Kristianstad University Sweden

گذار از فرصت‌طلبی به رویکرد راهبردی

برنامه‌ریزی راهکارهای مبتنی بر طبیعت در محیط‌های شهری

سالار حقیقت افشار

۱۴۰۴/۱۰/۰۲

پیش‌زمینه

تغییرات اقلیمی، فشردگی شهری و رشد جمعیت شهرها باعث افزایش ریسک موارد زیر می‌شوند:

- **وقوع سیلاب‌های شهری**
- **تنش گرمایی و جزایر حرارتی**
- **کاهش کیفیت آب‌های سطحی و رواناب‌ها**
- **فشار بیش از حد بر شبکه‌های زهکشی**

Kristianstad University Sweden

Flooding

- Coastal Flooding
- Fluvial (riverine) Flooding
- Pluvial Flooding

- طوفان ساحلی
- سیلاب رودخانه‌ای (طغیان رودخانه‌ها)
- سیل با منشاء بالادستی (بر بستر مسیل‌ها)
- سیلاب بارشی/سطحی (آب گرفتگی ناشی از اشباع یا عدم وجود شبکه‌های زهکشی)

Kristianstad University Sweden

راهکارهای مبتنی بر طبیعت (NbS)

- راهکارهایی هستند که به‌صورت هم‌زمان چندین چالش شهری را کاهش می‌دهند و به بهبود تاب‌آوری کمک می‌کنند.

چالش‌های رایج در پیاده‌سازی راهکارهای مبتنی بر طبیعت (NbS)

✅ اجرای NbS معمولاً هم‌زمان با پروژه‌های دیگر انجام می‌شود، مانند بازسازی خیابان‌ها.

❌ انتخاب محل اغلب فرصت‌محور و مقطعی است. بر اساس اقدامات آني، تصادفی یا فرصت‌های پیش‌آمده، نه بر پایه‌ی نیازسنجی و تحلیل‌های سیستماتیک.

❌ فقدان برنامه‌ریزی یکپارچه: اهداف فنی، اقتصادی و اجتماعی در کنار هم ارزیابی نمی‌شوند

❌ خطر زیربهینه‌سازی (Sub-optimization): راهکار نادرست در مکان نادرست / اثربخشی کم، هزینه بالا و عملکرد نامناسب

Kristianstad University Sweden

چند نمونه پروژه

- **بهینه‌سازی با استفاده از ابزارهای معمول و متداول**
  - ارزیابی یکپارچه‌ی زیرساخت‌های مبتنی بر طبیعت: Multifunctionality Analysis
  - طراحی و جانمایی بهینه‌ی زیرساخت‌های مبتنی بر طبیعت برای بهبود عملکرد شبکه‌ی زهکش شهری
- **بهینه‌سازی با استفاده از ابزارهای مدرن و هوش مصنوعی**
  - طراحی و جانمایی بهینه‌ی زیرساخت‌های مبتنی بر طبیعت برای بهبود عملکرد شبکه‌ی زهکش شهری

Kristianstad University Sweden

بهینه‌سازی با استفاده از ابزارهای معمول و متداول

پروژه‌ی تحقیقاتی:

ارزیابی یکپارچه‌ی زیرساخت‌های مبتنی بر طبیعت

Kristianstad University Sweden

پرسش‌های پژوهش

- چه راهکار مبتنی بر طبیعت (NbS) برای مواجهه با کدام چالش کارآمدتر است؟
- چگونه می‌توان راهکارهای مبتنی بر طبیعت (NbS) را به‌صورت یکپارچه ارزیابی کرد؟
- اثرات NbS در محیط‌های مختلف شهری و در گذر زمان چگونه تغییر می‌کند؟
- چگونه می‌توان با استفاده از تحلیل چندمعیاره و دیدگاه کاربران، بهترین گزینه‌های NbS را در برنامه‌ریزی شهری انتخاب و بهینه‌سازی کرد؟

Kristianstad University Sweden

روش تحقیق

۲۰ نوع مختلف از NbSها از سه منظر زیر مورد مقایسه قرار گرفتند:

- **سازگاری با تغییرات اقلیمی (Climate adaptation)**
  - مدیریت رواناب (شدت و کیفیت رواناب)
  - تنش گرمایی: اقلیم بیرونی (جزایر حرارتی) و اقلیم داخل ساختمان
- **فضاهای سبز و کارکردهای اجتماعی: تفریح و بهبود کیفیت زندگی(Recreation)**
- **هزینه‌های ساخت و نگهداشت (Construction and maintenance costs)**

Kristianstad University Sweden

روش ارزیابی

🔢 مقیاس اسمی (۱ تا ۵) برای سنجش کارکرد و هزینه

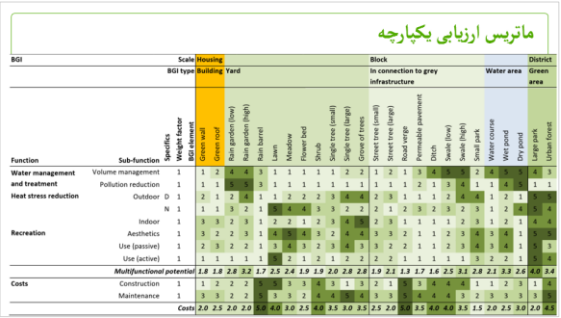
⚖️ وزن‌دهی عملکردهابر اساس نیازهای سایت / محل اجرا

🎯 شناسایی بهترین گزینه

Kristianstad University Sweden

نمونه‌ی نتایج

- **جنگل شهری (Urban forest)**: بیشترین کارکرد نسبت به هزینه
- **پارک‌های شهری (City parks)**: کارکرد بالا، اما هزینه‌بر
- **حاشیهٔ جاده‌ها و سطوح نفوذپذیر**: هزینه پایین، کارکرد متوسط
- **بام‌ها و دیوارهای سبز (Green roofs & walls)**: هزینه بالا، سود محدود



ماتریس ارزیابی یکپارچه

BGI		Scale	Housing		Yard										Block								Water area			District
		BGI type	Building		Yard										In connection to grey infrastructure								Water area			Green area
Function	Sub-function	Weight factor / BGI element	Green wall	Green roof	Rain garden (low)	Rain garden (high)	Rain barrel	Lawn	Meadow	Flower bed	Shrub	Single tree (small)	Single tree (large)	Group of trees	Street tree (small)	Street tree (large)	Road verge	Permeable pavement	Ditch	Swale (low)	Swale (high)	Small park	Water course	Wet pond	Dry pond	Large park	Urban forest
Water management and treatment	Volume management	1	1	2	4	4	3	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	3	4	5	5	2	4	5	5	4	3
	Pollution reduction	1	1	1	5	5	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	4	1	1	4	5	1	1
Heat stress reduction	Outdoor D	1	2	1	2	4	1	1	2	2	2	3	4	4	2	3	1	1	1	2	4	4	1	2	1	5	5
	N	1	1	1	3	2	1	5	4	4	3	3	2	2	2	1	2	3	2	3	2	3	1	2	4	5	4
	Indoor	1	3	3	2	3	1	2	2	1	2	3	4	5	2	3	1	1	1	1	2	3	1	2	1	4	4
Recreation	Aesthetics	1	3	2	2	3	1	4	5	4	3	2	4	4	3	3	2	1	1	2	3	4	5	4	1	5	5
	Use (passive)	1	2	3	2	2	1	3	4	3	2	3	4	3	3	2	2	1	1	2	3	4	5	4	1	5	3
	Use (active)	1	1	1	1	1	1	5	2	1	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	3	2	2	1	5	4
	Multifunctional potential		*1.8*	*1.8*	*2.8*	*3.2*	*1.7*	*2.5*	*2.4*	*1.9*	*1.9*	*2.0*	*2.8*	*2.8*	*1.9*	*2.1*	*1.3*	*1.7*	*1.6*	*2.5*	*3.1*	*2.8*	*2.1*	*3.3*	*2.6*	*4.0*	*3.4*
Costs	Construction	1	1	2	2	2	5	5	3	3	4	3	1	3	2	1	5	3	4	4	4	1	1	2	3	1	4
	Maintenance	1	3	3	2	2	5	3	3	2	4	4	5	4	3	3	5	4	4	4	3	2	3	3	3	5	5
	Costs		*2.0*	*2.5*	*2.0*	*2.0*	*5.0*	*4.0*	*3.0*	*2.5*	*4.0*	*3.5*	*3.0*	*3.5*	*2.5*	*2.0*	*5.0*	*3.5*	*4.0*	*4.0*	*3.5*	*1.5*	*2.0*	*2.5*	*3.0*	*2.0*	*4.5*

