,01 m	193	240	185		Lägre maximalt vattendjup 1-5 cm
-0,01 m – 0,01 m	Exkluderas/redovisas inte				
0,01 m – 0,05 m	255	229	204		Högre maximalt vattendjup 1-5 cm
0,05 m – 0,10 m	255	182	107		Högre maximalt vattendjup 5-10 cm
0,10 m -0,20 m	255	126	0		Högre maximalt vattendjup 10-20 cm
> 0,20 m	204	60	120		Högre maximalt vattendjup >20 cm

En exempelkarta över differens på maximalt vattendjup mellan två simulerade scenarion presenteras i Figur 12.



Figur 12. Exempel på differenskartan över maximalt vattendjup mellan två olika scenarion. I detta exempel redovisas påverkan av förändrad höjdsättning inom projektområdet som visas med svart streckad linje.



5.5 Flöde genom sektioner

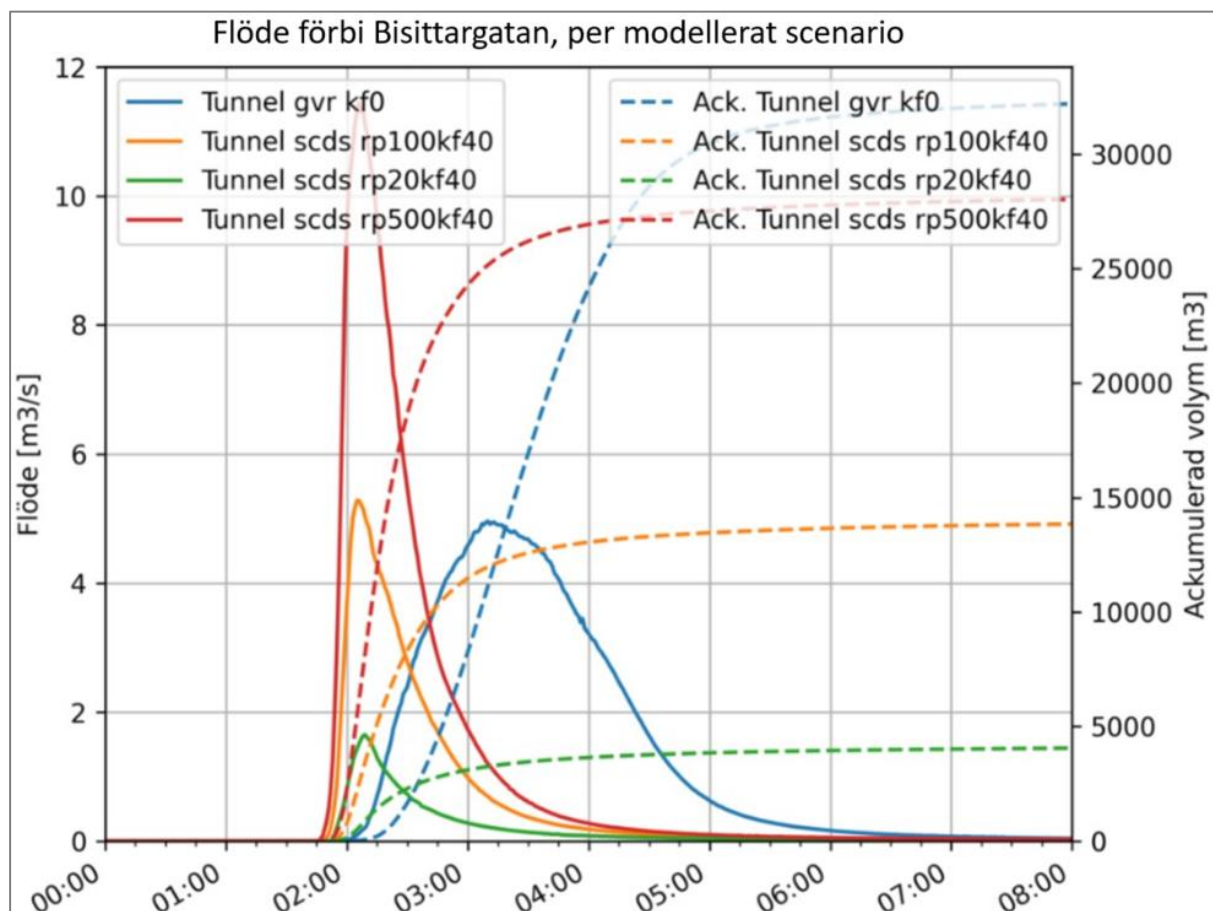
I både exploateringsprojekt och åtgärdsutredningar för befintliga översvämningsrisker är det ofta av stort intresse att på ett enkelt sätt redovisa hur flödesdynamiken förändras mellan olika modellberäkningar.

