Slutrapport Projekt NV-02654-24

Diversitet av ryggradslösa djur (evertebrater) i dagvattenpåverkade urbana vattendrag via eDNA

Suna Ekin Kali
Heléne Österlund
Maria Viklander
Godecke Blecken

Luleå tekniska universitet
Institutionen för Samhällsbyggnad och Naturresurser
Forskargruppen VA-teknik
Dag&Nät, DRIZZLE
97187 Luleå

LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

Förord

Ett tack till Peter Rosander för all hjälp med fältarbetet. Tack också till alla på Uppsala kommun/Uppsala Vatten, VASyd och Söderköpings kommun som möjliggjort att vi kunde provta dessa recipienter. Ett stort tack till Åängens B&B, Ensjöholms By och Tom Lindström i Söderköping för att vi kunde ha provtagningsutrustning på deras fastigheter.

Analyserna som presenteras i denna studie har möjliggjorts genom finansiering från Naturvårdsverket. Vi är tacksam för finansieringen. Dessutom har kompetenscentrum DRIZZLE (www.ltu.se/DRIZZLE) och forskningsklustret Dag&Nät (www.ltu.se/dag-nat) bidragit till provtagning och analyser.

Författarna,

Luleå, december2025

Sammanfattning

Denna studie undersökte ekologiska effekter av urbanisering och urban dagvattenavrinning på vattendrag som passerar genom urbana områden. Diversitet av makroevertebrater (ryggradslösa djur) analyserades med environmental DNA (eDNA) metabarkodning av biofilmprover. Dessa har samlats in vid flera platser längs tre vattendrag i södra Sverige. Proverna samlades in längs en gradient från landsbygd uppströms till urbanpåverkade områden nedströms. Generellt dominerades makroevertebratsamhällena av föroreningståliga taxa, särskilt Chironomidae (fjädermyggor), vilket indikerar antropogent tryck längs provsträckan från uppströms till nedströms. Även om diversiteten ökade nedströms speglade detta en ökad hetero genitet av habitat som gynnar föroreningståliga arter snarare än ekologiska förbättringar, vilket speglar en möjlig påverkan från urbana områden och därmed från dagvatten.

Innehåll

Förord 3

Sammanfattning 4

Innehåll 5

1. Introduktion 6

2. Syfte 7

3. Metoder 8

3.1. Provtagningsplatser och provtagning 8

3.2. Dataanalys 8

4. Resultat och diskussion 9

4.1. Förekomst och sammansättning av bottenlevande evetebrater 9

4.2. BMWP-resultat 9

4.3. Shannon-Wiener index 10

5. Slutsatser 11

Referenser 12

1. Introduktion

Ekologisk degradering av vattendrag i eller längs urbana områden är ofta kännetecknat av förhöjda halter av näringsämnen och andra föroreningar, förändrad morfologi och en ökad förekomst av föroreningståliga arter. Urbana dagvattenutsläpp som transporterar föroreningar till recipienterna har identifierats som en primär orsak bakom detta (Meyer et al., 2005). Dagvatten, som fortfarande till stor del avleds utan behandling, transporterar ett stort antal av föroreningar från hårdgjorda ytor som vägar och tak. Även om de kemiska (Wicke et al., 2021) och biologiska (Baetz et al., 2024) effekterna av dagvatten på mottagande vatten har studerats, är de bredare ekologiska effekterna fortfarande delvis oklara. Bottenlevande ryggradslösa djur (makroevertebrater), som är känsliga för habitatstörningar, kan fungera som tillförlitliga bioindikatorer för ytvattenkvalitet.

Under de senaste åren har metabarkodning av eDNA utvecklats som en lovande icke-invasiv, relativt kostnads- och tidseffektiv metod för att bedöma makroevertebratsamhällen (Hering et al., 2018). Även om flera studier har undersökt hur urban markanvändning påverkar makroevertebratdiversitet (Hanh Nguyen et al., 2023), är studier om de ekologiska effekterna av dagvatten på mottagande vattendrag mycket begränsade (Gołdyn et al., 2018) och har inte betraktat svenska recipienter för urbant dagvatten.