کاربرد

یک ابزار عمومی برای پشتیبانی تصمیم‌گیری:

- گفت‌وگو و هماهنگی میان ذی‌نفعان
(Dialogue facilitator between stakeholders)
- پشتیبانی از تهیهٔ طرح‌های تفصیلی، دستورالعمل‌های طراحی و برآورد بودجه
(Support to detail plans, design guidelines, budget)

Kristianstad University Sweden

Contents lists available at ScienceDirect

Cities

journal homepage: www.elsevier.com/locate/cities

A framework for integrated assessment of blue-green infrastructure: A decision support tool for evaluating climate adaptation and social benefits in relation to construction and maintenance costs

Sofia Thorsson [a,*], Oskar Bäcklin [a], Joanna Friberg [b], Sofia Frisell Eriksson [c], Salar Haghighatafshar [d], Janina Konarska [a], Shelly Kotze [e], Fredrik Lindberg [a], Claes-Anders Malmberg [b], David Rayner [a], Jutta Schade [f], Lisa Ström [b], Björn Sundén [b], Barbro Sundström [b], Nils Wallenberg [a], Peter Ylmén [f]

[a] Department of Earth Sciences, University of Gothenburg, Gothenburg, Sweden
[b] The Gothenburg Region, Gothenburg, Sweden
[c] Ale municipality, Ale, Sweden
[d] Department of Environmental Science, Kristianstad University, Kristianstad, Sweden
[e] Department of Economy and Society, University of Gothenburg, Gothenburg, Sweden
[f] Research Institutes of Sweden, Gothenburg, Sweden

https://doi.org/10.1016/j.cities.2025.106239

ابزار آنلاین - ماتریس ارزیابی یکپارچه

https://mfa.serve.scilifelab.se/

https://doi.org/10.1016/j.cities.2025.106239

Kristianstad University Sweden

بهینه‌سازی با استفاده از ابزارهای معمول و متداول

پیش‌پروژه‌ی تحقیقاتی:

طراحی و جانمایی بهینه‌ی زیرساخت‌های مبتنی بر طبیعت

برای بهبود عملکرد شبکه‌ی زهکش شهری

Kristianstad University Sweden

اهداف پژوهش

- توسعه‌ی یک مدل هیبرید (Hybrid model) برای شبیه‌سازی هم‌زمان راهکارهای مبتنی بر طبیعت و شبکه فاضلاب شهری.
- ارائه‌ی یک روش بهینه‌سازی اقتصادی–هیدرولیکی برای تعیین بهترین مکان و اندازه‌ی سیستم‌های مبتنی بر طبیعت در مقیاس شهری.
- کاهش هزینه‌های سیلاب و هزینه‌های اقدام (action cost) از طریق یافتن ترکیب بهینه‌ای از مداخلات طبیعت‌محور.

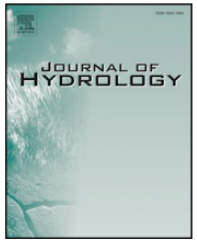
Kristianstad University Sweden

Journal of Hydrology 578 (2019) 124125

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Hydrology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jhydrol



