

KVILLEBÄCKEN - ANALYS OCH GESTALTNINGSFÖRSLAG - ME[D]ANDRA STRUKTURER OCH PROCESSER

KVILLEBÄCKEN - ANALYSIS AND PROPOSAL - NEW CURRENT STRUCTURES AND PROCESSES

Författarens namn:	Louise Stigsson Rigné och Emil Vernersson
Handledare:	Marcus Hedblom, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för stad och land; Landskapsarkitektur Landskapsförvaltning
Bitr. handledare:	Carola Wingren, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för stad och land; Landskapsarkitektur Professionens praktik
Examinator:	Ulla Myhr, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för stad och land; Landskapsarkitektur Professionens praktik
Bitr. examinator:	Anna Robling, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för stad och land; Landskapsarkitektur Professionens praktik
Omfattning:	30 hp
Nivå och fördjupning:	Avancerad nivå, A2E
Kurstitel:	Självständigt arbete i landskapsarkitektur, A2E - landskapsarkitektprogrammet - Uppsala
Kurskod:	EX0860
Program/utbildning:	Landskapsarkitektprogrammet - Uppsala
Kursansvarig inst.:	Institutionen för stad och land
Utgivningsort:	Uppsala
Utgivningsår:	2024
Upphovsrätt:	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Elektronisk publicering:	https://stud.epsilon.slu.se
Nyckelord:	Urbanekologi, landskapsarkitektur, hydrologi, vattendrag, naturbaserade lösningar, blågrön infrastruktur

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för stad och land
Avdelningen för landskapsarkitektur

TACK! TILL

Marcus för all handledning, hjälp och diskussion.
Carola för feedback.
Kontakter på Göteborgs stad som svarat på alla våra mail.
Alla som läst, gett input och på andra sätt stöttat oss i vårt arbete.
Varandra.

PUBLICERING OCH ARKIVERING

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i JA, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i NEJ, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

SAMMANDRAG

I byggandet av hållbara städer är utveckling av blågrön infrastruktur högaktuell, och inom detta faller stort fokus på utveckling av urbana vattendrags ekologi, vattenkvalitet, och förmåga att omhänderta konsekvenser av klimatförändringar. Få vattendrag uppnår miljö kvalitetsnormerna, och platsspecifika utmaningar finns i varje vattendrag. I Göteborg pågår det omfattande stadsbyggnadsprojektet *Älvstaden* där staden ska kopplas samman över älven, och i och med detta stadsbyggnadsprojekt sätts nya förutsättningar för Kvillebäcken på Hisingen. Bäckens är en pusselbit i både Sveriges största avrinningsområde och dess största stadsbyggnadsprojekt. Detta examensarbete undersöker hur Kvillebäcken kan gestaltas för förbättrad ekologi, vattenkvalitet och översvämningshantering med hänsyn till den platsspecifika utmaningen; Kvillebäcken som habitat för den starkt hotade arten knölnate, *Potamogeton trichoides*. Projektet syftar på att undersöka hur vattendrags ekologi och kemiska status kan förbättras utifrån urbanekologisk infallsvinkel och ska ses som ett bidrag till kunskap kring god ekologi, resiliens och hållbar stadsbyggnad i *Älvstaden*.

Den teoretiska bakgrundsdelens ger en översikt över relevant urbanekologisk teori och restaureringsstrategier. I den urbana kontexten begränsas ofta vattendragens naturliga processer och utrymmen vilket har omfattande konsekvenser för ekosystemen kopplat till vattendragen i form av närings- och dagvattenintrång, minskade habitat och översvämningrisker. I analysdelen undersöks de specifika förutsättningarna i Kvillebäcken och bäcken karaktäriseras som ett vattendrag med potential till naturlig meandering och nyckelbiotoper bundna till denna karaktär. Idag förekommer dessa i begränsad form längs vattendraget som rinner från ett naturligt, mer ruralt område till industri-, stadsbebyggelse och hamn. I och med både befintliga och framtida områden som bebyggs kommer bäcken att ta emot stora mängder vatten av bland annat dagvatten vilket hotar knölnaten. I arbetsområdet vid Backaplan måste olika intressen och förutsättningar avvägas. Vi föreslår övergripligt gestaltade restaureringsåtgärder med hänsyn till naturtyper i Kvillebäckens strandzon som är ämnade att främja vattendragets geomorfologiska- och naturliga processer. Ett meandrande mönster av högfloresfår föreslås i årummets strandzon tillsammans med topografiska förändringar som ett sätt att skapa varierade fuktnivåer och habitat, förbättra reningskapacitet och omhändertagande av översvämningar.

SUMMARY IN ENGLISH

Introduction

Water is an essential part of both urban and rural living, it is the source of our existence and the ecosystems around us (Prominski et al. 2017; Novotny et al. 2010; Booth 2020). The city of Gothenburg faces major changes as it is going to expand the city center across the river Göta älv in the city development project of *Älvstaden* (Göteborgs stad 2012). The northern part of the city lies on the island Hisingen, surrounded by the rivers Göta- and Nordre älv. The stream Kvillebäcken flows across the island from its natural source in Skogome, down into the valley Kvilledalen, where it bifurcates into two, one northbound and one southbound direction. The southbound stream passes through diverse environmental settings, and according to VISS (2023), water information systems in Sweden, the chemical and ecological status of Kvillebäcken are below environmental quality standards. With rapid urbanization and climate change, small streams in the periphery of the cities will play important roles as blue green infrastructure (SMHI 2023b; Göteborgs stad 2022a; McIntyre 2020).

Using Kvillebäcken as a case study area, this project aims to propose bluegreen solutions in the context of the comprehensive plan of Gothenburg (Göteborgs stad 2022c) that contributes to good ecology, resilience and sustainable urban planning in *Älvstaden*. The goal is to identify and propose interventions in tandem with current conditions in order to improve the water quality in Kvillebäcken, as well as prepare for future flood dynamics and climate. This should be done with regard for existing habitats of protected and endangered species in the stream.

To achieve the goal, we formulate and aim to answer three questions. 1) Which restoration practices can be used to improve the chemical and ecological status of Kvillebäcken? 2) How can the riparian environment of Kvillebäcken be designed in order to improve the ecological functioning and flood resilience of the stream? 3) How are the interventions made with regard for existing conditions and valuable habitats?



Figure: Current situation around Backaplan towards north. The proposal area, Kvillebäcken and the development area of Älvstaden are marked out. Picture from White arkitekter, overlays by the authors.



Figure: Visualization of the development at Backaplan. Picture from White arkitekter, overlays by the authors.

Method, material and scope

The project consists of a theoretical overview, an analysis and a design proposal. The overview consisted of identifying and summarizing the theoretical framework of urban ecology (Douglas et al 2020; Brown 2020; Taguchi et al. 2020) and relevant design tools (Prominski et al. 2017; Degerman & Näslund 2021). The analysis put the theory into a practical context in the study area of Kvillebäcken and included both on-site and digital analysis. The analysis brought out the area near Backaplan, where an overarching design was proposed. Finally, results and conclusions were discussed. It was an iterative process where feedback and reworking continuously occurred throughout the project.

The scope of the study area was limited to the southern part of Kvillebäcken from its source in Skogome to its outlet in Frihamnen, a distance of about eight kilometers and a catchment area of 16 square kilometres (Göta älvs vattenvårdsförbund 2016) and the proposal area within was about 8 hectares.

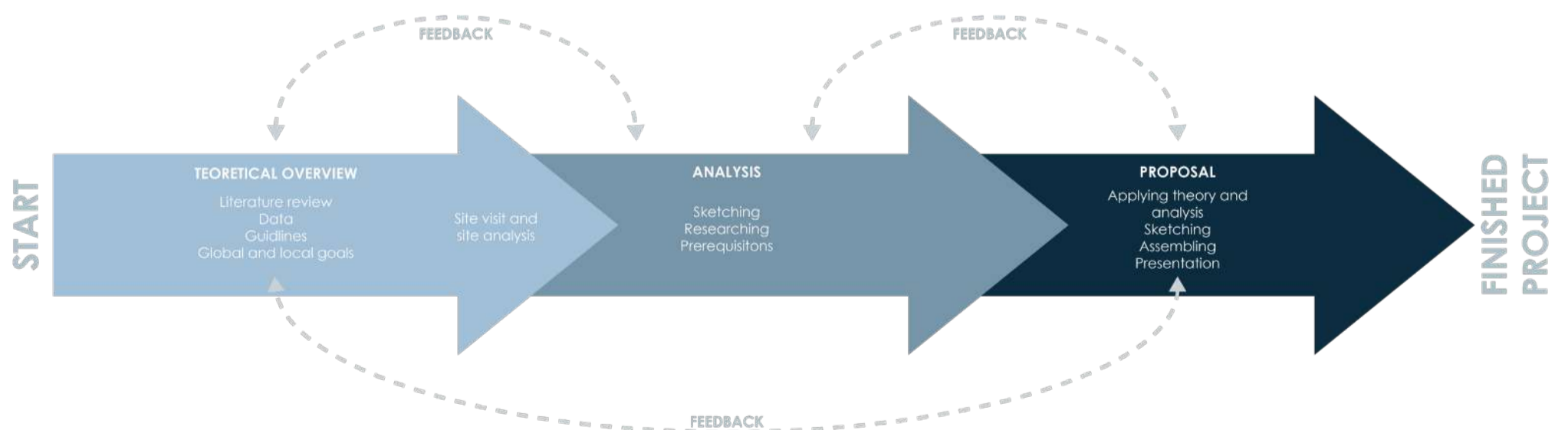


Figure: Illustration of the method and process of the project, which involved feedback and reworkings throughout the process.

Theoretical overview

Throughout history urban water has developed from open and natural to highly engineered and separated into hidden pipes (Novotny et al. 2010). In order to handle stormwater challenges, as well as contributing to additional recreation and ecosystem services (Taguchi et al 2020; Havs- och vattenmyndigheten 2017), the current era of water systems needs to incorporate blue-, water, and green-, vegetation, infrastructure together in order to, among other, create ecosystem services (Novotny et al. 2010).

The natural processes in streams work at several scales and directions at once (Prominski et al. 2017; Degerman & Näslund 2017; Brown 2020). Often urban streams are built in channels that limit natural processes and fluctuations, which increase problems with flooding, pollution in the water, habitat and biodiversity loss (Degerman & Näslund 2017; Brown 2020; Bjelke & Sundberg 2014).

The riparian corridor includes the channel, riparian edge and floodplain, and in these riparian corridors natural processes create structures such as meanders. The goal is often to restore waterways to their natural qualities, an impossible task when society is somewhat dependent on the systems imposed. Instead, the focus merges to rehabilitating the negative effects of human activity. The general idea is that the natural morphological settings create space for the processes, which create habitat for species, and in turn these create the essential biodiversity that exists in bluegreen systems (Degerman 2008).

Hydromorphological characterization inspired by Kling (2017), was used in order to understand the natural state and qualities of Kvillebäcken and to be able to recreate these settings in the proposal. Our characterization is presented in the top figure on this page.

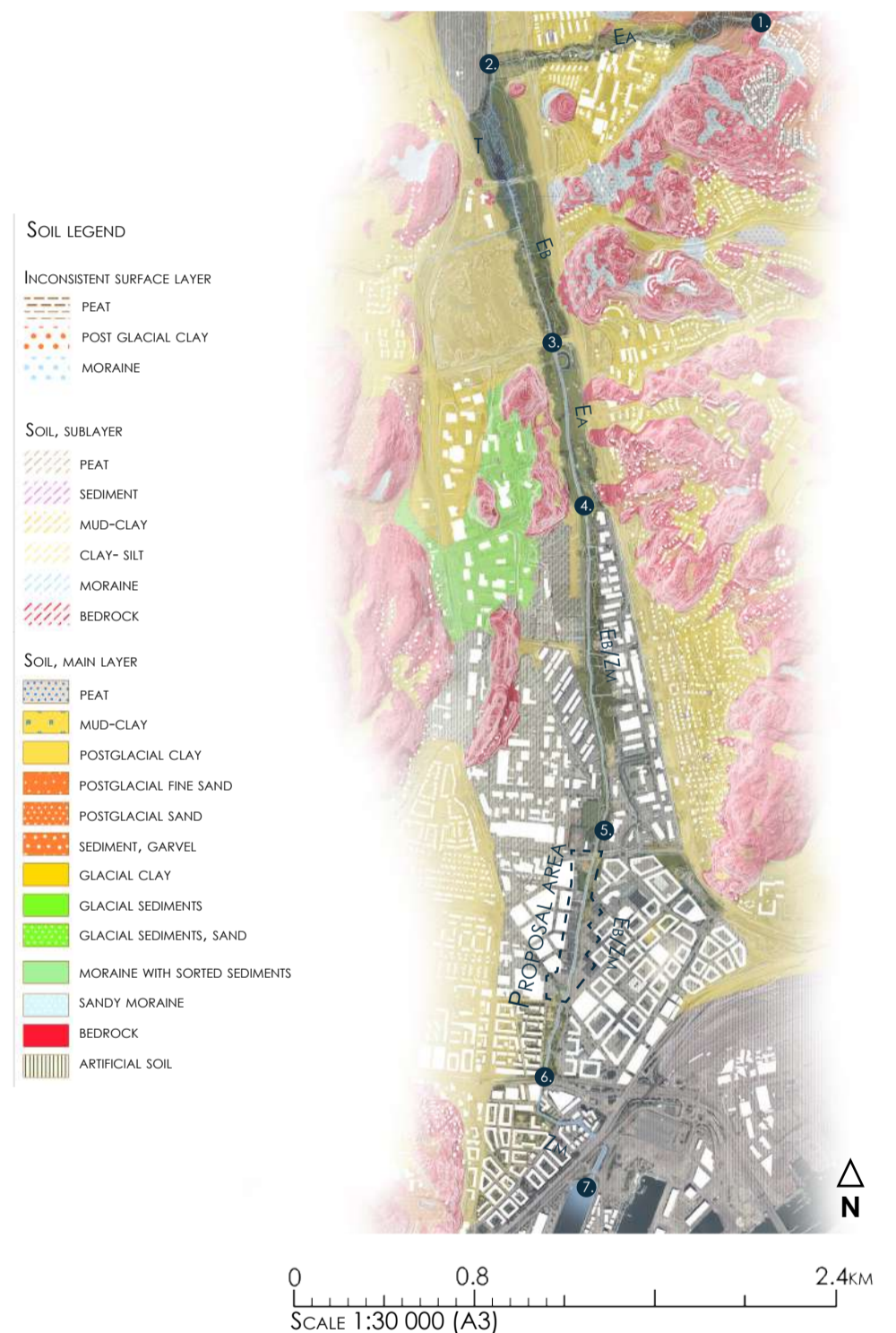


Figure: Hydromorphological character analysis of Kvillebäcken and surrounding riparian environments. The characteristics are partly determined by soil and topography and Kvillebäcken flows through fine soils (yellow and green), stony soils (red) and mixed or artificial soils (grey). Thus Kvillebäcken is classified as a watercourse in fine sediments within a broader valley, (E) though it has been heavily altered by human structures, (Z).

Analysis

Just 10 000 years ago Kvilledalen was below sea level (Curtis et al. 2022; SGU 2023). Today the stream slightly meanders, following the topography between the hilly terrain that frames the valley. Surrounding areas contain both agricultural and industrial history where the southern parts are strongly affected by human activity. The industry, agriculture, golf course and buildings do not only affect Kvillebäcken's chemical status, but also limit where interventions can be made. These structures are consequently affected by Kvillebäcken's morphodynamic processes and fluctuations.

South of the golf course, the stream is adjacent to large impermeable surfaces, and the effects of stormwater runoff are apparent. Much of Kvillebäcken's biodiversity can be found north of the golf course, partly due to the fact that these areas have large differences in topography, soil type and water flow. In the semi-urban area, there is greater homogeneity in both the stream morphology, the flow of water and the species. Major transformation as part of *Älvstaden* near Backaplan will change conditions as well as create opportunities to rehabilitate and improve Kvillebäcken and thus the area is considered suitable as a proposal area.

In order to rehabilitate Kvillebäcken, pollution through stormwater needs to be limited, the riparian edge needs to be widened for extended process space and the hydrological regime should be restored (VISS 2023). This must also be done so that the hairlike pondweed, *Potamogeton trichoides*, is preserved.

Several sources (Degerman and Näslund 2017; Malm Renöfeldt & Ahonen 2013; VISS 2023) point out that restoring waterway morphology is an efficient step towards rehabilitation. It involves nudging the watercourse, establishing meanders, or adding parallel channel systems that slow water runoff, which also promotes purification processes and reduces flooding. Reducing the inflow of polluted stormwater can also benefit the hairlike pondweed (Park- och naturförvaltningen 2018) and other riparian species that benefit from less competition and stressors.

Our hydromorphological characterization analysis implied that a meandering channel and riparian biotopes such as *alluvial forests*, *wet meadows* and *temporary waters* would be appropriate structures for Kvillebäcken's riparian corridor and landscape.

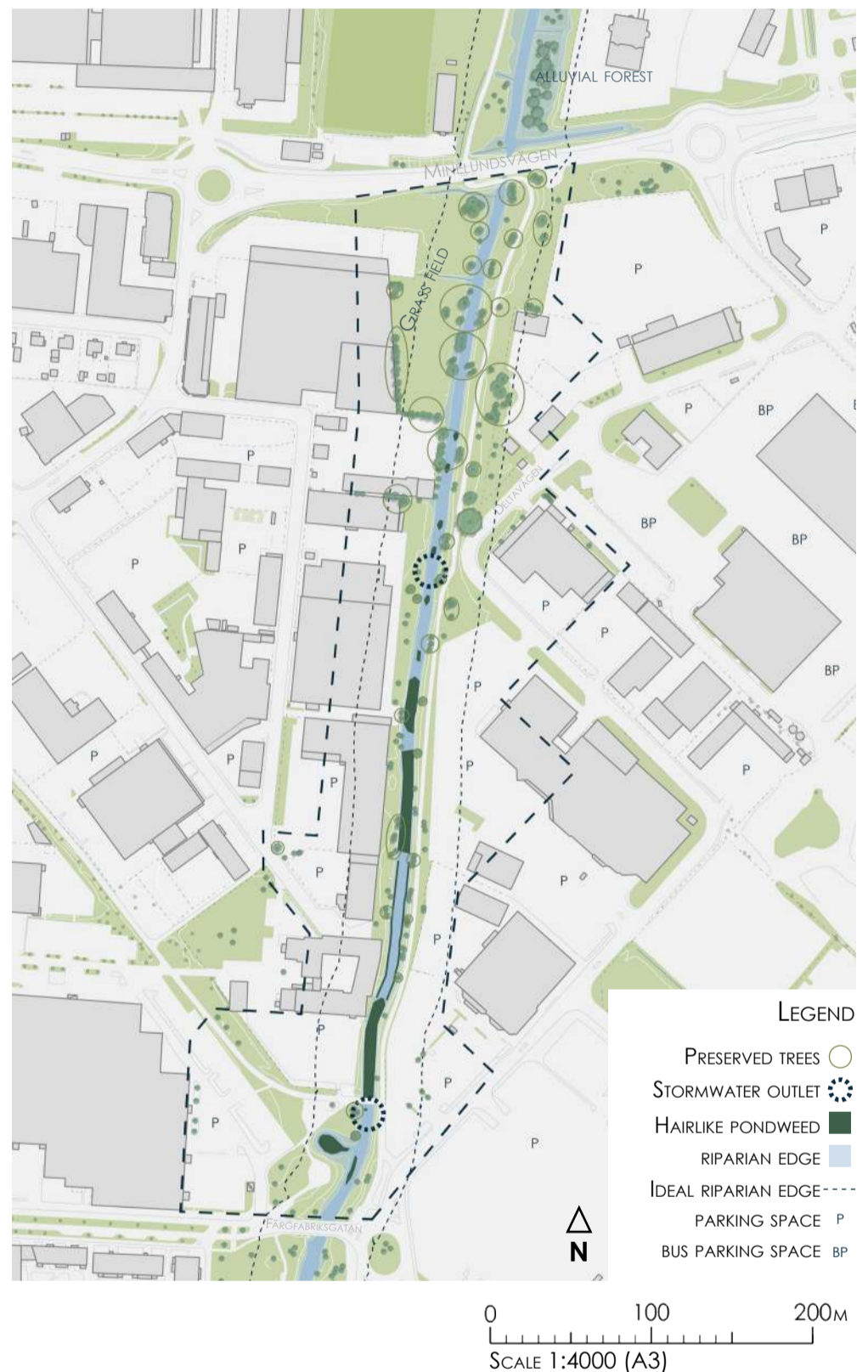


Figure: The analysis of the proposal area. The hairlike pondweed occurs in the dark green areas of the stream, and stormwater pipes flow out into the stream, blue circles, in addition to the stormwater runoff from the impermeable parking areas in grey. In the limited green area in the northern part, there are trees that can be preserved according to our estimation.

Proposal

The proposal introduces the meandering structure by creating parallel channels. In order to protect the habitat of the hairlike pondweed, minimal alterations were made in the existing riparian edge or channel, meaning that the major changes were made in the existing floodplain. The parallel channels were designed to initially deal with high flows, but may in time also become the main structure as water levels rise.

Three zones were established within the proposal area, where ecological and more rural qualities in the north meet the social and urban qualities of the south, as the area already can be seen as a meeting point between these two characters. Within these zones we altered topography to imitate and benefit natural stream processes and habitats, including introducing the riparian biotopes, alluvial forest, wet meadows and temporary waters.

In the northern zone, *the northern alluvial forest*, alluvial forest was prioritized in the absence of hairlike pondweed and the existing alluvial forest north of Minelundsvägen. The alluvial forest covers the majority of the riparian corridor within this zone and mitigates flooding damage and increases biodiversity. The northern alluvial forest is an attempt to imitate nature with spontaneous vegetation and naturalistic materials in order to let ecological and morphological processes be prioritized.

In the middle, *the widened riparian corridor by the hairlike pondweed*, the preservation of the pondweed was prioritized. As the species requires sunny settings, the eastern riparian edge of the stream is kept clear of trees. Instead of alluvial forest, wet meadows, designed to be flooded, regularly feature in this zone and are mixed with social spaces such as meeting points, areas for play and walking.

The southern zone, *the eco/social hub*, has a more distinct urban and social priority and aims to improve human relationship with water. Temporary waters are mixed with viewpoints, meeting spots, playing areas and spots for relaxation. The riparian corridor contains stricter and more urban elements with multifunctional purpose to benefit both social and ecological aspects. The floodplain is constructed with sittable terraces, which also serve as flood protective barriers, and is combined with aesthetical perennials and trees.

Discussion and conclusions

During the process of the project constant evaluation between tensions within the theoretical scope, approaches to restoration and stakeholders had to be made. It set out to put theory into a practical context, and in doing so; improving the ecological and chemical status, preserving the pondweed, and managing flood dynamics in Kvillebäcken. The project managed to answer the questions it set out to do relative to the analysis and prioritization of interests. General conclusions can not be made for other projects, except that restoration is a context specific practice where, among others, landscape architects play a significant role.



Figure: Illustration plan of the overarching proposal of the area, which creates three zones with focus on differentiating qualities in the northern-, middle- and southern part.

INNEHÅLL

INTRODUKTION	01
1.1 VATTNET, STADEN, OCH GLOBALA UTMANINGAR	02
1.2 PROBLEMFÖRMULERING OCH SAMMANHANG	03
1.3 SYFTE - MULTIFUNKTIONELLA INTERVENTIONER I KVILLEBÄCKEN FÖR GOD EKOLOGI	05
1.4 HUVUDFRÅGESTÄLLNINGAR	05
METOD, TEORI, MATERIAL OCH AVGRÄNSNING	06
2.1 METOD OCH MATERIAL	07
2.1.1 TEORETISK BAKGRUND OCH ANALYS	07
2.1.2 PLATSBESÖK, GESTALTNING OCH DISKUSSION	08
2.2 STUDIEOMRÅDE - KVILLEBÄCKEN OCH SÖDRA KVILLEDALEN	09
2.3 AVGRÄNSNINGAR	10
TEORETISK BAKGRUND	11
3.1 STADENS BLÅGRÖNA SYSTEM	12
3.2 HÄLSOSAMMA VATTENDRAG	13
3.2.1 NATURLIGA PROCESSERS INVERKAN PÅ MORFOLOGI	13
3.2.2 FYSISKA DELAR AV VATTENDRAG - ZONER OCH HABITAT	15
3.2.3 HÄLSOSAMMA VATTENDRAG FÖR FLER	17
3.3 RESTAURERING AV VATTENDRAG	18
3.3.1 ÅTERSKAPA NATURLIGA PROCESSER GENOM MORFOLOGI	18
3.3.2 VARIERA HABITAT OCH ÅTERSTÄLLA HYDROLOGISK REGIM	18
3.3.3 PLATSSPECIFIKA, SMÅSKALIGA INGREPP	19
3.4 RISKER	19

INNEHÅLL

ANALYS OCH FÖRUTSÄTTNINGAR	20
4.1 UNDERSÖKNING OCH PLATSANALYS AV KVILLEDALENS LANDSKAP	21
4.1.1 TOPOGRAFI OCH JORDARTER	21
4.1.2 VATTENFÖRING, ÖVERSVÄMNING OCH SKYFALL	22
4.1.3 VEGETATION OCH ARTER LÄNGS BÄCKEN	24
4.1.4 KARAKTÄRER OCH NYCKELBIOTOPER	26
4.1.5 SAMMANFATTANDE ANALYSDEL - PROBLEMATIK OCH MÖJLIGHETER	30
4.2 ARBETSOMRÅDESSPECIFIK ANALYS	33
FÖRSLAG	35
5.1 AVVÄGNINGAR OCH GESTALTNINGSPRINCIPER	36
5.2 ILLUSTRATIONSPLAN	37
5.3 VÄXTPALETT OCH FUNKTIONER	41
5.4 BIFÅROR OCH TOPOGRAFI	42
5.5 FRAMTIDSVISION	44
DISKUSSION OCH SLUTSATSER	46
6.1 FÖRBÄTTRING AV EKOLOGISK OCH KEMISK STATUS	47
6.2 BALANS MELLAN METOD, MATERIAL OCH FRÅGESTÄLLNING	47
6.3 AVVÄGNING MELLAN OLIKA INTRESSEN	48
6.4 ÄMNETS FRAMTID OCH VIDARE STUDIER	49
REFERENSER OCH BILDKÄLLOR	50
REFERENSER	51
FIGURFÖRTECKNING	56

ORDFÖRKLARINGAR OCH FÖRKORTNINGAR

Blågrön infrastruktur och system - innefattar en mängd naturliga- och seminaturliga lösningar som rör både det blå, vattnet, och det gröna, vegetationen. Exempelvis regnbäddar, trädplanteringar, gröna tak med mera som också fungerar för att rena eller uppehålla vatten. Strategiskt planerat kan de skapa sammanhängande nätverk av ekologiskt funktionella strukturer som levererar ekosystemtjänster.

Ekosystem - Ett ekologiskt system som innefattar allt levande, dess livsmiljö och deras samband inom ett avgränsat område.

Ekosystemtjänster - de produkter och tjänster som ekosystem bidrar med för människans välfärd och livskvalitet.

Ekologi - Samspelet mellan organismer och miljön. Landskapets naturliga funktioner, processer och system samt hur de interagerar med varandra. Ekologiskt innebär något som görs i symbios utan eller med så lite skada som möjligt på de naturliga ekosystemen.

Dagvatten - regn- eller smältvatten som rinner från hårdgjorda ytor som gator och byggnader.

Dikningsföretag - En juridisk person eller samfällighet, markavvattningsföretag, som bildats för att förbättra vattenavledningen. Företagen kan variera i storlek, från åar med anslutande diken till enstaka rörledningar. Dikningsföretagen styr och reglerar avvattningen för att bibehålla, oftast för jordbruk eller skogsbruk, funktionsdugliga vattennivåer och flöden.

Fluktuation - syftar till förändringar av vattenstånd.

Flodbädd - botten och sidorna av ett vattendrag, i detta projekt används vattenfåra och till viss del strandzonen för att beskriva samma miljö.

Fluvial - om något som påverkas eller orsakas eller relaterar till vattendrag.

Generalister - organismer som överlever och kan anpassa sig till flera olika habitat.

GIS - geografiskt informationssystem, en programvara som på olika vis hanterar geografisk data.

HHW - högsta högvattenstånd, det högsta uppmätta eller beräknade vattenståndet.

Hydrologisk regim, flödesregim - förändringen och de normala fluktuationerna i flöde och vattenstånd i vattendrag. En kvalitetsfaktor inom miljökvalitetstnormerna.

Hölja, pool - djupare segment i vattenfåran med lugnare vatten och som bildats genom erosion.

Infiltrationskapacitet - benägenheten för vätska att tränga in i olika material.

Kantzoner - ett gränsområde mellan mark och vattendrag.

Multifunktionell - fyller fler än en funktion.

MW - beräknat medelvärde för varje års dygnsvattenstånd.

MKN, miljökvalitetstnormer - EU-bestämd krav för kvalitet på bland annat vatten, luft och mark. Bestämmer vilken status vattendraget ska ha gällande kemiska och ekologiska kvaliteter och när dessa ska vara uppnådda.

Naturbaserade lösningar - lösningar där naturen är nyckelkomponent i hantering av olika samhällsutmaningar, inspirerade av- eller byggda på- ekosystemet och de ekosystemtjänster det tillför.

Riparian corridor, riparian zone - engelskt begrepp som inte riktigt har en motsvarighet på svenska, men kan definieras som vattendragets alla zoner och intilliggande ytor som påverkas av vattendraget. I detta projekt används översättningen årum.

Strandzon - kan liknas vid kanten på vattendraget, men sträcker sig ibland flera meter från själva vattendraget. fuktigt, svämmas över ofta.

Strömsträcka, riffle - grundare segment i vattenfåran med snabbare vatten.

Specialister - organismer som är anpassade till specifika habitat eller förhållanden.

Svämplan - området kring ett vattendrag som kan svämmas över.

1.1 VATTNET, STADEN, OCH GLOBALA UTMANINGAR

Byggandet av civilisationer, liv och samhällen har i många fall varit direkt relaterat till tillgången till vatten. Det har inte bara varit tillgången till dricksvatten, utan också handlat om vattnet som exempelvis kommunikationsled eller förutsättning för olika typer av industri, jordbruk

och samhällsfunktioner. Vattnet är en essentiell komponent av staden, det urbana landskapet och är ofta grunden till ekosystemen i omkringliggande landskap (Prominski et al. 2017; Novotny et al. 2010; Booth 2020).

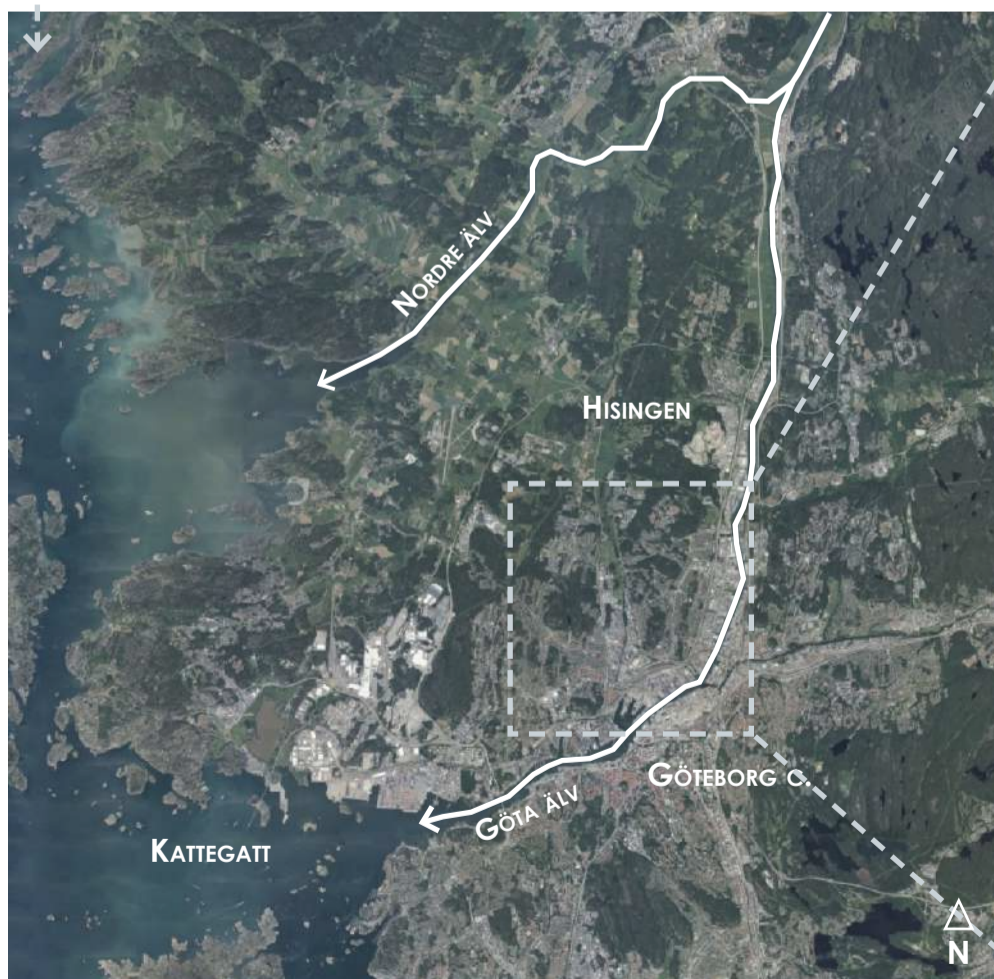
Vattensystem är komplexa. De är kraftfulla i den mening att de på många sätt styr och påverkar ekosystemen runt omkring, och vattenflödet, vattenföringen, orsakar stora effekter på landskapet vid fluktuationer (Prominski et al. 2017; Novotny et al. 2010; Booth 2020). Å andra sidan är systemet skört, inte minst för organismer som är beroende av vattnet, då föroreningar sprids snabbt och fluktuationer i vattenföringen kan orsaka torka eller översvämning. En enda översvämning kan få permanenta effekter för ett helt vattendrags ekosystem (Prominski et al. 2017). Både klimatförändringar och människans nyttjande av vattnet ökar stressorer och risken för händelser som permanent skadar ekosystemen (Sandin et al. 2020). Några av de största konsekvenserna av klimatförändringarna, som kommer bli allt vanligare i Sverige, är extremväder som resulterar i både intensiva regn och torrperioder (SMHI 2023b).

Samtidigt fortsätter urbaniseringen och inflyttningen till städer att öka globalt (McIntyre 2020). Med städernas expansion kommer flera utmaningar, inte minst i relation till klimatförändringarna, oavsett om det handlar om en mångmiljonstad eller en liten tätort med några få tusen invånare. Alla urbana miljöer påverkar både sitt lokala ekosystem, det kringliggande landskapet och det globala genom utbyte av material och resurser (McIntyre 2020). En av de största utmaningarna med urbaniseringen är att minska den negativa påverkan den har på ekosystem och landskap. Vilka utmaningar som finns varierar städer emellan, landskap emellan, ekosystem emellan, även om de kan vara likartade. Staden och dess ekosystem måste vara resilient för stressorer från både människor och klimat, och ett steg i att uppnå denna resiliens är genom *naturbaserade lösningar* där hänsyn till vattnet tas. Naturbaserade lösningar och välfungerande blågröna system är en essentiell pusselbit i att skapa resilienta, urbana ekosystem (Naturvårdsverket u.å.a).

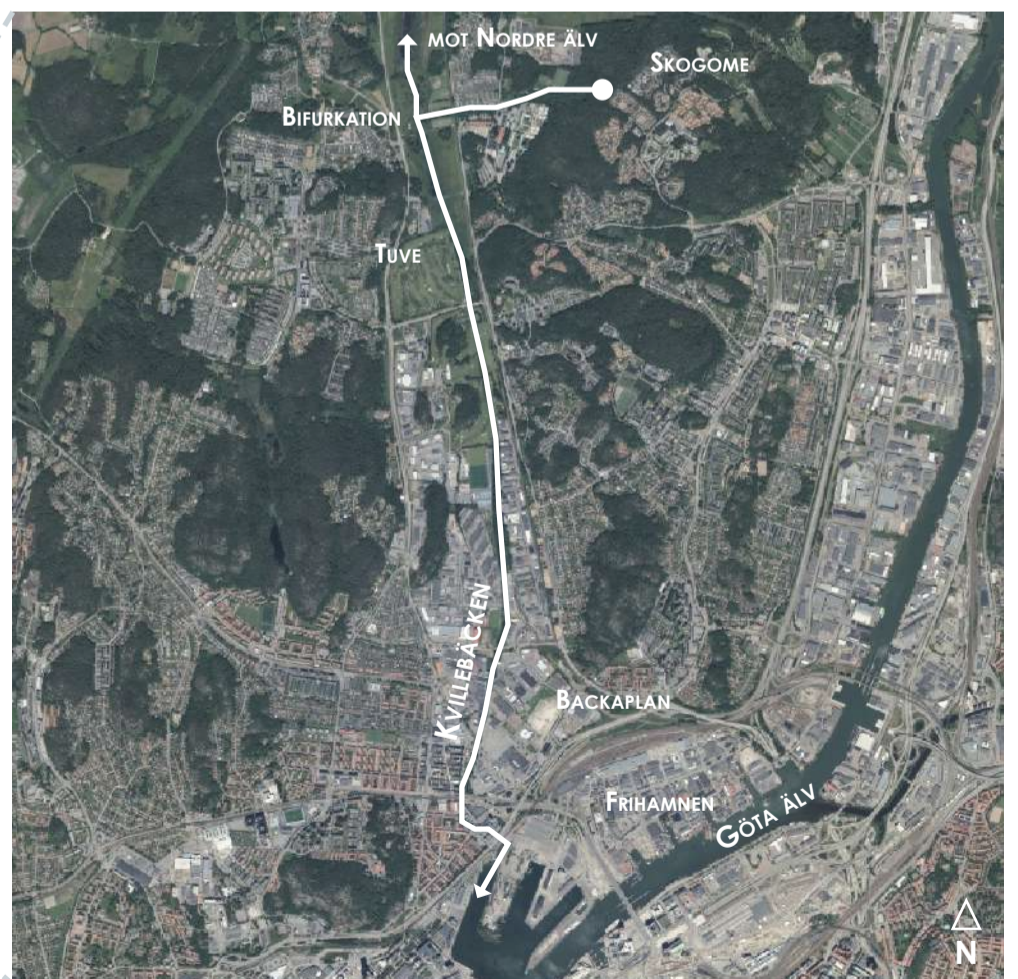
I Kvillebäcken, ett mindre vattendrag i exploateringsområdet för nordens största stadsutvecklingsprojekt *Älvstaden* i Göteborg, finns möjligheten att föregå med goda exempel på hur naturbaserad blågrön infrastruktur är del av framtidens hållbara städer. Små vattendrag i stadens periferi har tidigare inte varit i fokus men i och med stadens expansion, befintliga och framtida klimatutmaningar, får de en allt mer central roll som blågrön infrastruktur. Kvillebäcken är del i ett större vattensystem med sin början i Klarälven i Härjedalen, som rör sig vidare till Vänern och sedan blir Göta älv. Älven delar sig i Nordre älv och tillsammans ringar de in Hisingen, som i sin tur Kvillebäcken korsar, se figur 01-03. Den är också del av ett större stadsbyggnadsprojekt, i *Älvstaden* spelar bäcken en essentiell roll för de nya stadsdelarna på ön, och detta projekt kommer att använda bäcken som studieområde för att undersöka hur förtätning, vatten och ekologi kan sammanvägas.