2. Syfte

Denna studie syftar till att utvärdera de ekologiska effekterna av urbana områden och dagvattenutsläpp på recipienterna genom att analysera bottenlevande invertebratsamhällen via biofilmextrakt (som kan fungera som sorptiva DNA-reservoarer (Rivera et al., 2021)) med hjälp av eDNA-metabarkodning. Utvärderingen inkluderar platser längs en gradient från landsbygd uppströms till urbaniserade nedströmsplatser längs tre vattendrag som påverkas av dagvatten.

3. Metoder

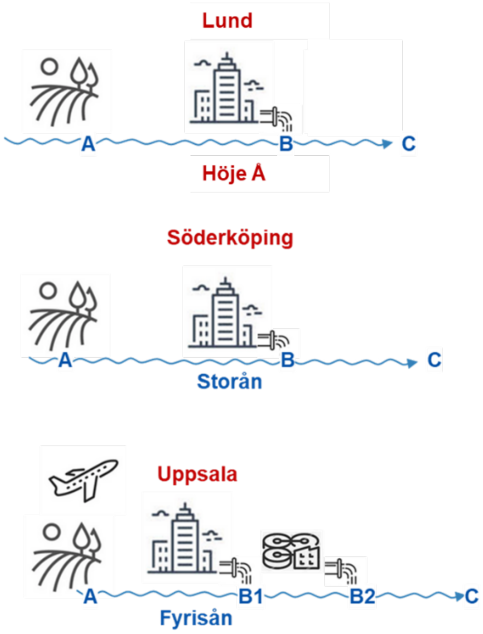
3.1. Provtagningsplatser och provtagning

Prover samlades in från tre vattendrag i södra Sverige som alla passerar genom urbaniserade områden:

- Fyrisån (Uppsala), förkortning Upp.
- Höjeån (Lund), förkortning Lnd,
- Storån (Söderköping), förkortning Sdk.

Provtagning utfördes på flera platser längs varje vattendrag (A>B>C, se Figur 1).

- Uppströmsplatserna (**UppA, LndA** och **SdkA**) representerade områden med låg urban påverkan och dominerades främst av jordbruk. Dessa platser fungerade som referenser. Dock påverkades UppA av dagvatten och grundvatten från en närliggande militär flygbas (Kali et al., 2025). För att etablera en mer tillförlitlig referens tillkom därför provpunkten **Upp0**, lokaliserad längre uppströms.
- Nedströms urbana platser (UppB, LndB och SdkB) placerades direkt nedströms de urbana områdena, med högst potentiell dagvattenpåverkan.
- För att ytterligare utvärdera den urbana påverkan provtogs ytterligare nedströmsplatser (UppC, SdkC, LndC) några kilometer nedströms.



Figur 1. Schema av provtagningsplatserna

Vid varje plats togs prover på akvatiska biofilmer i augusti 2024. För detta valdes grunda områden med stenar eller vegetation som var exponerade för ljus. Fem stenar samlades vid varje plats när sådana fanns; annars användes vattenvegetation (t.ex. gul näckros, Nuphar lutea). Biofilmer avlägsnades med rena tandborstar och sköljdes ner i 100 ml 100% etanol. Blandningarna kyldes till 4–7 °C till vidare molekylär analys enligt SS-EN 13946:2014. Utrustning rengjordes mellan prover med vatten från respektive vattendrag och desinfektion (Virkon S). Proverna genomgick etanolutfällning och mekanisk lysering med silikapärlor innan DNA-extraktion med Qiagen DNeasy Blood and Tissue Kit. Makroevertebratsamhällen karakteriserades via metabarkodning av COI-genregionen.

