



Injury Reducing Effect of GSHP-Heated Pedestrian Paths

Authors: Khabat Amin, Bijan Adl-Zarrabi, Olof Andersson, Jordanka Kovaceva, Marianne Andersson, Beshara Sawaya, Finn Nilson, Anna Carlsson



Injury Reducing Effect of GSHP-Heated Pedestrian Paths

Ground Source Heat Pump (GSHP)

Syfte med studien:

- ❖ Att utvärdera om uppvärmning av markytor är en rimlig säkerhetsåtgärd för att förhindra fotgängarnas singelolyckor i trafikmiljön i Sverige
- ❖ Att undersöka vilken teknik som är mest effektiv och kostnadseffektiv.



Gång- och cykelvägar i Sverige



Vägtrafikskador i Sverige

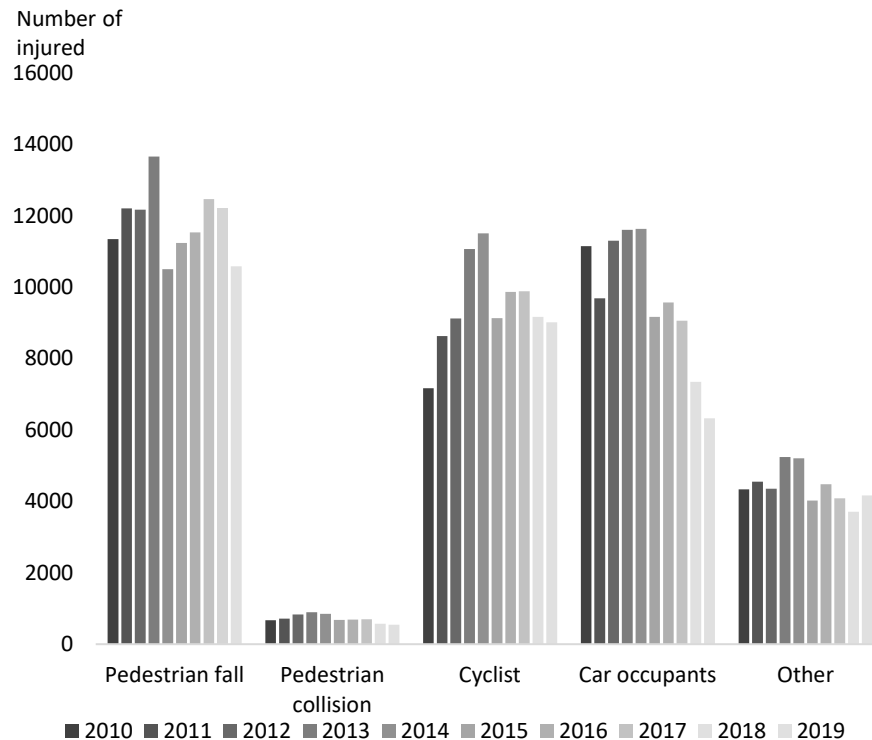
36 000 personer skadades årligen i Sverige.

Den största gruppen är fotgängare.

127 fotgängare per 100 000 personår.

94% av dessa fotgängare skadas i fallolyckor.

17 gånger fler fotgängare skadades i fallolyckor än i kollisionsolyckor.



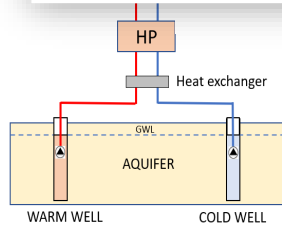
Vinterskötsel av gång- och cykelvägar



Uppvärmning
med
fjärrvärme

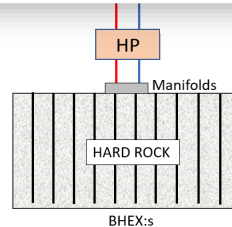
Plogning,
sandning
och/eller
saltning

Uppvärmningssystem

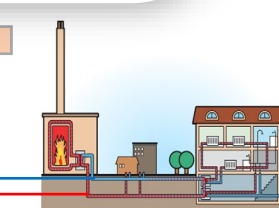


ATES

(Aquifer Thermal Energy Storage)