Figur 01: Göteborg ligger på Sveriges västkust där Göta älv rinner ut i havet.



Figur 02: Norra delen av Göteborg, Hisingen, ringas in av Göta älv och Nordre älv. Skala 1:200 000. © Lantmäteriet.



Figur 03: Kvillebäcken rinner från stadens periferi till utloppet i Frihamnen, förbi stadsdelar som omvandlas i Älvstaden. Skala 1:50 000 © Lantmäteriet.



1.2 PROBLEMFÖRMULERING OCH SAMMANHANG

Älvstaden är ett omfattande stadsutvecklingsprojekt, och Göteborgs stad planerar att expandera genom förtätning och sammanlänkande av stadens stadsdelar över Göta älv, som illustrerat i figur 04 (Göteborgs stad u.å.c.). Samtidigt sätts mål upp i översiktsplanen om att värna om de befintliga grönstrukturerna och blågröna stråk i staden (Göteborgs stad 2022a). Detta skapar ett dilemma då expansionen ofta sker på grönområden eller på bekostnad av grönområdenas kvalitéer, när en funktion försvinner för att ge plats till en annan (Boverket 2022), och Göteborgs stad bekräftar att en "lyhörighet för befintliga värden krävs" vid exploateringen (Göteborgs stad 2022a).

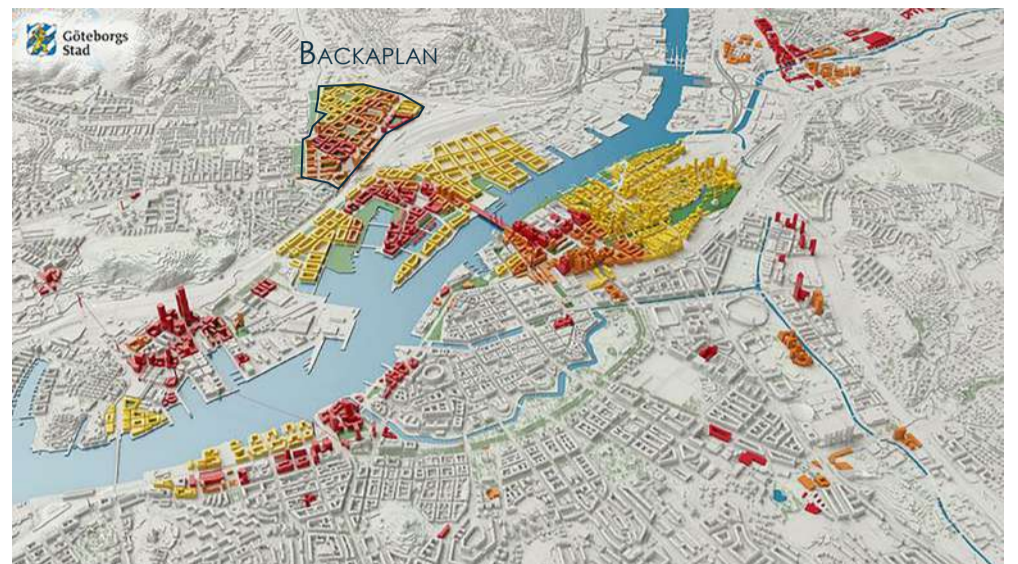
En annan central aspekt i översiktsplanen är robusthet. Robusthet ses som mål och strategi för att rusta samhället mot effekterna av klimatförändringar och rör både ekologiska, sociala och ekonomiska aspekter (Göteborgs stad 2022a). Detta koncept går i linje med resiliens, vilket staden definierar som "den långsiktiga förmågan hos ett system, vare sig det är en skog, en stad eller en ekonomi, att hantera förändringar och fortsätta att utvecklas." (Göteborgs stad 2023:49). Den blågröna infrastrukturen spelar en avgörande roll i detta arbete för både robusthet och resiliens.

Vidare sätts även mål i översiktsplanen för hur stadens förhållande, underhåll och exploatering till vattnet ska se ut, där flertalet punkter poängterar multifunktionalitet. Vattendragen fungerar som strukturerande förutsättning och samordning mellan arbete om vattenkvalitet, skyfall och högt vatten ska prioriteras (Göteborgs stad 2022b). Vattendrag och våtmarker ska skapas, och återskapa landskapets vattenhållande förmåga och biologiska mångfald (ibid.). EU:s direktiv om miljö kvalitetsnormer, MKN, som reglerar vattenkvaliteten i sjöar, vattendrag, kustvatten och hav, ska följas. Därmed ska god ekologisk och kemisk ytvattenstatus i vattenmiljöer uppnås (ibid.; Svenskt vatten 2023). Målen gäller stadens alla vattendrag, och Kvillebäcken blir tillsammans med övriga strategier sprungna ur översiktsplanen starkt kopplat till dessa mål.

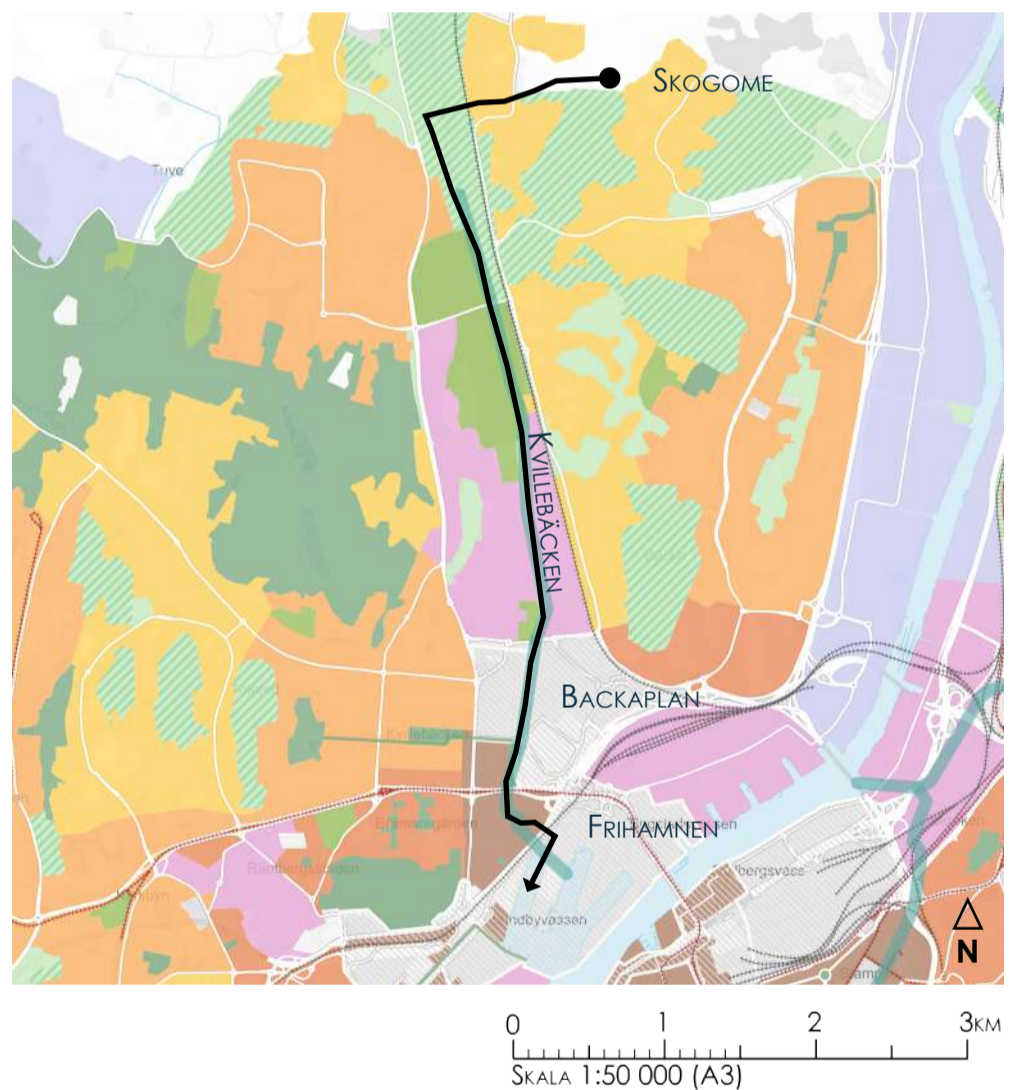
Att sammanlänka multifunktionella lösningar för blågrön infrastruktur, som tar hänsyn till platsens förutsättningar och ekosystemet, är ett steg i att förbättra Kvillebäckens ekologiska status och funktioner. Det är ett sätt att visa den roll bäcken har som ett betydande vattendrag i staden. Kvillebäcken måste vara resiliert för de påfrestningar och den kontext den ligger i, samt den kommer att utsättas för i och med den omfattande exploateringen som sker, se figur 05-07.

Kvillebäckens ekologiska status är idag bristfällig. Länsstyrelserna driver Vatteninformationssystem i Sverige, VISS, som utvärderar statusen och potentialen i landets alla vattendrag, hav och sjöar att uppnå MKN. De två huvudkategorierna som mäts för ytvattendrag av den här typen är den ekologiska statusen och den kemiska statusen. Den ekologiska statusen mäts i skalan: hög, god, måttlig, otillfredsställande eller dålig status (VISS u.å.) och den kemiska statusen, klassas antingen som god eller uppnår ej god status (ibid.).

Kvillebäckens ekologiska status klassas som måttlig på grund av övergödning och föroreningar av miljögifter, metaller, bekämpningsmedel eller kemikalier (VISS 2023). En betydande faktor är dess inverkan på bäckens växtlighet och funktion som habitat för olika arter. Vidare är Kvillebäckens vattenföring störd av markavvattning, morfologiskt tillstånd och hydrologisk regim. Det vill säga när- och hur- vattnet i bäcken flödar har påverkats av människans ingrepp (ibid.).



Figur 04: Exploateringsplanerna inom Älvstaden, med färger som representerar ungefär när etapperna väntas vara klara. Rött: 2021, orange: 2028, gult: 2035-2050. Bild från Göteborgs stad.



Figur 05: Kvillebäcken rinner redan idag genom många olika typer av områden, där de gråstreckade områden är omfattande utvecklingsområden. Bearbetat utdrag ur Göteborgs digitala översiktsplan.

TECKENFÖRKLARING FIGUR 05:

STADSKÄRNA	PARKER
UTVIDGAD STADSKÄRNA	IDROTT OCH REKREATION
MELLANSTADENS CENTRALA OMRÅDEN	ÖVRIGA GRÖNOMRÅDEN
ÖVRIGA MELLANSTADEN	BLÅGRÖNT STRÅK
FÖRETAGSOMRÅDE	OMVANDLINGSOMRÅDE
INDUSTRIOMRÅDE	

Kvillebäckens kemiska status *uppnår ej god status*. Flera förorenande ämnen uppmäts i vattendraget som påverkar den övergripande ekologiska funktionen. I vattendraget finns för höga halter av kvicksilver, PBDE (flamskyddsmedel), flouranten, PFOS och ett antal polyaromatiska kolväten (VISS 2023). Dessa förorenande ämnen kommer oftast från motortrafik, förbränning av olja och bränsle samt bekämpningsmedel i jordbruket (Naturvårdsverket u.å.b-d; Sveriges Vattenmiljö u.å.).

Vattnet i Kvillebäcken kommer främst från en naturlig källa (VISS 2023). Den har potential att nå god vattenstatus till 2027 förutsatt att insatser görs för att förbättra den hydrologiska regimen, dagvattenhanteringen, återskapa funktionella strandzoner och minska intrånget av gifter och gödning i vattendraget (ibid.). De åtgärder som VISS (2023) hänvisar till innebär därav både förändring inom bäckens årum men också ingrepp i exploaterade närområden, främst för att minska effekten som dagvatten har i bäcken då det tillför många av de skadliga ämnena.

Trots förorening och *måttlig ekologisk status* är Kvillebäcken ett viktigt habitat för den rödlistade arten knölnate, *Potamogeton trichoides* (SLU Artdatabanken u.å.). Som det mest väletablerade habitatet i Sverige är det viktigt att främja knölnatens överlevnad i vattendraget, vilket är en utmaning då mycket om dess krav på habitat är okänt. Göteborgs stad har ett nationellt ansvar att bevara knölnatens habitat (Park- och naturförvaltningen 2018).

Med de storskaliga planerna om 9 000 nya bostäder i Kvillebäckens närhet (Göteborgs stad u.å.a; Göteborgs stad u.å.b.), visualiserade i figur 06 och 07, samt målen från både staden och VISS att ha hälsosamma vattendrag finns förbättringar att göra i Kvillebäcken och dess närområde. Göteborg har både lokala och globala målsättningar och utmaningar att jobba för respektive emot. Kvillebäcken är visserligen inte Göteborgs största vattendrag, men med de nybyggda kvarteren i närheten har den möjlighet att bidra med både habitat, vattenrening, översvämningshantering, rekreation och andra ekosystemtjänster (Havs och vattenmyndigheten 2017). Kvillebäcken är en pusselbit i Göta älvs avrinningsområde som sedan rinner ut i havet. För både det större och mindre kretsloppet behöver vattendraget rustas för dessa funktioner samt grundläggande status och hälsa.



Figur 06: Dagens situation mot norr kring Backaplan med Kvillebäcken, exploateringsområdet och arbetsområdet. Första etappen av Backaplans omvandling utgörs av de nybyggda kvarteren till vänster i bild, och de resterande omvandlingarna som kommer ske i området både öster och väster om bäcken har markerats i vitt i bilden. Bild av ©White arkitekter; markeringar gjorda av författarna.

1.3 SYFTE - MULTIFUNKTIONELLA INTERVENTIONER I KVILLEBÄCKEN FÖR GOD EKOLOGI

Detta projekt syftar till att med Kvillebäcken som studieområde undersöka och föreslå hur blågrön infrastruktur kan tillmötesgå klimatförändringar samt ett urval av delmålen inom FN:s globala hållbarhetsmål; *Rent vatten och sanitet för alla*, *Hav och marina resurser*, *Hållbara städer och samhällen*, samt *Ekosystem och biologisk mångfald* (UNDP u.å.). Utifrån ambitionerna från Göteborg stads översiktsplan (2022c) ämnar arbetet att lösa specifika problem för Kvillebäcken och samtidigt bidra till kunskap kring god ekologi, resiliens och hållbar stadsbyggnad i *Älvstaden*.

Målet är att förbättra Kvillebäckens ekologiska och kemiska status genom att identifiera och föreslå naturbaserade interventioner som är anpassade till landskapets förutsättningar, visar hänsyn till befintliga kvaliteter och habitat för hotade arter i bäcken, samt förbereder inför framtidens översvämningsdynamik och skyfall.

1.4 HUVUDFRÅGESTÄLLNINGAR

Syftet specificeras i tre huvudfrågeställningar:

- Vilka restaureringsåtgärder kan användas för att förbättra den kemiska och ekologiska statusen i Kvillebäcken?
- Hur kan vattenmiljöer i Kvillebäcken gestaltas för god ekologisk funktion och översvämningshantering?
- Hur görs interventioner med hänsyn till befintliga förutsättningar inklusive skyddsvärda habitat?



Figur 07: Visualisering av Backaplans exploatering från samma vy norrut som figur 06. Kvillebäcken, exploateringsområdet och arbetsområdet har markerats av författarna. Visionsbilden framtagen av ©White arkitekter, markeringar gjorda av författarna.



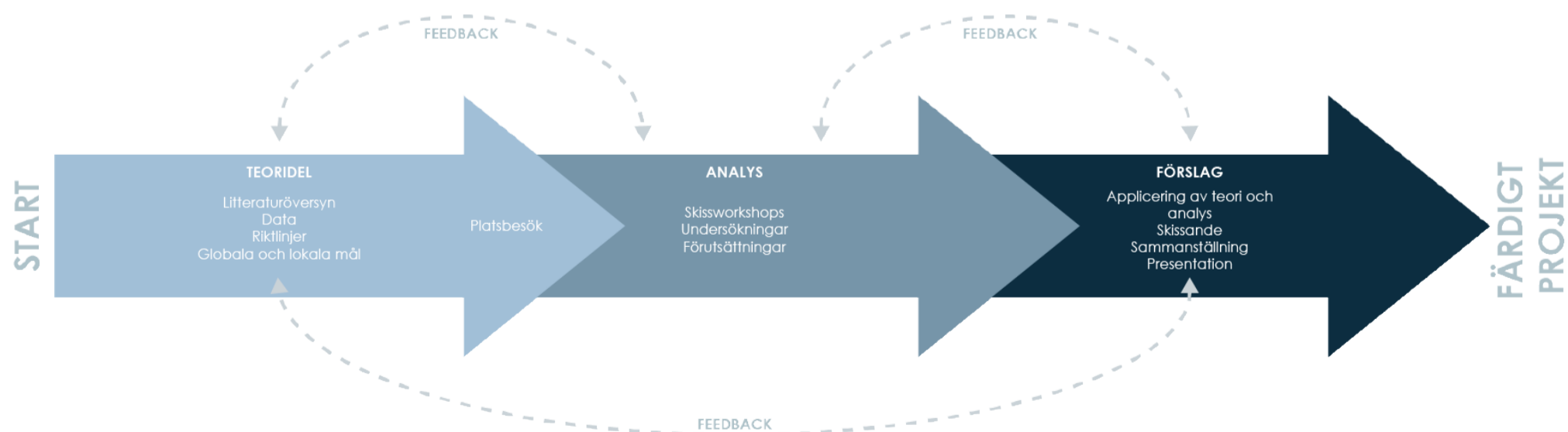
METOD, TEORI, MATERIAL OCH AVGRÄNSNING

Här beskrivs de metoder som används för att besvara frågeställningar och syfte. Därefter presenteras de avgränsningar som är satta för projektet, samt en djupare introduktion till studieområdet kring Kvillebäcken.

2.1 METOD OCH MATERIAL

Projektet består av tre delar i form av en teoribaserad bakgrundsdel, en analysdel och en gestaltningsdel.

Bakgrunds- och analysdelen innefattade en litteraturundersökning där urbanekologiska arbetssätt och relevanta designverktyg identifierades och sammanfattades. I dessa delar samlades också digitala data om Kvillebäckens landskapliga förutsättningar samt relevant dataunderlag om vattendragets ekologiska- och kemiska status in. Analysdelen innefattade också ett platsbesök för ytterligare förståelse samt för att integrera teorin i landskaplig kontext och på så sätt värdera olika intressen och bedöma interventioners lämplighet. Därefter sammanfördes bakgrunds- och analysdelens olika delar till ett gestaltningsförslag med en övergripande design för ett område runt Kvillebäcken vid Backaplan. Teori-, analys- och gestaltningsdelen har delats upp i denna presentation men under arbetets gång var det en iterativ process där återkoppling och omarbetning skedde kontinuerligt mellan de olika delarna, som illustrerat i figur 08. I följande två stycken presenteras dessa metoder och projektdelar djupare.



Figur 08: Illustration av metoden och projektets process, där feedback mellan projektets tre övergripande delar förts under arbetets gång.

2.1.1 TEORETISK BAKGRUND OCH ANALYS

Litteraturen hämtades i första hand inom vetenskapligt granskade artiklar och böcker sökta i flera databaser som *scopus*, *ebook central* och SLUs bibliotek *Primo*. Sökorden som användes var olika kombinationer av *ecology*, *water*, *landscape architecture*, och genom snöbollsurval valdes fler artiklar och texter inom liknande ämnen. Ett fåtal mer omfattande böcker användes: *The Routledge Handbook of Urban Ecology* (Douglas et al. 2020), *Water centric sustainable communities - planning, retrofitting, and building the next urban environment* (Novotny et al. 2010). Utöver detta användes också icke-vetenskapligt granskad litteratur som fungerade som inspiration, exempelvis *River. Space. Design.* (Prominski et al. 2017). Publikationer och rapporter från Havs- och vattenmyndigheten tillförde information om hälsosamma vattendrag och restaurering (Degerman & Näslund 2021; Bjelke & Sundberg 2014).

Litteraturen gav en översikt av de teoretiska utgångspunkterna, samt åtgärder eller verktyg att jobba med för att uppnå de mål om hållbarhet och naturbaserade lösningar som sattes som syfte i arbetet. Denna teoridel gav också stöd för avvägning mellan olika interventioner och värden senare i arbetet.

Digitala data om Kvillebäcken samlades också in; ekologisk status från VISS, GIS-data om landskapets jordarter och topografi från Lantmäteriet samt översvämningsscenario och DWG-underlag från Göteborgs stad (u.å.d; u.å.e.). Detta fungerade bland annat som grund till att karaktärisera vattendraget enligt Klings (2017) karaktärisering med hydrologiska karaktärer och biotoper.

Klings (2017) karaktärisering är uppbyggd av huvudtyper och undertyper som bestäms utifrån faktorerna; fårans lutning, sinusitet, det vill säga kvoten mellan vattenfårans och dalgångens längd, bredd och djup, jordart och bottenmaterial. Karaktäriseringen av Kvillebäcken inspirerades av Klings metod men begränsades av tillgången på underlag gällande dessa faktorer. Istället utgick vi från svämplanets lutning, fårans bredd, jordart och dalgångens tydlighet för att karaktärisera vattendraget enligt Klings karaktärer. Indelningen gav en ungefärlig uppfattning om landskapets funktion och vilka biotoper och element som kan lämpa sig i dessa områden.

Utöver hydromorfologisk karaktärisering hämtades också information om planerad och befintlig bebyggelse från Göteborgs stads stadsplaneringshemsida. Som komplement kontaktades också Göteborgs stad via mail för ytterligare information om planer och dokument som vid arbetets start inte funnits uppe på hemsidan.

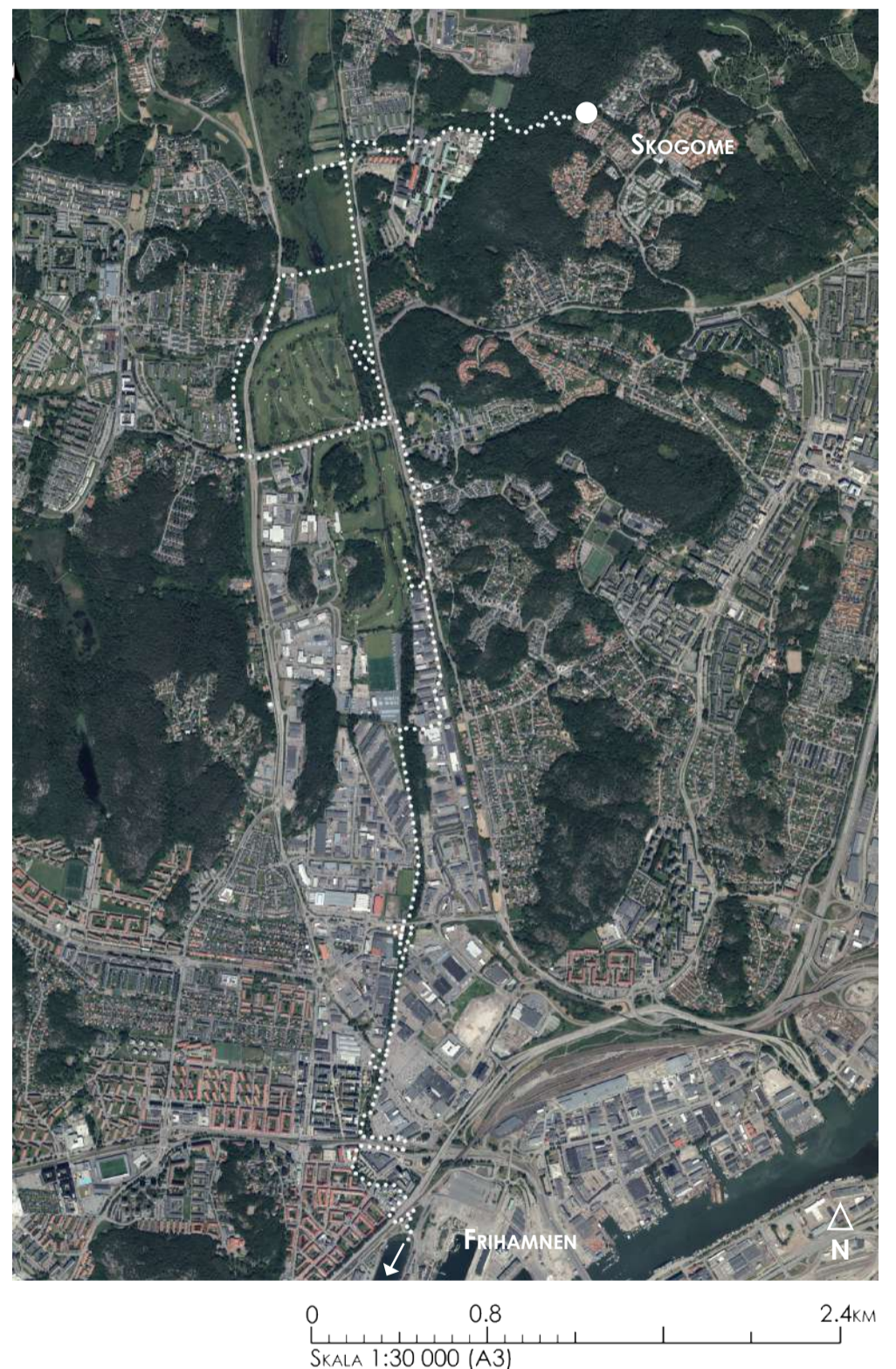
2.1.2 PLATSBESÖK, GESTALTNING OCH DISKUSSION

Ett platsbesök genomfördes i studieområdet med syfte att ge större förståelse för bäckens processer och förutsättningar samt dess kontextuella samband. Platsbesöket genomfördes den 28/9 och vid detta tillfälle följdes Kvillebäcken från dess utlopp i Frihamnen till källan i Skogome, se figur 09. Kartor och anteckningsmaterial med aspekter att undersöka förbereddes innan besöket där också spontana noteringar fördes in. Fotografering och skissande användes som dokumentationsmetod för att samla in material som kunde användas vidare i arbetet. Platsbesöket utfördes i ett utforskande skede, och därav ansågs ett övergripande besök lämpligast för att förstå Kvillebäckens förutsättningar. Det baserades dock på teoridelens dåvarande innehåll som gett en grund för vilka delar av vattendraget som var mest relevanta att undersöka; vattenfårans-, strandzonens-, och svämplanets utseende. Dessutom noterades vegetation och de naturliga processer som kunde identifieras. Vidare undersökning av kemiska processer, geomorfologiska aspekter och jordarter ansågs inte vara nödvändiga under platsbesöket.

Teoridelen och analysens data i kombination med de observationer som gjordes under platsbesöket gav underlag för de avvägningar som gjordes i gestaltningen. En mer fördjupad skiss- och idégenereringsprocess påbörjades där olika ingrepp värderades längs vattendraget, bland annat utifrån vilken typ av område som låg närmast bäcken och hur de relaterar till Göteborgs expansionsplaner, samt vilka behov platserna ansågs ha för att arbeta mot målen och syftet. Detta ledde till arbetsområdet vid Backaplan. Gestaltningen gjordes med de föregående delarna i åtanke; knölnatens utbredning, Göteborgs stads exploateringsplaner och bäckens befintliga morfologi vilka alla satte olika begränsningar.

Utifrån DWG-underlag från Göteborgs stad, tillsammans med Google Maps, dokumentation och noteringar från platsbesöket, utvärderades träd i arbetsområdets strandzon och svämplan utefter förmåga att leverera ekosystemtjänster. Bedömningen grundades på egen uppfattning om storlek, erosionsskydd, skuggning av fåra, och om det var lövträd och inhemskt material. Syftet var att i grova drag förstå hur topografin kunde manipuleras med hänsyn till sin omgivning för att återskapa vattnets naturliga rörelser samt för identifiera lämpliga platser för återskapande av naturtyper.

Återkoppling, feedback, mellan de olika delarna skedde kontinuerligt under processen, och teori, analys, och idégenerering till gestaltningen har påverkat och förändrat varandra under hela arbetets gång, se figur 08.



Figur 09: Rutten som följdes vid dagen för platsbesöket. En betydande del av sträckan var otillgänglig för allmänheten. Pil markerar utlopp och den större vita cirkeln markerar källan. Underlag: Ortofoto ©Lantmäteriet

2.2 STUDIEOMRÅDE - KVILLEBÄCKEN OCH SÖDRA KVILLEDALEN

Här presenteras Kvillebäcken, Göteborgs stads planer på expansion i området och en kort sammanfattning av Hisingens historia för att ge en kontext på Kvillebäcken som studieområde. En vidare analys av bäcken och dess omgivande landskap återfinns i kapitel 4.

Kvillebäcken är del av Göta älvs omfattande avrinningsområde. Bäcken sträcker sig över hela Hisingen i nord-sydlig riktning, cirka 13-15 kilometer och har en bifurkation, det vill säga att vattnet rinner i två riktningar, där den kommer ned i Kvilledalen från källan i Skogome. Här delas den in i Kvillen och Kvillebäcken, där Kvillen rinner norrut till Nordre älv, medan Kvillebäcken i södergående flöde, se figur 10, rinner ut i Göta älv, en sträcka på cirka åtta kilometer och ett avrinningsområde på 16 kvadratkilometer (Göta älvs vattenvårdsförbund 2016).

Göteborg är en växande stad som står inför en omfattande expansion. Staden utvecklas utifrån ett antal visioner, varav den centrala är *Älvstaden*. I visionen inkluderas mål om att sammanlänka flera centralt belägna områden, att sammankoppla stadskärnan över älven och på flera sätt stärka stadens identitet till älven, närheten och relationen med vattnet (Göteborgs stad u.å.; Göteborgs stad 2012). Mycket av omvandlingarna sker på södra Hisingen, men det är inte bara kvarteren närmast Göta älv som inkluderas i strategin för en sammanhållen, läkt och robust stadskärna (Göteborgs stad 2022c).

Hisingen var fram till 1800-talet i huvudsak rural, med små fiskelägen och jordbruk. Under andra hälften av 1800-talet och början av 1900-talet växte Göteborg som industristad och på södra Hisingen samlades olika typer av industrier och hamnverksamhet. Under 1900-talets andra hälft byggdes byarna på ön ut och förorterna växte fram. Efter att ha varit en mycket industrität ö med både tyngre och lättare industri, började denna under 1980-talet och framåt avvecklas och omplaceras för att ge plats åt den nya *Älvstaden* med bostäder närmast vattnet (Wedel 2021).

Över Hisingen, förbi delar med spår av öns alla epoker med jordbruk, industri, perifer stadsbebyggelse och tät stad i form av nya *Älvstaden*, rinner Kvillebäcken. I översiktsplanen målsätter staden att förbättra både små och stora vattendrag och som del av stadens befintliga blågröna infrastruktur, är och blir Kvillebäcken en viktig förutsättning och komponent för att bygga "nära, sammanhållna och robusta" Göteborg (Göteborgs Stad 2022c). Sammanlagt cirka 9 000 bostäder planeras att byggas och har byggts i anslutning till Kvillebäcken runt Backaplan (Göteborgs stad u.å.a; Göteborgs stad u.å.b), markerat med brun streckad linje i figur 10.

I skrivande stund utvecklas förslag av Göteborgs stad för hur Kvillebäcken och Kvillebäcksparken, markerat som arbetsområde i figur 10, ska utformas för att både kunna fungera som rekreationsområde för de nya stadsdelarnas invånare samt vara ekologiskt funktionell för bäcken och stadens vatten (Göteborgs stad 2021c). Kvillebäcken har både potentialen och behovet att bli ett motståndskraftigt vattendrag i ett samhällsbyggande anpassat efter ett lokalt och regionalt ekosystem.



Figur 10: Situationskarta över Kvillebäcken från Skogome till Frihamnen. Studieområdet är markerat med en blå, heldragen linje. Området som kommer att exploateras runt Backaplan, är markerat med en streckad brun linje, och arbetsområdet med en blå streckad linje. Underlag: Ortofoto ©Lantmäteriet.



2.3 AVGRÄNSNINGAR

Projektet har ett antal avgränsningar geografiskt, tematiskt och tidsmässigt. Geografiskt begränsas projektets studieområde till bäckens sträckning från källan i Skogome till utloppet i Göta älv i Frihamnen. Denna sträcka anses vara mest relevant för Älvstadens utvecklingsplaner och samtidigt ge utrymme att besvara projektets frågeställningar. Avgränsningen mellan Skogome och Göta älv ger dessutom möjlighet till fördjupning i ett arbetsområde med förslag för restaureringsåtgärder längs bäcken. Storleken på platsen väljs funktionsstrategiskt och ett större arbetsområde kan behöva mindre, detaljerade lösningar för stor effekt och vice versa. Det övergripande studieområdet som analyseras kan ses som hela Kvillebäckens årum, eller Kvilledalen, och följer inte befintliga plangränser.

Arbetet begränsas till naturbaserade interventioner som i första hand faller inom vattendragets strandzon som på olika sätt kan förbättra Kvillebäckens ekologiska- och kemiska status samt dämpa effekter av översvämningar på grund av bland annat skyfall. Däremot bedöms hela årummet - vattenfåran, strandzonen och svämplanet - som relevant arbetsområde då den ekologiska och kemiska statusen påverkas av hela årummets störningar och processer.

Effekterna av förslaget tar stöd av befintlig forskning och referensdata då provtagning och kemiska analyser av vattendraget rör sig utanför ramarna för landskapsarkitektur. Förkunskapen är den som anses generell om hydrologi, geologi och biologi för landskapsarkitekter. Likaså är det inte alla aspekter av klimatmål och hållbarhetsstrategier som undersöks, utan ett antal för platsen relevanta delmål och målsättningar inom Göteborgs översiktsplan som avvägs.

Projektet har en landskapsarkitektonisk ingång i urbanekologi och teori inom hållbar stadsbyggnad vilket inkluderar koncept som resiliens, naturbaserade lösningar och blågrön infrastruktur. De ligger som teoretisk grund till många av projektets infallsvinklar. Ingreppen kommer att ha effekt på andra landskapsarkitektoniska värden, som sociala och estetiska aspekter. Dessa kommer tas hänsyn till och lyftas då de är en essentiell del i den landskapsarkitektoniska infallsvinkeln, men diskuteras inte djupare inom analys och gestaltning då ekologi ligger överordnat de andra aspekterna.

Samtidigt finns en begränsning i hur djupgående alla dessa ovannämnda aspekter kan undersökas, och här görs en avgränsning med anledningen att landskapsarkitekter ofta arbetar tvärvetenskapligt tillsammans med experter inom andra professioner.

Projektet baseras på redan publicerade data och observationer som skedde på plats under arbetets gång, vilket varade mellan september 2023 och januari 2024. En översiktlig historisk kontext ges som bakgrund. Långvarig och långsiktig hållbarhet är en målsättning inom projektet, och ett antal referenspunkter vid år 2027, 2035 och 2100 har valts. Dessa år har valts efter då Kvillebäckens ekologiska status ska ha förbättrats enligt VISS, Backaplan målsätts vara färdigbyggt respektive det år översvämninganalyser har som borte gräns, och används bland annat som utgångspunkter för analysen.

TEORETISK BAKGRUND

Här introduceras först stadens blågröna strukturer, hur de ser ut globalt och i Sverige, för att sedan fokusera på vattendragens funktioner och kvaliteter i staden. Här kommer också en genomgång av hur dessa system fungerar och vilka processer, zoner och habitat som finns i dem. Därefter presenteras hur restaurering av mindre vattendrag kan gå till och vilka risker som finns. Kapitlet har generellt ett mer övergripande perspektiv, men återkommer till Kvillebäckens förutsättningar i de senare delarna.

3.1 STADENS BLÅGRÖNA SYSTEM

Urbana vattendrag har en stor, om inte en av de största, betydelse för ekologiska kvaliteter i det urbana landskapet, men som illustrerat i figur 12 påverkas vattendragen vice versa av det urbana landskapet, dess intressenter och omgivningen (Booth 2020; Brown 2020).

Genom historien har samhällen byggts i närheten av floder, åar och bäckar, och vattnet har hanterats på olika sätt under olika tider i alla civilisationer (Novotny et al. 2010). Novotny et al. uppmärksammar fem stora skiften i den urbana vattenhanteringen genom historien; det första utgörs av övergången från öppna system, där vattnet blandats och runnit naturligt i landskapet och städerna, till att man började bygga enkla akvedukter och brunnar som fört vatten från källa till stad (ibid.). Detta system var utbrett under lång tid, fram till den industriella revolutionen då det gick över till nedgrävda kanaler, rör och kulvertar i de växande städerna (ibid.). Under 1900-talet utökades dessa ingenjörskonstruerade vattensystem till att också vara beroende av reningsverk i mer eller mindre slutna strukturer där olika typer av vatten separeras i hårdgjorda rör och kanaler (Novotny et al. 2010). Dessa fyra epoker har förenklat illustrerats i figur 11a-11d.