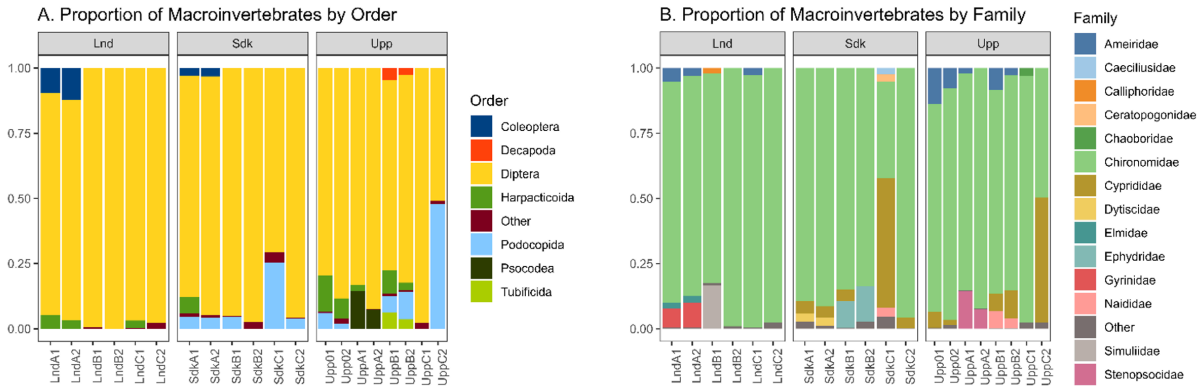
3.2. Dataanalys

Relativ abundans (dvs. antal individer) av varje art beräknades genom att dividera antalet sekvenser per art med det totala antalet sekvenser per plats. För att bedöma samhällenas tolerans mot förorening beräknades BMWP-index (Biological Monitoring Working Party). Art- och diversitet med Shannon-Wiener-index i programvaran R (vegan-paketet).

4. Resultat och diskussion

4.1. Förekomst och sammansättning av bottenlevande evetebrater

Metabarkodning av biofilmextrakt visade totalt 156 taxa av bottenlevande evertebrater, fördelade över 3 fyla, 21 ordningar, 49 familjer och 110 släkten. Överlag dominerade Diptera (tvåvingar) (Figur 2A) som är en opportunistisk och tålig grupp.



Figur 2. Sammansättning av makroevertebratsamhällena visas efter ordning (A) och familj (B) för varje vattendrag: Lnd (Lund), Sdk (Söderköping) och Upp (Uppsala). Provtagningsplatserna är ordnade från uppströms (0 eller A) till nedströms (C). Duplikat anges med siffrorna 1 och 2 (t ex. UppA1 och UppA2). Endast grupper eller familjer som utgör mer än 2 % av den totala sammansättningen visas; de som representerar mindre än 2 % grupperas under "Övriga".

Sammantaget tyder Diptera-dominansen (51 % till 99 %) (en opportunistisk och föroreningstolerant grupp) i alla vattendrag och på alla platser på antropogena stressfaktorer (t.ex. jordbruksverksamhet, urbanisering), eftersom sådana stressfaktorer driver makroinvertebratsamhällen mot mer toleranta taxonomiska grupper som Diptera, samtidigt som förekomsten av känsliga grupper minskar, t.ex. föroreningskänsliga vattenlevande insekter som Coleoptera (Hanh Nguyen et al., 2023).

Coleoptera upptäcktes endast sporadiskt, särskilt vid uppströmsplatser som ligger längre från stadsområdena (LndA och SkdA), vilket tyder på relativt bättre vattenkvalitet vid dessa platser. Intressant nog var viktiga indikatortaxa som Ephemeroptera (dagsländor), Plecoptera (bäcksländor) och Trichoptera (nattsländor) antingen frånvarande eller upptäcktes i mycket låga nivåer i proverna. Ephemeroptera, till exempel, hittades endast sporadiskt vid två provtagningsplatser och utgjorde mindre än 0,02 % av den totala andelen. Även om frånvaron av dessa känsliga taxonomiska grupper kan hänföras till ogynnsamma miljöförhållanden, är det också viktigt att notera de potentiella metodologiska begränsningarna, särskilt primerbias som är inneboende i metabarcoding-tekniker (Gleason et al., 2021).