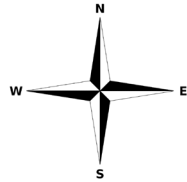


BTES



DISTRICT HEAT

Städer med uppvärmningssystem i Sverige

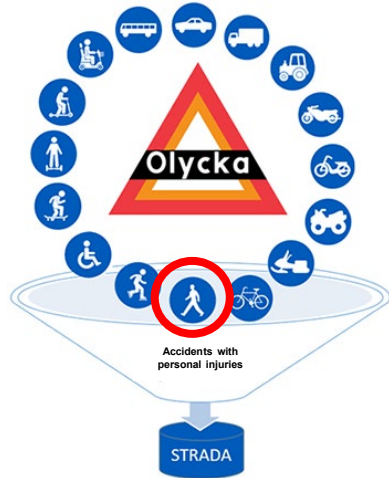


22 out of 290
cities in Sweden
operate HHP
systems

600,000 m²
total ground surface
area

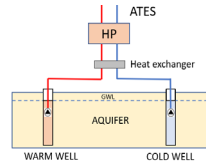
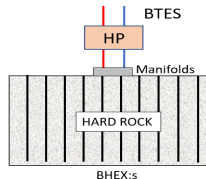
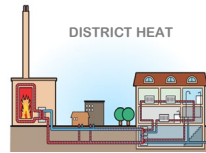
4 cities were
purposefully selected
to represent the
country nationally

Datinsamling och metod



Swedish Traffic Accident Data Acquisition (STRADA)

ACCIDENT DATA
(Swedish Transport Agency)



ENERGY COSTS DATA
(Nils Holgerson-Gruppen, 2023)
(Andersson et al., 2023)

Odds Ratios

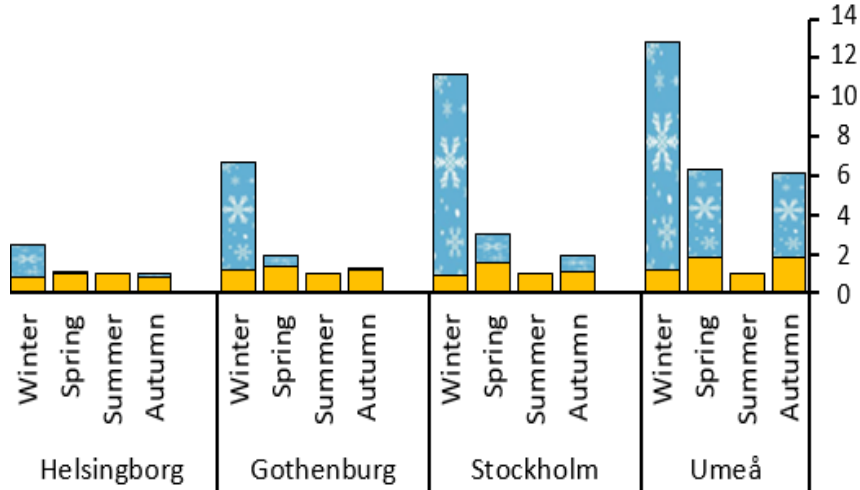
	Falls/slip due to ice/snow	All else	Total
Unheated pavements	a	b	a+b
Heated pavements	c	d	c+d
Total	a+c	b+d	a+b+c+d

Method
(Altman, 1991)