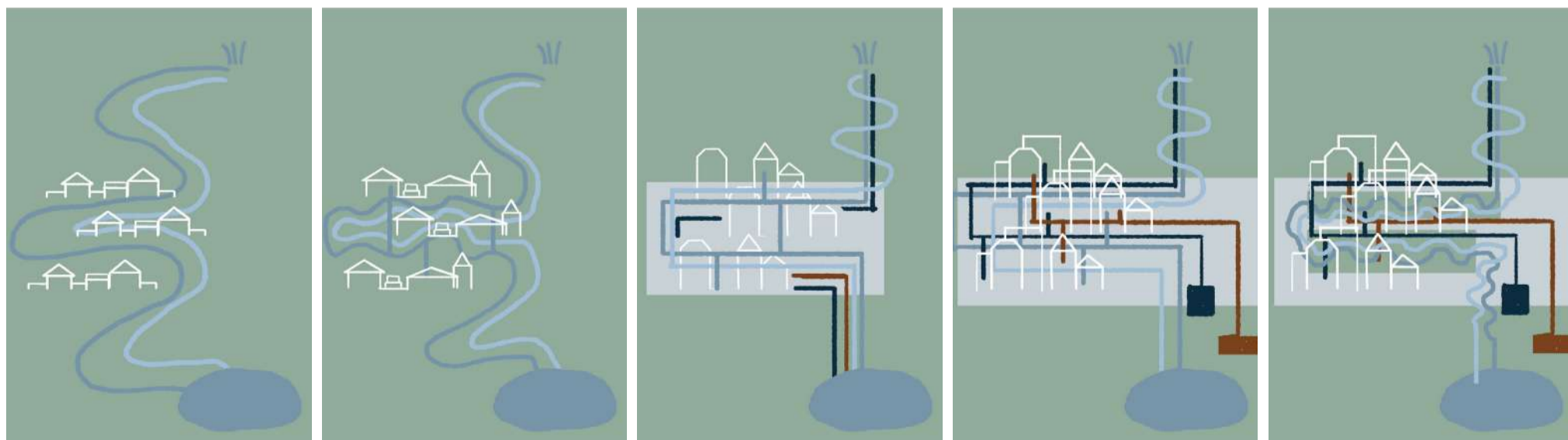
För det öppna vattnet i staden har diken och murar byggts för att styra fluktuationer, flodbäddar har förstärkts med sten och betong för att förhindra sedimentation och vattendragen har byggts över med kajer och bryggor för att ge plats åt andra funktioner (Prominski 2017; Novotny et al. 2010; Brown 2020). Dessvärre är det i de flesta fall så att ju mer vattendrag och naturliga processer förhindras, desto större blir konsekvenserna av de naturliga processernas krafter. Dessutom har ingreppen för hårdgjorda element medfört att artrika naturliga biotoper runt vattenmiljöer försvunnit eller minskat markant (Brown 2020:363). Naturligt formade vattendrag är inte statiska, dess morfologiska processer gör att de hela tiden förändras och förflyttas vilket krockar med de statiska, hårda elementen sprungna ur urbaniseringen.

I Sverige har dessutom en landsomspännande utdikning under lång tid, framförallt under senare delen av 1800-talet, gjort att vattendrag och sjöar utanför staden också förändrats kraftigt (Länsstyrelserna u.å.; Naturvårdsverket 2023). Dessa utdikningar har främst gjorts för att öka andelen produktiv mark, men som konsekvens har den naturliga vattenföringen i landskapet förändrats när vattendragen på liknande sätt som i staden, byggts över och rätats ut (Länsstyrelserna u.å.). Idag krävs tillstånd från bland annat länsstyrelsen för ingrepp som kan påverka befintliga dikningsföretag, och de som på annat sätt indirekt kan påverka vattnet i landskapet (Naturvårdsverket 2023).

Enligt Novotny et al. (2010) är vi nu i en övergång från den fjärde epoken med separerade, gömda, gråa vattensystem till en era där naturbaserade, blågröna lösningar ligger i fokus. De överbyggda och i vissa fall gömda vattendragen från tidigare ska restaureras och blågröna strukturer integreras i den urbana miljön (Novotny et al. 2010), se figur 11e. Dessa blågröna lösningar har möjlighet att fungera i symbios med det förändrade klimatet (Naturvårdsverket u.å.; Göteborgs stad 2022b; Nesshöver et al. 2017), vars effekter blir allt mer påtagliga, och dessutom de naturliga processer som sker i vattendragen. Som ett steg att klimatanpassa städerna måste vattendragen, stora som små, återfå utrymme för ekosystemtjänster och resiliens, vilket de äldre gråa systemen har allt svårare att tillhandahålla.

De blågröna, naturbaserade lösningarna är en pusselbit i att skapa hållbara städer och *resilienta* samhällen. Resilienta städer och ekosystem klarar förändringar, viss omorganisation, utvecklas och återhämtar sig från störningarna det utsätts för (Selman 2012). I städer sker spänningar kontinuerligt mellan natur och stad, men för alla konflikter finns också symbioser, genom exempelvis ekosystemtjänster. Resilienta vattensystem är multifunktionella och tar hänsyn till hur vatten rör sig i staden, då vattnet färdas över alla ytor. Utan hänsyn till vattnets framfart på olika ytor och material blir skador av - och risken för - översvämningar, förflyttning av föroreningar större.

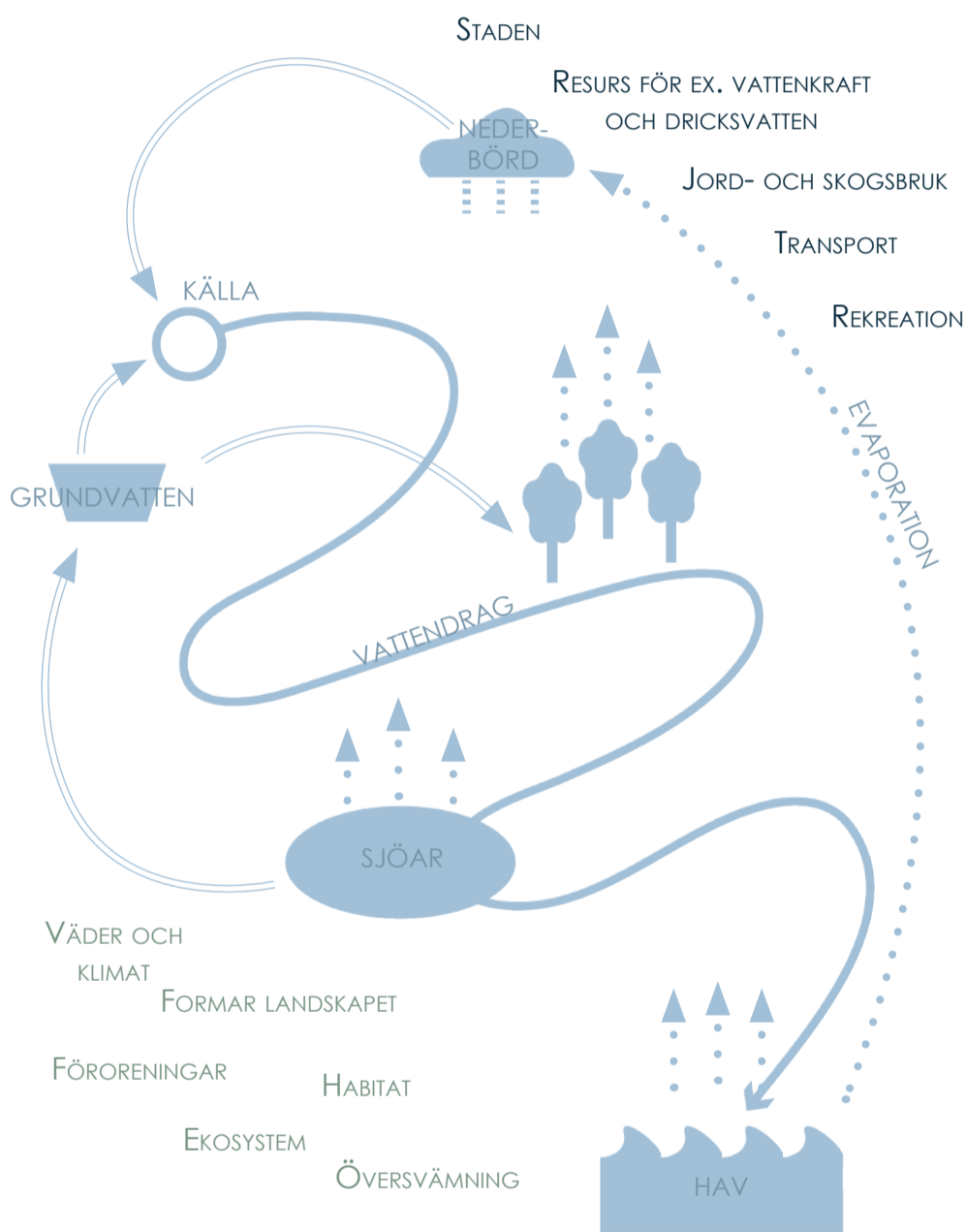
Den blågröna infrastrukturen är essentiell för att hantera urbant vatten (Douglas 2020) och kan utgöras av flertalet mer eller mindre naturbaserade element, (Taguchi et al. 2020; Liptan & Houck 2020) som alla bidrar med olika funktioner till stadens blågröna strukturer (Taguchi et al. 2020). Den naturbaserade, blågröna infrastrukturen bygger på vattnets väg i landskapet. Vattnet leds i diken, rännilar av till exempel sten och grus, till strukturer som syftar till att fördröja och rena vattnet, som regnbäddar, naturliga och designade trädgårdar, gröna tak, genomsläppliga semi-hårdgjorda ytor och så vidare (Liptan & Houck 2020). Den naturliga topografin och landformer bör tas hänsyn till, dels i skalan av hela avrinningsområdet ned till exempelvis på en enstaka gata eller ett dike (Liptan & Houck 2020).



Figur 11a-11e: Fem schematiska illustrationer som visar de fem epokerna av vattenhantering, som Novotny et al. (2010) delar in dem. Systemet går från att vara öppet, där vattnet blandats och haft en naturlig väg i landskapet (a), till att först styrs om (b), sedan grävas ned under hårdgjorda ytor (c), till att separeras och renas genom ett blandat blågrönt system, allt eftersom samhället utvecklas.

3.2 HÄLSOSAMMA VATTENDRAG

Den resilienta staden och dess blågröna system bygger på hälsosamma vattendrag. I hälsosamma vattendrag finns utrymme för den dynamik och de processer som sker naturligt, och vattendragens komplexitet ligger i deras förmåga att förändra sina egna förutsättningar genom dynamiker och processer. Vattendrag förekommer i olika storlekar och landskap, och kan vara mer eller mindre påverkade av människan på en rad olika sätt; genom föroreningar och utsläpp, utdikning, upprättning, överbyggnad, resursutvinning och så vidare (Brown 2020; Booth 2020). De komponenter som påverkar alla vattendrag och dess hälsa är vattenföring, erosion och dess kantzonen (Vesipa et al. 2017, se Degerman & Näslund 2021:31). För åar, bäckar, floder och kanaler är även topografi och jordarter avgörande för morfologin (Brown 2020).



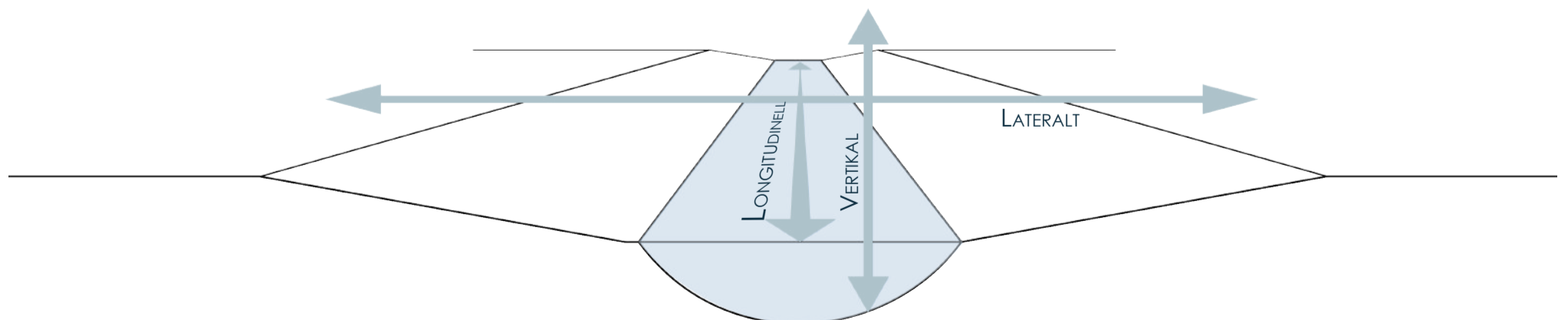
Figur 12: Schematisk och förenklad bild över vattnets kretslopp i ljusblått. Processerna och delarna skrivna i samma text. Det som vattnet "för med sig" är i grönt och det som beroende av vattnets system i mörkblått.

3.2.1 NATURLIGA PROCESSERS INVERKAN PÅ MORFOLOGI

I de flesta vattendrag sker processer i tre riktningar samtidigt, vertikalt, lateralt och longitudinellt (Degerman & Näslund 2021:16), se figur 13. Vattendrag är en produkt av sitt avrinningsområde, men utgår ofta från en källa där grundvatten konstant tränger upp ur marken och bildar vattendragets basflöde (Degerman & Näslund 2021:31) se figur 12. Hur mycket vatten som framförs i vattendraget, vattenföring (SMHI 2023a), varierar periodvis beroende på faktorer som avrinningsområdets topografi, infiltrationskapacitet, markanvändning, yttlig avrinning, upptag från vegetation och avdunstning och nederbörd (Danielsson et al. 2016; Degerman & Näslund 2021). Variationer i vattenföringen med lågt-, medel-, och högvattenflöde bildar flödesdynamiken och rytmen i förändringarna, den hydrologiska regimen. Både vattenföring och hydrologisk regim är kvalitetsfaktorer för miljö kvalitetsnormerna för ekologisk status i vattendrag (VISS 2023).

I och med att vattendraget färdas från högpunkt till lågpunkt påverkas vattendragets hastighet av både lägesenergi och rörelseenergi (Degerman & Näslund 2021). Vattnets rörelse nedströms medför de geomorfologiska processerna erosion, transport och deposition som tillsammans formar landskapet (Andersson et al. 2008). Erosion i vattendrag innebär att botten och strandzonens material sätts i rörelse, och styrs delvis av partikelstorlek, vattenföringen och lutning, vilket transporterar varierande mängder och storlekar av sediment nedströms (Degerman & Näslund 2021). Förenklat kan dessa geomorfologiska processer knytas till vattendragets topografiska profil. Erosion sker högt upp i landskapet, där lutningen är kraftig, transporten sker i mellanzonen och depositionen vid lågpunkt (Allan et al. 2021) där lutningen och vattnets lägesenergi minskar. I Sverige består sådana låglänta områdens botten ofta av kohesionsmaterial som silt och lera (Degerman & Näslund 2021) medan områden uppströms består av grövre material som sten och block, där de finare sedimenten sköljs bort (ibid.; Danielsson et al. 2016).

Förutom vattendragens longitudinella huvudström sker också mindre roterande strömmar vid vattendragets kanter, vilka påverkar sedimentationen och får vattendragen att långsamt ändra riktning (Allan et al. 2021), se figur 13 och 14. Dessa topografiska förutsättningar leder till naturlig meandring av vattendrag i låglänta och flacka landskap (Danielsson et al. 2016) medan vattendragen uppströms tvärtom definieras av rakare och mer strömmande vatten med fall och höljor (Degerman & Näslund 2021).



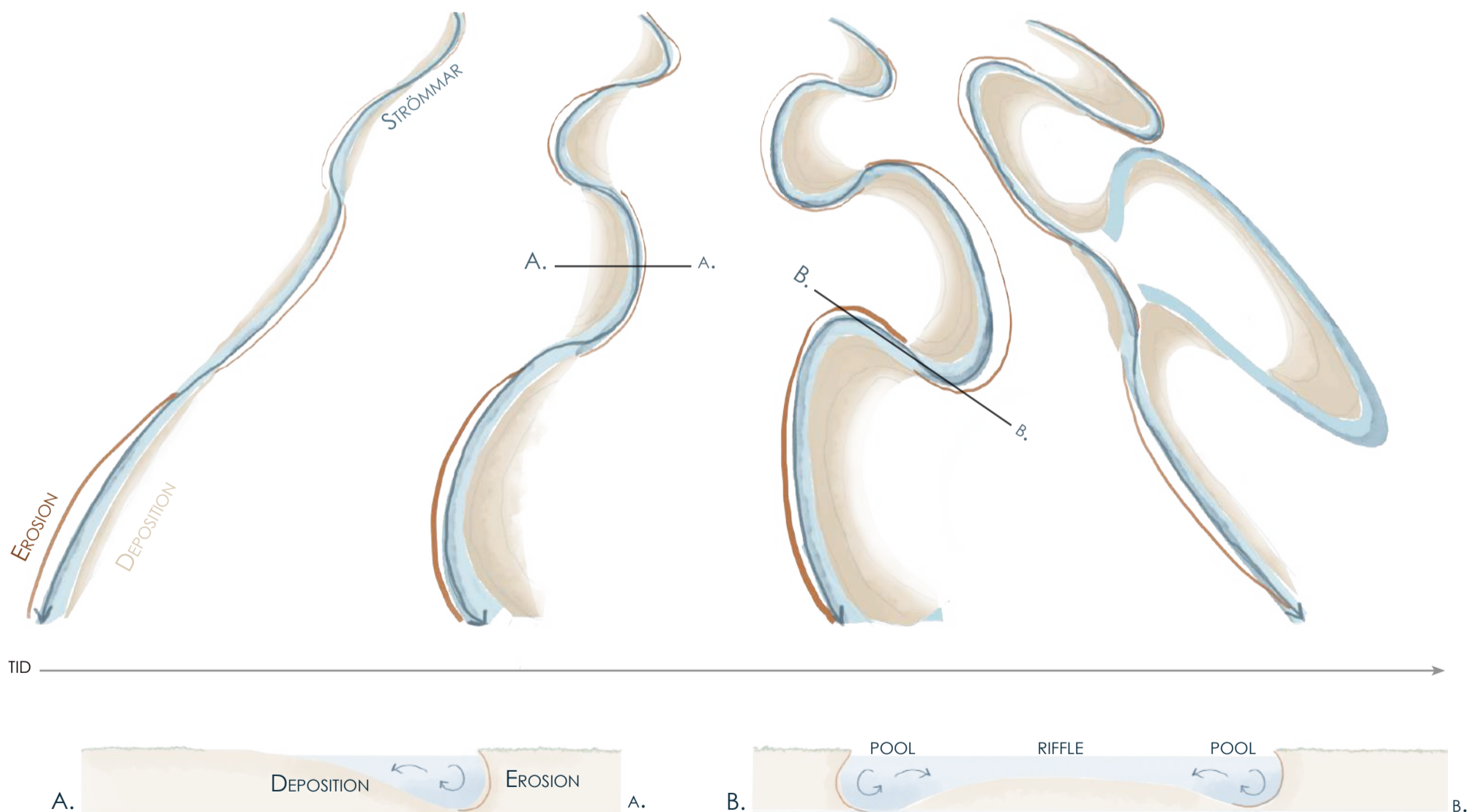
Figur 13: Rörelserna som sker i vattendragen sträcker sig i flera riktningar samtidigt.

Meandrande vattendrag har ofta ett rytmiskt varierande bottendjup med djupare kurvor och grundare depositionsområden mellan kurvorna (Degerman & Näslund 2021; Prominski et al. 2017), se figur 14. Erosionen i meandrande vattendrag sker främst i ytterkanten av meanderslingorna och förskjuter på så vis successivt vattendragets struktur nedströms med någon centimeter till decimeter per år (Danielsson et al. 2016). Ofta är vattendrag med dessa erosionsprocesser stabila och kräver inte något ytterligare erosionsskydd. Om en stor del av vattendragets kantzoner däremot har erosionsskydd, exempelvis av vegetation, finns risk att vattendraget börjar erodera sin botten vilket kan förvärra rasrisken på sikt (ibid.).

Raka eller rätade vattendrag får ett kortare processutrymme än ett meandrande med samma fallhöjd. Till skillnad från det meandrande vattendraget sker mindre friktion mot kantzonen i det raka, vilket ger ökad kraft för erosion. Som konsekvens får dessa vattendrag större lutning med tiden, och att sedimentpartiklarna som transporteras ökar i mängd eller i storlek får i sin tur som konsekvens att vattendraget får försämrade kontakt med sitt svämplan, och därmed att fuktiga miljöer torrläggas (Degerman & Näslund 2021). På "rätt plats och i rätt jordart" förekommer raka vattendrag naturligt som riffle-pool system, en slags lateral meandring (Kling 2017; Degerman & Näslund 2021). Riffle-pool system förekommer av den anledningen oftare uppströms meandrande vattendrag, där bottensubstratet utgörs av grövre fraktioner som sand eller grus. Det utgörs av en rytmisk variation av grundare segment med högre flödes hastighet, så kallade riffles eller strömsträckor, som följs av djupare segment som saktar ner flödet, pools eller höljor (Allan et al. 2021) se figur 14.

Dynamiken i vattendragen kan delas in i två typer av processer, *temporära flödesfluktuationer* och *morfyodynamiska processer* (Prominski et al. 2017). Upphovet till dessa processer och hur de förändrar landskapet förklarades i styckena ovan. Kontinuerlig förändring gör vattendrag till artrika ekosystem med stor variation av livsmiljöer (Degerman & Näslund 2021). Processerna blir därmed naturliga störningar och stressorer som gynnar biodiversitet. Exempelvis gynnas konkurrenssvaga specialister anpassade till vattendragets dynamik när generalister sköljs bort i flödesfluktuationerna (Bjelke & Sundberg 2014).

Störningarna är nödvändiga för heterogenitet inom habitat och artsammansättning (Lepori & Hjerdt 2006), men för vattendrag i urbana miljöer är externa stressorer så frekvent förekommande och omfattande, att ekosystemen inte kan återhämta sig (Selman 2012). Detta blir framförallt ett faktum då ekosystem som redan är utsatta för stress får försämrade förmåga att hantera nya stressorer (Sandin et al. 2020). Externa stressorer på vattendragets ekosystem inkluderar bland annat introduktion av invasiva arter, utsläpp och försurning, fragmentering av habitat och utrotning av värdarter (Selman 2012). Dagvatten och avrinning från omkringliggande ytor har exempelvis en stor inverkan på små vattendrags hälsa (Booth 2020) då detta både kan påverka vattenföringen och mängden föroreningar som transporteras ned i vattendraget. Större och sammanhängande habitat är mer resilienta än mindre (Degerman & Näslund 2021).



Figur 14: Meandrande vattendrag i finkorniga sediment förändras över tid genom morfologiska processer. Rött visar erosion. Beige visar deposition. Sektion A-a visar hur roterande strömmar skapar en meanderhölja. Sektion B-b visar ett meandrande vattendrags naturliga riffle-pool struktur.

3.2.2 FYSISKA DELAR AV VATTENDRAG - ZONER OCH HABITAT

Genom alla de processer som presenterades ovan skapas olika hydromorfologiska karaktärer (Danielsson et al. 2016; Kling 2017; Degerman & Näslund 2021), vilket innebär att vattendrag har varierande utseende, förutsättningar och funktioner. De varierar både från ett vattendrag till ett annat och längs dess väg i landskapet. Karaktäriseringen kan vara ett sätt att bestämma vilka naturliga förutsättningar som skapats och kommer att skapas av vattendragets processer (Kling 2017) och för Kvillebäcken finns en karaktärisering i kapitel 4. Trots varierande karaktärer förekommer gemensamma indelningar för vattendragens uppbyggnad. Här presenteras ett antal olika zoner som vattendrag kan delas in i, och hur begreppen används i detta projekt. Detta är för att lättare kunna identifiera vart olika ingrepp gör nytta och vilka processer som sker på vilken plats. Däremot kan dessa indelningar vara svåra att urskilja i landskapet, då vattendraget definieras av vattenföringen och inte av strikta fysiska linjer (Degerman & Näslund 2021).

Årummet utgör hela ytan som berörs av flödesregimen i ett vattendrag, och dess fysiska delar kan delas upp i vattenfåra, strandzon och svämplan. Nedan beskrivs dessa olika delar och därefter hela årummet som system, illustrerat i figur 15.

VATTENFÅRA

Vattenfåran är det mer eller mindre kontinuerligt vattenfyllda området i bäcken, ån eller floden vars utbredning till största del styrs av basflödet. Alla vattendrag formas mot att ha en halvcirkulär fåra då det är den form som skapar minst friktion för vattenföringen (Danielsson et al. 2016), och denna form framträder successivt när sediment transporteras. Den hydrologiska regimen är av yttersta vikt för hälsosamma vattenfåror, den påverkar dess storlek, morfologi och temperatur. Vattnets kemiska status, och dess funktion som habitat för olika arter, påverkas som nämnt av stressorer som utsläpp och övergödning. Dessa effekter kan delvis minskas genom åtgärder i omkringliggande zoner, och en långsam vattenföring kan ge organismer och substrat i vattnet tid att ta upp föroreningar. Flödesregimen påverkar vegetation och diversitet i strandzonen samt vilka arter som finns i vattendraget, men detta varierar ofta längs vattendragets sträckning och dess storlek (Brown 2020; Malm Renöfeldt & Ahonen 2013).

STRANDZON

Vattendragets strandzon är en ekoton, en övergångszon mellan habitat och processer, och kan innehålla olika delar baserat på artsammansättning och utseende. I nedanstående stycke beskrivs den bland annat som kantzon, vilket inkluderar både strandmiljöer och delar av svämplanen. Förutom dess bredd påverkas strandzonens egenskaper av dess vegetation, jordart och vattendragets fluktuationer.

Storleken på strandzonen kan variera från knappt synliga och homogena till flera meter, och fungerar som särskilt habitat för många artgrupper (Bjelke & Sundberg 2014; Degerman & Näslund 2021). Informationen kring relationen mellan vattendragets hälsa och strandzonens utbredning är begränsad, speciellt för urbana landskap. Länsstyrelsen (Jönköpings län 2010) menar att strandzonens utbredning utgörs av markens lutning, marktyp, tillflöden, och storlek på vattendraget. Däremot anser de att 20-45 meter är en god riktlinje för att säkerställa kantzonens funktioner att tillföra biologiskt material och habitat för insekter, upprätthålla hög luftfuktighet och jämna vind- och temperaturförhållanden, kyla temperaturen i vattnet, rena vattendraget från närsalter och tungmetaller samt att motverka erosion. Sweeney och Newbold (2014) studerar kantzoners bredd i skogsmiljö relaterat till vattenkvalitet, habitat, biota i mindre vattendrag och antyder att strandzoner bredare än 30 meter är nödvändigt för att skydda vattendragets fysiska, kemiska och biologiska integritet, samt för att bevara fluviala habitats naturliga tillstånd. De understryker dock att behovet kan variera för olika vattendrag och platser. Degerman och Näslund (2021) menar att vattendrag i finkorniga jordar bör ha en bredare strandzon, speciellt om de har eller har haft höga naturvärden.

Vattenfåran påverkar strandzonens vegetation och likaså påverkar strandzonen vattenfåran. I ett vattendrag med öppna strandzoner har solljuset ofta större inverkan ovan och under ytan (Douglas 2020). Flacka, små vattendrag utan kantzon med högre vegetation värms snabbt upp av solen, vilket har effekten att vattnet avdunstar snabbare (Degerman & Näslund 2021). En generell förändrad temperatur i ytvattnet har komplexa effekter (Sandin et al. 2020) på vilka arter som trivs i vattnet, både växter och djur. För att undvika temperaturskillnader i vattnet som kan påverka vattenlevande organismer bör 60-80% av vattendraget beskuggas (Broadmeadow et al. 2011). Variation och luckor i strandzonens vegetation kan förekomma av naturliga störningar (Degerman & Näslund 2021), och en genomgående naturlig strandzon med störningar leder till god konnektivitet mellan habitat (ibid.; Brown 2020) såvida invasiva arter inte etablerar sig.

SVÄMPLAN

Svämplan är ofta relativt plana landtytor intill vattendraget som byggts upp av sediment i samband med vattendragens fluktuationer. De svämmas över regelbundet, dock mer sällan än strandzonerna (Degerman & Näslund 2021). Naturliga svämplan förekommer främst nedströms och bidrar till att hantera och fördröja vatten vid höga vattennivåer. De bidrar även till att rena vattnet genom naturliga processer (Kiedrzyńska et al. 2015) och denitrifikation, men dess kapacitet att hålla eller avlägsna kväve och andra föroreningar är svåra att mäta (Grizzetti et al. 2019). Naturligt formade svämplan och översvämningssytor fungerar som mosaiker med hög biodiversitet tack vare dessa processer av rening och fördröjning (Kiedrzyńska et al. 2015).

När det kommer till urbana vattendrag spelar också svämplanen in på infiltrationen och vattentillförseln till vattendragen, då dessa också till stor del är påverkade av fluktuationer i dagvattnet (Booth 2020). Detta beror på om omkringliggande ytor är hårdgjorda samt dess jordarter (ibid.). Infiltrationskapaciteten och den vattenhållande förmågan påverkar dels hur snabbt vattnet rinner undan, dels hur länge vattnet stannar i marken. Lerhaltiga jordarter har låg infiltrationskapacitet, vilket innebär att vattnet i större utsträckning rinner av på ytan, oavsett hur intensivt det regnar och hur torr marken är sedan innan (MSB 2017). Fyllnadsmaterial kan påverka denna generella infiltrationskapacitet, och gör ofta att marken får högre infiltrationskapacitet, men sämre vattenhållande förmåga (ibid.). Snabb infiltrationsförmåga kan vara gynnsamt för att minska översvämningar, medan god vattenhållande förmåga gynnar att vattnet renas från olika typer av föroreningar innan det rinner vidare.

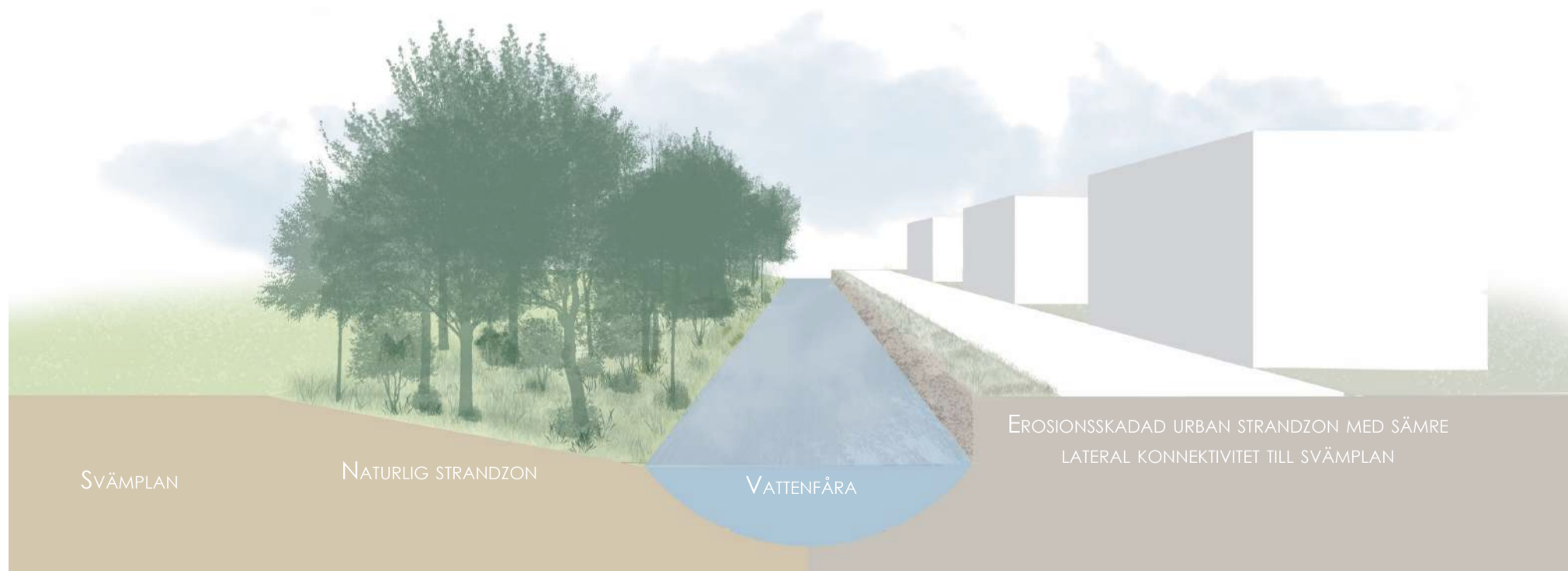
ÅRUM

Årummet och dess delområden kan utgöra mångfaldiga habitat för olika arter. Processerna, zonerna och habitaterna bildar tillsammans en unik biodiversitet (Degerman & Näslund 2021), flödesdynamiken och de naturliga störningarna gör att det sker små förändringar över tid i hela årummet. Årummets utformning och hur stora ytorna är bestämmer också hur stora utrymmen olika processer får - en minst lika viktig aspekt för biologisk mångfald och ekosystem, som strukturer och artsammansättning (Degerman & Näslund 2021; Selman 2012).

I urbana samhällen är ofta fallet att årummets ytor minskat i storlek, eller att de har bebyggts med andra funktioner (Prominski et al. 2017; Brown 2020). Det samma gäller för rurala områden, där svämplan omvandlats till jordbruksmark och produktionsskog genom utdikning. I jordbruksområdena gör temporära fluktuationer jämförelsevis inte lika stor skada på exempelvis grödor, medan de kan vara ett större problem när byggnader svämmas över. Gemensamt för dessa är dock att fluktuationerna tar med sig ämnen, närsalter och föroreningar på hårdgjorda stadsytor ned i vattendraget, där det förs vidare nedströms om det inte hinner tas upp i fördröjningssytor.

Mycket av det urbana samhället är torrare och varmare (Douglas et al. 2020) än årummet, och den lite fuktigare miljön kan på så vis hushålla specialister inklusive arter av kärlväxter, svampar, mossor, däggdjur, fåglar, insekter (Bjelke & Sundberg 2014; Degerman & Näslund 2021). Sötvattendragsstränder och strandzoner fungerar som habitat för cirka 270 rödlistade arter inom flera grupper (Bjelke & Sundberg 2014), och är därav en viktig landskaplig struktur att behålla för bevarandet av dessa arter. Vattendrag har en särskild konnektivitet och kapacitet att förflytta andra element i landskapet (Brown 2020), exempelvis jord och frön, vilket på så sätt ökar spridningen av arter längs vattendraget.

Den flödesregim som krävs för att upprätthålla godtagbar ekologisk status kallas för ekoflöden och innebär ofta en avvägning mellan vattendragets ekologiska och samhällets intressen (Degerman & Näslund 2021; Malm Renöfeldt & Ahonen 2013). Sammanfattningsvis är årummet och alla dess delar den blågröna strukturen i staden, och dess zoner som skapas av processer skapar i sin tur habitat som gynnar både människor och andra organismer. När de tre delarna, processer, zoner och habitat, har stort utrymme att formas naturligt kan vattendraget vara resiliert för förändring och stressorer.



Figur 15: Årummet illustrerat med en mer naturlig och urban sida. Kopplingen till svämplanen är avskuren där den hårdgjorda kanten saknar utrymme för fördröjning, översvämning och biodiversitet.

3.2.3 HÄLSOSAMMA VATTENDRAG FÖR FLER

Utöver djur och natur kan även människan dra fördel från de blågröna systemen och dess vatten då de bidrar med ekosystemtjänster som gynnar den urbana miljön. Denna aspekt av hälsosamma vattendrag är en viktig del att inkludera vid restaurering, särskilt då restaurering oftast görs med argument om både ekologiska, sociala och i vissa fall estetiska värden (Brown 2020).

Naturbaserade lösningar, NbS, har utvecklats från konceptet med ekosystemtjänster och belyser utöver människan, även naturen som en nyckelkomponent i hantering av olika samhällsutmaningar (Eggermont et al. 2015; Cohen-Shacham et al. 2016). Generellt tolkas det som att använda och förlita sig på naturens förmåga och system, snarare än att använda material och konstruktioner skapade av människan (Naturvårdsverket u.å.a; Nesshöver et al. 2017). Det kan vara lösningar inspirerade av- eller byggda på- ekosystemet och de ekosystemtjänster det tillför (Naturvårdsverket u.å.a).

Stor tilltro sätts till NbS och att de ska upprätthålla och främja både naturliga processer och urbana system på olika skalor, och en diskurs finns om att det riskerar att gå utom kapaciteten hos ekosystemen (Krauze & Wagner 2019). Om de naturbaserade lösningarna ska uppehålla både sin egen funktion, samhället och funktioner runt omkring är det viktigt att ekosystemen i grunden fungerar och har god resiliens (ibid.; Selman 2012). NbS är kontextspecifika och Nesshöver et al. (2017) poängterar i relation till detta att NbS inte nödvändigtvis löser samtliga problem, utan kan uppnå bättre effekt om de riktas in på en eller flera aspekter av ett problem. Detta gäller inte minst när det handlar om så pass komplexa system som urbant vatten, menar Taguchi et al. (2020).

NbS ger dock flera mervärden. De positiva effekterna av att kombinera ekosystemens funktioner med människans behov är både generella för grönstrukturer och specifika för blågröna strukturer. De inkluderar exempelvis ekosystemtjänster som bidrar till hälsa och rekreation, estetiska och kulturella upplevelser, dämpande av urban-heat-island-effect, och tillhandahållande av funktioner som rening och erosionsdämpande strukturer (Havs- och vattenmyndigheten 2017). Tillhandahållandet av ekosystemtjänster som är både stödjande, reglerande och kulturella är del av systemens multifunktionalitet. De gråa system som är vanliga i urbana kontexter idag (Novotny et al. 2010) saknar som nämnt bland annat de sociala och estetiska mervärden som blågröna, naturbaserade system kan ge.

Hälsosamma vattendrag har en roll att stärka hälsa och välmående. Detta är inte bara kopplat till om vattendragen är rena och tillgängliga för stadens invånare, utan också de upplevelsekvantiteter som den blågröna strukturerna tillhandahåller (Stoltz & Grahn 2022). Olika typer av upplevelser efterfrågas av olika människor och under olika tider i livet, och en balans mellan olika kvaliteter kan skapa kvalitativa platser mer fler mervärden (ibid.). Att bygga tekniska system som ska utföra samma funktioner och samtidigt, eller i separerade strukturer, ge upplevelsekvantiteter kräver både materiella och ekonomiska resurser som inte är hållbara i längden (Havs- och vattenmyndigheten 2017).

Det urbana vattnets status kan också påverka sociala aspekter i området. En "välskött" eller hälsosam blåstruktur kan få priser på bostäder i närheten att stiga och göra området attraktivt för exploatering medan försummade, förorenade vatten får motsatta effekter (Brown 2020). Det blågröna systemet har samhälleliga effekter och sociala funktioner för välmående och hälsa är också kopplat till dess estetiska kvaliteter.

De urbana vatten är som nämnt ofta i ett slutet, grått system som kan ha vissa värden för människan. Bara att öppna upp och tillgängliggöra vattnet kan exempelvis skapa mötesplatser och rekreativstråk (Brown 2020; Prominski et al. 2017). För att skapa de mervärden som finns i ett naturligt blågrönt system krävs viss restaurering, och att återmeandra vattendrag är en relativt vanlig restaureringsåtgärd. Detta görs ofta utifrån människans estetiska preferenser (Wilson et al. 2020), trots att "*den ideala meandringen*" inte alltid stämmer överens med den naturliga geomorfologin hos ett vattendrag (ibid.). Likaså kan element som förekommer i hälsosamma vattendrag upplevas som "ostädade" och ovårdade, särskilt när det finns ett kunskapsglapp mellan dess ekologiska effekter (ibid.).

Sammanfattningsvis kan sägas att stadens vatten kan ha många olika former i varierande grad av grått, blågrått eller blågrönt. I dess blågröna multifunktionalitet krävs ett visst fokus på vissa värden. En ekologisk restaurering av vattendraget kräver inspiration och utgångspunkt i de naturliga processer och habitat som sker.