Vid riskutredningar är det t.ex. mycket värdefullt att få en förståelse för hur stor spridning det är i flödesmagnitud och ackumulerad flödesvolym mellan olika nederbördsscenario, för att bättre kunna bedöma vilken skyddsnivå som är relevant att utgå från. Även varaktigheten av höga flöden är ofta av stort intresse. I planprojekt där omgivningspåverkan ska redovisas ger flöden genom sektioner ofta en mer detaljerad förståelse för hur nedströms liggande områden kan påverkas.

Observera att flödesgrafer generellt endast bör skapas baserat på data från *Section Discharge*, då denna data anses mest tillförlitlig.

Efterbearbetning av t.ex. 2D-resultatfiler för att få ut flödesdata i MIKE+ ger generellt inte lika tillförlitlig information som *Section Discharge*. Även flödesberäkningar genom sektioner i Scalgo Live ger inte flödesdata som överensstämmer helt med *Section Discharge*. Av denna anledning är det mycket viktigt att användaren redan i förväg identifierar lämpliga platser där flödesdata bör redovisas. Det kan därför vara lämpligt att vara på säkra sidan och lägga in fler *section discharge* i skyfallsmodellen än vad man först tror behövs. Detta för att slippa köra om modellberäkningar om fler flödesgrafer skulle behöva redovisas.

Figur 13 visar ett exempel där flöden genom en sektion redovisas för fyra olika nederbördsscenario.



Figur 13. Exempel på redovisning av resultatet från en *Section discharge* för olika modellscenarion. Fyra scenarion jämförs i samma graf, där både momentanflöde (heldragna linjer) och ackumulerade volymer (streckade linjer) redovisas.



5.6 Framkomlighetskarta

Att beskriva hur framkomligheten för vägtransporter påverkas av översvämning är komplext, och går ofta inte att kvantifiera på ett enkelt vis. Tiden det tar för en transport att nå enskilda områden påverkas inte bara av översvämningsdjupet på gator och vägar, utan även av faktorer såsom vilken tid på dygnet och veckodag översvämningen inträffar, om alternativa färdvägar är översvämmade samtidigt, hur geografiskt omfattande skyfallet var, vilka faktiska transporter som avses, om översvämningen inträffar under sommarens semesterperiod, med mera.

I Stockholms stads *Handläggargstöd skyfallshantering i plan- och exploateringsprocessen samt vid ombyggnation* (Stockholms stad, 2024b) går det att läsa hur framkomlighetsproblem bör värderas vid översvämning. Vid bedömning av framkomlighet är, utöver magnitud och utbredning av vattenansamlingen, även *varaktigheten* en viktig faktor. En översvämning med ett djup om 50 cm har t.ex. sannolikt högst begränsad konsekvens på framkomlighet, om översvämningen bara varar 5 minuter. Därför rekommenderas att framkomlighetskartor alltid redovisar hur länge en yta förblir oframkomlig. Varaktigheter under 10 minuter anses inte vara signifikant relevanta och bör därför exkluderas från redovisningen. Det rekommenderas att även redovisa utbredningen av **instängda områden**.

Tillförlitligheten i framkomlighetsanalyser beror i hög grad på modellens detaljeringsgrad och områdets förutsättningar. I instängda områden kan varaktigheten av en översvämning, och därmed framkomligheten, inte beräknas korrekt utan en kopplad modell. Även i kopplade modeller krävs en hög detaljeringsgrad för intagsbrunnar. Därför är det inte relevant att redovisa exakt varaktighet för instängda områden i analyser baserade på icke kopplade modeller. I icke instängda områden varar framkomlighetsproblem sällan längre än några timmar, eftersom skyfall generellt är kortvariga. Med hänsyn till ovan har rekommenderade intervaller för varaktighetsklasser och tillhörande färgsättning av framkomlighetskartor tagits fram och redovisas i Tabell 8. Dessa rekommendationer är främst anpassade för icke kopplade modeller, medan varaktighetsklasser kan behöva utökas med ytterligare timmar i kopplade modeller. En exempelkarta för redovisning av varaktighet för oframkomlighet redovisas i Figur 14.