4.2. BMWP-resultat

Sammantaget återspeglades den dåliga och kraftigt påverkade vattenkvaliteten som observerades längs vattendragen i BMWP-resultaten (Tabell 1). Bland provtagningsplatserna visade Höje Å i Lund och den uppströms belägna platsen i Söderköping (SdkA) relativt högre BMWP-värden, även om de fortfarande hamnade i kategorin "dålig". Däremot uppvisade de övriga platserna "mycket dåliga" BMWP-värden, vilket tyder på kraftigt förorenade förhållanden. Dessa resultat indikerar att andra stressfaktorer (t.ex. avrinning från jordbruket eller landskapsförändringar) tillsammans med urbaniseringen kan ha en negativ inverkan på makroevertebraters mångfald både uppströms och nedströms de studerade sträckorna.

Tabell 1. Biological Monitoring Working Party (BMWP) scores, associated water quality categories, and Shannon-Wiener diversity index values, are presented for each sampling site across the three streams.

		BMWP värde	BMWP kategori	Shannon-Wiener Diversitets Index
Lund	LndA	21	Dålig	1.0
LndB		21	Dålig	1.6
LndC		14	Dålig	1.7
Söderköping	SdkA	22	Dålig	1.9
SdkB		2	Mycket dålig	1.8
SdkC		7	Mycket dålig	1.4
Uppsala	Upp0	2	Mycket dålig	1.8
UppA		7	Mycket dålig	1.2
UppB		6	Mycket dålig	2.1
UppC		10	Mycket dålig	1.1

Dessa resultat stämmer överens med makroevertebratsamhällets sammansättning även på familjenivå, särskilt dominansen av Chironomidae (fjädermyggor) (37 % till 99 %) under Diptera på ordningsnivå, en familj som är känd för sin höga tolerans (Hilsenhoff, 1988). När vattendragen rinner nedströms till och genom mer urbaniserade sträckor, särskilt vid SdkB/SdkC och UppB/UppC, observerades en märkbar ökning av den taxonomiska mångfalden (Figur 2B). Eftersom familjer som dyker upp (t.ex. Cyprididae, musselkräftor) på dessa platser också indikerar måttlig till dålig vattenkvalitet, tyder denna förändring på större miljömässig heterogenitet nedströms. Denna drivs eventuellt av antropogena influenser såsom höga halter av näringsämnen, sedimentering och förändrade flödesförhållanden, vilka alla sannolikt är ett resultat av effekterna av urban avrinning.

4.3. Shannon-Wiener index

I linje med detta resultat visade Shannon-Wiener-diversitetsindexet generellt högre värden vid platser nedströms från stadsområden (t.ex. LndB, UppB, SdkB), vilket speglar förekomsten av icke-inhemska eller mer föroreningstoleranta taxonomiska grupper snarare än en verklig ökning av den ekologiska kvaliteten eller den biologiska mångfalden (Figur 2B).

5. Slutsatser

Syftet med denna studie var att undersöka de potentiella ekologiska effekterna av urbanisering, särskilt urban dagvattenavrinning, på makroevertebraters mångfald i urbana vattendrag med hjälp av en ny eDNA-analys. Dominansen av föroreningstoleranta Diptera, särskilt Chironomidae, i de undersökta vattendragen tyder på påverkan av antropogena stressfaktorer, inte enbart urban avrinning utan även andra faktorer uppström (t.ex. avrinning från jordbruket).