3.3 RESTAURERING AV VATTENDRAG

Detta kapitel presenterar blågröna lösningar i form av interventioner som kan göras i urbana vattendrag för att minska effekterna av människans aktiviteter. Jansson et al. (2017) menar att restaurering som riktar in sig på att återställa processer är de mest effektiva restaureringsåtgärderna, och Degerman (2008) poängterar att ett samspel mellan processer, strukturer (zoner) och arter är central. Att återställa vattendrag syftar till att ha effekt på dess mångfunktionalitet, vilket som nämnt, får effekt för både natur, människor och djur, det vill säga hela stadens ekologi. Nedan presenteras ett antal åtgärder, utifrån vilka zoner och effekter de hoppas få på vattendraget.

3.3.1 ÅTERSKAPA NATURLIGA PROCESSER GENOM MORFOLOGI

Ett vanligt fall i urbana landskap är att vattendraget kanaliseras eller kulverteras. Omfattande interventioner kan då göras i årummet för att lämna plats till vattendragets processutrymmen. Att återmeandra ett sådant vattendrag kan ha flera positiva effekter för vattendragets ekologi. Ytorna breddas och vattnets alla rörelser ökar, får ta längre tid och större plats, vilket skapar större omfattning av fluviala habitat på kortare sträckor och bidrar med konnektivitet (Degerman & Näslund 2021). Dessa ytor fungerar dessutom som översvämningszoner och kan på så sätt dämpa skador på byggd miljö vid hög vattenföring, samt rena dagvatten då de fungerar som fördröjningsytor.

Återmeandering av små vattendrag följs ofta av en morfologisk adaptationsprocess och etablering av vegetation i årummet. I detta fall kan vegetationen fungera stabiliserande för vattendraget när meanderingen etablerats och leda till lägre grad av naturlig morfologisk utveckling, eller önskad kraftig erosion (Vargas-Luna et al. 2018). Vid återmeandering är det nödvändigt att smalna av den nya fåran då den nya meanderingen minskar lutningen och vattenhastigheten för vattendraget, men för hanteringen av höga vattenflöden bör varierande bredd med låga sluttande stränder inkluderas (Degerman & Näslund 2021). För att undvika större konsekvenser för flora och fauna bör vattnet släppas successivt i den nya fåran (ibid.).

Vid anläggning av ny fåra behöver däremot inte omfattande hänsyn tas till fårans form då den med tiden neutraliserar sig själv (Degerman & Näslund 2021; Landezine u.å.) I finkorniga jordar är erosionen generellt hög under etableringstiden då sedimenten ligger löst, vilket kan medföra att sedimentationsfällor behövs nedströms (Degerman & Näslund 2021). Tät och väletablerad flodbäddvegetation är ett annat alternativ för att stabilisera delar av vattendraget under etableringen, tillräckligt för att stabilisera kanterna på mindre vattendrag med vattenföring på åtminstone 0.36m³/s (Vargas-Luna et al. 2018). En del vegetation utgör försämrat erosionskydd under vintertid, vilket ökar morfologiska processer (Vargas-Luna et al. 2018). Möjligen kan effekterna av denna erosion lindras genom planering för en balans mellan stabiliserande strandzonsvegetation i för tid.

En annan åtgärd för att återställa vissa ekologiska funktioner i vattendraget kan göras genom kvillar. Kvillar är troligen upphovet till Kvillebäckens namn (Lindroth 1929), men i bäcken finns idag inga kvillområden. En kvillar är en bifåra till vattendraget som fylls vid hög vattenföring och skapas ofta naturligt i vattendrag med stor variation i regim då sedimentbankar delar upp vattenfåran (Degerman & Näslund 2021; Kling 2017). Kvillar kan sänka hastigheten på alla de processer som sker samtidigt som huvudfåran tillåts hålla kvar vattnet när fluktuationerna återgått till normal vattenföring.

Meanderbågar och kvillar är båda strukturer som skapas över tid i oftast flacka landskap (Degerman & Näslund 2021; Kling 2017), och som i sin tur skapar speciella habitat i årummet. Förhoppningen med restaurering och "knuffar" mot dessa morfologiska strukturer är, som Degerman (2008) skriver, att *om strukturers (habitat) och processer återskapas så kan den tredje komponenten i biologisk mångfald, arterna, återkolonisera*. Han fortsätter med att det inte alltid är fallet, men att *väl belagt är dock att atrikedomen ökar med miljöns mångformighet* (Degerman 2008:9).

3.3.2 VARIERA HABITAT OCH ÅTERSTÄLLA HYDROLOGISK REGIM

Interventionerna går till stor del ut på att ge vattendraget större yta. Har det däremot tillräckligt med omkringliggande yta kan interventioner i mindre skala inom strandzon och svämplan ha stor effekt.

En viktig restaureringsåtgärd för att återskapa varierade livsmiljöer är att återinföra lateral konnektivitet med svämplanen och den naturliga störning som växt och djurliv kräver. Att förbättra konnektiviteten med svämplanen gör också att vattendragen får en mer stabil hydrologisk regim där högflöden bromsas upp. Detta kan uppnås genom att höja fårans botten genom tillförsel av material alternativt att sänka strandzonens kanter (Degerman & Näslund 2021).

Att bevara och ge strandzon och svämplan plats är en åtgärd som ger avkastning för den biologiska mångfalden och de arter som trivs i dessa zoner. Dynamiken gör dessa zoner till passande växtplatser då de flesta kärlväxter gynnas specifikt av vattnets fluktuationer (Bjelke & Sundberg 2014:20). En återställd fluktuationsdynamik genom utökat strandzons- och svämplansutrymme är därav en effektiv intervention. Ingrepp i vattenföring som minskar dynamiken leder ofta till igenväxning, vilket är ett det största hotet för många av dessa arter, följt av vattenreglering samt dikning och dikesrensning (Bjelke & Sundberg 2014:19). Även om undantag finns, kan vattnets dynamik generellt sägas gynna konkurrenssvaga arter då deras livsmiljöer återskapas och konkurrenskraftiga generalister får mindre fäste (Bjelke & Sundberg 2014:7).

Återskapandet av strandzonsmiljöer kan av den anledningen innebära att gallra om det hotas av att tas över av konkurrenskraftiga arter. Vilken typ av skötsel som tillåts i strandzonen påverkar också, då hävd och slåtter är en avgörande faktor för vissa arter (Bjelke & Sundberg 2014). Att lämna strandzonen öppen kan vara en väg till restaurering, då en annan minskande miljö som skapas av naturliga erosionsprocesser är bar sand (Bjelke & Sundberg 2014), ett viktigt habitat för många mindre djur och insekter.

Är strandzonen å andra sidan mycket homogen eller hårdgjord kan vattendragets kemiska status gynnas av att dessa blir mer art- habitat- eller processrika. Det kan handla om vattendrag längs jordbruksmarker dit flera diken snabbt leder närsaltsrikt vatten, eller vattendrag direkt i anslutning till hårdgjorda ytor. Strandzonsstrukturer som skapar eller fungerar i kombination med inbromsning av avrinning från omkringliggande ytor bidrar till att fördröja och ta upp dessa ämnen, exempelvis svämskogar och våtmarker, samtidigt som det skapar "nya" habitat och utrymmen för naturliga processer. (Degerman & Näslund 2021)

3.4 RISKER

3.3.3 PLATSSPECIFIKA, SMÅSKALIGA INGREPP

Även småskaliga interventioner i vattenfåran kan ha effekt på rening från närsalter och föroreningar och är ofta kopplade till förvaltning och skötsel i större utsträckning.

De invasiva arterna som skapar monokulturer kan leda till ökad erosion (Bjelke & Sundberg 2014), och att motverka dem genom rensning och gallring kan få som effekt att de önskvärda arterna återtar mark.

För att långsiktigt rena vattnet genom dess vegetation, så kallad fyto Remediering (Douglas et al. 2020), måste växterna, till exempel vass, som tar upp föroreningarna föras bort kontinuerligt (Taguchi et al. 2020) eller genom att strandzonens vegetation slås och blir foder eller betas (Degerman & Näslund 2021). Likaså måste substratet i retentionsytor som tar emot föroreningar från dagvatten ha olika typer av filter som antingen renas manuellt eller genom att de tas upp av växterna (Taguchi et al. 2020). Då substraten har olika vattenhållande- och näringshållande förmågor (MSB 2017) krävs också att rätt substrat används på rätt plats i årummet när vissa ytor ska infiltreras och föra vidare och andra magasinera och rena.

Tillförande av död ved i både strandzon och i vattenfåran är vanliga metoder för att efterlikna naturens egna förändring och succession (Degerman & Näslund 2021). Död ved fyller flertalet viktiga funktioner såsom att utgöra habitat för svampar, mossor och olika bottendjur, skapa skyddade platser för smådjur och fisk, bidra till geomorfologiska processer som gynnar varierade vattendragsstrukturer med höljor och strömsträckor, sorterar och vidhåller organiskt material samt bidrar till att bromsa vatten och bättre konnektivitet med svämplan (ibid.) Naturlig förekomst av död ved skiljer sig mellan olika naturtyper vilket gör att vattendragens morfologiska strukturer också skiljer sig i olika områden. I skogsområden förekommer större mängder död ved vilket skapar morfologiska strukturer med trösklar, bröten, bifurkationer, pooler, erosionshöljor och ger varierad flödes hastighet. Öppna områden, som ängsmarker, har lägre förekomst av död ved och präglas istället av riffle-pool system som orsakats av andra faktorer (Länsstyrelsen, Jönköpings län 2017).

Degerman och Näslund (2021), Sandin et al. (2020) och Malm Renöfält och Ahonen (2013) kommer alla med konkreta förslag på hur restaurering och rehabilitering av vattendrag kan se ut. Trots att det är liknande processer som sker i alla vattendrag är varje vattendrag unikt (Prominski et al. 2017) och de lösningar som implementeras måste utgå från platsen och dess förutsättningar (Taguchi et al. 2020). Det är dessutom ofta komplexa system och artsammansättning, processer, morfologi och andra variabler kan se olika ut inom ett och samma vattendrag. Därav är det nödvändigt att utgå från platsens förutsättningar, utmaningar och problemområden, för att få en så lyckad lösning som möjligt med de medel som finns att tillgå (ibid.; Degerman & Näslund 2021). Ett holistiskt perspektiv på vattendragets funktioner krävs, men lösningarna bör anpassas och specificeras till problemen (Cohen-Shacham et al. 2016).

Interventioner görs inte utan risker. Om de inte utförs med försiktighet och anpassning till landskapet blir risken större att de gör mer skada än nytta. Att introducera fel art eller omvandla bäckens morfologi kan få som konsekvens att en eller ett fåtal konkurrenskraftiga arter tar över. Generalisterna klarar stressorer i det urbana vattendraget som skapas av små, enformiga ytor, övergödning och föroreningar (Brown 2020). När de konkurrenskraftiga vattenarterna tar över minskar i sin tur både ljus och luft i vattendraget vilket kan hämma de arter som är anpassade till dessa förhållanden (ibid.).

En annan risk är ingreppen som förändrar vattenföringen till att bli snabbare, vilket får som konsekvens att vattenkvaliteten blir ännu sämre då föroreningar färdas snabbare. Underhåll är en essentiell aspekt för att den önskade reningen ska lyckas, det som förorenar måste lyftas bort och forslas iväg på olika sätt (Taguchi et al. 2020). Därav ligger effekten till viss del hos hur mycket kommunen är beredd att lägga på drift och underhåll, och en tydlig uppskattning av hur ofta detta behöver göras kan behövas. Växternas renande av vattnet och jorden är som mest effektiv under växtsäsongen (Vargas-Luna et al. 2018), och trots kortare vintrar är det delar av året då de inte tar upp mycket. Växterna måste sedan föras bort för att föroreningar ska föras bort och växtsubstratet måste vara passande för att kunna hålla föroreningarna bundna under perioderna då växterna inte växer (Taguchi et al. 2020). Att minska källan till föroreningarna är den mest effektiva åtgärden.

Degerman och Näslund (2021), likaså Novotny et al. (2010) och Brown (2020) tar upp att restaurering av vattendrag sällan är möjligt då de blivit så pass påverkade av människans aktivitet att det är omöjligt att återställa dem till sin ursprungliga status. Detta kan vara extra svårt i en urban kontext där flera faktorer spelar in på vattendragets ekologi. Istället får rehabilitering av effekterna av människans aktivitet vara i fokus, då fullständig restaurering inte är möjlig när de skadliga aktiviteterna har en viss nödvändighet i samhället (Degerman & Näslund 2021; Sandin et al. 2020).

Den hydromorfologiska typen avgör delvis vilka interventioner som passar vid restaurering. Ett par generella risker för den hydrologiska regimen inkluderar att gräva diken mellan meandringar (utdikning i syfte att få högre vattenföring), ta bort död ved för att skapa en ström vattenbiotop, försöka återskapa meandringar när sedimenttillförseln överstiger transportkapaciteten. För erosion och struktur kan plantering av träd i vattendrag där stabiliteten är beroende av förekomsten av gräs och omfattande rensning av "ogräs" vara riskabelt (Hymoinfo u.å).

Sammanfattningsvis innebär alla interventioner en risk, då de antingen kan bidra som en "positiv" eller "negativ" stressor för ekosystemet, och detta är också vad som i slutändan bestämmer om det är ett bidrag till att göra vattendraget mer resiliert eller sårbart genom större stress (Sandin 2020; Brown 2020; Degerman & Näslund 2017; Selman 2012). Interventionerna innebär också effekter på andra delar än bara det lokala ekosystemet (Taguchi et al. 2020; Brown 2020).

Av detta omfattande kapitel 3 kan ett antal generella punkter att ha i åtanke i gestaltningen sammanställas:

- ATT SE PÅ LANDSKAPET SOM EN SAMLING AV PROCESSER. EKOSYSTEMEN, VATTNET OCH RESILIENS ÄR BYGGDA AV DYNAMIK OCH PROCESSER. SE DESIGNEN SOM EN DEL AV DYNAMIKEN, PÅ FLERA SKALOR.
- DE OMRÅDEN SOM INGREPPEN GÖRS I KAN ANTINGEN DELAS UPP EFTER FUNKTION ELLER KARAKTÄR, MORFOLOGI ELLER UTSEENDE. MIXA OCH MAXA. DET ÄR INTE BARA ZONER SOM KAN MIXAS, UTAN OCKSÅ HÖG OCH LÅG OMKRINGLIGGANDE VEGETATION FÖR ATT FÅ LUFT OCH LJUSINSLÄPP SOM SKAPAR OLIKA VATTENMILJÖER, MATERIAL OCH DESIGNVAL.
- DE REKOMMENDATIONER OCH INGREPP SOM I VISSA FALL FÖRESLÅS KAN ÄVEN HA NEGATIV EFFEKT, EXEMPELVIS PÅ KNÖLNATEN. AV DENNA ANLEDNING KAN VISSA OMRÅDEN BEHÖVA LÄMNAS ORÖRDA, ELLER GYNNAS AV ATT LÄMNAS SOM DE ÄR.

4

ANALYS OCH FÖRUTSÄTTNINGAR

Detta kapitel innehåller en analys av hela Kvilledalen, Kvillebäckens landskapliga kontext. Här beskrivs Kvillebäcken från Skogome till Frihamnen utifrån landskapets form, vattnets rörelse och vegetationen i Kvilledalen. De sammanfattas innan en utökad analys av arbetsområdet i närheten av Backaplan presenteras i slutet av kapitlet.

4.1 UNDERSÖKNING OCH PLATSANALYS AV KVILLEDALENS LANDSKAP

Kvillebäcken rinner nedströms från källan i ett kuperat område i Skogome, ner i en mycket flack dal, Kville dalen. Den fortsätter på flack mark mellan olika typer av industrier ned mot handelsområdet Backaplan. Efter att ha passerat Hjalmar Brantingsgatan rinner den i en relativt bred kanal mot Lundbyleden. Under Lundbyleden kulverteras vattendraget och mynnar sedan ut i Frihamnen och Göta älv.

Baserat på våra iakttagelser från platsbesöket varierar bäcken både i bredd och djup på sin resa genom landskapet. Generellt konstateras att den varierar i bredd mellan en till mer än tio meter. Uppströms har den lägre vattenvolym men mer strömma förhållanden, medan den nedströms breddas, ökar i vattenvolym och blir mindre ström. Iakttagelserna stöds av de geomorfologiska processerna som beskrivs i kapitel 3.2.1.

4.1.1 TOPOGRAFI OCH JORDARTER

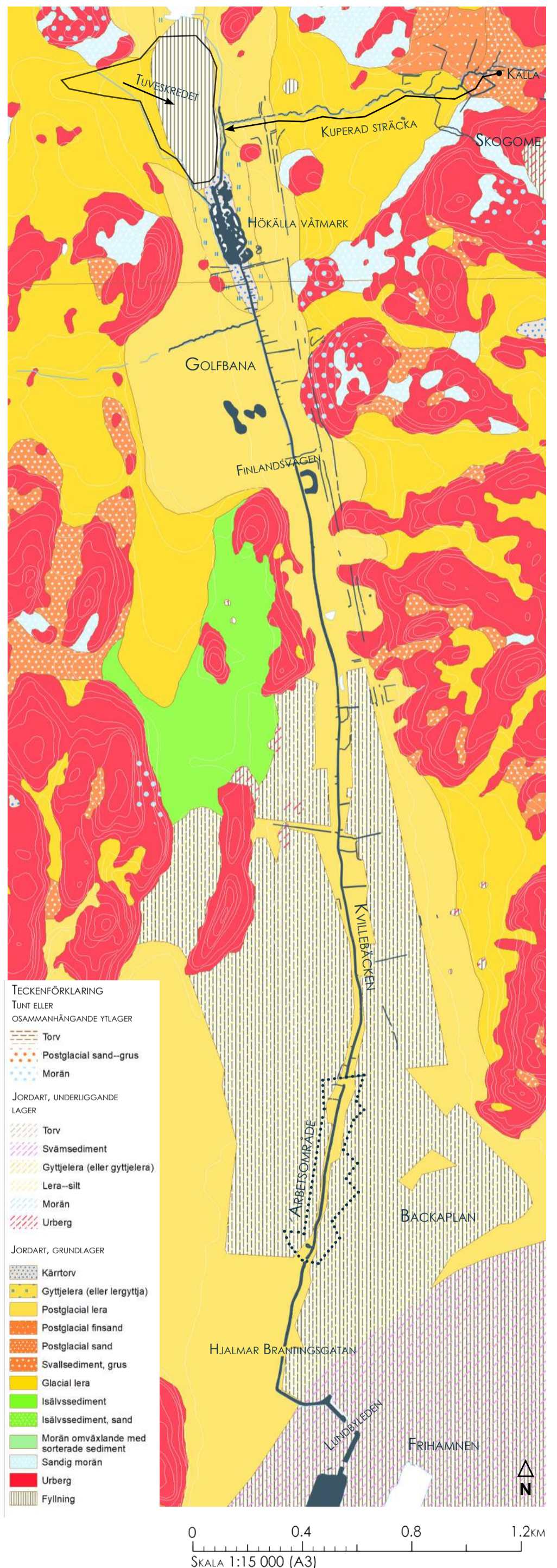
Uppströms, närmast källan i Skogome är området mer kuperat och har aningen grövre jordarter i form av postglacial sand och finsand, se figur 16. Här har vattnet successivt grävt sig ned i marken genom erosion under en längre tid och bildat en brant, djupgående fåra. När bäcken kommit ned i dalen blir topografin betydligt flackare och jordarterna övergår till finkornig glacial- och postglacial lera, gytjelera, tidigare havsbotten (SGU 2023).

Intill Hökälla våtmark finns ett parti av fyllnadsmaterial, som motsvarar förflyttningen av marken vid Tuveskredet 1977 (SGI 1984). Tuveskredet förändrade ett område på 27 hektar intill Kvillebäcken, markerat i figur 16, och med skredet förflyttades bäcken 50 meter. Varför skredet uppstod är debatterat men vanligtvis orsakas de på grund av jordlagrens lutning, regn, snösmältning, vattenståndsvariationer, erosion, jordskalv, landhöjning, salturlakning och mänsklig påverkan från exploatering (ibid.). Den slutliga bedömningen från SGI (1984) var att skredet orsakats av flera faktorer, men att det utlöstes av en stor mängd nederbörd. Förenklat kan orsakerna förklaras som en kombination av snabb avrinning från det då nyexploaterade området som i sin tur påverkade vattenföring och erosion i Kvillebäcken, och tillsammans med ökade vattennivåer och mättad lera med högt portryck, sattes lermassorna i rörelse mot den hårda bottens lutning (ibid.).

Resterande jordarter är naturligt förekommande i denna norra delen av Kville dalen. Utöver skredrisk har lera hög kapacitet att binda vatten, näringsämnen och föroreningar med variation beroende på lerans sammansättning. Framförallt har dess små porer förmågan att hålla vatten under längre perioder (Ashman & Puri 2002). Vid stora vattenmängder kan de finkorniga jordarna mättas och tappa sin bindande förmåga vilket kan leda till problem med infiltration (ibid.) och stabilitet (SGI 1984). Betydelsen som jordarten har för ekologin är väsentlig, eftersom dess egenskaper i högsta grad påverkar det som växer och lever ovan och under jord (Ashman & Puri 2002).

De flacka och finkorniga markförhållandena fortsätter i princip hela vägen till utloppet i Frihamnen, men från golfbanan och söderut ligger fyllnadsmaterial blandat i jorden nära inpå fåran på båda sidor. Här ligger arbetsområdet och Backaplan. Backaplan har under 40-talet använts som tipp för rivnings- och schaktmassor (WSP 2021). Fyllnadsmaterialet innehåller därav varierade föroreningshalter av bland annat tungmetaller och oljeföroreningar som i och med den nya bebyggelsen till viss del kommer behöva schaktas bort (ibid.). Trots att det under schaktmassorna finns ett lager av lera, bedömer WSP (2021) att stabilitetsförhållandena är tillräckliga i dagens förhållanden för den planerade bebyggelsen. Efter Hjalmar Brantingsgatan sker ett skifte i de ursprungliga jordarterna där de övergår från gytjelera till att vara blandat med svämsediment från älven.

Figur 16: Jordartskarta över Kville dalen. I den södra halvan av bäcken ligger fyllnadsmaterial nära fåran blandat med de ursprungliga underliggande jordarterna. © SGU



4.1.2 VATTENFÖRING, ÖVERSVÄMNING OCH SKYFALL

Vattnet i Kvillebäcken och andra vattendrag svämvas över av olika anledningar, exempelvis temporära flödesfluktuationer och intensiva regn. Kvillebäckens vattenföring påverkas också av vind och strömmar i Göta älv som trycker upp vatten i bäcken, vilket observerades vid platsbesöket. Vid hög vattenföring blir effekterna av översvämningar värre, beroende på hur platsen ser ut och på vad som är beläget i svämplanen. Kvillebäcken, som är Kvilledalens låglinje i landskapet, kan antas fyllas snabbt med vatten från omkringliggande ytor. När avrinningen är snabb renas detta vatten troligen inte tillräckligt innan det når vattendraget och i sådana fall ställs högre krav på vattendragets egen reningskapacitet.

Vattennivåerna i Göteborgs centrala delar och Kvillebäcken kommer att förändras de närmaste åren i och med klimatförändringar, se tabell 1. Medelvattenståndet, MW, beräknas stiga med 0.72 meter mellan 2014 och 2100. Inom stadsplaneringen förhåller man sig ofta till högvattennivåer och år 2070 beräknas högvattnet med återkomsttid på 200 år vara 2.3 meter, och år 2100 beräknas det till 2.65 meter. Framtidens klimat medför att ytor som idag översvämmas sporadiskt kommer att bli mer frekvent översvämmade. Vidare kan också utläsas i tabell 1 att en 200-årsnivå år 2014 motsvarar en 50-årsnivå år 2070 och en 10-årsnivå år 2100 (Göteborgs stad 2015). Vattendrag som Kvillebäcken bör klimatanpassas genom bland annat samordning mellan funktioner och flöden i avrinningsområdet för att kunna hantera effekter av framtidens klimat. Enligt Göteborgs stad (2015) ska vattendrag då kunna utstå 100-års regn, och för samhällsviktiga funktioner gäller även att kunna hantera vattenmängderna vid ett 500-års regn. Jämförelsevis låg vattennivåerna under stormen Hans sommaren 2023 1.1 meter över vanlig högvattenföring (Bordier 2023), och vid detta tillfälle svämmades flera delar av Kvillebäcken över.

Göteborgs stad planerar skyfallsleder och retentionsytor som ska kunna fördröja och magasinera större regn (Göteborgs stad u.å.d). Kvillebäcken är recipient för många av Hisingens skyfallsleder och när ledningsnätet inte kan dränera hela regnvolymer är det viktigt att bäcken har kapacitet att ta emot och magasinera de stora vattenmängderna. Kvillebäcken ska således kunna hantera de översvämningar som kommer från högflöden samt de föroreningar som kommer med dagvattnet vid skyfall.

Figur 17a, 17b och 17c visar högvattnets utbredning kring Kvillebäcken för åren 2014, 2070 och 2100 med återkomsttid på 200 år. Översvämningsskildringen som figurerna grundar sig på var begränsad till området söder om Finlandsvägen (Göteborgs stad u.å.e) och översvämningar sker med största sannolikhet även norr om detta. De kan dock antas ha mindre effekt på byggda element då det är ett låglänt natur- och våtmarksområde som gynnas av översvämningarna. I större fokus hamnar de urbana områdena med större behov av renande retentionsytor. Det bebyggda området mellan Lillhagen och Minelundsvägen öster om Kvillebäcken påverkas av översvämningar och är ett område som i framtiden kommer att behöva klimatanpassas. Området består idag främst av olika typer av industriverksamheter och har problem med markföroreningar (Göteborgs stad 2021b).

	MW	Högvatten återkomsttid	10 år	20 år	50 år	100 år	200 år
2014	0.15m		1.5m	1.5m	1.7m	1.9m	2.0m
2070	0.45m		1.8m	1.8m	2.0m	2.2m	2.3m
2100	0.87m		2.1m	2.2m	2.4m	2.6m	2.65m

Tabell 1: Olika förväntade vattenstånd i centrala staden och i Kvillebäcken 2014, 2070 och 2100. MW visar medelvattenståndet, grön prick visar ökningen av återkomsttiden för dagens HHW, blå prick visar högsta högvattenstånd, HHW. Källa: Göteborg stad (2015:4) med redigering för att belysa förändring av författarna.

I området kring Backaplan som kommer att bebyggas påverkas befintlig bebyggelse väster om bäcken av översvämningar på 2 meter. Översvämningar på 2.3 meter påverkar även östra Backaplans bebyggelse, främst i de södra delarna. Även om topografin i området kan orsaka att intilliggande bebyggelse svämvas över är det vägarna i området som i större utsträckning påverkas av höga vattenflöden. Begränsad rörelse i figur 17a-c, syftar till de kommunikationsstråk som störs vid översvämningar, och dessa kan konstateras påverka prioriterat vägnät (Göteborgs stad 2018). Vid vattennivåer på 2.65 meter är stora delar av Backaplan översvämmat med dagslägets topografiska förutsättningar. För att den nya stadsdelen ska kunna hantera översvämningarna krävs topografiska förändringar (Göteborgs stad 2021a).

TECKENFÖRKLARING

- ← SKYFALLSLED
- ↔ BEGRÄNSAD RÖRELSE
- PÅVERKAD BEBYGGELSE

- ▭ ARBETSOMRÅDE
- SKYFALLSYTOR

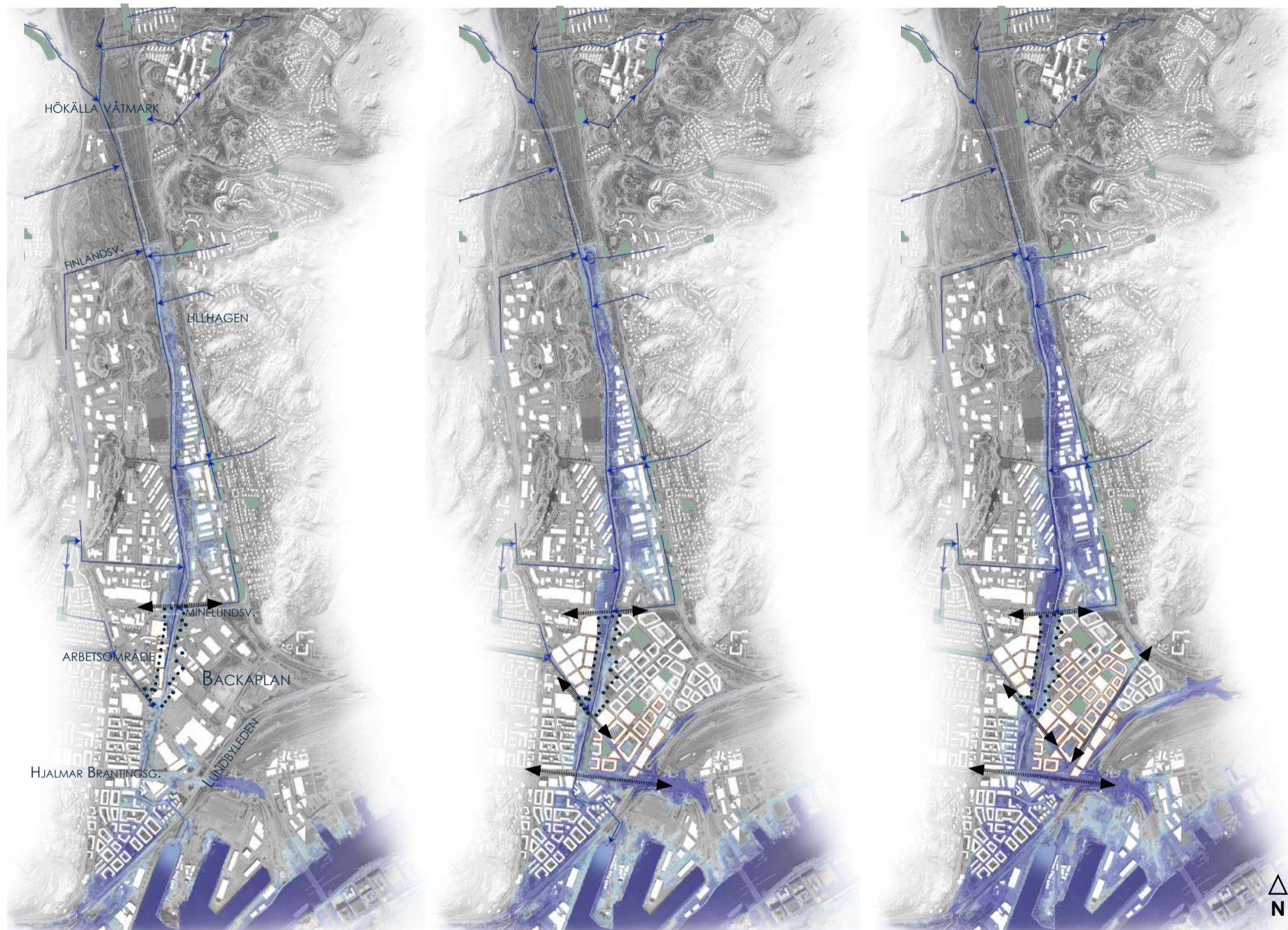
DJUP

- | | |
|-------------|-------------|
| ■ MER ÄN 1M | ■ 0.1-0,3M |
| ■ 0.5-1M | ■ 0.01-0,1M |
| ■ 0.3-0,5M | |

● 2014 HHW200 +2,0M

● 2070 HHW200 +2,3M

● 2100 HHW200 +2,65M



Figur 17a-17c: Översvämningar med återkomsttid på 200 år; motsvarande värdena i tabell 1. Redan idag svämvas stora delar av området över vid stora flöden och flera skyfallsleder leder till bäcken. Underlag: Ortofoto ©Lantmäteriet

0 0.8 2.4KM
SKALA 1:30 000 (A3)

Backaplans nya bebyggelse medför också förändringar inom avrinningsområdet som kan påverka Kvillebäckens hydrologiska regim. Jansson et al. (2017) menar att återställande av naturlig flödesregim och säsongsmässig flödesvariation är bland de mest effektiva restaureringsåtgärderna. Byggnationen ger tillfälle att utföra restaureringsåtgärder och andra ingrepp. Ingrepp för denna typ av restaurering kan å ena sidan försvåras av byggnationen, men det ger också tillfälle att göra omfattande förändring i området som påverkar flödesvariationerna. Kvillebäcken är dock ett dikningsföretag med hög reglering, vars tillflöden inte får förändras (Göteborgs stad 2021a). Detta ställer krav på lokalt omhändertagande av vatten, till den grad att de befintliga variationerna inte förändras, alternativt att dispens från dikningsföretaget ges vilket skulle möjliggöra förändringar i Backaplans avrinningsområde (ibid.), som skulle kunna bidra till förbättrade ekologiska värden.

Arbetsområdet kring Backaplan får flera uppgifter om att omhänderta dagvatten samt skydda bebyggelsen från högvatten. Detta blir också en utmaning då dikningsföretaget kan begränsa ingreppen. Dessutom finns knölnaten utbredd i södra delarna av det planerade exploateringsområdet (Park- och naturförvaltningen 2018) vilket ytterligare kan sätta begränsningar i vilka interventioner som kan göras i vattendraget och dess hydrologiska regim och därav får den även ta mer plats i och med Backaplansutvecklingen. Figur 17a-17c visar att stora delar av arbetsområdet i samtliga scenarion präglas av varierande fuktnivåer, som gynnar vattendrags hälsa (Lepori & Hjerdt 2006; Bjelke & Sundberg 2014; Prominski et al. 2017; Degerman & Näslund 2021), förutsatt att systemen hinner återhämta sig mellan drabbningarna (Degerman & Näslund 2021; Sandin et al. 2020). För dessa scenarion är återhämtningstiden lång, men med framtidens allt frekventare återkomsttider ökar kraven på arbetsområdets resiliens. I god tid bör man därför försöka etablera större och sammanhängande habitat med reningsförmåga inom arbetsområdet.

4.1.3 VEGETATION OCH ARTER LÄNGS BÄCKEN

Som nämnt är Kvillebäcken den plats i Sverige med mest långvarig förekomst av arten knölnate, *Potamogeton trichoides* (SLU Artdatabanken u.å), figur 18, där den förekommit sedan slutet av 1800-talet (Park- och naturförvaltningen 2012). Knölnaten är en vattenväxt som trivs i varmare sötvatten med ljusinsläpp och dyig eller gyttjig botten (Park- och naturförvaltningen 2018). Den är etableringsbenägen men konkurrenssvag (Jacobson 2009) och de enda långvariga och relativt stabila lokalerna är Kvillebäcken och delar av Mölndalsån (Park- och naturförvaltningen 2012). Det finns också ett antal mer sporadiska lokaler i andra vattendrag i Göteborg och till viss del i Skåne, där beståndet minskat de senaste åren (SLU Artdatabanken u.å).

Knölnatens fridlysning och habitatskrav sätter gränser för de åtgärder som kan göras i dess närhet. De exakta förhållanden som den behöver finns inte närmare dokumenterade (Jacobson 2009) men i Göteborg förekommer arten på ett ungefärligt djup mellan 0.5-1.5m (Park- och naturförvaltningen 2012). Två strategier för knölnatens överlevnad i Sverige kan vara att lokalerna i Kvillebäcken skyddas från exploatering och förstörelse samt att nyanläggning av dammar och vattendrag för knölnaten prövas i närheten av de befintliga lokalerna (Park- och naturförvaltningen 2012). I övrigt ska knölnaten, i förhållandena med mycket ljusinsläpp på vattenytan, skyddas från konkurrerande arter som exempelvis vass och andra natearter (ibid.). Dessa förhållanden med konkurrens från andra arter kan ses i figur 22.

Förutom knölnate har även andra rödlistade arter rapporterats inom studieområdet (SLU Artdatabanken 2023) i Kvillebäckens årum. De inkluderar fågelarter som olika sorters sparvar och starar som föredrar vattennära habitat och örtartade växter som gullklöver, grusnejlika och andra sorters nate; spetsnate och ålnate. I Hökälla våtmark, se figur 16 samt figur 20, finns den största dokumenterade biodiversiteten i vattendraget med flertalet fågelarter, grodor, ormar, bin och fjärilar (Park- och naturförvaltningen 2014). Lite större fiskar som gädda, mört och ål lever i våtmarken (ibid.).



Figur 18: Knölnate är en gräslik vattenväxt. (Foto: A. Gudmundson, 20210708)



Figur 19: Vegetationen mellan källan i Skogome och bifurkationen domineras av ett välutvecklat trädskikt. (Foto: L. S.Rigné, 20230928)



Figur 20: Nere i dalen vid Hökälla våtmark är det betesmark och ett friväxande markskikt av gräs. Vid bilden övergår den i en svämskog med bland annat al och björk. I bakgrunden syns också golfbanan och träden på den. (Foto: L. S.Rigné, 20230928)

Från Frihamnen till Hjalmar Brantingsgatan är årummets utbredning begränsat och den korta sträckan från vattenfåran till bebyggelse och annan infrastruktur kantas av sly och lite större träd av björk, al, rönn och fågelbär, som i figur 23. Från Hjalmar Brantingsgatan till Färgfabriksgatan är det längre avstånd, buskskiktet minskar och ersätts av större gräsbeklädda ytor och sporadiskt planterade träd. Dessa förhållanden fortsätter upp till Minelundsvägen, men på denna sträckan är grönytorna betydligt mindre, och bäcken kantas av vass, som i figur 22. På östra sidan av bäcken, norr om Minelundsvägen fram till golfbanan, finns etablerad svämskog, motsvarande den vänstra delen i figur 21. Denna är relativt otillgänglig för allmänheten och vegetationen och de morfologiska processerna kan antas ha ett visst fritt utrymme. Detta är en stor kontrast mot golfbanans vida gräsmattor och formstarka, planterade träd. Golfbanan övergår i Hökälla våtmark, som också är mycket gräsdominerat, men betydligt mer friväxande och spontant. I områdena där bäcken rinner ned från Skogome till Kvilledalen är vegetationen mindre påverkad av vattendraget på grund av topografin och en brant strandzon, men det skogsdominerade svämplanet har flera äldre alar som föredrar en blötare ståndort, se fig 19.

I vattenfåran hittas vass och konkurrenskraftiga arter som gäddnate och gul näckros. Träden i strandzonen är främst al, pil, och björk, och i svämplanen förekommer även lönn, rönn eller oxel och fågelbär. I markskiktet finns gräs av ett fåtal sorter, starr, älggräs, kirskål och fackelblomster. De invasiva arterna parkslide och jättebalsamin förekommer också i strandzon och svämplan på vissa ställen. Där bäcken rinner vid de nybyggda kvarteren i södra delen och golfbanan, se figur 33, är vattenfåran relativt öppen, medan delarna i närheten av industrierna hotas av igenväxning av gäddnate och vass.