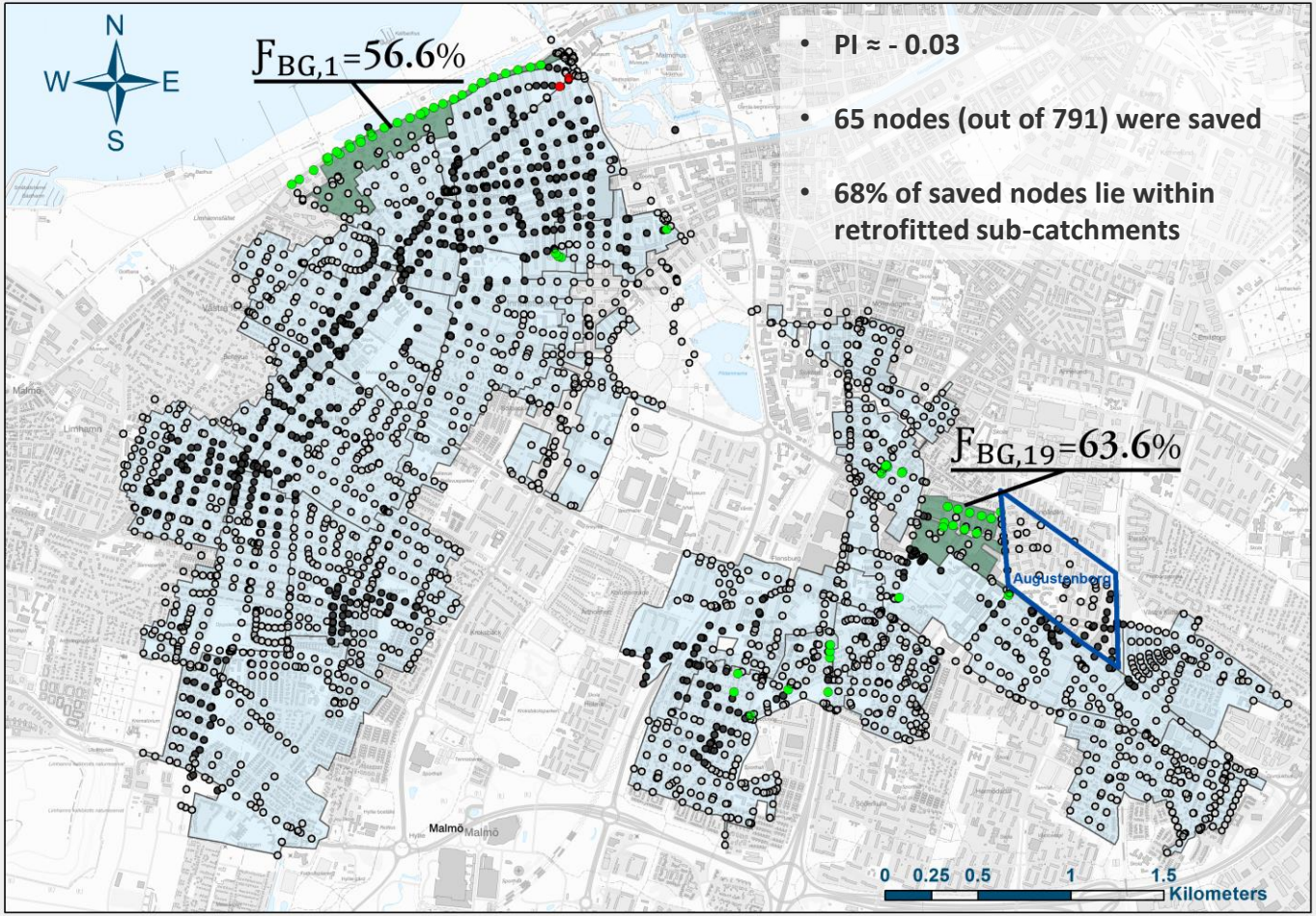
Research papers

Hydroeconomic optimization of mesoscale blue-green stormwater systems at the city level

Salar Haghighatafshar[a,*], Mikael Yamanee-Nolin[b], Anders Klinting[c], Maria Roldin[d], Lars-Göran Gustafsson[d], Henrik Aspegren[a,e], Karin Jönsson[a]