Tabell 8. Rekommenderade intervaller för varaktighetsklasser och färgsättning med RGB-koder. Rekommendationerna är främst avsedda för icke kopplade modeller.

Varaktighet då väg ej anses framkomlig	Färger i RGB			Färg
	R	G	B	
10 – 30 min	255	255	1	
30 – 60 min	255	140	1	
1 – 2 timmar	220	0	0	
> 2 timmar	139	0	0	



Framkomlighet 100-årsregn

Stockholms-CDS, klimatfaktor 1,40

SWEREF 99 18 00

2025-02-26

Skala 1:1 500



0 25 50 m

Instängt område

Varaktighet omframkomlighet

10 - 30 min

30 - 60 min

1 - 2 timmar

Mer än 2 timmar



Stockholms
stad

Figur 14. Exempel på framkomlighetskarten där varaktighet för vilken vattendjup överstiger 20 cm redovisas. Resultatet vid instängda områden bör ses som osäkert för icke-kopplade skyfallsmodeller samt för lågdetaljerade kopplade modeller med avseende på intagsbrunnar.



6. Referenslista

Stockholms stad, 2024a. *Stockholmsregn 2024. Framtagande av regionala hyetografer för extrem nederbörd och skyfall.*

Stockholms stad, 2024b. *Handläggarsöd skyfallshantering i plan- och exploateringsprocessen samt vid ombyggnation.*

Stockholms stad, 2025. *Stockholms stads skyfallsmodell 2024. Modelldokumentation.*

Sweco, 2024. *Beräkningsmodellering. Metodbeskrivning för modellering av tunnlar i Stockholm stads skyfallsmodeller inom projektet Konsekvensberäkningar - Fas 1.*



Bilaga 1 – Checklistor för användning av Stockholms stads skyfallsmodell 2024 för egna simuleringar

I denna bilaga finns checklistor som är framtagna som ett stöd i kvalitetssäkring av skyfallsutredningar. De avser ge stöd för att förenkla egenkontroll för de som använder Stockholms stads skyfallsmodell 2024. Checklistorna avser även ge stöttning till beställare av skyfallsutredningar, där skyfallsmodellen används, i arbetet att följa upp kvalitet i beställda utredningar.

Dessa checklistor är tänkta att kunna användas då Stockholms stads skyfallsmodell används aktivt i projekt. De inkluderar inte vägledning för att besluta huruvida ett projekt ska/bör använda skyfallsmodellerna eller inte. Checklistorna ska inte ses som en fullständig egenkontroll utan ger vägledning i flera av de viktigaste aspekterna att kvalitetsgranska. Projektledaren har fortsatt ansvar för att en fullgod kvalitetsgranskning görs. Följande checklistor finns inkluderade i denna bilaga:

Checklista A - Grundläggande förutsättningar

Checklista B - Kvalitetskontroll av skyfallsmodellens uppsättning

Checklista C - Kvalitetskontroll av beräkningsresultat

Checklista D - Analys och redovisning av beräkningsresultat



Checklista A – Grundläggande förutsättningar

Checklista A kan lämpligen fyllas i och presenteras till projektets beställare i anslutning till att skyfallsmodellen inhämtats eller modellarbetet påbörjats.

Nr	Moment	Svar	SIGN
A1	Följande rapporter har tagits del av för stöd i det tekniska modellarbetet: - Stockholms stads skyfallsmodell 2024, Modelldokumentation. - Stockholms stads skyfallsmodell 2024, Guide till användning av skyfallsmodellen i projekt.	☐ Ja ☐ Nej ☐ Ej relevant	
	Beskrivning av undertecknare:		
A2	Som del i aktuellt projekt har modellspecifikt PM för Stockholms stads skyfallsmodeller tagits del av, för att skapa en förståelse för modellspecifika strukturer, passager, parameterjusteringar, m.m. som gjorts i den för projektet aktuella skyfallsmodellen.	☐ Ja ☐ Nej ☐ Ej relevant	
	Beskrivning av undertecknare:		
A3	Jag är införstådd i att Stockholms stads skyfallsmodell är översiktlig och innehåller generaliseringar och begränsningar. Det åligger användaren av modellen att säkerställa att skyfallsmodellen kan användas på ett korrekt sätt inom individuella projekt.	☐ Ja ☐ Nej ☐ Ej relevant	
	Beskrivning av undertecknare:		
A4	Jag har tillgång till alla mjukvarulicenser som krävs för att till fullo göra justeringar och genomföra beräkningar i den för projektets aktuella skyfallsmodell.	☐ Ja ☐ Nej ☐ Ej relevant	
	Beskrivning av undertecknare:		
A5	Mapstrukturen och filnamnssystemet, som redovisas i kapitel 4.1 i rapporten <i>Stockholms stads skyfallsmodell 2024. Guide till användning av skyfallsmodellen i projekt</i> , används inom föreliggande projektarbete.	☐ Ja ☐ Nej ☐ Ej relevant	