Figur 22: Vid Backaplan konkurrerar både knölnate och gäddnate om platsen i vattenfåran och vassen sträcker sig högt längs kanterna, som annars består av klippta gräsytor. (Foto: L. S.Rigné, 20230928)



Figur 21: Mellan golfbanan och Minelundsvägen finns både gräsytor, vass och svämskog i anslutning till bäcken. Här finns också partier med parkslide och jättebalsamin, och i bäcken stora partier med gäddnate. (Foto: L. S.Rigné, 20230928)



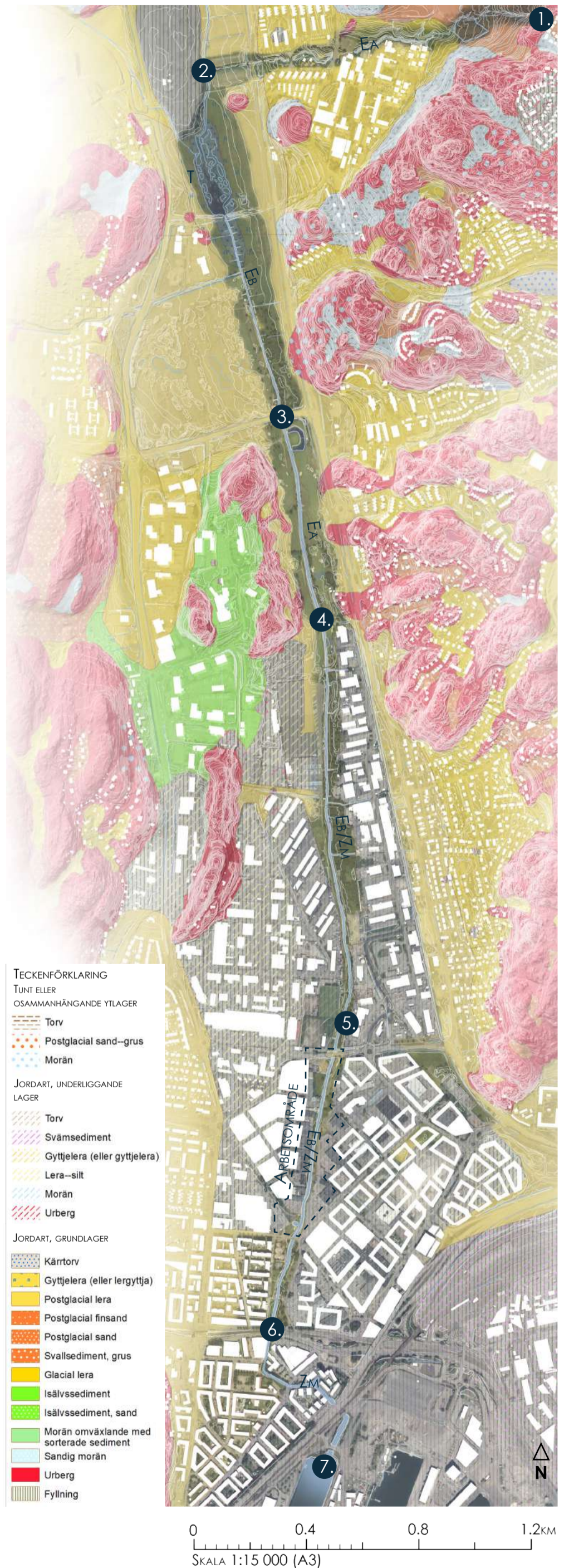
Figur 23: Söder om Hjalmar Brantingsgatan står fullvuxna träd och sly tätt i strandzonen och böjer sig ut över vattenfåran. (Foto: L. S.Rigné, 20230928)

4.1.4 KARAKTÄRER OCH NYCKELBIOTOPER

Kapitel 3 betonade hur viktigt det är att ha förståelse för landskapets processer för att kunna återskapa och restaurera vattendrag så att rätt åtgärd hamnar på rätt plats och medför goda resultat. Hydromorfologisk karaktärisering är ett av flera hjälpmedel för förståelsen av våra olika vattenlandskap (Degerman & Näslund 2021). Här utgår karaktäriseringen utifrån Klings indelning (2017). Karaktäriseringen kan ge ungefärlig uppfattning om landskapets funktion och vilka naturliga element eller restaureringsåtgärder som kan lämpa sig i dessa områden och i detta kapitel presenteras också de nyckelbiotoper som är knutna till karaktärerna.

Den huvudtyp som till största del återfinns i Kvillebäcken är vattendrag i finkorniga sediment (E). Återkommande för de morfologiska karaktärerna inom huvudtypen är att vattenfårans lutning är låg, att de domineras av sedimentation, samt att vattenfåran har god konnektivitet med stora svämplan av lera, silt eller sand (Kling 2017). Kling (2017) menar att karaktären definieras av dalgången som fåran ligger i, och karaktäriseringen av Kvillebäcken som huvudtypen har gjorts med hänsyn till Kvilledalens utbredning, samt de jordarter som förekommer. De två undertyperna naturligt raka till sinusformade vattendrag med sporadisk förekomst av svämplan i tydlig dalgång (Ea) och naturligt raka till sinusformade vattendrag med brett svämplan och tydlig dalgång (Eb) skiljer sig sinsemellan då den senare inte har en lika begränsad dalgång (Kling 2017). I figur 24 syns vår indelning av Kvillebäckens hydromorfologiska karaktärer enligt Kling (2017), och nedan beskrivs de olika karaktärerna samt de nyckelbiotoper som kan återfinnas inom vattendrag med denna hydromorfologiska huvudtyp; svämskog, hävdade strandängar och temporära småvatten (Kling 2017).

Figur 24: Karaktärerna beror mycket på jordarterna i området. Karaktäriseringen som visas i kartan baseras på hydromorfologiska karaktärer, och stora delar av Kvillebäcken kan ses som huvudkaraktär E - vattendrag i finkorniga sediment, och Z - kraftigt modifierade vattendrag. Kartan har baserats på jordartskartan © SGU och ortofoto © Lantmäteriet.



1-2 EA - NATURLIGT RAKA TILL SINUSFORMADE VATTENDRAG MED SPORADISK FÖREKOMST AV SVÄMPLAN I TYDLIG DALGÅNG.

Sträckan skiljer sig från resterande sträckor av huvudtypen *vattendrag i finkorniga sediment* i Kvillebäcken. Under platsbesöket noterades en stor variation i vattendraget och dess omgivning som i sekvenser skulle kunna klassas som andra huvudtyper, se figur 25a jämfört med figur 25c. Då sträckan ses som en övergångszon som mestadels består av finkorniga

jordarter, där vattenfåran går relativt djupt i marken men den trots det har god konnektivitet med svämplanen ses den som ett naturligt rakt till sinusformat vattendrag med sporadisk förekomst av svämplan i tydlig dalgång.



Figur 25a-25c: Fotografier från sträcka 1-2 med karaktär naturligt raka till sinusformade vattendrag med sporadisk förekomst av svämplan i tydlig dalgång. Sträckan har varierad morfologi vilket särskiljer denna delsträcka från de resterande sträckorna. Från smalare, brantare och blockigare i figur 25a, meandrande med tydligt svämplan i figur 25b, till bredare, flackare och med djupare dalgång i figur 25c. (Foto: E. Vernersson, 20230928)

2-3 EB - NATURLIGT RAKA TILL SINUSFORMADE VATTENDRAG MED BRETT SVÄMPLAN OCH TYDLIG DALGÅNG

Sträckan ligger i ett låglänt, öppet och flackt landskap, omgivet av naturbetesmark i fuktig lerjord. Vid Hökälla våtmark övergår huvudtypen i en sekvens till *vattendrag i torv (T)*, se figur 26b, men är mer av ett dämme där flödet regleras manuellt med en mindre sluss snarare än ett naturligt vattendrag.

FUKTÄNGAR

En nyckelbiotop som kan kopplas till huvudtypen är hävdade strandängar. Strandängarna förekommer utmed vattendrag, sjöar och hav och omfattar flera olika typer av ängar i både salt- och sötvattensområden.

Gemensamt för dessa är att de är öppna marker med krontäckningsgrad på 0-30% som regelbundet påverkas av översvämningar. Fuktängarna kan vara örtrika med sällsynta arter, vilket gör dessa marker till viktiga biotoper för många insekter som fjärilar och bin. För bibehållen artrikedom är naturtypen beroende av störningar som översvämningar men också genom bete eller slåtter (Naturvårdsverket 2011b), vilket sker i detta område. Arter som förknippas med naturtypen är; darrgräs, dvärglummer, gökblomster, olika starr, jungfru marie nycklar, kärrsälting, knägräs, nickskära, ormröt, rosettjungfrulin, slåtterblomma, smörboll, sumpmåra, svinrot, älvväxing, ängsbrässa, ängsruta, ängsvädd (Naturvårdsverket 2011b).



Figur 26a-26c: Fotografier från sträcka 2-3 med karaktär naturligt raka till sinusformade vattendrag med brett svämplan och tydlig dalgång. Öppenhet och breda svämplan av naturbetesmark är typiskt för denna delsträcka i Kvilledalen. De låga naturbetesmarkerna exponerar det grunda vattendraget för sol vilket kan leda till igenväxning som i figur 26a. Variation för delsträckan sker främst i dess naturtyper, i figur 26b syns Hökälla våtmark och i 26c en övergång mellan naturbetesmark och svämskog. (Foto: E. Vernersson, 20230928)

3-4. EA - NATURLIGT RAKA TILL SINUSFORMADE VATTENDRAG MED SPORADISK FÖREKOMST AV SVÄMPLAN I TYDLIG DALGÅNG

Sträckan begränsas av dalgången i ett flackt landskap med finkorniga jordarter. I väst gränsar vattendraget till golfbanan och i öst till ett fuktigt skogsparti, vilka båda begränsar tillgängligheten till fåran, som därav inte kunde undersökas mer under platsbesöket. Denna sporadiska kontakt och variation i svämplanen gör att vattendraget återigen klassas som huvudtypen naturligt raka till sinusformade vattendrag med sporadisk förekomst av svämplan i tydlig dalgång.

SVÄMSKOG

Skog i avrinningsområdet minskar risken för översvämning nedströms. Alluvial skog, eller svämskog, i anslutning till vattendraget har flertalet goda egenskaper, dels fungerar de som flödesdämpare genom att fysiskt blockera vatten från att ta närmsta vägen och dels gör skogens rotsystem att marken blir mer permeabel vilket ökar dess infiltrationskapacitet. Detta i kombination med trädens evapotranspiratoriska förmåga gör skogen till en viktig grön infrastruktur (Länsstyrelsen, Västra Götalands län 2018).

Svämädellövskog och svämlövskog är naturtyper med negativ bevarandetrend (Naturvårdsverket 2020), men som utgör artrika ekosystem längs vattendrag (Skogsstyrelsen 2023). Svämädellövskogens trädskikt kan bestå av både ädellövträd och triviallövtred men ädellövträden bör täcka 50% av grundytan och där trädskiktets totala krontäckningsgrad är 30-100% (Naturvårdsverket 2011a) men i praktiken har svämskogar diffusa gränser till varandra och brukar sortera sig naturligt utifrån växtplatsens förutsättningar (Skogsstyrelsen 2023). Viktigt för svämlövskogen är dess naturligt dynamiska utveckling med kontinuerliga översvämningar, även förekomst av död ved, sten och block som lavar och mossor kan växa på samt förekomsten av äldre och grövre träd. Arter som förknippas med svämskog är; alm, ask, asp, ek, glasbjörk, gråal, hägg, klibbal, röda vinbär, hampflokel, lundvårlök, missne, rörflen, safsa, springkorn, strutbräken, sumpviol, forsmissa, haldanenmossa, hårklomossa, klomossa, rikkärsskapania, slät rutlungsmossa, stamkvastmossa, trubbfjädermossa och vågig rutlungsmossa (Naturvårdsverket 2011a; Skogsstyrelsen 2023). I Kvillebäcken förekommer denna biotop både i denna sträcka och i sträckan 1-2, se figur 25, 27 och 28.



Figur 27a-27b: Fotografier från sträcka 3-4 med karaktär Naturligt raka till sinusformade vattendrag med sporadisk förekomst av svämplan i tydlig dalgång. Trots samma hydromorfologiska karaktär har delsträckan kontrasterande svämplan. Skillnaden beror på mänsklig närvaro och frånvaro där Kvillebäcken utgör skiljelinje. I figur 27a syns delsträckans östra naturmiljö med naturligt förekommande tät svämskog och i figur 27b syns det västra svämplanets miljö med skötselpräglad golfbana. (Foto: E. Vernersson, 20230928)

4-5. EB/ZM - NATURLIGT RAKA TILL SINUSFORMADE VATTENDRAG MED BRETT SVÄMPLAN OCH TYDLIG DALGÅNG OCH VATTENDRAG VARS MORFOLOGISKA KARAKTÄR ÄR PÅ ETT BETYDANDE SÄTT FÖRÄNDRAD GENOM MÄNSKLIG PÅVERKAN.

I denna sträcka angränsar vattendraget till bebyggd mark vilket syns i figur 28 och är anledningen till att delsträckan också tolkats ha mänskligt påverkad morfologisk karaktär. Trots det har stora delar av vattendraget god kontakt med strandzon och svämplan som utgörs lövskog, hävdad äng och klippt gräsmatta. Skogen skuggar vattendraget från öst och i väst finns gångytor och gräsmark mellan bebyggelsen och vattendraget.



Figur 28a-28b: Fotografier från sträcka 4-5 med karaktär naturligt raka till sinusformade vattendrag med brett svämplan och tydlig dalgång men där mänsklig påverkan börjat förändra den morfologiska karaktären. I figur 28a syns den sinusformade morfologin som förekommer i sekvenser av delsträckan. Figur 28b visar delsträckans strandzoner och svämplan med bland annat för den hydromorfologiska karaktären naturligt förekommande naturtypen svämskog. (Foto: E. Vernersson, 20230928)

5-6 Eb/ZM - NATURLIGT RAKA TILL SINUSFORMADE VATTENDRAG MED BRETT SVÄMPLAN OCH TYDLIG DALGÅNG OCH VATTENDRAG VARS MORFOLOGISKA KARAKTÄR ÄR PÅ ETT BETYDANDE SÄTT FÖRÄNDRAD GENOM MÄNSKLIG PÅVERKAN.

Huvudtypen kraftigt modifierade vattendrag med undertypen vattendrag vars morfologiska karaktär är på ett betydande sätt förändrad genom mänsklig påverkan återfinns i Kvillebäckens södra delar närmare utloppet. I detta område förekommer kanalisering med raka kantzoner där konnektiviteten mellan svämplan och fåra är mycket begränsad. Delsträckor som benämns Eb/Zm i figur 24 avser områden som befinner sig i en landskaplig kontext med breda svämplan, med tydlig dalgång och i finkorniga sediment men som vars förutsättningar förändrats med mänskliga ingrepp. I figur 24 syns

exempelvis mänsklig manipulation av svämplanen i form av fyllnadsmaterial i anknytning till dessa delsträckor. Utan mänsklig påverkan skulle karaktären troligtvis vara mer lik delsträcka 2-3.

Inom sträckan ligger arbetsområdet. Fåran är rak och dess kontakt med svämplanen är i sekvenser begränsat, särskilt på östra sidan. Angränsande bebyggelse utgörs av industriverksamhet vilket begränsar svämplanens utbredning, se figur 29. Lövträd förekommer sporadiskt i strandzonen och svämplan.



Figur 29a-29c: Fotografier från sträcka 5-6 med karaktär naturligt raka till sinusformade vattendrag med brett svämplan och tydlig dalgång men där mänsklig påverkan i större bemärkelse förändrat den morfologiska karaktären. Fårans raka morfologiska tillstånd syns i figur 29a och är en produkt av mänskliga ingrepp. Svämplanen är breda men deras naturliga processer begränsas av att bebyggelsen ligger tätt an fåran, se figur 29b, och att de hårdgjorts, se figur 29c. (Foto: E. Vernersson, 20230928)

6-7 ZM - VATTENDRAG VARS MORFOLOGISKA KARAKTÄR ÄR PÅ ETT BETYDANDE SÄTT FÖRÄNDRAD GENOM MÄNSKLIG PÅVERKAN

Fåran är kanaliserad och saknar naturlig form, se figur 30. Kontakten med svämplanen är i sekvenser förhindrad i syfte att skydda angränsande bebyggelse från översvämningar.

Eb-vattendragens flacka, bredare dalgångar och finkorniga sediment kan utgöra lämpliga områden för meandring, vilket utvecklas inom denna huvudtyp. Vattendrag med Kvillsystem (Dk) ingår i huvudtypen vattendrag med parallella fåror (D). Sådana vattendrag präglas ofta av stabila öar med vegetation där erosion och sedimenttransport är begränsad. Kvillområden anses vara nyckelbiotoper där kvillarna utgör sekundära, oregelbundna fåror (ibid.). Enligt vår karaktärisering saknar Kvillebäcken trots sitt namn detta system. Däremot finns möjlighet att kvaliteter från denna karaktär skulle kunna lämpa sig för att hantera Kvillebäckens utmaningar med att bevara knölnaten, då tillförandet av kvillar inte nödvändigtvis behöver påverka medelvattenföringen, utan snarare avses omhänderta högflöden.

SMÅVATTEN OCH TEMPORÄRA VATTEN

En annan nyckelbiotop som är kopplad till den dominerande huvudtypen E är temporära vatten och småvatten. Dessa utgörs av små och stilla vattensamlingar av sötvatten som normalt torkar ut någon gång per år och som inte har annat tillflöde än regnvatten eller grundvatten. Avsaknaden av tillflöde isolerar dessa vattensamlingar vilket gör dem till viktiga livsmiljöer för en del arter med korta livscyklar då de skyddar från predatorer med längre livscyklar. Nyckelbiotopen uppstår i landskapets sänkor och har tillräckliga dimensioner för att hålla vattnet stående i några veckor. Nyckelbiotopen temporära småvatten kan ingå i naturtypen fuktängar (Havs- och vattenmyndigheten 2019) och kan även påträffas i skogsmiljöer.



Figur 30a-30b: Fotografier från sträcka 6-7 med karaktär Vattendrag vars morfologiska karaktär är på ett betydande sätt förändrad genom mänsklig påverkan. Figur 30a visar en kanaliserad sekvens av Kvillebäckens med artificiella kanter och strandzoner och där skyddandet av bebyggelsen i svämplanen tydligt prioriterats. I figur 30b syns Kvillebäckens kulverterade utlopp till Göta älv vid Frihamnen. (Foto: E. Vernersson, 20230928)

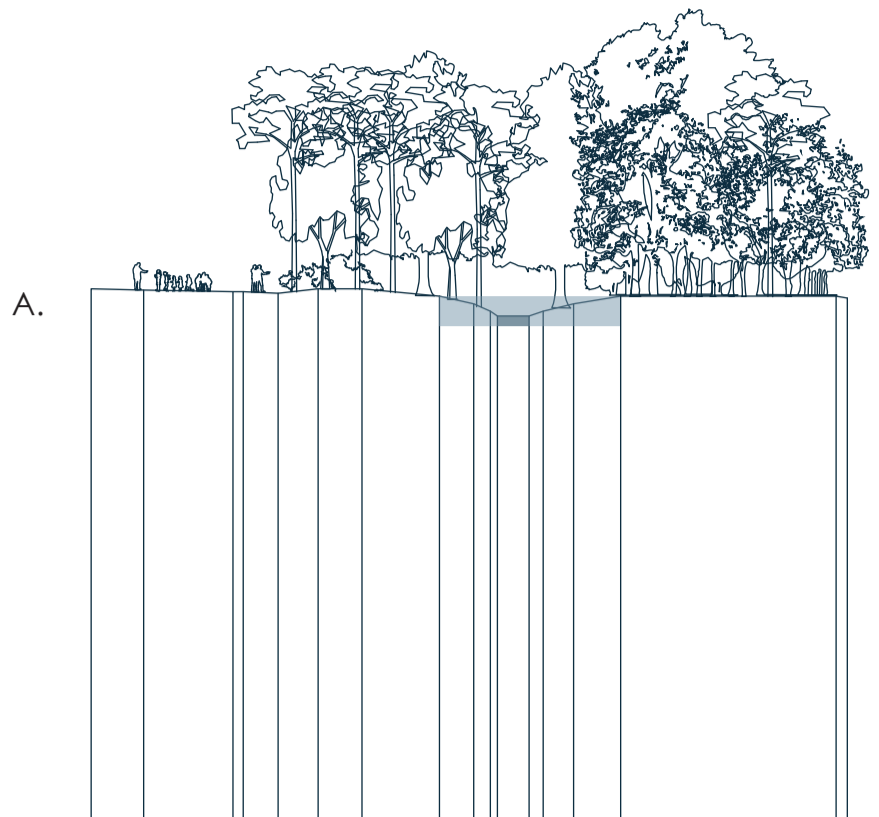
4.1.5 SAMMANFATTANDE ANALYSDEL - PROBLEMATIK OCH MÖJLIGHETER

Kvilledalens landskap har formats av både naturliga orsaker och ingrepp gjorda av människan. Det är svårt att avgöra hur pass påverkad Kvillebäckens morfologi är. Det är en rak bäck, och då Hisingen är relativt ung, det vill säga att stor del av landskapet legat 10 meter under vattenytan fram tills för cirka 5000 år sedan (Curtis et al. 2022), skulle raketten kunna förklaras av att den inte har hunnit börjat meandra än. Det är också ett landskap med jordbrukshistoria så länge det legat över havsytan, och att vattenfåran styrts om av människan under den tiden är mycket möjligt med tanke på de omfattande utdikningar som gjorts sedan 1800-talet. Bäckens var stor nog för att trafikeras fram till 1900-talet (Lindroth 1929).

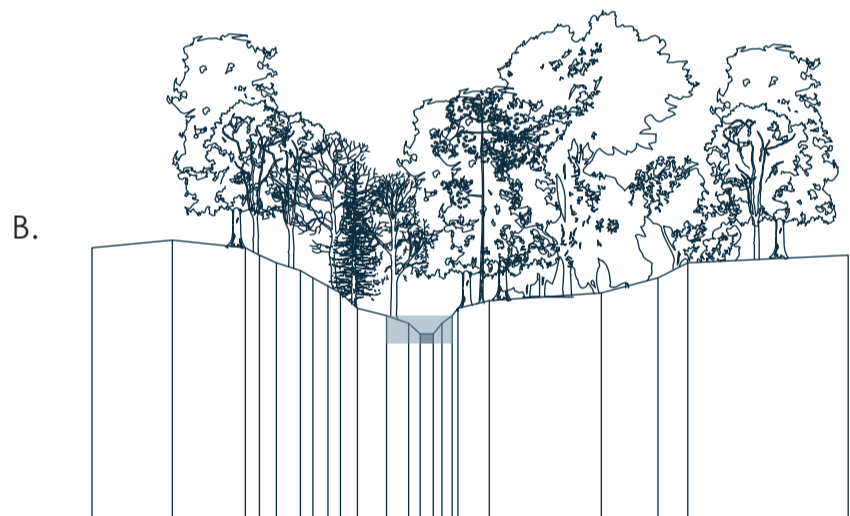
Oavsett orsak, eller om det är en kombination av flera, är årummet betydligt större och bredare än själva vattenfåran. Fram till att vattennivån sjönk till det den är i modern tid, har hela Kvilledalen varit vattenfylld (Curtis et al. 2022; SGU 2023) och den meandering som finns är mycket långdragen, och följer till viss del topografin mellan bergen som ramar in dalen.

Tvärsektionerna berättar om dess karaktär och förutsättningar, se figur 31- 39 och finns utmarkerade i figur 40. I den norra delen vid Skogome, är strandzonen relativt djup och sträcker sig mer än en meter. De morfodynamiska processerna är tydliga, och sedimenttransport och erosion syns tydligt i vattnet som var klart under platsbesöket. Vid golfbanan finns stor risk för näringsläckage ut i bäcken, och detta område är dessutom otillgängligt då det är inom golfklubben. Vidare analys och omgestaltning är därför begränsad, se figur 40. I Frihamnen är strandzonerna återigen grövre, kanterna har formats av mänskliga ingrepp många gånger. Här syns historiska spår av vad Novotny et al. (2010) definierar som den tredje epoken, då målet i vattenhanteringen var styrd till att kanalisera och bygga över vattendragen, samt den nästkommande epoken där vattnet har separerats och byggts undan till fördel för andra urbana element.

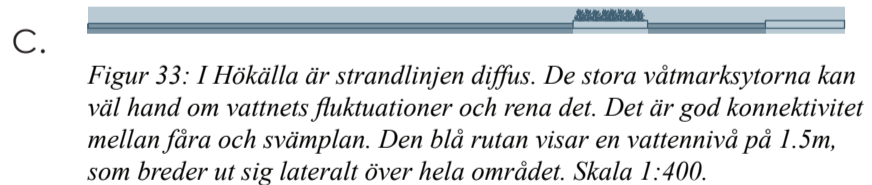
Kvillebäckens olika miljöer har både specifika och övergripande utmaningar i och med högre vattenföring och intensivare regn. Svämplan och översvämningssytor har bebyggts, fyllts med fyllnadsmaterial och hårdgjorts. Detta innebär att vattnet inte kan fluktuera naturligt. Söder om golfbanan ligger bäcken i anslutning till stora hårdgjorda ytor, och från dessa kommer stora mängder dagvatten. I framförallt de södra delområdena förekommer knölnaten som är känslig för ingrepp.



Figur 31: Vid Skogome är vattenfåran är smal och strandzonens kanterna branta men naturliga. Den blå rutan visar en vattennivå på 1.5m. Vid höga flöden rör sig vattnet longitudinellt med högre hastighet nedströms snarare än att det svämmas över lateralt. Sektionen är belägen högt upp i avrinningsområdet och översvämningssvårigheten är låg här. Svämplanen består av svämskog med stora träd som bidrar med rening, organiskt material och skugga. Sektionerna i figur 31-39 är markerade i figur 40. Skala 1:400.



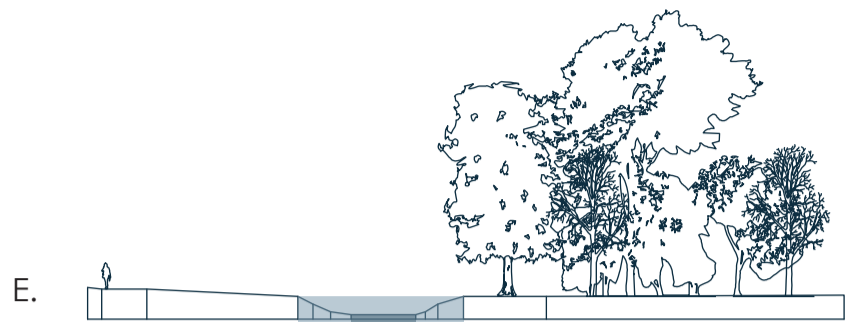
Figur 32: Här är bäckens dalgång tydlig med branta men relativt breda strandzoner. Årummets topografi har störst variation av alla undersökta platser inom studieområdet. Den blå rutan visar en vattennivå på 1.5m vilket inte resulterar i någon större lateral utbredning. Skala 1:400.



Figur 33: I Hökälla är strandlinjen diffus. De stora våtmarksytorna kan väl hand om vattnets fluktuationer och rena det. Det är god konnektivitet mellan fåra och svämplan. Den blå rutan visar en vattennivå på 1.5m, som breder ut sig lateralt över hela området. Skala 1:400.



Figur 34: Vid golfbanan är topografin flack och svämplanen breda. Det finns risk för näringsläckage. Den blå rutan visar en vattennivå på 1.5m vilket endast påverkar en liten del av strandzonen. Högre vattennivåer än 1.5m skulle medföra betydligt större lateral utbredning och naturlig störning. Skala 1:400.



Figur 35: I detta område varierar svämplanets karaktär och den laterala konnektiviteten är bättre mot svämksogen. Svämksogen kan ta upp översvämningarna på östra sidan om vattenfåran och bidrar till rening och biodiversitet. Den blå rutan visar en vattennivå på 1.5m vilket endast påverkar en liten del av strandzonen. Skala 1:400.

Mycket av Kvillebäckens biodiversitet som habitat återfinns i delen norr om golfbanan. Detta beror dels på att dessa områden har stora landskapliga skillnader i topografi, jordart och vattenföring, och dels på att de har en lägre exploateringsgrad. I den semiurbana delen är det större homogenitet i både vattenfårans utseende, vattenföringen och artsammansättningen längs med vattendraget. Här finns också vissa invasiva arter som riskerar att spridas ännu mer.

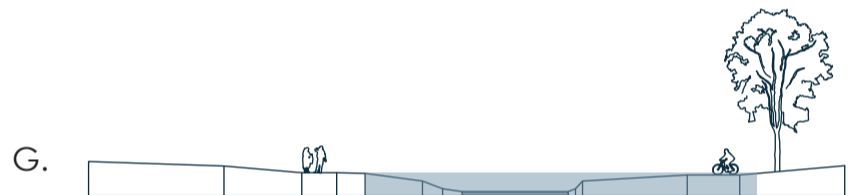
För att restaurera eller rehabilitera Kvillebäcken behöver föroreningar genom dagvattentrång begränsas, strandzonen behöver breddas till funktionell storlek och återställning av den hydrologiska regimen bör ske (VISS 2023), särskilt i de mellersta till södra delarna, se figur 35 -39. Detta ska också ske i en mån som bevarar knölnaten. Då bäcken ligger i närhet och delvis tagits i anspråk av industri, jordbruk, golfbana och bebyggelse finns många områden som inte bara kan sätta begränsningar i hur och vart ingrepp kan ske.

De nordligaste delarna fungerar relativt bra utifrån denna analys; det är färre akuta föroreningskällor, bäcken har inte blivit lika starkt påverkad av människan, och diversiteten är högre. Vid Hökälla våtmark finns utrymme för många av de processer som sker naturligt i vattendrag att ta plats, vilket har fått som effekt att det är ett av de mest artrika delarna och har ett välfungerande ekosystem kopplade till denna del av bäcken. Vid golfbanan finns stor risk för näringsläckage ut i bäcken, och detta område är dessutom otillgängligt då det är inom golfklubben. Vidare analys och omgestaltning är begränsad, se figur 34.

Söder om golfbanan finns en betydande del välfungerande svämksog på östra sidan bäcken, och strandzonen, trots viss bebyggelse, ligger på lämpligt avstånd för att inte påverkas vid stora översvämningar. Vid Backaplan planeras en stor omvandling av omkringliggande område vilket kommer att förändra förutsättningarna. I dagsläget är detta troligen det område där mest förorenat dagvatten intar bäcken, och kan ses som en plats där den mer rurala delen av Kvillebäcken möter staden.



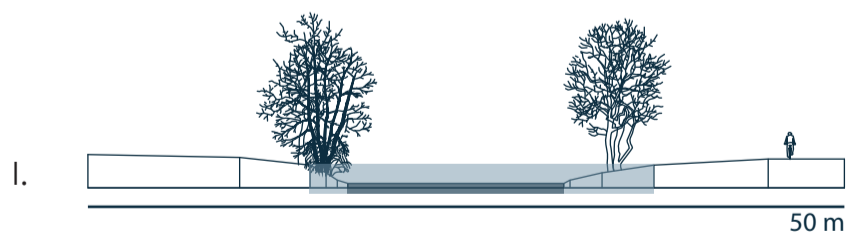
Figur 36: Här utgör Kvillebäcken ett smalt grönt stråk mellan industrierna och de stora hårdgjorda ytorna runt omkring. Renande vegetation har begränsat utbredningsområde och dagvatten rinner in från omkringliggande parkeringsytor. Den blå rutan visar en vattennivå på 1.5m och visar på en relativt god konnektivitet mellan fåra och strandzon. Däremot har strandzonen få ekologiska värden. Skala 1:400.



Figur 37: Här utgörs strandzonen och svämplanet av ett parkstråk med en viss terrassering där stråk återfinns både närmare och längre från vattenfåran. Strandzonerna lutar flackt och tillåter vattnet att breda ut sig lateralt även vid små fluktuationer. Den blå rutan visar en vattennivå på 1.5m som bidrar till ett vattenfyllt årum. Trots god konnektivitet mellan fåra och svämplan kan områdets ekologiska värden förbättras med mer varierad vegetation. Skala 1:400.



Figur 38: Terrängen är mycket flack i detta område och både bäcken och omgivningen har omdanats flera gånger under de senaste 200 hundra åren i denna del söder om Hjalmar Brantingsgatan. Den blå rutan visar en vattennivå på 1.5m och parkeringen öster om bäcken klarar sig undan denna, men högre flöden riskerar att orsaka skador på de historiska industrierna vid platsen samt medföra negativa konsekvenser för bäckens ekologiska och kemiska status. Skala 1:400.












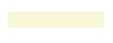
Figur 39: På väg ut i Göta älv, där den under Lundbyleden har stora mängder sly kunnat etablerats i strandzonen runt utloppet. Då vattenfåran är bred blir den också solbelyst, till skillnad från områdena med svämksog. Från Göta älv tränger vatten upp från både älven och havet och då bäckvattnet blandas med havsvatten kan det förändra förutsättningar i akvatiska habitat. Den blå rutan visar en vattennivå på 1.5m där vattnet håller sig inom den lite brantare, slytäckta strandzonen. Skala 1:400.

Söder om Backaplan, se figur 40, har kvarteren byggts om under 2010-talet och knölnaten växer stabilt i dessa delar. I den sydligaste delen är bäcken omgiven av en historisk miljö, och omfattande ingrepp här är begränsade av hur tätt inpå bebyggelsen ligger, vilket också är fallet i det nybyggda området innan Lundbyleden. Av allt detta anses området kring Backaplan vara lämpligt som arbetsområde för att applicera restaureringsåtgärder.

Både VISS (2023) och bland annat Degerman och Näslund (2017), Malm Renöfeldt och Ahonen (2013) pekar på att den naturliga vattenföringen behöver återställas för bäst rehabilitering. Ingrepp som kan förbättra den ekologiska statusen i Kvillebäcken innebär att styra vattendraget att bli mer meandrande, eller tillsätta kvillsystem som saktar ned vattnet vid stora flöden och som på så vis främjar reningsprocesser och fördröjning för att i sin tur minska översvämningar i de nedre delarna av bäcken. Att minska inflödet av förorenat och rena dagvattnet kan dessutom gynna knölnaten och andra växter som behöver mindre konkurrens och stressorer.

- Kvillebäcken tar sporadiskt emot mycket vatten som rinner på markytan, inte minst i och med skyfallsleder som ska styra dit vattnet under de alltmer frekventa skyfallen som kommer. Årummet kan av denna anledning ha nytta av fördröjningsytor innan vattnet rinner ned i bäcken där det har chans att infiltrera och renas. Detta skulle också kunna skydda knölnaten till viss del.
- Hökälla våtmark är den mest artrika delen av denna södergående del av Kvillebäcken och inspiration av florin på platsen kan tas vid omdaning av andra delar av bäcken. Den antyder också på ett samband av att större strandzoner som tillåts svämma över skapar och upprätthåller biodiversiteten i vattendraget.
- Det finns flera karaktärer i Kvillebäckens årum, och ett möte mellan dessa kan ses i området runt Minelundsvägen. Behoven kan dock ändras när den nya stadsdelen byggs.

TECKENFÖRKLARING FIG. 40

	NY BEBYGGELSE		STÖRRE STRÅK SOM KORSAR BÄCKEN
	SKOG OCH GRÖNOMRÅDEN		NÄRSALTINTRÅNG
	SPORT, JORDBRUK		DAGVATTENINTRÅNG
	ÄLDRE BEBYGGELSE.		TVÄRSEKTION ÖVER BÄCKEN
	INDUSTRI, HANDEL, HAMN		OMRÅDE UNDER OMBYGGNATION

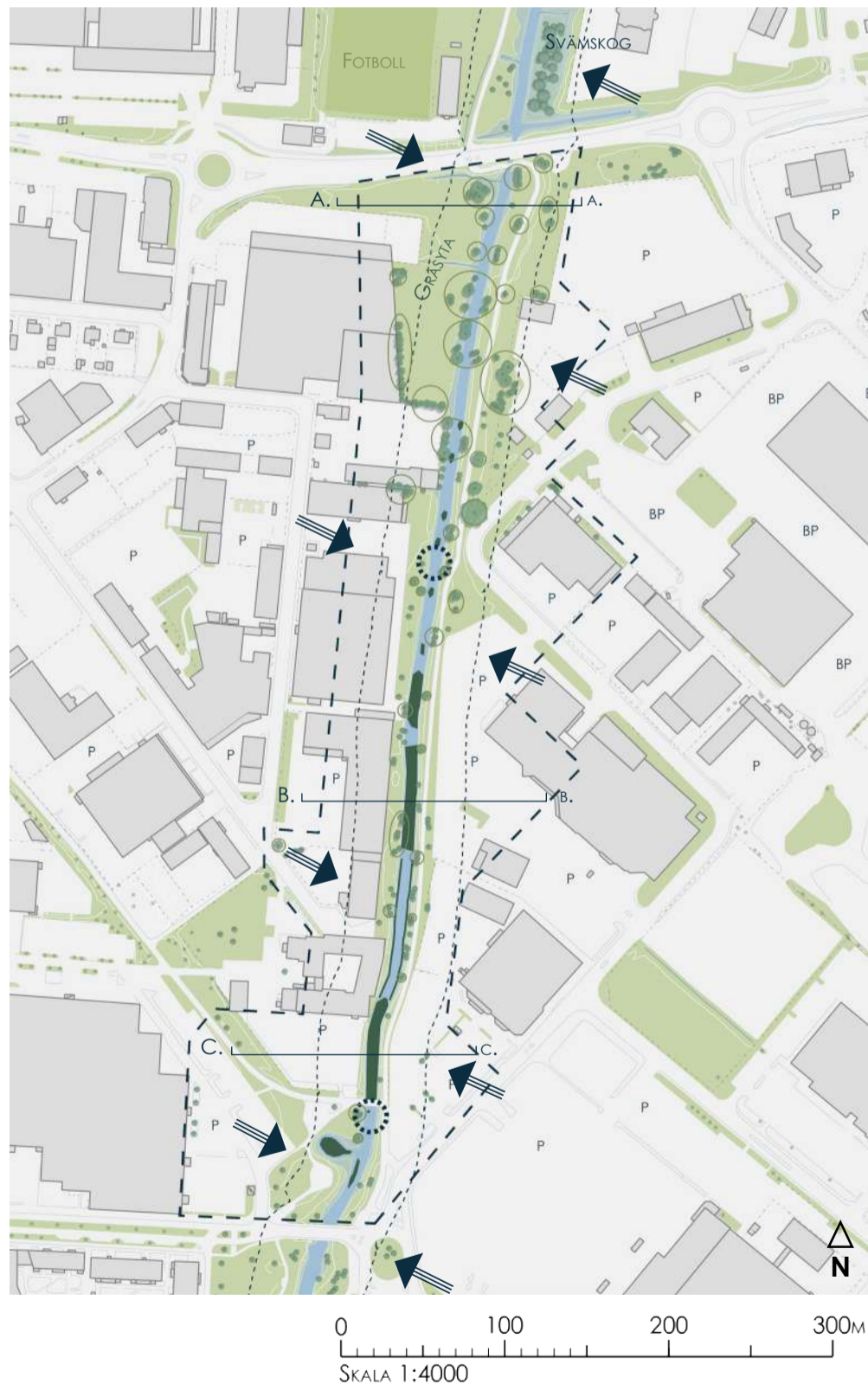
Figur 40: Sammanfattande karta över studieområdet Kvillebäcken från Skogome till Frihamnen. Kartan visar områden som kan vara upphov till dagvattenintrång, närsaltintrång, och vilka användningsområden som finns i årummet. Grönstruktur, rekreationsområden, industri och bostadsbebyggelse återfinns i årummet som också korsas av ett antal större stråk. De mörkblå markeringarna visar var sektionerna i figur 31 - 39 är belägna. Ortofoto: © Lantmäteriet



4.2 ARBETSOMRÅDESSPECIFIK ANALYS

Området mellan Minelundsvägen och Färgfabriksgratan är det som berörs mest av Älvstadens stadsomvandling. Eftersom det dessutom är habitat för knölnaten är det aktuellt för bevarandetagärder. Som illustrerat i figur 41 respektive figur 42 finns utmaningar kring dagvattenhantering, funktionella strandzoner, minskning av intrånget av närsalter, bevarande av knölnaten, översvämningsskydd, och hydrologisk regim kopplat till morfologin.