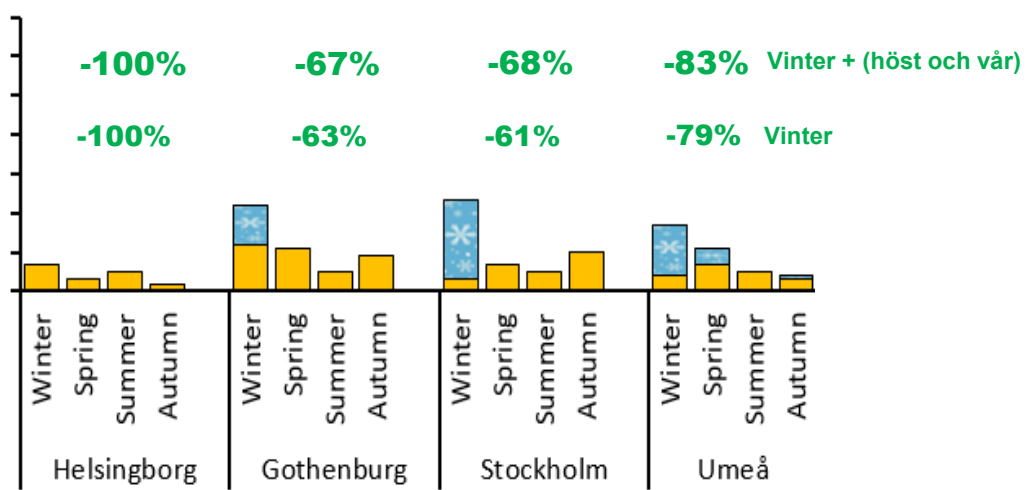
Resultat

Fördelning av singelolyckor bland fotgängare (fallolyckor) under åren 2007-2014

Unheated Pedestrian Paths



Heated Pedestrian Paths



Other Slip due to ice/snow

(Summer normalised to value 1)

Resultat

Occurrences and Odds Ratios of Pedestrian Fall Injuries on unheated and heated pavements during winter.

City	Type of pavement	Slip due to ice/snow	All other	Total	OR	95% CI	z-statistic (p-value)
All 4 cities	Unheated	890 ^a	120 ^b	1,010			
	Heated	112 ^c	57 ^d	169			
	Total	1,002	177	1,179	3.78	2.60–5.47	7.008 (0.0001)

Antal ytterligare skadade om inga gator var uppvärmda

$$a+c=(a/b)*(b+d)=1,313 \text{ (7 vintrar)}$$

164/vinter

Resultat

Energy costs of different systems for 1,000m² heated pavement

Uppvärmningssystem	SPF	Energiförbrukning	Årlig energikostnad
		[MWh]	[SEK]/1,000 m ²
Fjärrvärme	1	0	290 000
ATES	10	33	43 000
BTES	5	65	85 000

SPF=Seasonal Performance Factor

General cost-benefit analysis of different the HHP systems

Stad	Uppskattat antal förhindrade skador	Kostnader per		Energi kostnad [i 1000 SEK]		
		fallolycka [i 1000 SEK, 2024]	Uppvärmad yta [1000 m ²]	Fjärrvärme	ATES	BTES
Alla 4 städer	164	71	162	290	43	85
Total kostnad		11 644		46 980	6 966	13 770

Injury Reducing Effect of GSHP-Heated Pedestrian Paths

Studiens slutsatser:

- ✓ I Sverige är fall bland fotgängare (singelolyckor) vintertid på grund av halka på is och/eller snö ett kostsamt och växande problem.
- ✓ Uppvärmda gångytor har en betydande skadereducerande effekt, särskilt i städer med mer is och snö.
- ✓ Att använda uppvärmning som en skadereducerande metod är mer hållbart och effektivt än traditionella mekaniska och kemiska metoder.
- ✓ I dagsläget används fjärrvärme som värmekälla i svenska städer, men geotermiska metoder som bergvärmepumpar är mer kostnadseffektiva.



TACK

 Khabat Amin

Projektet genomfördes med ekonomiskt stöd från Trafikverket (Skyltfond 2016/19843), Transportstyrelsen och Energimyndigheten (Anslag 51491-1).