	Beskrivning av undertecknare:		
A6	Nya modellscenarion har skapats enligt den metodik som redovisas i Tabell 1 i kapitel 4.1.3 i rapporten <i>Stockholms stads skyfallsmodell 2024. Guide till användning av skyfallsmodellen i projekt.</i>	☐ Ja ☐ Nej ☐ Ej relevant	
	Beskrivning av undertecknare:		



Checklista B – Kvalitetskontroll av skyfallsmodellens uppsättning

Checklista B omfattar kvalitetskontroller som rekommenderas i rapporten *Stockholms stads skyfallsmodell 2024. Guide till användning av skyfallsmodellen i projekt*. Alla kapitelreferenser i denna checklista härrör till denna rapport.

Checklista B kan lämpligen fyllas i och presenteras till projektets beställare innan mer tidskrävande projektspecifika anpassningar av skyfallsmodellen påbörjas.

Nr	Moment	Svar	SIGN
B1	Kvalitetskontroll av skyfallsmodellens höjdmodell har genomförts, i enlighet med kapitel 4.2.	☐ Ja ☐ Nej ☐ Ej relevant	
	Beskrivning av undertecknare:		
B2	Kvalitetskontroll av skyfallsmodellens ränder har genomförts, i enlighet med kapitel 4.3.	☐ Ja ☐ Nej ☐ Ej relevant	
	Beskrivning av undertecknare:		
B3	Kvalitetskontroll av strukturer som blockerar vattnet har genomförts, i enlighet med kapitel 4.4.1.	☐ Ja ☐ Nej ☐ Ej relevant	
	Beskrivning av undertecknare:		
B4	Kvalitetskontroll av passager och underfarter med genomströmning har genomförts, i enlighet med kapitel 4.4.2.	☐ Ja ☐ Nej ☐ Ej relevant	
	Beskrivning av undertecknare:		



B5	Kvalitetskontroll för inflöde till underjordiska anläggningar utan genomströmning har genomförts, i enlighet med kapitel 4.4.3.	☐ Ja ☐ Nej ☐ Ej relevant	
	Beskrivning av undertecknare:		
B6	Kvalitetskontroll av alla infiltrationsparametrar har genomförts, i enlighet med kapitel 4.6.1. Extra noggrann kontroll har gjorts för: 1) Samtliga infiltrationsparametrar för detaljtypen "Öppen mark". 2) Samtliga infiltrationsparametrar för detaljtypen "Banvall". 3) Infiltrationsparameter "Läckagehastighet" för detaljtypen "Fyllning". 4) Infiltrationsparameter "Läckagehastighet" för detaljtypen "Morän". 5) Regnfil har justerats där mark omvandlats från permeabel till hårdgjord, och vice versa.	☐ Ja ☐ Nej ☐ Ej relevant	
	Beskrivning av undertecknare:		
B7	Kvalitetskontroll av underlag för strömningsmotstånd har genomförts, i enlighet med kapitel 4.6.2. Extra noggrann kontroll har gjorts för detaljtypen "Öppen mark".	☐ Ja ☐ Nej ☐ Ej relevant	
	Beskrivning av undertecknare:		
B8	Kvalitetskontroll för de aspekter som redovisas i kapitel 4.8 och som är relevanta för föreliggande arbete har gjorts.	☐ Ja ☐ Nej ☐ Ej relevant	
	Beskrivning av undertecknare:		
B9	Som rekommenderas i kapitel 4.9 har nya <i>Section discharge</i> lagts in i skyfallsmodellen på relevanta platser, för att förenkla bedömning av översvänningsrisker, flödesdynamik m.m.	☐ Ja ☐ Nej ☐ Ej relevant	
	Beskrivning av undertecknare:		



Checklista C – Kvalitetskontroll av beräkningsresultat som tagits fram inom aktuellt projekt

Checklista C kan lämpligen fyllas i och presenteras till projektets beställare i samband med att kvalitetskontroll av skyfallsmodellens beräkningsresultat har genomförts.