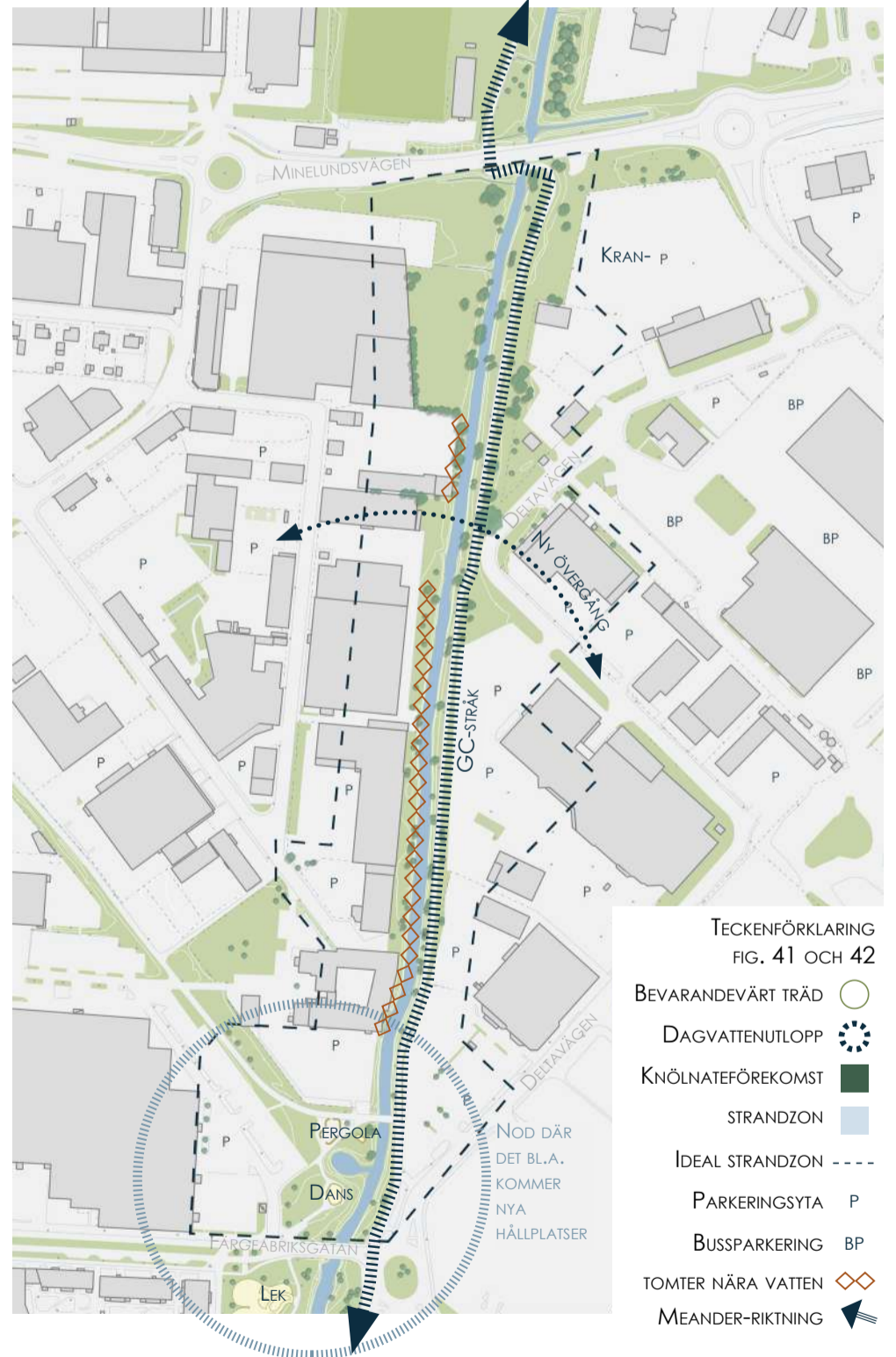
Området är cirka 8.2 hektar, och lite mer än 600 meter långt från norr till söder. Både bebyggelse och parkeringsplatser går tätt inpå vattendraget som rinner i en rak, eventuellt kanaliserad struktur längs med tomtgränserna. På östra sidan finns ett gång- och cykelstråk, men det har dålig koppling till vattnet, som ligger gömt på grund av dess korta, branta strandzon och vegetation, se figur 29a-c. På västra sidan upplevs skjul och industriell bebyggelse praktiskt taget ligga an vattenfåran. I det norra området finns större träd och en gräsyta som gör att karaktären övergår från att vara dominerat av gråa, hårdgjorda ytor till lite mer naturlig karaktär, vilket fortsätter bortom området norr om Minelundsvägen. I norr ansåg vi att det fanns fler bevarandevärda träd än i söder, vilka finns markerade i figur 41. I den södra delen ansluter området till nybyggda kvarter, och här finns vissa platskapande element; en dansbana, pergola med sittplatser och en damm som ansluter till bäcken. Öster om bäcken finns stora parkeringsytor.



Figur 41: Befintlig situation runt Backaplan med arbetsområdet, markerat med tjockare blå och streckad linje. Knölnaten finns i arbetsområdets södra delar och den norra delen har träd som bedöms vara bevarandevärda. Strandzonen är begränsad, och en teoretisk 30 meter bred strandzon har också markerats i kartan.

Området har en speciell dynamik mellan karaktärer. Å ena sidan kan all den gråa, hårdgjorda, industri- och service som breder ut sig idag ses som onaturlig och repetitiv. Å andra sidan har den haft en variation och dynamik, där den vegetation som funnits runt Kvillebäcken fått utvecklas relativt fritt. Även den mänskliga aktiviteten har till viss del haft en "organisk" utveckling och skapats oplanerat utefter de behov som verksamheterna haft. Denna industriella, mer urbana karaktär kan ses som en kontrast mot en mer naturlig och rural, men är inte nödvändigtvis något som ska försvinna då det relaterar till Hisingens och platsens historiska identitet.

Göteborgs stad har presenterat ett förslag för en stadsdelspark, utvecklat av Mareld landskapsarkitekter för området (Göteborgs stad 2021c). I detta blandas sociala och ekologiska ytor längs med bäcken, och de har ett mål om ett 30 meter brett parkrum där de 6 första metrarna ska vara en ekologiskt funktionell kantzon (ibid.). De nästkommande 4 metrarna har en blandning av ekologiska och sociala funktioner, och de resterande metrarna inom parkområdet kan ha olika funktioner (Park- och naturförvaltningen i Göteborg 2021). Området kallas Kvillebäcksparken (ibid.) och vi använder oss av samma arbetsområdesgräns som detta förslag, se figur 41 och 42, samt utgår från dess placering av nybyggda kvarter.

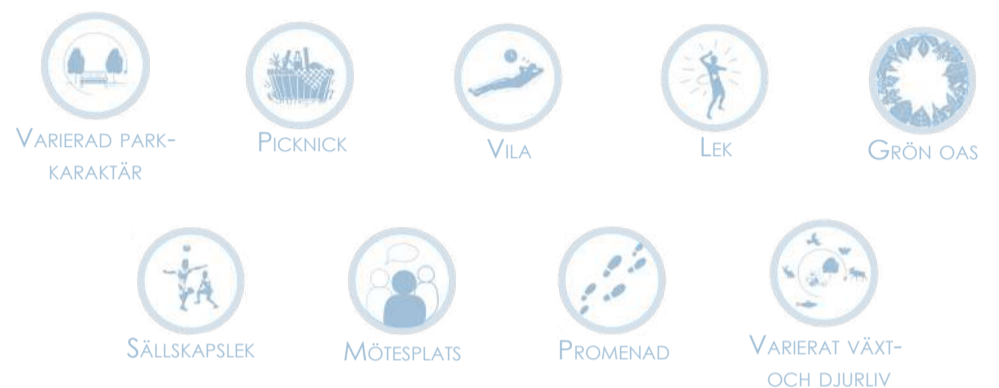


Figur 42: Trots att området idag domineras av parkeringsplatser och industri har det vissa urbana värden, främst i den södra delen, där det finns en dansbana, pergola och området ansluter till en större lekplats. Stråket målsätts av Göteborgs stad fortsätta längs hela bäcken.

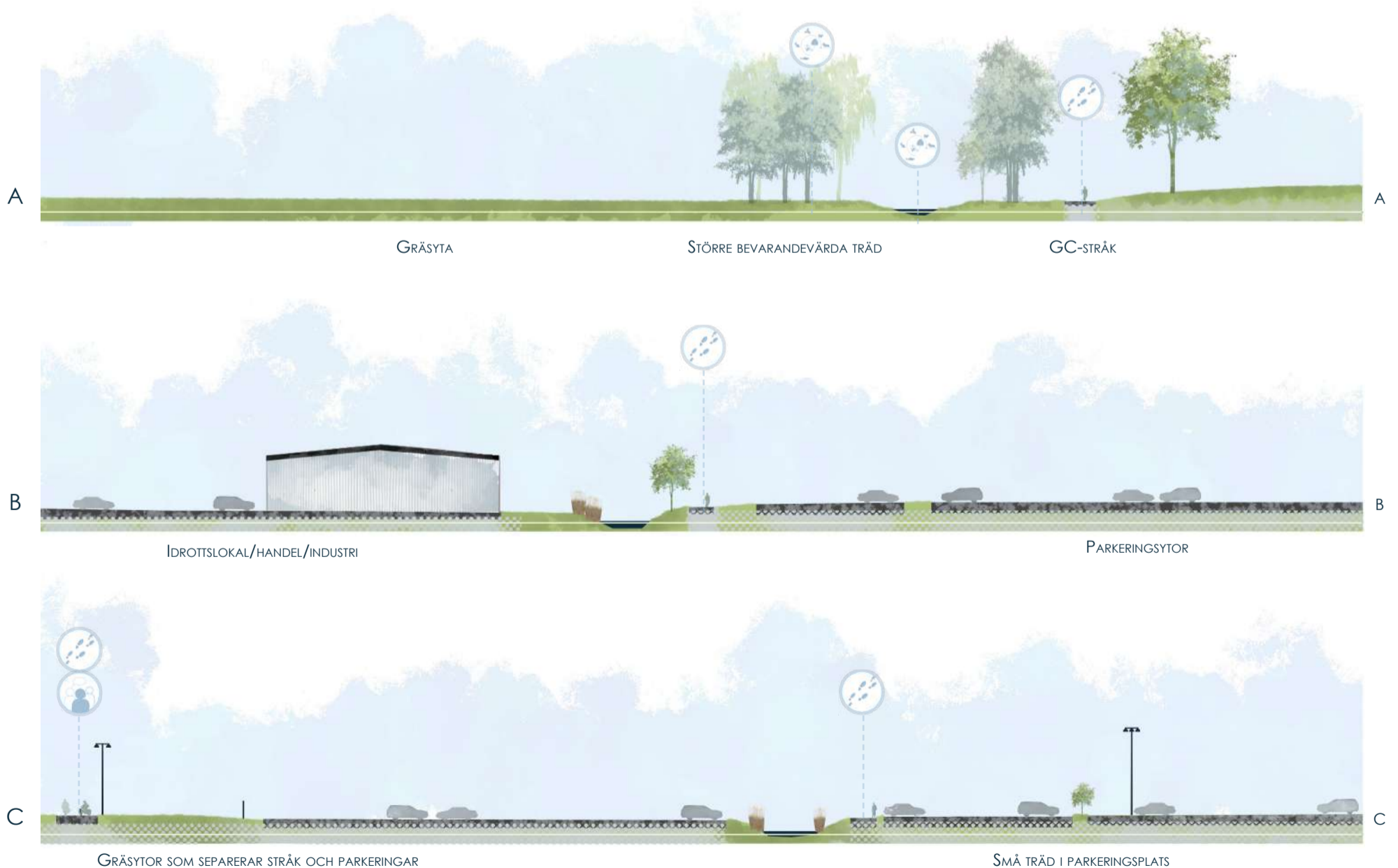
Som nämnt i teoridelen varierar strandzonens storlek beroende på typ av vattendrag. Då topografin är flack och vattendraget naturligt rinner i finkorniga material bör strandzonen vara bredare än den är idag, idealt uppåt 30 meter, se figur 41. Även om området, utefter de nya tomtgränserna, skulle kunna ha en 30 meter bred strandzon måste också andra funktioner rymmas i årummet. Göteborgs stad efterfrågar i sin grönplan (2022d) att en stadsdelspark på minst 2 hektar ska innehålla platser, aktiviteter och funktioner som gynnar både människor, djur och natur (ibid.). Dessa sociotopvärden, se figur 43, inkluderar vila, mötesplatser, gröna oaser, platser-, parker- eller natur, varierat växt- och djurliv, picknick, sällskapslek, promenader och lek (ibid.). Det ska också finnas variation i karaktär mellan närliggande stadsdelsparker. Arbetsområdet är idag inte en stadsdelspark utan snarare ett grönområde men kan trots det innehålla bevarandevärda sociotopvärden som är värda att utveckla och i och med att arbetsområdet är större än 2 hk och bör det därför inkludera flera av dessa sociotopvärden.

Plandokumenterna (Göteborgs stad 2022b; Göteborgs stad 2022d; Göteborgs stad 2020) bidrar också i denna analys till vart det finns behov av sociala ytor i området. De södra delarna kopplar an till vad som redan byggts som parkrum och området kring där Deltavägen möter Färgfabriksgatan fungerar redan idag som en nod mellan olika omkringliggande funktioner och stadsdelar. Enligt grönplanen (Göteborgs stad 2022d) ska ingreppen runt Kvillebäcken också stärka den som ett kontinuerligt blågrönt rekreationsstråk som sträcker sig längs hela bäcken. När de nya kvarteren byggs behöver tillgängligheten och stråken utökas (Göteborgs stad 2020) och av denna anledning bör det också finnas en till övergång över bäcken inom arbetsområdet, se figur 42.

Idag saknar arbetsområdet de flesta sociotopvärden som efterfrågas i grönplanen (Göteborgs stad 2022d) och i den framtida parken behöver avvägningar göras mellan olika aspekter för att skapa kvaliteter som gynnar både människa och natur. De sociala, eller urbana värdena som vi kallar dem här, angående mötesplatser och sociotopvärden kan kopplas an till de befintliga urbana kvaliteterna som finns i den södra delen av området. I den norra delen finns vissa ekologiska värden etablerade, trots att de är begränsade, och dessa kan utvecklas och förlängas nedåt inom arbetsområdet. Klimatanpassning och funktioner för exempelvis dagvattenhantering måste också rymmas inom arbetsområdet, inte minst för att minska dagvattenintrång som hotar knölnaten samt för att förbättra Kvillebäckens ekologiska och kemiska status. En ambition finns att utveckla de fåtal sociotopvärden som redan kan ses som etablerade samt att införa sådana som inte finns, se figur 44.



Figur 43: Enligt Göteborgs stads grönplan ska en stadsdelspark innehålla dessa kvaliteter, och dessa ska inkluderas i förslaget för arbetsområdet.



Figur 44a-44c: Sektioner som visar befintlig situation på tre platser i området vid Backaplan. Den norra delen vid sektion A har förhållandevis mer naturlig karaktär med större träd i anslutning till vattendraget. Vid sektion B ligger industrilokalerna nära bäcken på västra sidan och området kring sektion C domineras av parkeringsytor och stråk av olika slag. Sektionsmarkeringarna finns i figur 41 och 42. Nolllinjen är markerad med ljusgult och bäckens botten ligger på cirka - 0.5 och - 0.8. Skala 1:600.

5

FÖRSLAG

I detta kapitel presenteras förslaget, inklusive en mindre växt- och materialpalett och framtidsvision, i området som blir den framtida stadsdelsparken för Backaplan, Kvillebäcksparken.

5.1 AVVÄGNINGAR OCH GESTALTNINGSPRINCIPER

De föregående kapitlen har gett en översikt över aspekter att ta hänsyn till eller ha i åtanke under gestaltningen:

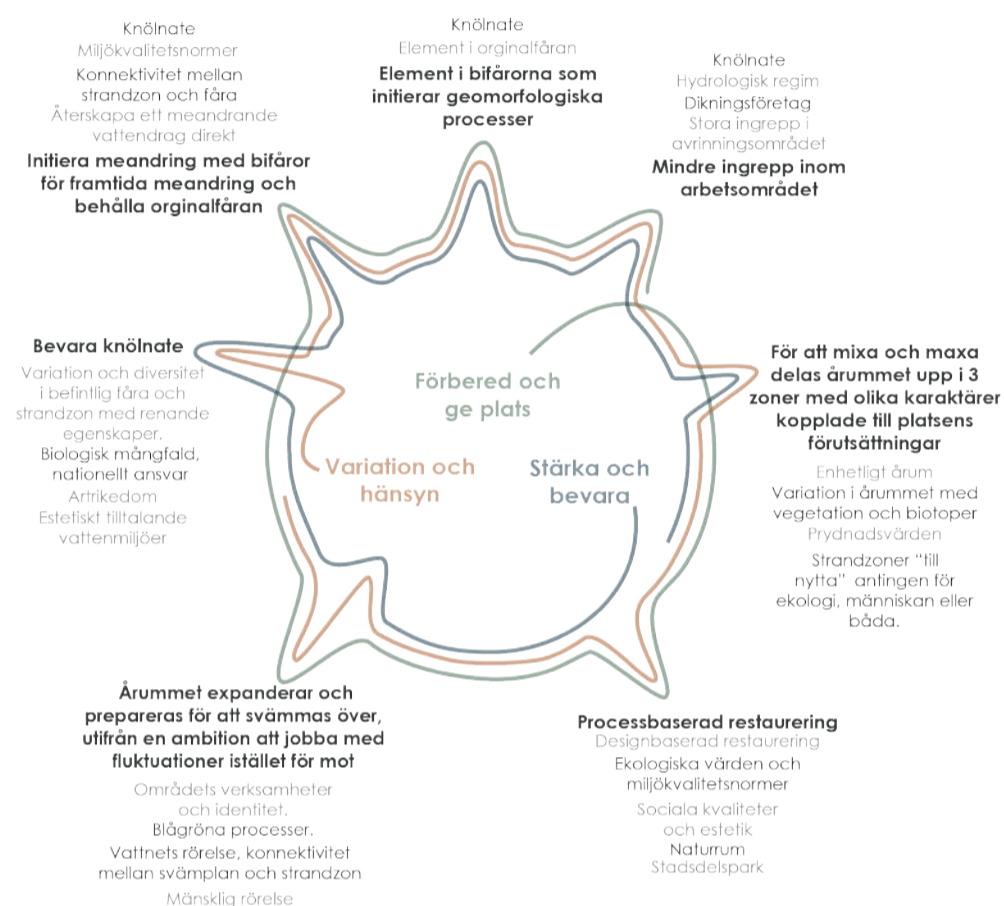
- Att se på landskapet som en samling av processer. Ekosystemen, vattnet och resiliens är byggda av dynamik och processer. Se designen som en del av dynamiken, på flera skalor.
- De områden som ingreppen görs i kan antingen delas upp efter funktion eller karaktär, morfologi eller utseende. Mixa och maxa. Det är inte bara zoner som kan mixas, utan också hög och låg omkringliggande vegetation för ljusinsläpp som exempelvis skapar olika habitat.
- De rekommendationer och ingrepp som i vissa fall föreslås kan även ha negativ effekt, exempelvis på knölnaten. Av denna anledning kan vissa områden behöva lämnas orörda, eller gynnas av att lämnas som de är.
- Kvillebäcken tar sporadiskt emot mycket vatten som rinner på markytan, inte minst i och med skyfallsleder som ska styra dit vattnet under de alltmer frekventa skyfallen som kommer. Årummet kan av denna anledning ha nytta av fördröjningsytor innan vattnet rinner ned i bäcken där det har chans att infiltrera och renas. Detta skulle också kunna skydda knölnaten till viss del.
- Hökälla våtmark är den mest artrika delen av denna södergående del av Kvillebäcken och inspiration av floran på platsen kan tas vid omdaning av andra delar av bäcken. Den antyder också på ett samband av att större strandzoner som tillåts svämma över skapar och upprätthåller biodiversiteten i vattendraget.
- Det finns flera karaktärer i Kvillebäckens årum, och ett möte mellan dessa kan ses i området runt Minelundsvägen. Behoven kan ändras när den nya stadsdelen byggs.

Punkterna ovan fungerar för att ta fram nedanstående gestaltningsprinciper, och inom dessa ryms flera avvägningar som delvis illustreras i figur 45 samt diskuteras i kapitel 6:

GESTALTNINGSPRINCIPER

- VARIATION OCH HÄNSYN
- STÄRKA OCH BEVARA
- FÖRBERED OCH GE PLATS

Avvägningarna involverar mer specifikt att mixa, ha en variation bland funktion, form och kvaliteter, men samtidigt att ha kvar och visa hänsyn till vissa av de karaktärer och knölnaten som finns i området. Att sätta in element i vattenfåran som initierar och stärker geomorfologiska processer, men samtidigt bevara de habitat som finns. Gestaltningsprinciperna uppmanar till att använda topografi, mark- och växtmaterial i årummet som kan infiltreras och översvämmas som sedan renar vattnet genom naturliga processer, det förbereder och ger plats åt det framtida klimatet och de förändringar som sker i området.



Figur 45: Illustration över hur gestaltningsprinciperna relaterar till de val, prioriteringar och avvägningar som gjorts under arbetets gång. De färgade linjerna visar om interventionerna gynnar gestaltningsprinciperna, där linjen går ut mot rubriken. Rubrikerna är val som påverkat resultatet medan mindre text visar innebörden av dessa val, grå betyder bortvalt intresse och svart prioriterat intresse.

För att efterlikna landskapets processer och dynamik initieras meandring med bifåror för framtida meandring, men i syfte att bevara knölnaten har också fårans form bevarats i stor utsträckning, istället för att återskapa ett meandrande vattendrag direkt. Bifåror och temporära vatten förstärker barriärer och begränsar tillgängligheten för människor i årummet men skapar samtidigt skyddade habitat och förbättrad konnektivitet för vatten mellan fåra, strandzon och svämplan. Årummet tar mer yta i anspråk, det och dess innehåll tillåts och förväntas svämmas över, utifrån en ambition att jobba med fluktuationer istället för mot dem. För att mixa och maxa är elementen multifunktionella och området har delats in i tre delområden med olika inriktningar och karaktär. Variationen återfinns också i att låta vegetationen och biotoperna vara flera istället för att endast främja knölnaten som trivs i öppna, grunda vatten.

Formmässigt tas inspiration från Kvillebäckens landskap, som stärks och bevaras, med meandrande rörelser och rytm. Platsen är ett möte mellan Kvillebäckens olika karaktärer och detta möte förstärks genom att ha tre olika delområden där det norra är mer naturinspirerat och det södra mer urbant. Den mänskliga historiens uttryck med det organiska och spontana, dynamiken och processerna i vatten mixas med den strama, industriella karaktären från Backaplan och ned till Frihamnen. Områdena knyts samman genom meandrande strukturer i stråk och vattendrag.

5.2 ILLUSTRATIONSPLAN

Kvillebäcken har en början till en svag meandering inom arbetsområdet, här sker en krökning i meandringen vart 50 - 100 meter, se figur 41, och denna rytm ligger som grund för det fortsatta meandermönstret som initieras både i vattenfåran och parallellt med denna. Den sträcka av vattenfåran där knölnaten är etablerad lämnas som den ser ut idag tills vidare, men det meandrande mönstret fortsätter i en högre liggande fåra inom en utvidgad strandzon vars funktion och utseende förklaras närmare i figur 54-58.

I det norra området, *svämskogen i norr*, se markeringar i figur 46, ligger stort fokus på att minska hastigheten och rena dagvatten från Minelundsvägen innan det tränger in i bäcken. Här föreslås att använda och komplettera den växtlighet som redan finns till att utveckla en svämskog. Svämskogen är redan etablerad på den norra sidan om Minelundsvägen, och arterna i denna ligger till inspiration till artvalet. Detta område kan ses som aningen lugnare där ekologiska och morfologiska processer får ta majoriteten av platsen i årummet, och utbudet av sociala ytor är begränsat. Designen tar avstamp i att imitera naturliga processer i vattenfåran, och element som död ved, block och vegetation används för att initiera geomorfologiska processer genom att styra om strömmen.

I den mellersta delen, *breddade årummet kring knölnaten*, mixas olika funktioner, men vattenfåran hålls relativt lik dess nuvarande morfologi för att inte göra intrång i knölnatebeståndet. Strandzonen breddas dock betydligt och svämplanets laterala konnektivitet till vattenfåran stärks när det blir mindre höjdskillnad närmast bäcken.

I den södra delen, *den ekosociala mötesplatsen*, får de sociala och urbana kvaliteterna ta ett större fokus, då detta område redan nu och efter ombyggnaden kommer att fungera som en nod med mycket mänskligt liv och rörelse, en mer aktiv zon. Här blir det betydligt fler element i strandzon och svämplan som har en dubbel funktion som exempelvis sittplats eller uppmuntran till lek. De ekologiska funktionerna är integrerade i de sociala och avser bland annat att synliggöra vattendragets ekologi och naturliga processer i förhoppning att förbättra människans relation till vattnet. *Eko* syftar också till de temporära vattens interaktion med fluktuationer där de utgör både habitat och renar och magasinerar vatten.

De tre delarna innehåller alla funktioner för bättre ekologi, hänsyn till översvämningsdynamik, skyfall och knölnatens utbredning, men vilken funktion som är huvudfokus varierar. För att främja Kvillebäcken som blågrönt rekreationsstråk går större stråk för gång och cykel längs parkens långsidor. Inuti årummet finns mindre stigar för rekreation, gång- och cykelstråk i varierande storlek med bryggor som förbättrar passage över årummet. Tillgängligt rekreationsstråk finns i den ekosociala mötesplatsen som binder samman torget väst om bäcken med social yta i öst.

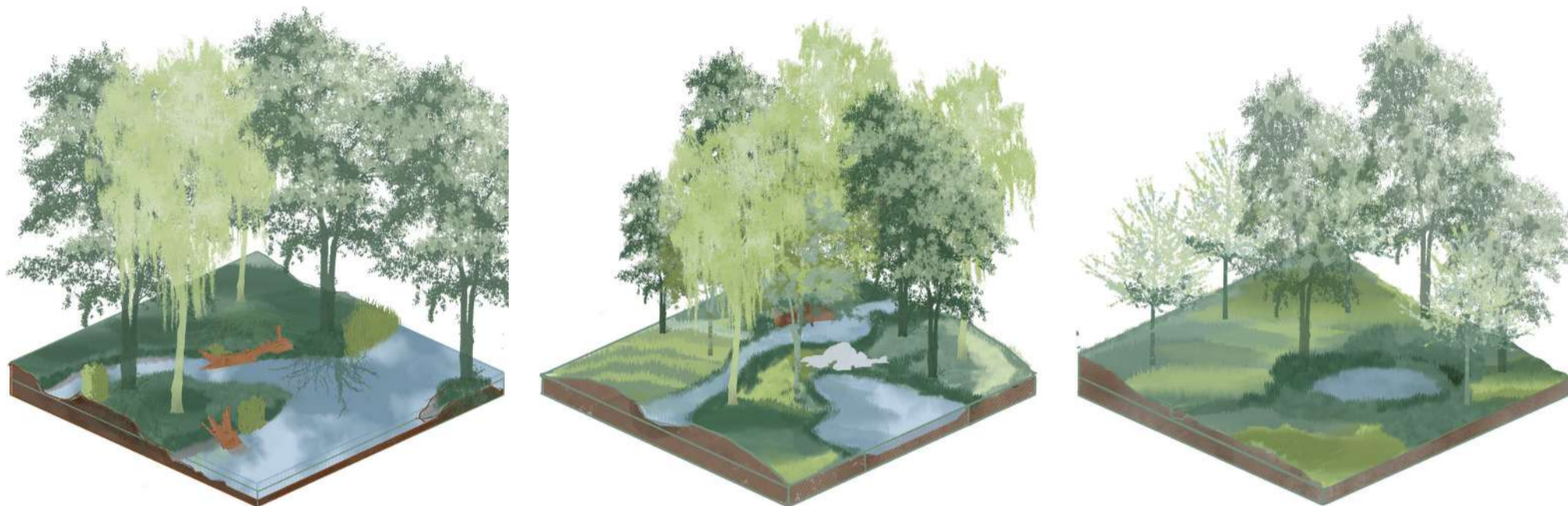
Figur 46: Illustrationsplan över arbetsområdet, Kvillebäcksparken. En övergripande designstrategi är att samla fler urbana värden i söder medan en naturligare karaktär växer fram i det norra området, och förslaget delas in i de tre områdena svämskogen i norr, breddade årummet i mitten, och den ekosociala mötesplatsen i söder.



SVÄMSKOGEN I NORR

Här är ett förenat svämplan, strandzon och vattendrag som skapar ett tydligt årum där svämskog får ta plats, som illustrerat i isometrierna nedan, figur 47. Svämplanet och strandzonen är väl integrerade i varandra och allt eftersom skogen och översvämningsdynamik tillåts i årummet växer skogen fram på båda sidor vattendraget. Den befintliga gräsytan kan redan idag fungera fördröjande vid höga vattenflöden. Här ändras dock topografin då den på sina ställen grävs ut för att skapa större magasin som fylls upp sporadiskt.

Antalet sociala ytor för aktivitet och gångvägar är begränsade, se figur 48 respektive 53. Dike längs med Minelundsvägen leder dagvattnet så att det inte kommer direkt ned i Kvillebäcken, utan först infiltrerar i svämplanet. Hela området har mer spontan vegetation och naturlig succession.



Figur 47a-47c: Konceptuella isometrier över vattenfåra, strandzon och svämplan i norra zonen. I stora delar av årummet är det skuggigt och träden är generellt högre för att skugga vattnet.

VATTENFÅRA

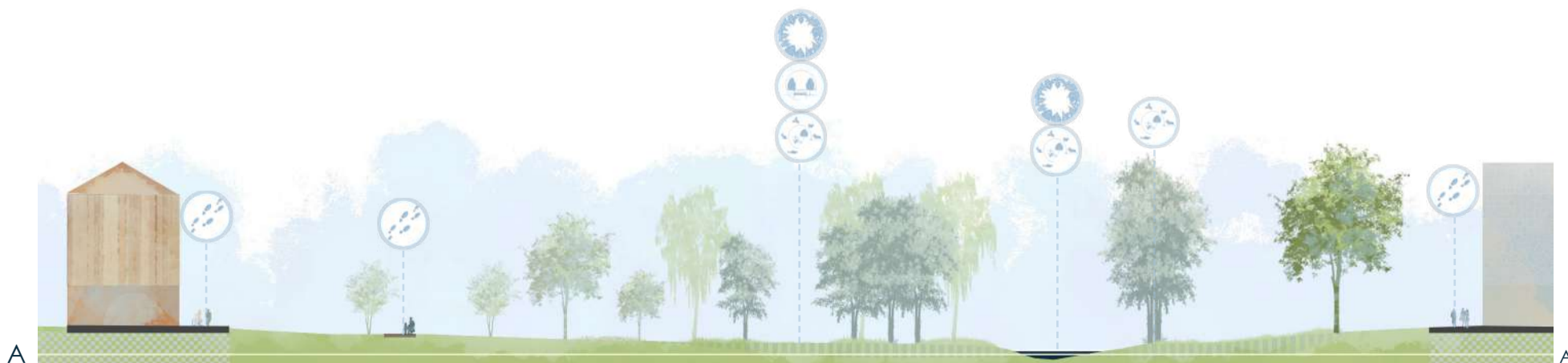
- Meandering initierats genom att sänka marken med ett par decimeter närmast vattendraget
- Vattenfåran får en mer diffus linje och svämmas över i svämskog
- Befintliga och framtida rötter fungerar erosionsdämpande och sätter strukturen när området svämmas över.
- Död ved i fåran fungerar renade och styr strömmens riktning.

STRANDZON

- Här finns befintliga solitärträd och en dunge som utgör bas till svämskogen.
- Viss schaktning gör med hänsyn till befintliga trädets rötter för att både fördröja vattnet och tillåta att det översvämmas.
- Bifåror och översvämningsytor hålls i ungefär samma höjd som originalfåran för att skapa en sammanhållen fuktighet i hela området
- Relativt otillgängligt för människor, kanske mindre spänger och stigar att röra sig på.

SVÄMPLAN

- De ytor som är mest präglade av människan tenderar att ligga längre från bäcken, de är mindre i storlek och inkluderar element som stigar, mindre sittplatser.
- Det skapas mindre platser för vila och stråk för promenader.
- Vall som tar upp och avgränsar mot omkringliggande mark

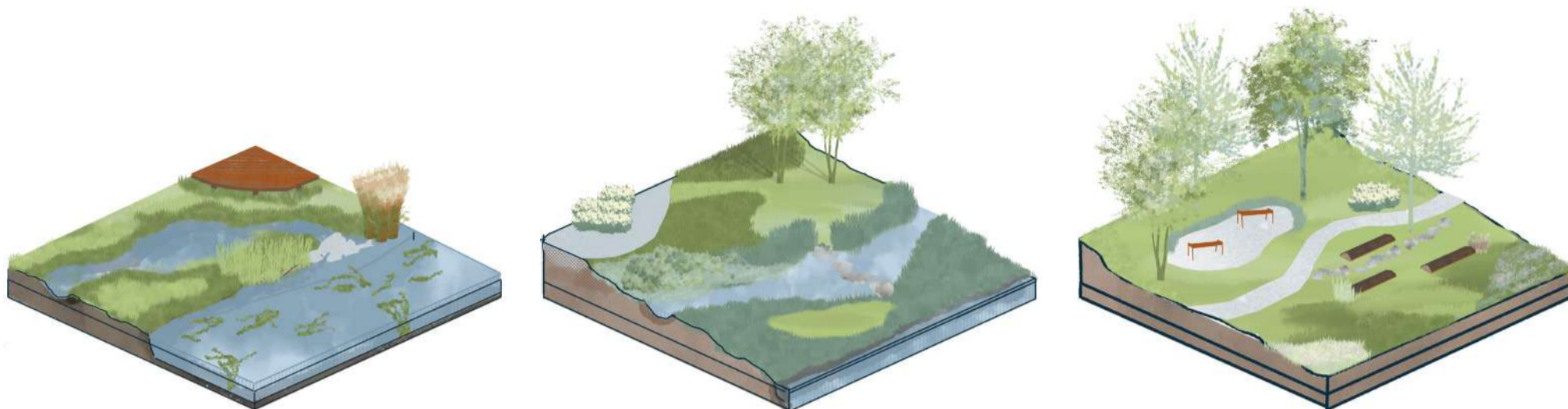


Figur 48: Sektion A-a i det norra delområdet. Svämskogen utvecklas på båda sidor bäcken. Sektionens baslinje går en meter under mark. Skala 1:600.

BREDDADE ÅRUMMET RUNT KNÖLNATEN

Här möts och blandas den mer rurala, naturliga karaktären av Kvillebäcken med den urbana. Ytorna och funktionerna återfinns som mosaik om vartannat i form av fuktäng, svämskog och sociala ytor av olika slag, se figur 49 nedan. Ett fåtal träd är kvar närmast vattenfåran på östra sidan, här öppnas det upp för ljusinsläpp till knölnaten och vegetationen är generellt lägre. Fuktängar skapas mellan den befintliga fåran på och den aningen högre högflödesfåran på +0.0 och fortsätter på vissa ställen vidare upp i strandzonen och svämplanet till 1.5m, se figur 50.

Svämplanet blir lägre och bredare när de stora parkeringsytorna försvinner, och parken är på sina ställen mer än 150 meter bred, vilket ger plats för översvämningar och skapar ytor för variation.



Figur 49a-49c: Konceptuella isometrier över vattenfåra, strandzon och svämplan i mittenzonen. Vattnet styrs bort från huvudfåran vid högflöden och kommer högre upp i strandzonen. Bar sand, sten och fuktäng skapar variation främst i strandzonen.

VATTENFÅRA

- Lämnas orörd till en början, men rensning från vass och andra natearter som konkurrerar mot knölnaten.
- Strömmar kan styras genom både stenelement och död ved som tillförs till fåran.
- När knölnaten etablerats på andra ställen kan den integreras mer med högflödesfåran, och den befintliga fåran minska.

STRANDZON

- Öppna fuktängar mellan fårorna. Här finns plats för att göra strandzoner med öppen sand eller sten, framför allt längs högflödesfåran. På västra sidan kan träd göra en viss fortsättning på svämskogen i norr.
- Fler vegetationstyper kan komma att mixas i strandzonen, vissa kan domineras av endast ett fåtal arter medan andra kan ha större diversitet för att skapa mångfald i både större och mindre skala.
- Närmast vattenfåran behöver höjden ligga ungefär där den är befintligt, men höjden kan sänkas fram till strandzonen för att också fördröja vatten som kommer in från omkringliggande områden.
- Här finns vissa stigar och sociala ytor nära vattnet, för exempelvis vila och utblick.

SVÄMPLAN

- Träd högre upp i svämplanet, lägre, för att inte skugga på östra sidan. Blandar både rena, naturliga och inhemska arter med förädlade och till viss del exotiska.
- Både hårdgjorda (men infiltrerbara) och gröna sociala ytor skapar en övergång mot från den naturliga till mer formstarka element och den urbana karaktären
- Sociala ytor för både lek, vila, rekreation, och fördröjning, rening.
- Tydliggjorda sittplatser i soliga lägen, både östra och västra sidan.
- Nedgångar och vägar över årummet, entréer markeras.