Sammantaget återspeglade mångfalden och arter av makroevertebrater dålig vattenkvalitet i nästan alla undersökta vattendrag, även om något bättre förhållanden observerades vid vissa uppströmsplatser. Även om ökade mångfaldsindex nedströms tyder på större miljömässig heterogenitet, gällde dessa ökningar främst föroreningsresistenta och potentiellt invasiva taxonomiska grupper snarare än att representera en verklig ekologisk förbättring. Dessa förhållanden är sannolikt ett resultat av urbanisering och därmed sammanhängande avrinning, men resultaten var inte tillräckligt tydliga för att identifiera urban avrinning som den enda eller främsta orsaken till den försämring som observerats i makroinvertebratsamhällena.

Pågående arbete omfattar ytterligare eDNA-analyser av kiselalger, fiskar, amfibier och musslor. Dessa data kommer att jämföras med befintliga kemiska data (Kali et al., 2025).

Referenser

Baetz, N., Cunha, J.R., Itzel, F., Schmidt, T.C., Tuerk, J., 2024. Effect-directed analysis of endocrine and neurotoxic effects in stormwater depending discharges. Water Res. 265. https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.122169

Gleason, J.E., Elbrecht, V., Braukmann, T.W.A., Hanner, R.H., Cottenie, K., 2021. Assessment of stream macroinvertebrate communities with eDNA is not congruent with tissue-based metabarcoding. Mol. Ecol. 30, 3239–3251. https://doi.org/10.1111/mec.15597

Gołdyn, R., Szpakowska, B., Świerk, D., Domek, P., Buxakowski, J., Dondajewska, R., Barałkiewicz, D., Sajnóg, A., 2018. Influence of stormwater runoff on macroinvertebrates in a small urban river and a reservoir. Sci. Total Environ. 625, 743–751. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.324

Hanh Nguyen, H., Venohr, M., Gericke, A., Sundermann, A., Welti, E.A.R., Haase, P., 2023. Dynamics in impervious urban and non-urban areas and their effects on run-off, nutrient emissions, and macroinvertebrate communities. Landsc. Urban Plan. 231, 104639. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104639

Hering, D., Borja, A., Jones, J.I., Pont, D., Boets, P., Bouchez, A., Bruce, K., Drakare, S., Hänfling, B., Kahlert, M., Leese, F., Meissner, K., Mergen, P., Reyjol, Y., Segurado, P., Vogler, A., Kelly, M., 2018. Implementation options for DNA-based identification into ecological status assessment under the European Water Framework Directive. Water Res. 138, 192–205. https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.03.003

Hilsenhoff, W.L., 1988. Rapid Field Assessment of Organic Pollution with a Family-Level Biotic Index. J. North Am. Benthol. Soc. 7, 65–68. https://doi.org/10.2307/1467832

Kali, S.E., Österlund, H., Viklander, M., Blecken, G., 2025. Occurrence, concentration and distribution of 50 organic contaminants in water and bottom sediment from urban streams affected by stormwater discharges. Water Res. 283. https://doi.org/10.1016/j.watres.2025.123847

Meyer, J.L., Paul, M.J., Taulbee, W.K., 2005. Stream ecosystem function in urbanizing landscapes. J. North Am. Benthol. Soc. 24, 602–612. https://doi.org/10.1899/04-021.1

Rivera, S.F., Vasselon, V., Mary, N., Monnier, O., Rimet, F., Bouchez, A., 2021. Exploring the capacity of aquatic biofilms to act as environmental DNA samplers: Test on macroinvertebrate communities in rivers. Sci. Total Environ. 763, 144208. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144208

Wicke, D., Matzinger, A., Sonnenberg, H., Caradot, N., Schubert, R.-L., Heinzmann, B., von Seggern, D., Rouault, P., 2021. Micropollutants in urban stormwater runoff of different land uses. Water Switz. 13. https://doi.org/10.3390/w13091312

LULEÅ
TEKNISKA
UNIVERSITET