Nr	Moment	Svar	SIGN
C1	Det har kontrollerats att beräkningsmodellerna är stabila och inte producerar beräkningsfel som är oacceptabla.	☐ Ja ☐ Nej ☐ Ej relevant	
	Beskrivning av undertecknare:		
C2	Massbalanskontroll har genomförts för att säkerställa att skyfallsmodellen inte genererar oacceptabla massbalansfel.	☐ Ja ☐ Nej ☐ Ej relevant	
	Beskrivning av undertecknare:		
C3	I projekt där omgivningspåverkan behöver redovisas har både ”nuläge” och ”framtida förhållande” beräknats som del i projektet, för att säkerställa att samma modellversioner och förutsättningar använts när resultaten beräknats.	☐ Ja ☐ Nej ☐ Ej relevant	
	Beskrivning av undertecknare:		
C4	Det har kontrollerats att översvämningsdjup i områden som inte påverkas av projektet överensstämmer mellan ”nuläge” och ”scenario”, d.v.s. skyfallsmodellen ger samma resultat i båda scenariona i dessa områden.	☐ Ja ☐ Nej ☐ Ej relevant	
	Beskrivning av undertecknare:		
C5	Det har kontrollerats att de strukturer som lagts in i skyfallsmodellen är korrekt modellerade och att de påverkar vattenflöden på det sätt som förväntats.	☐ Ja ☐ Nej ☐ Ej relevant	
	Beskrivning av undertecknare:		



C6	Det har kontrollerats att dämning från sjöar, vattendrag och modellränder inte påverkar tillförlitligheten till beräkningsresultatet.	☐ Ja ☐ Nej ☐ Ej relevant	
	Beskrivning av undertecknare:		



Checklista D – Analys och redovisning av beräkningsresultat

Checklista D omfattar analys och redovisning av beräkningsresultat, som rekommenderas i rapporten *Stockholms stads skyfallsmodell 2024. Guide till användning av skyfallsmodellen i projekt*. Alla kapitelreferenser i denna checklista härrör till denna rapport.

Checklista D kan lämpligen fyllas i och presenteras till projektets beställare innan eller i samband med att utkast på rapportering av skyfallsarbetets resultat sammanställs.

Nr	Moment	Svar	SIGN
D1	En översvämningskarta som tydligt visar vilka byggnader, fastigheter, objekt mm, som har risk för översvämning, är framtagen. Rekommendationerna för redovisning i kapitel 5.1 har använts.	☐ Ja ☐ Nej ☐ Ej relevant	
	Beskrivning av undertecknare:		
D2	En översvämningskarta som visar maximala flöden inom för projektet relevanta områden är framtagen. Rekommendationerna för redovisning i kapitel 5.2 har använts.	☐ Ja ☐ Nej ☐ Ej relevant	
	Beskrivning av undertecknare:		
D3	En ”differenskarta” har producerats för att tydligt visa hur översvämningsdjup och/eller översvämningsnivåer förändras mellan olika scenarion. Rekommendationerna för redovisning i kapitel 5.4 har använts.	☐ Ja ☐ Nej ☐ Ej relevant	
	Beskrivning av undertecknare:		
D4	En redovisning över hur momentana flöden och ackumulerade flödesvolymen förändras genom <i>Section discharge</i> -sektioner finns sammanställd i diagram. Rekommendationerna för redovisning i kapitel 5.5 har använts.	☐ Ja ☐ Nej ☐ Ej relevant	
	Beskrivning av undertecknare:		



D5	En "framkomlighetskarta" har producerats för att tydligt redovisa vilka områden som kan ha påverkad framkomlighet under ett skyfall. Rekommendationerna för redovisning i kapitel 5.6 har använts.	☐ Ja ☐ Nej ☐ Ej relevant	
	Beskrivning av undertecknare:		