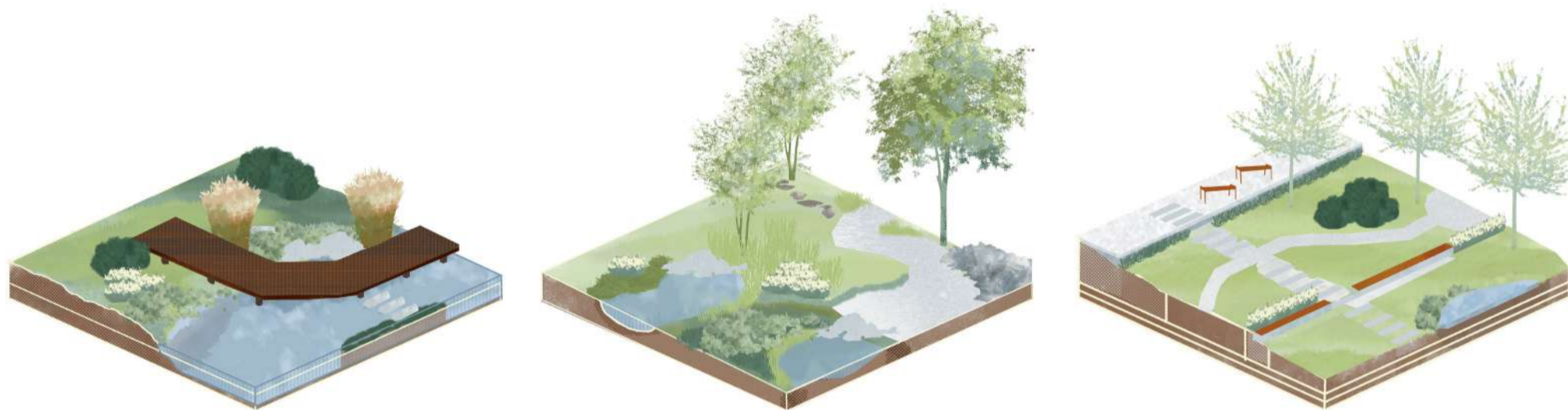


Figur 50: Sektion B-b i det mellersta delområdet. Den större GC-vägen kopplas över bäcken. Större stråk med entréer och sociala mötesplatser går också längs områdets kanter. Sektionens baslinje går en meter under mark. Skala 1:600.

DEN EKOSOCIALA MÖTESPLATSEN

I detta område får fler sociala ytor ta plats, och de ekologiska funktionerna fokuseras till översämningsskydd, fördröjning och dagvattenrening. Årummet terrasseras med jämna mellanrum för att utöka strandzonen och de ytor som berörs av fluktuationens dynamik. Samtidigt finns många objekt och element som sticker upp ur vattnet vid översvämning eller kan sitta på när det är torrt. En utmaning är att koppla an till den större vägen och de hårdgjorda ytorna som koncentreras vid noden, se illustrationsplan, figur 46, och kombinationer av trappor, genomsläppliga murar och sitttytor kan jämna ut höjdskillnaden, se figur 51 respektive 52. Vid extrema översvämningar, 2.65 meter, är i princip hela parkområdet översvämmat.

I detta område finns en förhoppning om att stärka människornas relation till vattnet och synliggöra vattnets processer i landskapet. Detta görs genom element nära vattendraget och i sänkor som vid översvämningar kan sticka upp och ge en uppfattning om de olika fluktuationerna.



Figur 51a-51c: Konceptuella isometrier över vattenfåra, strandzon och svämplan i södra zonen. Temporära vatten inspirerar och sänkor förekommer vid både vattenfåran, strandzonen och i svämplanet.

VATTENFÅRA

- Här kan element tätt inpå vattenfåran ha en mer formstark, urban eller stram karaktär.
- Likt den norra delen så får årummet en mer sammanhållen karaktär, men här är det sociala som tränger in, eller tränger upp ur vattnet.
- Närmast vattenfåran grävs marken ut för att både skapa temporära vatten och skynda på meandringen.

STRANDZON

- Temporära vatten som fylls vid högflöden skapar små dammar och pölar. Stenar, bryggor och stockar som sticker upp runt och i dessa kan skapa både informella lekredskap, sitttytor och stigar som uppmuntrar till att uppehålla sig i årummet.
- Lägre träd, med fler "männsliga" kvaliteter som fylldblommiga sorter av de som förekommer naturligt.
- Fler stigar och stråk som är fullt tillgängliga i både material och lutningar. Stigar och gångar av betong, sten, eller stensmjöl - urbana och förädlade material.
- Perenn- och markskikt med fler tydligt blommande växter.

SVÄMPLAN

- Fokus ligger på vistelse och mötesplatser. Terrasseringarna fungerar som både sittmurar, växtbäddar och trappor, de skapar en tydlig struktur, och med en gabionstruktur kan de även vara infiltrerbara och på så sätt magasinera vatten vid högflöden från omkringliggande hårdgjorda ytor.
- Från 2.70-planet, där bebyggelse och gator ligger, går sociala ytor ut över årummet. Även dessa kan vara i form av infiltrerbara material och magasinera vattnet vid stora flöden.
- Träd skapar entréer till parken och avskärmar mot de stora stråken.
- Mer skötselintensiva material och design.



Figur 52: Sektion C-c i det södra delområdet. Här får de sociala ytorna ta plats, och runt bäcken bildas temporära vatten. Möjlighet att komma nära vattnet genom terrasser och tillgängliga stråk. Sektionens baslinje går en meter under mark. Skala 1:600.

5.3 VÄXTPALETT OCH FUNKTIONER

En preliminär materialpalett följer de olika zonerna i parken och inkluderar både arter-, form- och materialval. Projektet har en målbild att använda återanvänt material eller naturliga material från studie- och arbetsområdet om möjligt. Materialet speglar dynamiken mellan den urbana och naturliga delen, med formstarka, förädlade material i den södra delen och naturligare intryck i den norra delen. Likaså finns det både gemensamma nämnare och variation i växtvalet som ska förstärka de olika karaktärerna men samtidigt spegla parkens övergripande karaktär. De tre zonerna skapar både tillsammans och var för sig en palett av upplevelser, material och färger, som övergripande visas på denna sida.

MATERIAL OCH VÄXTPALETT

NATURSTEN, BARKFLIS, TRÄBRYGGOR. MJUKARE MATERIAL. SPONTANA OCH OBESTÄMDA FORMER.

TRÄDSKIKT

ALNUS GLUTINOSA
BETULA PUBESCENS
CORYLUS AVELLANA
FRAXINUS EXCELSIOR
PRUNUS AVIUM
PRUNUS PADUS
POPULUS TREMULA
QUERCUS ROBUR
SALIX HASTATA 'WEHRHAHNII'

ÖRTSKIKT

BISTORTA OFFICINALIS
CAREX ACUTA
CALAMAGROSTIS VARIA
DANTHONIA DECUMBENS
FILIPENDULA ULMARIA
GAGEA SPATHACEA
MATTEUCCIA STRUTHIOPTERIS
OSMUNDA REGALIS
PHALARIS ARUNDINACEA
SESLERIA ULIGINOSA

NATURSTEN, STENMJÖL, TRÄBRYGGOR. VISSA HÅRDGJORDA YTOR, VISSA I MJUKARE MATERIAL

TRÄDSKIKT

ALNUS INCANA
BETULA PENDULA
CORYLUS AVELLANA
MALUS FLORIBUNDA
MALUS TORINGO Fk GÖTEBORG E
PRUNUS AVIUM
PRUNUS PADUS
SALIX ALBA VAR. 'SERICEA'
SALIX HASTATA 'WEHRHAHNII'

ÖRTSKIKT

BISTORTA OFFICINALIS
BRIZA MEDIA
CARDAMINE PRATENSIS
CAREX BUCHANANII
CALAMAGROSTIS VARIA
DANTHONIA DECUMBENS
FILIPENDULA VULGARIS
GAGEA SPATHACEA
LYCHNIS FLOS-CUCULI
PHALARIS ARUNDINACEA 'PICTA'
SESLERIA ULIGINOSA
SESLERIA NITIDA
SUCCISA PRATENSIS
THALICTRUM FLAVUM
TROLLIUS EUROPAEUS

BETONG, STEN, METALLGABIONER. STARKARE GEOMETRISKA FORMER.

TRÄDSKIKT

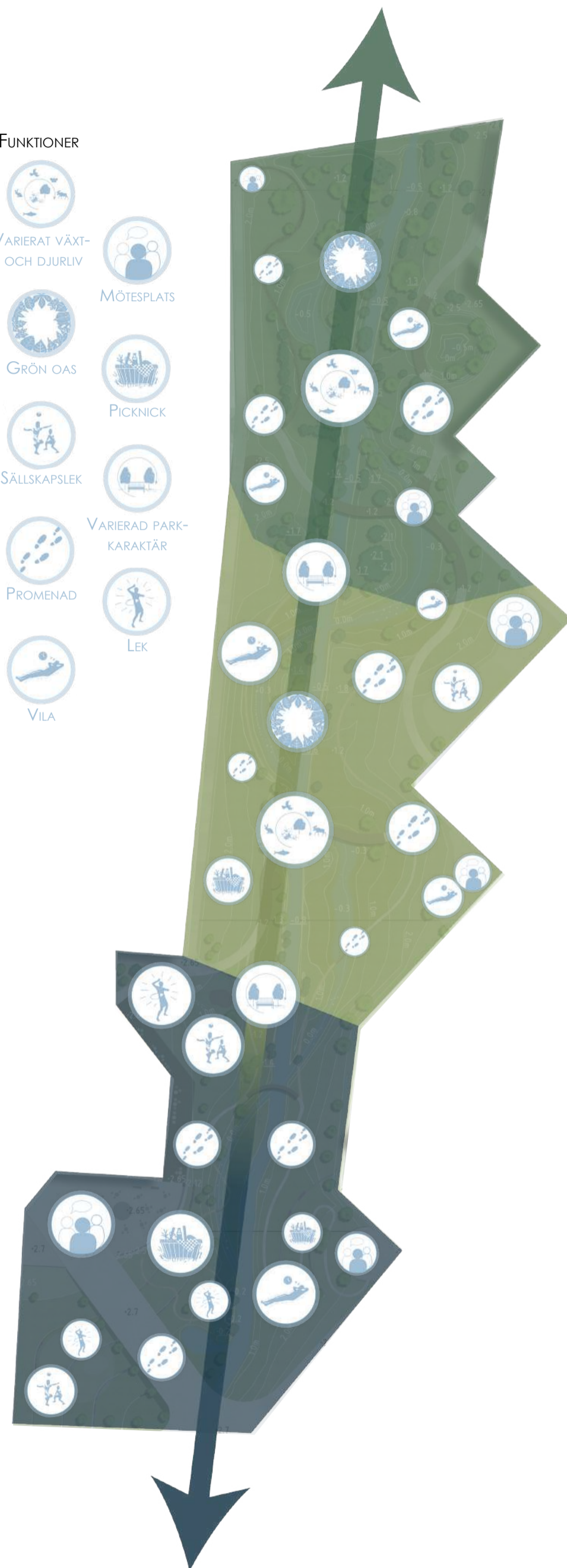
ALNUS INCANA 'LACINIATA'
BETULA PUBESCENS
CORYLUS AVELLANA MAXIMA 'PURPUREA'
HIPPOPHAE RHAMNOIDES
PRUNUS AVIUM 'PLENA'
QUERCUS PALUSTRIS
SALIX ALBA VAR. 'SERICEA'
SALIX HASTATA 'WEHRHAHNII'
SALIX ALBA VAR. CHERMESINA 'VINTERGLÖD'

ÖRTSKIKT

BISTORTA OFFICINALIS 'SUPERBA'
BRIZA MEDIA
SESLERIA NITIDA
SESLERIA 'GREENLEE'
CAREX BUCHANANII 'RED ROOSTER'
CALAMAGROSTIS BRACHYTRICHA
PHALARIS ARUNDINACEA 'PICTA'
FILIPENDULA PURPUREA
GAGEA LUTEA
LYCHNIS FLOS-CUCULI 'PETIT JENNY'
SUCCISA PRATENSIS
THALICTRUM FLAVUM
TROLLIUS EUROPAEUS 'NEW MOON'

FUNKTIONER

VARIERAT VÄXT- OCH DJURLIV
MÖTESPLATS
GRÖN OAS
PICKNICK
SÄLLSKAPLEK
VARIERAD PARK-KARAKTÄR
PROMENAD
LEK
VILA



Figur 53: Kvillebäcksparken i form av ett diagram där sociotopvärdena som efterfrågas i Göteborgs grönplan har integrerats på olika sätt i de tre områdena. Vegetation och materialval förstärker kontrasterna mellan de tre zonerna men har också gemensamma kvaliteter i färg och artval.

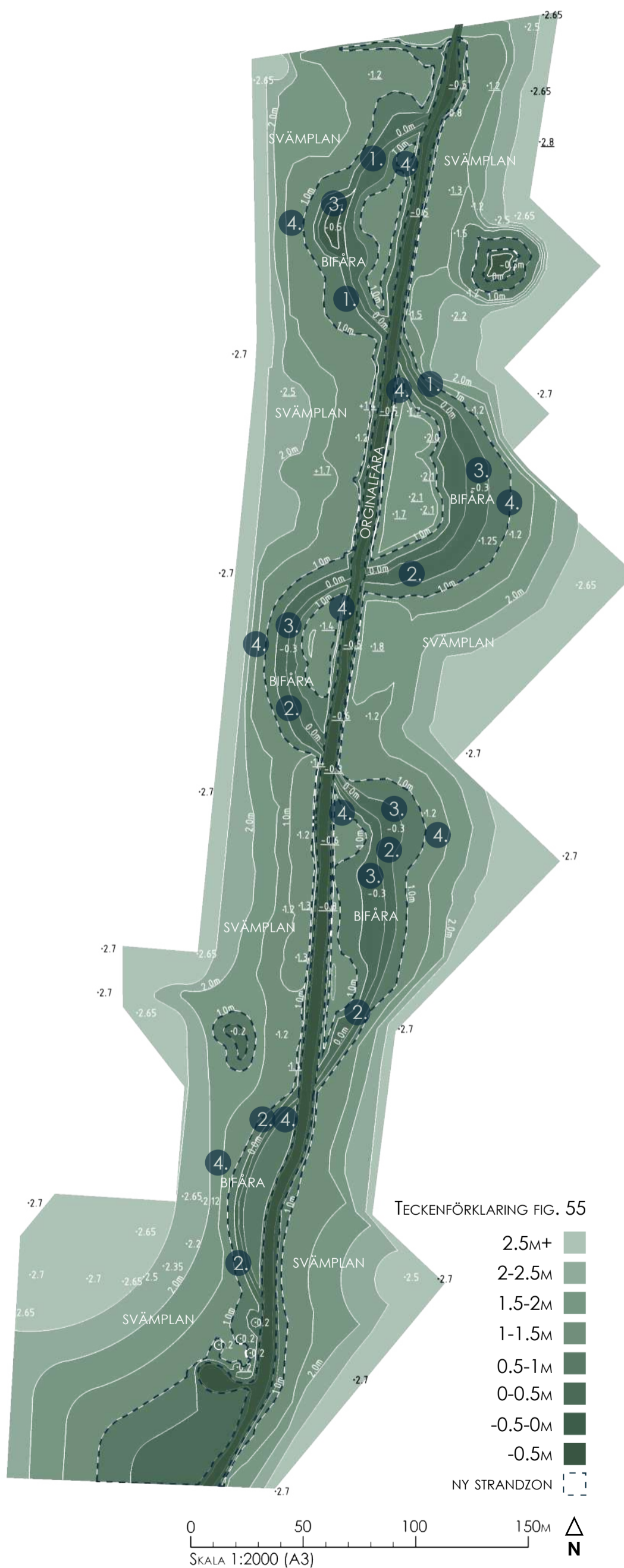
5.4 BIFÅROR OCH TOPOGRAFI

Meandrande högflödesfåror är en central del i förslaget i och med att det är genom dessa som vattnets laterala konnektivitet med strandzonen och svämplan kan förbättras. Högflödesfåror och den nya strandzonen samverkar och dess dynamik och variation beskrivs i figur 54-58. Förslaget medför större topografisk variation än tidigare men också mer variation i vattendraget genom död ved och sten som placeras i bifåror i relation till topografin. De största topografiska förändringarna sker i det tidigare svämplanet, och syns i figur 55.



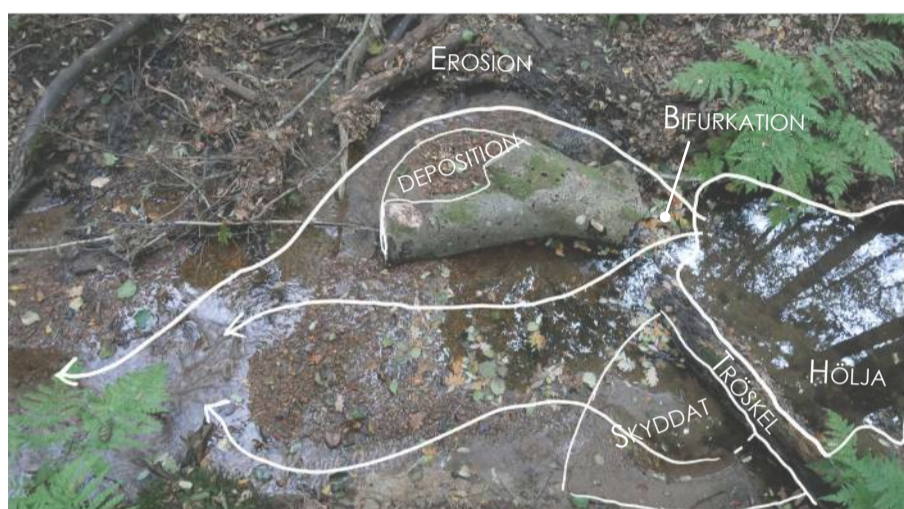
Figur 54a-54b: Illustrationerna är diagram på hur bifåror ska fungera under högflöden och lågflöden. Inga ingrepp görs i originalfåran och därav skapas istället variation i bifåror med hänsyn till den naturtyp, fuktäng eller svämskog, som finns i intilliggande strandzonen. 54a visar högflöde och 54b visar lågflöde. Siffrorna 1-4 i illustrationen samverkar med figur 55-58.

Figur 55: Topografisk plankarta över arbetsområdet med årummets zoner i förslaget. Stora topografiska förändringar har skett i det tidigare svämplanet och medfört att det som förr utgjordes av ett begränsat årum med små strandzoner har nu blivit betydligt bredare. Inga förändringar har skett i originalfåran och det mesta av den intilliggande strandzonen är bevarad. Bevarade befintliga höjder markeras i planen som understruken höjd. Bifåror blir vattnets väg till de nya strandzonerna som har flacka lutningar (mellan 1:4 och 1:20) för att små fluktuationer ska få stor lateral spridning. Bifåror ligger längs 0m höjdkurvan men har djupare sektioner; höljor, som i ett naturligt meandrande vattendrag. Ovanför strandzonen och till +2.7m blir det nya svämplanet.



1. RIFFLE - DÖD VED

I anknytning till svämskogen placeras död ved i högflödesfårens riffle-sekvens för att skapa ett varierat flöde och morfologi med höljor, strömmar, bifurkationer och trösklar i bifårorna med material av naturlig förekomst för biotopen. Vid vattennivåer lägre än medelvattenståndet 0.15m, beräknat för år 2014, (Göteborgs stad 2015) blir död-vedssekvensen ett fuktigt strandzonshabitat som förändras till ett akvatiskt habitat i samband med högflöden och framtidens vattennivåer.



Figur 56: Riffle - död ved. Död ved kan bidra till variation i fåran då vattnet strömmar runt strukturerna och på så sätt successivt bygger nya strukturer genom deposition och erosion. Det kan också ha effekt på vattnets kemiska status. De vita pilarna visar strömmarnas rörelse. (Foto: E. Vernersson, 20230928)

2. RIFFLE - STEN

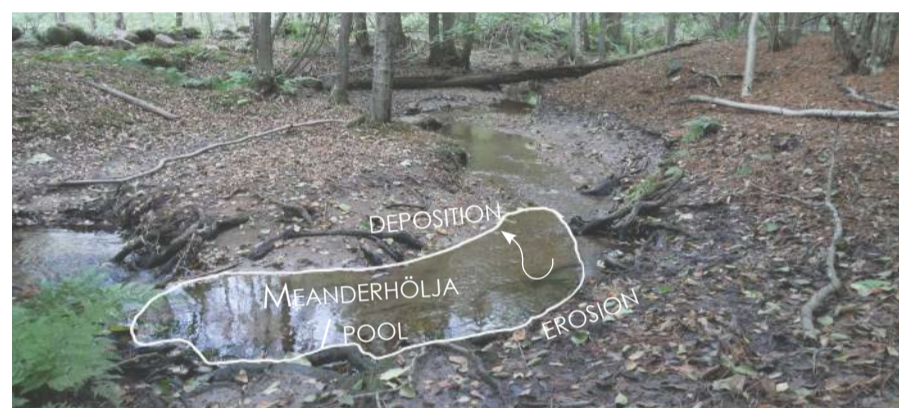
I samband med öppna ytor och fuktängen föreslår vi sten för att skapa variation i högflödesfårens flöden, morfologi och habitat. Förekomsten av död ved i sådana miljöer är inte lika vanligt förekommande naturligt (Länsstyrelsen, Jönköpings län 2017). Riffle-sträckan med sten förändras precis som den med död ved av varierande vattennivåer. Beroende på stenarnas storlek, kan de utgöra passager för människor då vattennivåerna ligger över 0.15m, till den annars avskurna delen mellan originalfåran och högflödesfåran. I rifflesekvenserna med både död ved och sten är den intilliggande marken flackare, vilket skapar en bredare strandzon i dessa sekvenser.



Figur 57: Riffle - sten. Bilden visar en strömsträcka och hur sten mellan meanderbågarna kan skapa varierande flöden. De vita pilarna visar vattnets rörelse mellan stenarna. (Foto: L. S.Rigné, 20230928)

3. MEANDERHÖLJA / TEMPORÄRT SMÅVATTEN

Den yttersta delen av högflödesfåran och den nya meanderbågen dimensioneras djupare för att efterlikna naturlig morfologi för meanderande vattendrag, se figur 14, med en tröskel mot nästa riffle-sekvens, med avsikten att öka den vattenhållande förmågan och skapa temporära småvatten vid vattennivåer under 0m.



Figur 58: Meanderhölja. Bilden markerar den djupare sektionen som bildas i ytterkanten av en meanderbåge och den vita pilen visar den roterande ström som bildar denna hölja. (Foto: L. S.Rigné, 20230928)

4. VARIERAT EROSIONSSKYDD

De orangemarkerade zonerna i figur 54 indikerar områden som är utsatta för erosion. Trots att erosionen normalt håller sig till ytterkanten av meanderbågen (Danielsson et al. 2016), se figur 14, förväntas strömmar även medföra erosion längs högflödesfårens innerkant i och med den bifurkation som bildas mellan den nya högflödesfåran och den nuvarande fåran. Det är svårt att avgöra framtidens behov av erosionsskydd, bland annat då den nya meanderande strukturen förväntas dämpa flödet, och därmed kan förslaget behöva kompletteras med mer detaljerade lösningar på detta. Däremot kan vegetativt erosionsskydd som träd och buskar med större rotsystem ge marken stadga under vintertid och sommartid samtidigt som de genererar flera mervärden. Exempelvis kan de skugga och motverka avdunstning från de temporära småvatten i högflödesfårans meanderhöljor, vilket i sådana fall lämpar sig längs meanderbågar med sin ytterkant mot öster. För komplexitet och variation i högflödesfårens morfologi och habitat behövs erosion och deposition, vilket kan hämmas av kraftigt erosionsskydd. Därav bör detta anpassas och varieras efter behov och efter vad som är naturligt förekommande för biotopen.

5.5 FRAMTIDSVISION

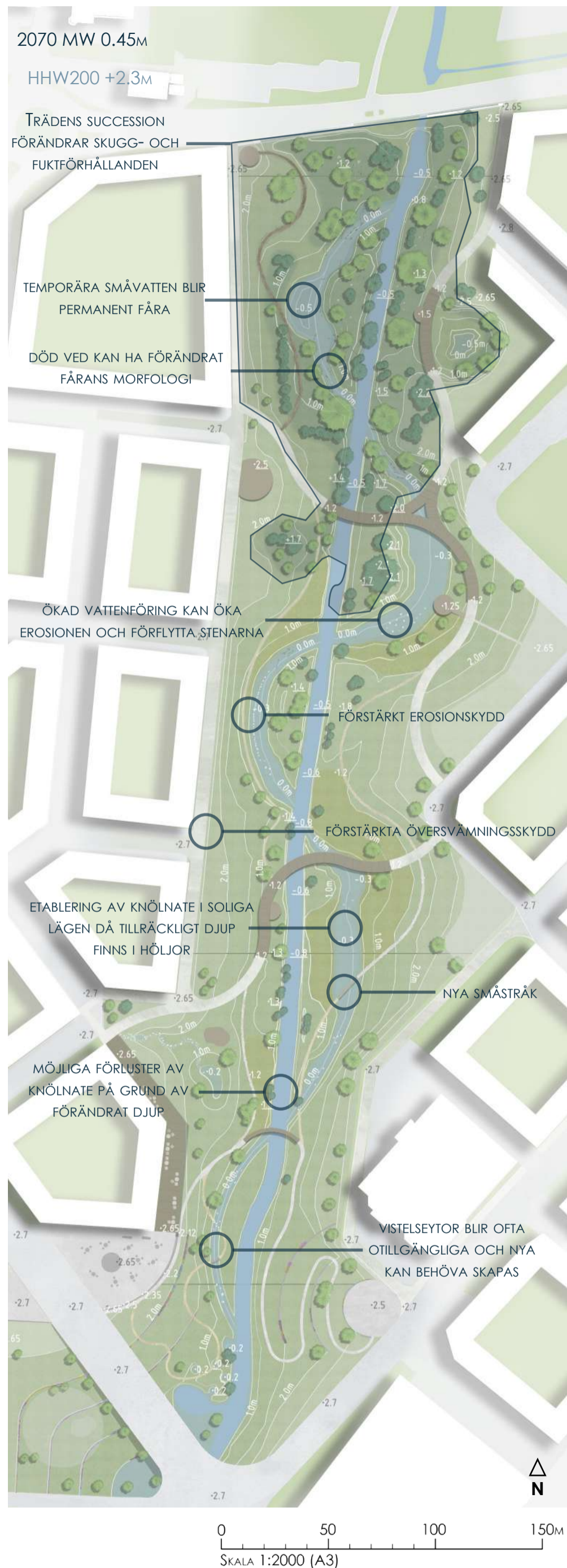
Eftersom årummet är ett dynamiskt utrymme, ständigt utsatt för förändring, kräver utvecklingen av sådana områden ett dynamiskt arbetssätt över längre tid med responser och uppföljningsarbeten (Prominski et.al. 2017). Detta gäller också för Kvillebäcken när målet är att återskapa god ekologisk och kemisk status, samt bevara knölnatens habitat. Då krävs mer än ett statiskt förslag eftersom förändringar kommer att ske i habitat och naturmiljöer, genom bland annat växtlighets utveckling, ekologiska- och geomorfologiska processer och höjda vattennivåer. Framtidsvisionen är därav ett försök att förmedla det förvaltningsperspektiv och eventuella åtgärder som Kvillebäcken kan tänkas behöva för att nå eftersträvarade resultat. Figuren 59 och 60 avser att illustrera tänkbara scenarion och behov för Kvillebäckens årum för år 2070 respektive år 2100.

Arbetet sker etappvis men måste också vara sporadiskt och responsivt beroende på hur väl man kan förutse förändringar och effekter. Mellan 2027 då miljö kvalitetsnormerna avses att nås, och 2035 då utvecklingen av Backaplan avses vara färdig, är markförberedelser och etablering av ny vegetation i strandzon och svämplan av hög prioritet då dessa tar tid att etablera rotsystem och funktioner som krävs för att hämma allt för kraftig erosion och rena och filtrera vattnet. De anlagda höglödesfårorna fungerar mer som fuktiga strandzoner i detta skede än som ett meandrande vattendrag.

Vid 2035 behöver den sociala delen uppnå god funktion för de boende i det nya området, och de sociala strukturerna i förslaget bör ha etablerats. Under denna tid görs också försök att etablera knölnaten i andra vattendrag samt på andra platser i Kvillebäcken. Omdaning av området är i stort sett klar, bortsett från att bäcken fortfarande går i mer eller mindre samma fåra. Under denna period bör vattenflöden och utvecklingen dokumenteras.

Illustrationerna 2070, figur 59, och 2100, figur 60, visar tänkbar förändring som kräver mer sporadiska responser och åtgärder. Höjd havsnivå påverkar bland annat naturtyperna och rumsligheten i området samt de morfologiska processerna i den nya fåran. År 2070, är medelvattennivån 0.45m (Göteborgs stad 2015, se tabell 1) vilket medför att tillräckligt djup för knölnate borde finnas i bifårornas höljor i och med Park- och naturförvaltningens (2012) identifiering av artens förekomst på djup mellan 0.5-1.5m.

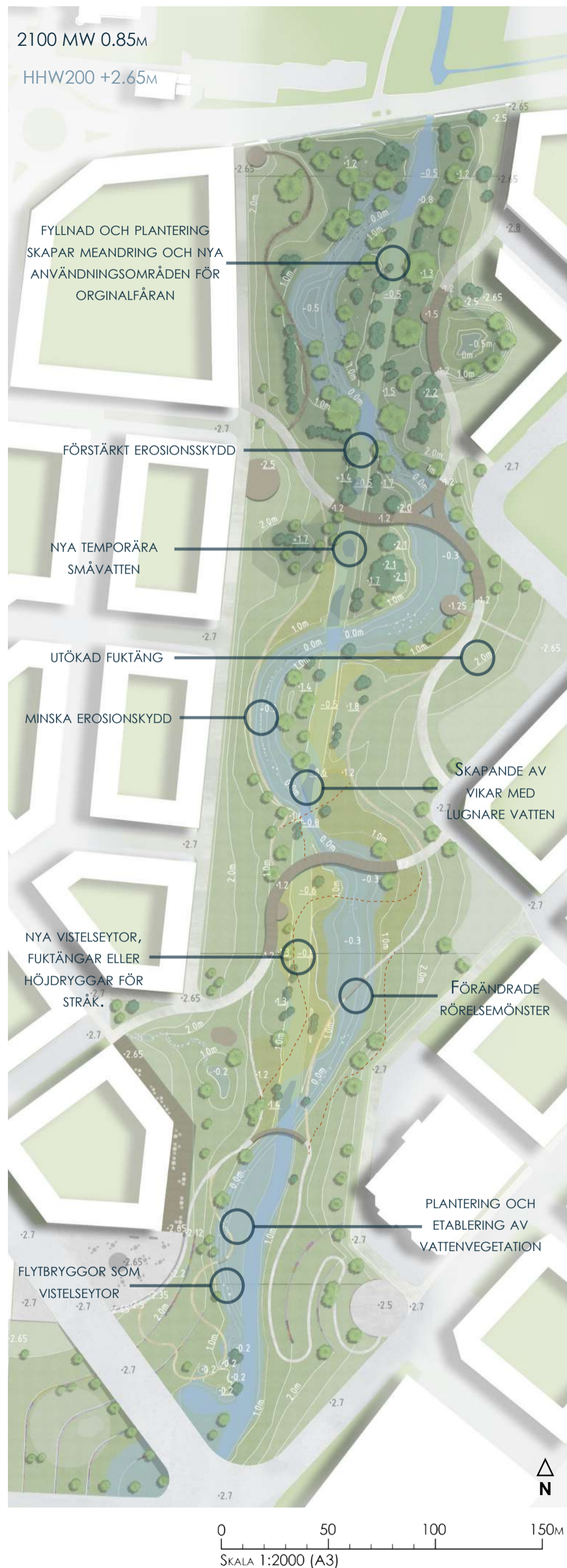
Figur 59: Framtidsvision år 2070. Medelvattennivå 0.45m enligt tabell 1. Till 2070 kommer förändring att ske i årummet. Förändrade skugg- och fuktförhållanden i och med att vegetationen vuxit större och tätare. Morfologiska förändringar i fåran kan orsakas av ökad vattenföring, exempelvis där död ved och sten placerats ut för att skapa varierande strömförhållanden. Med högre medelvattennivå och ökad vattenföring kan vissa delar behöva förstärkt översvämningsskydd och erosionsskydd. Mer vatten i bifårorna innebär nya möjliga växtplatser för knölnaten samtidigt som det medför att stråk och vistelsezoner kan bli otillgängliga.



Illustrationen för år 2100 visar ett scenario där Kvillebäckens originalfåra fyllts igen i sekvenser för att skapa meandring, vilket bygger på premissen att knölnaten har etablerat sig på annan plats och i bifårorna. År 2100 är medelvattenståndet 0.85m (Göteborgs stad 2015, se tabell 1) och att det nya vattendjupet i orginalfåran gör att den möjligen inte längre lämpar sig som habitat för knölnaten. Hade fyllningar av orginalfåran skett i tidigt skede mellan 2027 och 2035 för att skapa meandring skulle det möjligen ha haft en direkt påverkan på knölnatens habitat som arten inte kunnat hantera. Med det sagt, kommer även ingreppet med att fylla igen orginalfåran förändra förhållandena i bifårornas vattenmiljöer vilket återigen kan riskera habitat för knölnate och annat liv. För att behålla dessa habitat bör adaptationsprocessen respekteras, vilket innebär att fyllningarna och förflyttningen av vattnets rörelse bör ske successivt (Degerman & Näslund 2021). Genom att etablering av naturtyper och vegetation gjorts i tidigt skede är resiliensen när förändring sker större (ibid.) och risken för oönskad erosion (Vargas-Luna et al. 2018) mindre då stora rotsystem redan har bildats i den nya strandzonen.

År 2100 kan arbetsområdet vara en återspeglning av hela Kvillebäcken från Skogome till Frihamnen, med ett mer naturligt och ruralt intryck i norr och ett urbanare i söder. Denna plats mellan Minelundsvägen och Färgfabriksgatan är också sett till hela sträckan, platsen där mötet mellan dessa två typologier sker.

Figur 60: Framtidsvision år 2100. Medelvattennivå 0.85m enligt tabell 1. År 2100 kommer årnumret att vara betydligt mer vattenfyllt vilket också innebär att strandzonen förskjutits med lika mycket som vattennivån stigit. Stråk, naturtyper och vistelseytor kan behöva flyttas längre upp i svämplanet samtidigt som nya vattentäckta områden kan behöva omformas till nya vattenmiljöer. I detta scenario visas fyllningar i orginalfåran som skapar nya landytor och ett fullt meandrande vattendrag. De igenfyllda sekvenserna kan få nya funktioner för rörelse, vistelse eller som häitad med temporära småvatten. Vikar med lugnare vatten kan skapas och bli lämpliga växtplatser för knölnate i de igenfyllda sekvensernas södra delar. Den nya meandringen kan förändra strömmarna och erosionen i vattendraget vilket kan innebära att områden som tidigare har förstärkts med erosionskydd, nu kanske behöver minskat erosionskydd för att gynna vattendragets egna processer.





DISKUSSION OCH SLUTSATSER

Här diskuteras slutsatser och insikter från projektets arbetsgång. Projekt har studerat hur Kvillebäckens södergående del kan gestaltas för förbättrad resiliens med blågröna lösningar i kontexten av de expansioner som Göteborgs stad planerar i området.

6.1 FÖRBÄTTRING AV EKOLOGISK OCH KEMISK STATUS

I detta projekt har vi undersökt restaureringsåtgärder och identifierat platsspecifika interventioner som ska förbättra Kvillebäckens kemiska status och ekologi. Samtidigt är Kvillebäcken ett av Sveriges få områden med knölnate och för att bevara denna rödlistade art har avvägningar mellan att gynna hydromorfologiska processer och bevara artens habitat gjorts.

Genom topografiska justeringar som ökar variationen av fuktnivåer i årums olika zoner, förses strandzonen och vattendraget med fler utrymmen för både processer och habitat som kan gynna den ekologiska statusen. I kombination med dessa åtgärder föreslår vi även tillförandet av strukturer som exempelvis död ved som, utöver att verka som habitat för insekter och smådjur, också kan förbättra den kemiska statusen då de renar och filtrerar vattnet. Ytterligare föreslås att initiera en mer varierad hydromorfologi genom att förbereda bifåror i ett meandrande mönster med avsikt att hantera nutidens högflöden och framtidens normalflöden, samtidigt som de vattennivåer som knölnaten kräver bevaras i originalfåran.

Åtgärderna att öka årums blågröna utrymme tillgodoser flertalet av Göteborgs stads ambitioner för stadens blågröna stråk om att omhänderta skyfall, dagvatten och höjda havsnivåer (Göteborgs stad 2022c). Åtgärder blir multifunktionella när de tillmötesgår flera separata problem eller behov. Design av svämplan med varierad topografi, infiltrationskapacitet och växtlighet blir därmed multifunktionella då de gynnas av samspelet mellan problemen med översvämnings- och skyfallshantering samt ekologisk- och kemisk status i Kvillebäcken. De skapar även sociala mervärden och kulturella ekosystemtjänster.

I och med att restaureringsåtgärder inte alltid samspelar utan också kan medföra konsekvenser för andra arter, delar av ekosystemet och staden får landskapsarkitekter i detta fall en beslutsfattande roll. Vikten av analys och inventering understryks, och att bilda sig en holistisk uppfattning för projektet med hjälp av tillgängligt material är essentiellt för att fatta välgrundade beslut. Studien är begränsad i bemärkelsen att avgöra vilka restaureringsåtgärder som generellt lämpar sig för att förbättra ekologisk- och kemisk status, däremot kan den ge inspiration till liknande projekt att för att identifiera och förhålla sig till sina specifika utmaningar. Exempelvis kan gestaltungsprinciper, i detta projekt variation och hänsyn, bevara och stärka, förbereda och ge plats, ge målbilder för de ingrepp som görs samtidigt som de lämnar dem anpassbara för detta projekts förutsättningar. Gestaltungsprinciper kan därav ses som ett viktigt steg i processen även i andra restaureringsprojekt.

Resultatet av teoridelen, analysen och förslaget blev en strukturplan för den framtida Kvillebäcksparken i området vid Backaplan, där interventioner avvägdes mot bevarande av knölnaten. Strukturplanen kan fortsatt användas av Göteborgs stad som inspiration eller för att belysa alternativa infallsvinklar i arbetet med stadens vatten.