[a] Water and Environmental Engineering, Department of Chemical Engineering, Lund University, P.O. Box 124, SE-22100 Lund, Sweden
[b] Department of Chemical Engineering, Lund University, P.O. Box 124, SE-22100 Lund, Sweden
[c] DHI Denmark (Head Office), DHI A/S – DHI Water Environment Health, Agern Allé 5, DK-2970 Hørsholm, Denmark
[d] DHI Sweden, Södra Tullgatan 3, SE-21140 Malmö, Sweden
[e] Sweden Water Research AB, Ideon Science Park, Scheelevägen 15, SE-22370 Lund, Sweden

https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124125



Kristianstad University Sweden

نتایج کلیدی

- مزایا فقط محدود به ناحیه‌ی مداخله نیست؛ حتی بخش‌هایی از حوضه که retrofit در آن انجام نشده نیز کاهش سیلاب تجربه کردند
- در برخی سناریوهای غیر بهینه، حتی با افزودن راهکارهای مبتنی بر طبیعت، سیلاب افزایش پیدا کرد—که نشان‌دهنده‌ی پیچیدگی رفتار شبکه و اهمیت مکان‌یابی صحیح می‌باشد.
- استقرار تصادفی یا غیرسیستماتیک راهکارهای NbS می‌تواند عملکرد شبکه را بدتر کند: ضرورت بهینه‌سازی و طراحی مبتنی بر تحلیل.
- برای رسیدن به سناریوهای بهینه به روش‌های بهینه‌سازی پیشرفته (بهینه‌سازی چندمنظوره، الگوریتم‌های ژنتیکی و روش Pareto) و ابزارهای شبیه‌سازی بسیار سریع (هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی) نیاز داریم.

Kristianstad University Sweden

بهینه‌سازی با استفاده از ابزارهای مدرن و هوش مصنوعی

پروژه‌ی تحقیقاتی:

طراحی و جانمایی بهینه‌ی زیرساخت‌های مبتنی بر طبیعت

برای بهبود عملکرد شبکه‌ی زهکش شهری

Kristianstad University Sweden

پروژه‌ی Opti-SITE

- تامین مالی: اتحادیه‌ی اروپا
- صاحب پروژه: **Sweden Water Research AB**
- اعضای پروژه:

AALBORG UNIVERSITET
DHI
HOFOR
Högskolan Kristianstad
LUNDS UNIVERSITET
NSVA
sweden water research

Kristianstad University Sweden

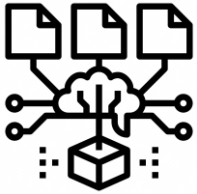
هدف از Opti-SITE

توسعه‌ی یک روش نوین با استفاده از داده‌های راداری شدت بارش با وضوح بالا و هوش مصنوعی برای شناسایی مناسب‌ترین مناطق جهت اجرای راهکارهای مبتنی بر طبیعت در مدیریت آب‌های سطحی شهری:

- کاهش بهینه‌ی بار هیدرولیکی روی شبکه‌ی فاضلاب شهری
- مدیریت و تصفیه‌ی بهینه‌ی آلاینده‌های موجود در رواناب
- توسعه‌ی ماژول پیش‌بینی کوتاه‌مدت بارندگی (حال‌بینی) و مابازای هیدرولیکی آن روی شبکه برای طراحی اقدامات متناسب

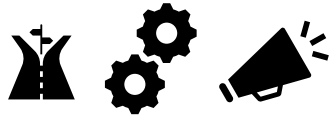
Kristianstad University Sweden

بهبود تحلیل بارش با استفاده از داده‌های رادار، با کمک رادارهای باران‌سنج (Micro Rain Radars) و دیسترامترها



تنظیم و تطبیق مدل‌سازی هیدرودینامیکی با داده‌های بارشی تولیدشده توسط رادار

توسعهٔ مدل‌های یادگیری ماشینی برای هیدرولیک شبکه (مدل جانشین) به‌همراه مدل‌سازی کیفیت رواناب



ماژول بهینه‌سازی (برنامه‌ریزی)

ماژول پیش‌بینی کوتاه‌مدت بارش

Kristianstad University Sweden

www.hkr.se/en

Salar.Haghighatafshar@hkr.se

Kristianstad University Sweden