6.2 BALANS MELLAN METOD, MATERIAL OCH FRÅGESTÄLLNING

En av de största utmaningarna har varit att hitta en balans mellan teori, material och frågeställning, inte minst på grund av den begränsade litteratur och praktiska exempel som finns inom ekologi, vattendrag och landskapsarkitektur. De tre ämnena diskuteras oftast inte tillsammans. Att utgå från allt referensmaterial inom alla tre ämnen hade varit alldeles för omfattande, och att avgöra vilka texter som varit mest relevanta har varit en utmaning. Det finns säkert fler och kanske mer lämpade källor, vilket i sin tur kan begränsa legitimiteten i resultatet. Likaså finns projekt att ta inspiration ifrån, men de är ofta fokuserade på vattendragens sociala kvaliteter eller vattnets ekologiska status, eller har andra infallsvinklar och omfattning i å- eller flodskala. Å andra sidan antyder svårigheten att hitta referensmaterial också på att det finns ett utrymme för dessa tre ämnen att sammanvägas.

I praktiken skapas ett ansvar att samla både kompetens och information för att göra välgrundade avvägningar. Exempelvis hade projektet gynnats av fler, kontinuerliga platsbesök då mer information efterfrågades senare under arbetets gång. Inventeringen av träden skulle kunna göras på ett mer fördjupat sätt utifrån ett regelrätt underlag. Att använda sig av en metod från hydrologin, Klings (2017) hydromorfologiska karaktärisering, konstateras vara ett effektivt verktyg för förståelse för vattendrag, men det finns disciplinär skillnad och verktyget och analysen skulle kunna utvecklas av en bättre kombination av hydrologiska- och landskapsarkitektoniska metoder.

Den icke-linjära processen och platsens förutsättningar gav möjlighet att anknyta den insamlade datan och teorin till platsen. Å andra sidan komplicerar den holistiska infallsvinkeln och landskapsperspektivet att resultatet riskerar att bli spretigt, då arbetsområdet ligger inom en annan skala än det omfattande studieområdet. Hade ingången i projektet varit att gestalta Kvillebäcksparken, en ny stadsdelspark, hade förslaget sett annorlunda ut då andra prioriteringar och avvägningar gjorts. Att fokusera på restaurering, ekologi, rening och processer som rör hela bäcken och inte bara arbetsområdet har gjort att de ekologiska och omfattande processerna fått ta större plats. De sociala värdena är dock en viktig aspekt i den urbana kontexten och kunde inte bortses från, och projektet kunde haft en vidare fördjupning inom detta.

6.3 AVVÄGNING MELLAN OLIKA INTRESSEN

Under projektet har flera avvägningar varit nödvändiga mellan bland annat skala, intressen och förutsättningar. Dessa är kopplade till- och påverkar varandra, se figur 45.

Avgränsningarna till arbetsområdet medförde restaureringsåtgärder i form av att exempelvis återställa strandzoner, tillföra död ved och anpassa vegetation för de naturmiljöer som är kopplade till vattendraget. Även om sådana ingrepp medför ekologiska värden kanske storskaliga åtgärder i avrinningsområdet är nödvändiga för att bemöta den ursprungliga problematiken med störd hydrologisk regim och utsläpp från jordbruk och dagvatten. Här finns också ett visst glapp mellan skalan projektet presenteras i och relationen mellan de småskaliga lösningarna med exempelvis död ved och varierad strandzon. Dessa hade kunnat framgå på ett utvecklat sätt i en mer detaljerad presentation av förslaget, om det redan från början var fokuserat på arbetsområdet vid Backaplan. Å andra sidan kunde den infallsvinkeln gjort att förståelse och analys för hela studieområdet gått miste om.

Detta leder oss till att små åtgärder möjligtvis inte är tillräckligt i en urban kontext där ekosystemen har omfattande stressorer, medan en likvärdig åtgärd i ett mer naturligt område med ett relativt välfungerande ekosystem kan tillföra mer. Till det tillkommer att det kan vara lättare att genomföra ett storskaligt ingrepp utanför den urbana kontexten när färre intressenter och förutsättningar, som bebyggelse, styrdokument och planer, viktiga stråk och serviceområden, berörs.

Komplexiteten för restaureringsåtgärder växer i relation med antalet intressenter eller aspekter som berörs. Storskaliga ingrepp, som att omstrukturera bäckens hela årum eller stoppa användningen av vissa näringsämnen, är svåra att beräkna, värdera och genomföra. Även för mindre ingrepp är utomstående rekommendationer och målsättningar ibland motsägande. Ett exempel är att uppnå miljö kvalitetsnormerna, där den viktigaste åtgärden innebär att återställa flödesregimen och minska utsläppen av föroreningar till vattendraget. Miljö kvalitetsnormer ska följas enligt lag, men det har inga direkta konsekvenser om normerna inte uppnås. Samtidigt begränsas återställande av naturlig flödesregim av dikningsföretagen, äldre lagar om vattenhantering i landskapet. En komplicerad relation mellan regler kring exempelvis dikningsföretag och stadens arbete för att hantera klimatförändringar identifieras då även vattendrag som är dikningsföretag onekligen kommer att påverkas av klimatförändringarna, och åtgärder krävs även i dessa.

Ett ställningstagande med stor betydelse som vi, liksom Göteborg stad gjort, är att prioritera bevarandet av knölnaten. Begränsningarna satta i relation till knölnaten kan ha resulterat i bortvalda restaureringsåtgärder som mer effektivt behandlar rening, artrikedom eller andra ekosystemtjänster. I ett scenario utan hänsyn till knölnaten hade restaurering kunnat gynna fler arter, men däremot inte nödvändigtvis stimulerat biologisk mångfald, om *biologisk mångfald* betyder att de naturliga arterna, med bevarad genetisk särprägel och variation, ska fortleva i en naturlig miljö med naturliga strukturer och processer (Degerman & Näslund, 2021:14). Är Kvillebäcken knölnatens naturliga miljö kan samtliga ingrepp som missgynnar arten ses som ingrepp som också missgynnar biologisk mångfald. Vidare är det inte helt tydligt om den biologiska mångfalden är den mest effektiva prioriteringen för att förbättra den ekologiska statusen enligt miljö kvalitetsnormen, även om det har positiva effekter. Problemet kvarstår också att vi inte vet mycket om knölnatens krav eller naturliga habitat. Vi vet heller inte dess påverkan på resterande ekosystem, vilka andra arter som är beroende av dess fortlevnad. Arten har trots diverse yttre påverkan från exempelvis Tuveskredet och den industri som funnits i dess närhet överlevt i Kvillebäcken sedan början av 1900-talet. Den nivå av hänsyn som vi, liksom Göteborg stad, visar arten kan därmed anses överflödigt i relation till dess behov, men så länge dessa inte är fullständigt klarlagda kan motsatsen också argumenteras för.

Att avgöra vilken skala av restaurering som passar i förhållande till de resurser som finns leder vidare till frågan, som Degerman och Näslund (2021) diskuterar, om restaurering bör kallas för just restaurering när det snarare är en anpassning till de förutsättningar som skapar problemen. Grunden till den problematik och dysfunktionalitet som vattendragen idag präglas av är ofta en del av normer eller system som bygger upp samhället på andra sätt.

6.4 ÄMNETS FRAMTID OCH VIDARE STUDIER

Hade detta projekt varit ett reellt uppdrag hade det kunnat vara i stadiet av ett gestaltungsprogram, och en mer detaljerad projektering och gestaltning skulle vara ett nästkommande steg i processen.

I bästa fall hade detta projekt i realiteten gett resurser för fler omfattande analyser och uppföljningar. Exempelvis geotekniska undersökningar för schaktning när årummet breddas, men också vad som kan göras i resten av vattendraget för att förbättra de olika förutsättningarna. I och med att Backaplansomvandlingen redan påbörjats kan dessa gås miste om. Att arbeta med ett vattendrag som Kvillebäcken innebär ett långsiktigt arbete, och den ekologiska statusen kan antagligen inte återställas genom hydromorfologiska ingrepp på lång tid, varken till 2027 som VISS (2023) kräver eller till 2035 då omvandlingen av Backaplan planeras vara klar (Göteborgs stad u.å.a.). För att det ska kunna ske till 2100, vilket översvämningssberedskapen just nu tar höjd för (Göteborgs stad 2015) krävs även förändringar kring människans relation till vattnet. Oavsett vilka ingrepp som görs måste de följas upp och utvärderas kontinuerligt under denna tid, särskilt då det fortfarande är osäkerhet kring effekterna av vissa av interventionerna (Taguchi et al. 2020; Nesshöver et al 2017). Det är en komplex situation där hänsyn måste tas för både fysiska, tidsmässiga, skalmässiga och logistiska förutsättningar gällande planering, gestaltning och uppföljning.

Ett val vi gjorde i projektet är att gräva nya meandrande fåror istället för att låta processerna sköta detta. En passiv restaurering av Kvillebäcken kan ta väldigt lång tid och att med hjälp av fler kompetenser sätta processerna i ett tidsperspektiv skulle vara fördelaktigt. Dessutom är det nu bara en liten del av hela bäcken där dessa processer har fått en knuff, en fortsatt fråga är att se hur man ska gå tillväga för att en liknande struktur ska kunna appliceras i hela bäcken. Att låta naturen ha sin gång och göra allt själv är en strategi, men den räcker inte hela vägen i den urbana kontexten. Människan kan genom små ingrepp förbättra ekologin, det är Hökälla våtmark ett bevis på, då den är ett av de områden med högst biologisk mångfald på Hisingen (Park- och naturförvaltningen 2014) trots att den skapats genom mänskligt ingrepp.

Ett annat exempel på människans symbios med ekosystemen är hur hävd och slåtter är en förutsättning för biodiversiteten i fuktängarna. Detta är ännu en aspekt som kan utvecklas vidare i förslaget, det krävs en skötselplan som på ett sätt så att "lagom" sätt skapar störningar, vilket i sin tur gynnar arterna som ska etableras.

Att förbättra människans relation till vattnet och de blågröna systemen kan vara ett viktigt steg för att restaurera vattnet i landskapet. Människan har under antropocen förändrat varenda hörn av jordklotet och ofta själva vållat de problem som idag måste åtgärdas (Degerman & Näslund 2021, Douglas et al 2020). Även om en "ekologisk relation" till vattnet inte kan uppnås genom endast landskapsarkitektur, kan den synliggöra och informera om hur mänsklig påverkan styr och förändrar vattnets processer, ekosystemtjänster och hälsotillstånd. Där vattnets närvaro blir allt mer påtaglig med klimatförändringar blir arbetet med denna relation extra viktig, städer vid vattendrag av olika skalor kommer alltid drabbas av de fluktuationer som sker i dem. Genom att planera och designa med vattnet som ett närvarande och föränderligt element i urbana livsmiljöer för både människor och djur, kan negativa effekter av klimatförändringar, såsom översvämningar, omvandlas till att generera upplevelsevärden och skapa attraktiva platser i staden (Prominski et al 2017), där vattnets hälsa och ekosystemtjänster blir synligare.

Många vattendrag har liknande problem men alla har olika förutsättningar. Trots att andra lösningar aldrig kommer kunna överföras direkt mellan projekt finns ändå ett behov av en utökad kunskapsbank, med projekt som tvingats göra olika typer av hänsynstaganden, för att inspirera till nya effektiva lösningar på andra platser. För ämnets framtid är det kanske allra främst behovet av dokumenterad uppföljning av restaureringsprojekt som eftersträvas för att precisera och tydliggöra de effekter som olika restaureringsåtgärder har haft.

Som nämnt skapar också vattendrag flertalet mervärden, bland annat estetiska, och sociala ekosystemtjänster, vilket vi inte gått in på vidare här på grund av projektets avgränsning. Dessa skulle också kunna optimeras och utvärderas på ett mer utförligt sätt. Målsättningen var att ur ett holistiskt perspektiv undersöka Kvillebäcken och mångfunktionaliteten av blågröna strukturer. Ett helhetsperspektiv är svårt att bibehålla när teorin sätts i en reell kontext där olika förutsättningar och värden sätts mot varandra. Emellertid har projektet resulterat i ett av flera möjliga sätt att förbättra ekologisk- och kemisk status i Kvillebäcken, och skiljer sig från redan framlagda förslag av Göteborgs stad, vilket vi anser gör det att det uppfyller målsättningen om att vara ett kunskapsbidrag till god ekologi, resiliens och hållbar stadsbyggnad i *Älvstaden*.

REFERENSER

- Allan, J.D., Castillo, M.M., & Capps, K.A. (2021). *Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters*. 3.ed., Cham: Springer International Publishing AG. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-61286-3>
- Andersson, M., Lundström, K., Rankka, W., Rydell, B. (2008). *Erosion och sedimenttransport i vattendrag (Varia 592)*. Statens geotekniska institut, SGI. <https://www.sgi.se/globalassets/publikationer/varia/pdf/sgi-v592.pdf> [2023-12-18]
- Ashman, M.R. & Puri, G. (2002) *Essential soil science - A clear and concise introduction to soil science*. Malden, MA: Blackwell Science Ltd.
- Booth, B.D. (2020). Urban waterways. I: Douglas, I., Anderson, P.M.L., Goode, D., Houck, M.C., Maddox, D., Nagendra, H., & Tan, P.Y. (red.) *The Routledge Handbook of Urban Ecology*. 2.ed., Routledge. 749-762. <https://doi.org/10.4324/9780429506758>
- Boverket. (2022). *Utmaningar i grönplaneringen*. <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/gronplan/att-arbeta/utmaningar/> [2023-10-25]
- Broadmeadow S.B., Jones, J.G., Langford, T.E.L., & Shaw P.J. (2011). THE INFLUENCE OF RIPARIAN SHADE ON LOWLAND STREAM WATER TEMPERATURES IN SOUTHERN ENGLAND AND THEIR VIABILITY FOR BROWN TROUT. *River Research and Application*. 27(2). 226-237. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/rra.1354>
- Brown, C. (2020). Urban rivers and their ecology. I: Douglas, I., Anderson, P.M.L., Goode, D., Houck, M.C., Maddox, D., Nagendra, H., & Tan, P.Y. (red.) *The Routledge Handbook of Urban Ecology*. 2.ed., Routledge. 360-370. <https://doi.org/10.4324/9780429506758>
- Bjelke, U. & Sundberg, S. (2014). *SÖTVATTENSSTRÄNDER SOM LIVSMILJÖ – rödlistade arter, biologisk mångfald och naturvård*. 2014:15. SLU ArtDatabanken. <https://res.slu.se/id/publ/56211>
- Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., & Maginnis, S. (2016). *Nature-based Solutions to address global societal challenges*. Gland: IUCN. xiii + 97pp. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.13.en>
- Curtis, P., Bergström, U., Pile, O., Eliasson T., (2022). *Göteborgsområdets berggrund, jordarter och geologiska utveckling*. SGU: 2021:31.
- Danielsson, P., Kling, J., Rydell B & Kiilgaard, R. (2016). *Naturanpassade erosionsskydd i vattendrag. En förstudie*. Statens geotekniska institut, SGI 15045-28. 1.1-1303-0230. <https://www.sgi.se/globalassets/publikationer/sgi-publikation/sgi-p28.pdf>
- Degerman, E. (2008). *Ekologisk restaurering av vattendrag*. Naturvårdsverket och Fiskeriverket. <https://www.havochvatten.se/download/18.64f5b3211343cfffdb2800022567/1348912824990/ekologisk-restaurering-av-vattendrag.pdf>
- Degerman, E., & Näslund, I. (2021). *Fysisk restaurering av akvatiska miljöer - Vattendrag och sjöar med kantzoner och våtmarker*. Naturvårdsverket 2473-19. GRIP on LIFE. <https://www.havochvatten.se/miljopaverkan-och-atgarder/atgardsarbete/restaurering-i-vatten/rapporter-om-restaurering/rapporter-om-restaurering/2021-04-16-fysisk-restaurering-av-akvatiska-miljoer---vattendrag-och-sjoar-med-kantzoner-och-vatmarker.html>
- Douglas, I., Anderson, P.M.L., Goode, D., Houck, M.C., Maddox, D., Nagendra, H., & Tan, P.Y. (red.) (2020). *The Routledge Handbook of Urban Ecology* 2.ed., Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429506758>
- Douglas, I., (2020). Urban ecology for future generations. I: Douglas, I., Anderson, P.M.L., Goode, D., Houck, M.C., Maddox, D., Nagendra, H., & Tan, P.Y. (red.) *The Routledge Handbook of Urban Ecology* 2.ed., Routledge. 1081-1088. <https://doi.org/10.4324/9780429506758>
- Eggermont, H., Balian, E., Azevedo J M N., Beumer, V., Brodin, T., Claudet, J., Fady, B., Grube, M., Keune, H., Lamarque, P., Reuter, K., Smith, M., van Ham, C., Weisser, W.W., & Le Roux, X. (2015). Nature-based Solutions: New Influence for Environmental Management and Research in Europe. *GAIA- Ecological Perspectives for Science and Society*. 24(4), 243-248. <https://doi.org/10.14512/gaia.24.4.9>
- Grizzetti, B., Liqueste, C., Pistocchi, A., Vigiak, O., Zulian, G., Bouraoui, F., De Roo, A., Cardoso, A.C. (2019). Relationship between ecological condition and ecosystem services in European rivers, lakes and coastal waters, *Science of The Total Environment*, 671. 452-465. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.155>.

Göteborgs stad (u.å.b). *Hitta stadsutvecklingsprojekt. Kvillebäcken*.

<https://goteborg.se/wps/portal/start/goteborg-vaxer/hitta-stadsutvecklingsprojekt/stadsomrade-hisingen/helabackaplan/kvillebacken> [2023-10-06]

Göteborgs stad (u.å.c). *Älvstaden*. https://goteborg.se/wps/portal/start/goteborg-vaxer/hitta-projekt/stadsomrade-hisingen/alvstaden!/ut/p/z1/jY9NC4JAFEV_iwu3vudoZu1Mse_MhWmzCY1pEtSJ0RL69UmtghLf717OufCAQgK0Sh85T5tcVGnR5SO1TkuHuLpp6mRxsD20gpnh-esdjkcE4jewJa6L5AEc3fio4WhF4b7MWJgAB3i459zcJjfA9D--RVQXojs86pTZYbNgUp2YZJJ7S67-to0t3qqoopt22pcCF4w7SxKFX8pV1E3kHyTcCujKHluWOwoygv-BKfg/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/ [2023-10-21]

Göteborgs stad (u.å.d). *Vatten i staden - Skyfall*

<https://www.vattenigoteborg.se/Downpour/ScenarioResult> [2023-12-19]

Göteborgs stad (u.å.e). *Vatten i staden - Hav & Vattendrag* <https://www.vattenigoteborg.se/SeaAndWaterways/ScenarioResult> [2023-12-19]

Havs och vattenmyndigheten (2017). *Ekosystemtjänster från svenska sjöar och vattendrag - Identifiering och bedömning av tillstånd*. (2017:7) Havs och vattenmyndigheten. <https://www.havochvatten.se/data-kartor-och-rapporter/rapporter-och-andra-publikationer/publikationer/2017-05-16-ekosystemtjanster-fran-svenska-sjoar-och-vattendrag.html>

Havs- och vattenmyndigheten (2019). *Åtgärdsprogram för temporära sötvatten - med fokus på organismer i naturbetesmarker, hållkar och alvarmiljöer* (2019:7) Havs- och vattenmyndigheten. <https://www.havochvatten.se/download/18.409a918216ae55e1cb79546/1558681509303/rapport-agp-temporara-vatten.pdf>

Havs- och vattenmyndigheten (2022). *Statusklassificering av hydrologisk regim Exemplifiering av HVMFS 2019:25* (2022:01) Havs- och vattenmyndigheten. <https://www.havochvatten.se/download/18.55eea46217e787346e5e9ecf/1643964136683/rapport-statusklassificering-hydrologisk-regim.pdf>

Jacobson (2009). *Åtgärdsprogram för hotade natearter 2008–2011*. Naturvårdsverket:5854. <https://naturvardsverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1623528/FULLTEXT01.pdf>

Jansson, R., Degerman, E., Widén, Å., Malm Renöfält, B. (2017). *Evidensbaserade åtgärder för att restaurera ekologiska funktioner i reglerade vattendrag - vad finns i verktyglådan?* Energiforsk 2017:430 <https://energiforskmedia.blob.core.windows.net/media/23016/evidensbaserade-atgarder-for-att-restaurera-ekologiska-funktioner-i-reglerade-vattendrag-energiforskrapport-2017-430.pdf>

Kiedrzyńska, E., Kiedrzyński, M., Zalewski, M. (2015). Sustainable floodplain management for flood prevention and water quality improvement. *Natural hazards (Dordrecht)*. 76 (2), 955–977. <https://doi.org/10.1007/s11069-014-1529-1>

Kling, J. (2017). *Morfologiska typer i vattendrag [PowerPoint-presentation]*, DHI Sverige. https://www.hymoinfo.com/uploads/9/7/7/0/97709664/biotopkartering_morfologiska_typer_i_vattendrag_20170521.pdf [2023-11-01]

Krauze, K. & Wagner, I. (2019). From classical water-ecosystem theories to nature-based solutions — Contextualizing nature-based solutions for sustainable city. *The Science of the total environment*. 655, 697–706. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.187>

Landezine (u.å.). *Renaturation of the River Aire*. <https://landezine.com/renaturation-of-the-river-aire-geneva/> [2023-12-28]

Lepori & Hjerdt (2006). Lepori, F. & Hjerdt N, Disturbance and Aquatic Biodiversity: Reconciling Contrasting Views. *BioScience*. 56(10), 809–818. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2006\)56\[809:DAABRC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2006)56[809:DAABRC]2.0.CO;2)

Lindroth, H., (1929). *Ortnamnen i Göteborgs och Bohus län II : ortnamnen på Göteborgs Stads område (och i Tuve socken) jämte gårds- och kulturhistoriska anteckningar. [Tredje häftet]*. Institutet för ortnamns- och dialektforskning vid Göteborgs Högskola. Elanders Boktryckeri.

Liptan, T.W. & Houck, M.C. (2020). Urban ecology for future generations. I: Douglas, I., Anderson, P.M.L., Goode, D., Houck, M.C., Maddox, D., Nagendra, H., & Tan, P.Y. (red.) *The Routledge Handbook of Urban Ecology* 2.ed., Routledge. 725-749. <https://doi.org/10.4324/9780429506758>

Länstyrelserna (u.å.). *Diken och dikningar*. https://ext-dokument.lansstyrelsen.se//VastraGotaland/Kulturmiljo/Varda_vattendragen/faktablad-dikning-A4.pdf [2023-12-18]

Länsstyrelsen, Jönköpings län (2010). *Planering för ekologiskt funktionella kantzoner*. <https://www.lansstyrelsen.se/download/18.1dfa69ad1630328ad7c62db5/1526068565018/Kantzoner%20-%20Folder.pdf> [2023-10-27]

Länsstyrelsen, Västra Götalands län (2018). *Naturbaserade lösningar mot översvämning - En praktisk handbok*. <https://www.lansstyrelsen.se/download/18.ac13c73166789a7547c9d/1539693509125/klimatanpassning-naturbaserade-losningar-kort.pdf> [2023-11-20]

Malm Renöfält, B. & Ahonen J. (2013). *Ekologiska flöden och ekologiskt anpassad vattenreglering. Underlag till vägledning om lämpliga försiktighetsmått och bästa möjliga teknik för vattenkraft*. (2013:12). Havs- och vattenmyndigheten. <https://www.havochvatten.se/download/18.5f66a4e81416b5e51f73112/1383209282509/rapport-hav-2013-12-ekologiska-floden.pdf>

McIntyre, N.E. (2020). Urban ecology for future generations. I: Douglas, I., Anderson, P.M.L., Goode, D., Houck, M.C., Maddox, D., Nagendra, H., & Tan, P.Y. (red.) *The Routledge Handbook of Urban Ecology* 2.ed., Routledge. 5-12. <https://doi.org/10.4324/9780429506758>

MSB (2017). *Vägledning för skyfallskartering - Tips för genomförande och exempel på användning* (MSB:1121) Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. <https://rib.msb.se/filer/pdf/28389.pdf>

Naturvårdsverket (2011a). *Svämädellövskog*. <https://www.naturvardsverket.se/4a637a/contentassets/cd497005d9a74a5f829c11f54849bb0b/vl-91f0-svamadellovskog-maj-12.pdf> [2023-11-20]

Naturvårdsverket (2011b). *Fuktängar*. <https://www.naturvardsverket.se/4a6671/contentassets/ef0795d1c7434cb4833ec4b9170e95f8/vl-6410-fuktangar.pdf> [2023-11-20]

Naturvårdsverket (2020). *Sveriges arter och naturtyper i EU:s art- och habitatdirektiv*. <https://www.naturvardsverket.se/globalassets/media/publikationer-pdf/6900/978-91-620-6914-8.pdf> [2023-11-20]

Naturvårdsverket (2023). *Historisk reglering av markavvattning - OMPRÖVNING OCH ÅTERKALLELSE AV TILLSTÅND TILL MARKAVVATTNING*. <https://www.naturvardsverket.se/49d337/contentassets/ce4d3f37e5454e5683b8b0a49ef5da10/historisk-reglering-av-markavvattning.pdf>

Naturvårdsverket (u.å.a.). *Naturbaserade lösningar*. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatanpassning/naturbaserade-losningar/> [2023-11-06]

Naturvårdsverket (u.å.b.). *Polyaromatiska kolväten (PAH)*. <https://utslappisiffror.naturvardsverket.se/sv/Amnen/Ovriga-organiska-amnen/Polyaromatiska-kolvaten/> [2023-11-06]

Naturvårdsverket (u.å.c.). *Fluoranten*. <https://utslappisiffror.naturvardsverket.se/sv/Amnen/Ovriga-organiska-amnen/Fluoranten/> [2023-11-06]

Naturvårdsverket (u.å.d.). *Bromerade difenyletrar (flamskyddsmedel)*. <https://utslappisiffror.naturvardsverket.se/sv/Amnen/Klorerade-organiska-amnen/Bromerade-difenyletrar-flamskyddsmedel/> [2023-11-06]

Nesshöver, C., Assmuth, T., Irvine, K.N., Rusch, G.M., Waylen, K.A., Delbaere, B., Haase, D., Jones-Walters, L., Keune, H., Kovacs, E., Krauze, K., Külvik, M., Rey, F., van Dijk, J., Vistad, O.I., Wilkinson, M.E. & Wittmer, H. (2017). The science, policy and practice of nature-based solutions: An interdisciplinary perspective. *The Science of the total environment*. 579, 1215–1227. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.106>

Novotny, V., Ahern, J., Brown, P. (2010). *Water centric sustainable communities planning, retrofitting, and building the next urban environment*. Hoboken, N.J: Wiley.

Park- och naturförvaltningen i Göteborg (2011). *Handlingsplan för knölnate *Potamogeton trichoides* i Göteborgs Stad*. (2012:2) <https://goteborg.se/wps/wcm/connect/4c81a49d-a7fa-450f-bcce-8f52e35933e9/Handlingsplan+f%C3%B6r+kn%C3%B6lnate+2012.pdf?MOD=AJPERES> [2023-11-14]

Park- och naturförvaltningen i Göteborg (2014). *Välkommen till Hökälla*. https://goteborg.se/wps/wcm/connect/41df02ac-03e5-41ce-8681-abd3d56e294c/H%C3%B6k%C3%A4lla_tv%C3%A5viksbroschyr_webb.pdf?MOD=AJPERES [2023-11-14]

Park- och naturförvaltningen i Göteborg (2018). *Inventering av knölnate i nedre delen av Kvillebäcken 2018*. (2018:01) <https://goteborg.se/wps/wcm/connect/a2d9198f-1e77-4d79-8067-0cc04d2536f7/Inventering+av+kn%C3%B6lnate+i+nedre+delen+av+Kvilleb%C3%A4cken+2018.pdf?MOD=AJPERES> [2023-11-14]

Park- och naturförvaltningen i Göteborg (2021). *PM: Kvillebäckens kantzoner inom Backplan detaljplan 2 - Underlagsrapport till detaljplan för Centrumbebyggelse och handel inom Backplan, detaljplan 2*. [2023-12-01]

- Prominski, M., Bajc, K., Stimberg, D., Stokman, A., Voermanek, H., Zeller, S., Bajc, K., Stimberg, D., Stokman, A., Voermanek, H., Zeller, S., Bajc, K., Stimberg, D., Stokman, A., Voermanek, H., Zeller, S. (2017). *River space. design : planning strategies, methods and projects for urban rivers*. 2.ed. Basel: Birkhäuser. <https://doi.org/10.1515/9783035610420>
- Sandin, L., Donadi S., Holmgren, K., Von Wachenfeldt, E., Jones, D. (2020). *Sötvatten – förvaltning och restaurering med förändrat klimat. Slutrapport från projektet FRESHREST (Sötvattenslandskapet – förvaltning och restaurering i förändrat klimat)*. (2020:6942) Naturvårdsverket <https://www.naturvardsverket.se/4a4387/globalassets/media/publikationer-pdf/6900/978-91-620-6942-1.pdf>
- Selman, P.H. (2012). *Sustainable landscape planning : the reconnection agenda*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203119860>
- SGI (1984) *Tuveskredet - Slutrapport (Rapport 11a)*. SGI. <https://www.sgi.se/globalassets/publikationer/rapporter/pdf/sgi-r11a.pdf>
- SGU (2023). *SGUs kartvisare, strandförskjutningsmodell. [10000 - 10900 cal. BP (år före 1950)]*. <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-strandforskjutningsmodell.html> [2023-11-29]
- Skogsstyrelsen (2023). *SVÄMLÖVSKOGAR - hotade hotspots beroende av översvämningar från vattendrag*. <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/projektwebbplatser/grip-on-life-ip/trycksaker-film-grip-on-life/svamlovskogar.pdf> [2023-11-20]
- SLU Artdatabanken (u.å.). *Potamogeton trichoides*. Artfakta. <https://artfakta.se/artinformation/taxa/potamogeton-trichoides-1284/detaljer> [2023-10-13].
- SLU Artdatabanken (2023). *Publika fynd, polygon i karta, alla rödlistningar*. <https://artportalen.se/ViewSighting/SharedSearch?storedSearchId=16146&identifier=DE9CFC59> [2023-11-28]
- SMHI (2023a) *Hydrologiska ord och begrepp*. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/utbildningsmaterial/hydrologiska-begrepp-1.29125> [2023-11-06]
- SMHI (2023b). *Klimatförändringen är tydlig redan idag*. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/klimatet-forandras/klimatforandringarna-marks-redan-idag-1.1510> [2023-09-20]
- Stoltz, J. & Grahn, P. (2022). *Indikatorer för hälsopromoverande urbana grönområden*. Naturvårdsverket (7043:2022). <https://www.naturvardsverket.se/498dd9/globalassets/media/publikationer-pdf/7000/978-91-620-7043-4.pdf>
- Svenskt vatten (2023). *Miljö kvalitetsnormer för vatten och hav*. <https://www.svensktvatten.se/vattentjanster/avlopp-och-miljo/utslapp-och-recipient/miljokvalitetsnormer/> [2023-10-13]
- Sveriges vattenmiljö (u.å.). *PFAS/PFOS*. Havsmiljöinstitutet. <https://www.sverigesvattenmiljo.se/undersoka-vattenmiljo/pfaspfos> [2023-11-06]
- Sweeney, B.W. & Newbold J.D. (2014). Streamside Forest Buffer Width Needed to Protect Stream Water Quality, Habitat, and Organisms: A Literature Review. *Journal of the American Water Resources Association (JAWRA)*. 50(3), 560-584. DOI: 10.1111/jawr.12203
- Taguchi, V.J., Weiss, P.T., Gulliver, J.S., Klein, M.R., Hozalski, R.M., Baker, L.A., Finlay, J.C., Keeler, B.L., Nieber, J.L. (2020). It Is Not Easy Being Green: Recognizing Unintended Consequences of Green Stormwater Infrastructure. *Water(Basel)*. 12(2), 522-. <https://doi.org/10.3390/w12020522>
- UNDP (u.å.). *Globala målen*. United Nations Development Programme. <https://www.globalamalen.se/> [2023-09-15]
- Vargas-Luna, A., Crosato, A., Anders, N., Hoitink, A. J.F., Keesstra, S. D., Uijttewaal, W.S.J. (2018). Morphodynamic effects of riparian vegetation growth after stream restoration. *Earth Surface Processes and Landforms*. 43(8). <https://doi.org/10.1002/esp.4338>
- VISS (u.å.). *Statusklassning*. <https://visshjalp.lansstyrelsen.se/detta-beskrivs-i-viss/statusklassning/> [2023-09-13]
- VISS (2023). *Kvillebäcken - WA95875860/SE640781-127057*. <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA95875860> [2023-09-13]
- Wedel, K. (2021) *Göteborg 400 - Stadens historia i bilder*. Max Ström.

Wilson, K.N., Baker, S.L. & Kondolf, G.M. (2020). The ideal meander: Exploring freshwater scientist drawings of river restoration. *Freshwater science*. 39 (2), 349–355. <https://doi.org/10.1086/709012>

WSP (2021) *Backaplan detaljplan 3 - Tekniskt PM Geoteknik*. [https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planbygg.nsf/vyFiler/Backaplan%20-%20detaljplan%203%3A%20Bost%3%A4der%2C%20lokaler%20m.m.%20vid%20Backav%3%A4gen%20och%20Norra%20Deltav%3%A4gen-Plan%20ut%3%B6kat%20f%C3%B6rfarande%20-%20samr%C3%A5d-Bilaga%202%20PM%20Geoteknik/\\$File/18.b%20Bilaga%20_BackaplanDP3_PM_Geoteknik_inkl_bilagor.pdf?OpenElement](https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planbygg.nsf/vyFiler/Backaplan%20-%20detaljplan%203%3A%20Bost%3%A4der%2C%20lokaler%20m.m.%20vid%20Backav%3%A4gen%20och%20Norra%20Deltav%3%A4gen-Plan%20ut%3%B6kat%20f%C3%B6rfarande%20-%20samr%C3%A5d-Bilaga%202%20PM%20Geoteknik/$File/18.b%20Bilaga%20_BackaplanDP3_PM_Geoteknik_inkl_bilagor.pdf?OpenElement) [2023-12-20]

Opublicerade källor:

Bordier, J. 2023. Göteborgs stad. Personlig kommunikation, mail.

FIGURFÖRTECKNING

Här listas figurer och dess källor. Om inget annat anges © S. Rigné & Vernersson gällande illustrationer, bearbetade kartor och fotografier.

Figur 01 - 03, 09 - 10, 17, 24, 40: Bearbetat kartmaterial. ©Lantmäteriet (2023). SWEREF 99 TM, RH 2000. Flygfoto [Kartografiskt material] <https://minkarta.lantmateriet.se> [2023-10-01].

Figur 04: Bearbetad bild från Göteborgs stad. Göteborgs stad (u.å). *Älvstaden*. <https://goteborg.se/wps/portal/start/goteborg-vaxer/hitta-projekt/stadsomrade-hisingen/norra-almvstranden/almvstaden> [2023-10-25]

Figur 05: Utdrag ur Göteborgs digitala översiktsplan. Göteborgs stad (2022). Digital översiktsplan - *Nära, sammanhållen och robust stad*. HAJK webbGIS [kartmaterial]. <https://oversiktsplan.goteborg.se/?m=oversiktsplan&x=138107.91441999996&y=6409646.07579&z=0&l=1> [2023-11-28]

Figur 06-07: Bild och visionsbild av White arkitekter hämtade från Göteborgs stads planhemsida: Göteborgs stad (u.å). *Plan- och byggprojekt: Detaljplan för centrumbebyggelse inom Backaplan inom stadsdelarna Kvillebäcken, Backa och Tingstadsvassen*. <https://goteborg.se/wps/portal/start/goteborg-vaxer/sa-planeras-staden/plan-och-byggprojekt?uri=gbglnk%3Agbg.page.bb7386fd-1152-47cb-9da4-d06bd7780a77&projektid=BN0335%2F19> [2023-12-05]

Figur 16, 24: SGU (2023). Jordarter 1:25 000-1:100 000. ©Sveriges geologiska undersökning. [2023-11-13]

Figur 17: Översvämningar med återkomsttid på 200 år, motsvarande värdena i tabell 1. Datalager för översvämningsscenario hämtat: Göteborgs stad (u.å.e). *Vatten i staden - Hav & Vattendrag* <https://www.vattenigoteborg.se/SeaAndWaterways/DownloadResults> [2023-12-19]

Figur 18: Amanda Gudmundson (2021). *Knölnate i Rosenlundskanalen* [fotografi]. <https://bransch.trafikverket.se/arkiv/nyhetsarkiv-for-aldre-nyheter/arkiv-for-nyheter-aldre-an-2022/arkiv-for-nyheter-aldre-an-2022/nyheter29/nyheter-haga/2021/2021-07/knolnate-hittad-i-rosenlundskanalen/> [2023-12-30]

Figur 31-39: Sektioner baserat på baserat på dwg-material från Göteborgs stad. Göteborgs stad (u.å.). 640-14, 639-14. Baskarta DWG 2.0 [dwg-underlag]. https://opengeodata.goteborg.se/files/baskarta/baskarta_dwg.html [2023-09-07]. Träd och skalfigurer hämtade från LineCAD (u.å). *Free CAD Block And AutoCAD Drawing*. <https://www.linecad.com/> [2023-09-20].

Figur 10, 17, 24, 40- 42, 46, 53, 55, 59, 60 : Planillustrationer bearbetat och baserat på dwg-material från Göteborgs stad. Göteborgs stad (u.å.). 640-14, 639-14. Baskarta DWG 2.0 [dwg-underlag]. https://opengeodata.goteborg.se/files/baskarta/baskarta_dwg.html [2023-09-07]

Samtliga träd som använts och bearbetats i illustrationer är material från: Eye, M. (2020). *Träd*. [fotografi] <https://meye.dk> [2023-12-30]

Samtliga skalgubbar som använts och bearbetats i illustrationerna är från: J. Emdén, T. (2011-2024). *Skalfigurer*. [fotografi] www.skalgubbar.se [2023-12-30].

Tabell 1: Göteborg stad (2015:4) *PM – Översvämningssrisker Frihamnen*. [https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planbygg.nsf/vyFiler/Lundby%20-%20Bost%3%A4der%20och%20verksamheter%20i%20Frihamnen%20etapp%201-Plan%20ut%3%B6kat%20f%C3%B6rfarande%20-%20samr%C3%A5d-PM%20%C3%96versv%C3%A4mningsrisker/\\$File/11_PM_Oversvamningsrisker_Frihamnen.pdf?OpenElement](https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planbygg.nsf/vyFiler/Lundby%20-%20Bost%3%A4der%20och%20verksamheter%20i%20Frihamnen%20etapp%201-Plan%20ut%3%B6kat%20f%C3%B6rfarande%20-%20samr%C3%A5d-PM%20%C3%96versv%C3%A4mningsrisker/$File/11_PM_Oversvamningsrisker_Frihamnen.pdf?OpenElement) [2023-10-27] med redigering för att belysa förändring av författarna.

