

Investeringar och driftkostnader

Berndt Björlenius & Michael Cimbritz



Foto: Tobias Sterner

*Rapporten återfinns i sin helhet i
Beställargruppens slutrapport 2021, s. 75-123*



De första kostnadsuppskattningarna

- Regeringsuppdrag från 2005
- En första ansats: 0,75 – 15 SEK/m³
 - 0,75 – 5 SEK/m³ (RO undantaget)
 - 200 – 1 200 SEK per person och år
 - Teknikval och anläggningsstorlek förklarar skillnader



Avloppsreningsverkens
förmåga att ta hand
om läkemedelsrester
och andra farliga ämnen

RAPPORT 5794 • FEBRUARI 2008



Fler skattningar

- Stort verk (>100 000 pe):
 - Ozonering: 0,6 SEK/m³
 - GAK: 2,9 SEK/m³

Tabell 6:26 Kostnadsrelationer mellan anläggningsstorlekar (VA-forskrapport, Balmer 1993)

Anläggningsstorlek, personer	Faktor
2 001-10 000	4,0
10 001-20 000	3,1
20 001-50 000	2,8
50 001-100 000	2,1
100 001-	1,0

Läkemedelsrester i Stockholms vattenmiljö

Förekomst, förebyggande åtgärder och rening av avloppsvatten



Cajsa Wahlberg
Berndt Björleinius
Nicklas Paxéus

Nytt regeringsuppdrag

- Stora anläggningar (>100 000 pe): < 1 SEK/m³ för flertalet reningstekniker

Rapport B 2288 – Handbok för rening av mikroföroreningar vid avloppsreningsverk – Planering och installation av reningstekniker för läkemedelsrester och andra mikroföroreningar

Tabell 7.8. Skattade kostnader utifrån offerter och andra kostnadsuppgifter från olika leverantörer inkl. uträkningar baserade på dessa.

(siffror i parentes avser skattade kostnader utifrån andra anläggningstorlekar då direkta uppgifter från leverantörer saknades; kursiv text innebär en ökad osäkerhet vid mindre anläggningar och att en bra existerande rening vid dessa reningsverk förutsatts)

Anläggningsstorlek	Reningsteknik-kombination				
	O ₃	BAF	O-BAF	PAK-UF	UF-BAF
Totalkostnad för installation (investering), Mkr					
2000 pe	1,4 - 5	(4)	(5 - 9)	14	15 - 18
10 000 pe	2 - 7,5	6,5	8,5 - 14,5	19	19 - 25
20 000 pe	3,4 - 9	7,5	11 - 16,5	25	22 - 32
100 000 pe	10,5 - 20	17,5	18 - 37	75	67 - 93
500 000 pe	28 - 60	50	58 - 110	320	260 - 370
Beräknad årlig avbetalningskostnad, Mkr/år					
2000 pe	0,1 - 0,4	(0,3)	0,4 - 0,7	1	1,1 - 1,4
10 000 pe	0,15 - 0,55	0,6	0,6 - 1	1,4	1,4 - 1,9
20 000 pe	0,3 - 0,7	0,7	0,8 - 1,2	1,8	1,6 - 2,4
100 000 pe	0,8 - 1,5	1,6	1,3 - 2,5	5,4	5 - 7
500 000 pe	2 - 4,5	4,6	4,3 - 7,5	23	19 - 27
Beräknad årlig driftkostnad, Mkr/år					
2000 pe	(0,2)	(0,7)	(0,8)	0,6	1,1 - 1,2
10 000 pe	0,3	0,5	0,7	1,8	1,1 - 1,5
20 000 pe	0,4	0,9	1,2	3,1	1,7 - 2,5
100 000 pe	1,5	4	4,9	14	7,5 - 10
500 000 pe	6,5	19	22,5	65	33 - 44
Specifik kostnad för rening av en kubikmeter avloppsvatten, kr/m³					
2000 pe	0,55 - 0,9	1 - 1,2	1,5	5,3	4,5 - 5,7
10 000 pe	0,25 - 0,55	0,7 - 1	1,1	2,1	1,7 - 2,5
20 000 pe	0,23 - 0,35	0,5 - 0,8	0,75	1,6	1,2 - 1,9
100 000 pe	0,19 - 0,20	0,35 - 0,6	0,50	1,3	0,8 - 1,4
500 000 pe	0,14 - 0,15	0,2 - 0,5	0,40	1,2	0,6 - 1,2
Elförbrukning i drift (kWh/m³)					
O ₃ - Ozonering	0,1 - 0,3	< 0,01	0,1 - 0,3	0,1 - 0,55	0,1 - 0,5

O₃ - Ozonering
 BAF - Biologiskt aktivt filter med granulerat aktivt kol (GAK) som filtermaterial
 O-BAF - Teknikkombination O₃ & BAF
 PAK-UF - Teknikkombination Pulveriserat aktivt kol (PAK) & Ultrafiltrering (UF)
 UF-BAF - Teknikkombination UF & BAF



B
 Nr B 2288
 Oktober 2017

Handbok för rening av mikroföroreningar vid avloppsreningsverk

Planering och installation av reningstekniker för läkemedelsrester och andra mikroföroreningar

Christian Baresel, Mats Ek, Heléne Ejhed, Ann-Sofie Allard, Jørgen Magnér, Lena Dahlgren, Klara Westling, Cajsa Wahlberg, Uwe Fortkamp, Sara Soler

ivl
 SVENSKA
 MILJÖINSTITUTET

I samarbete med: Stockholm Vatten och Avfall AB, Sydvästra Stockholmsregionens VA-verksamhet SYVAB, Kungliga Tekniska högskolan (KTH), Havs- och vattenmyndigheten, HaV



Avancerad rening av avloppsvatten för avskiljning av läkemedelsrester och andra oönskade ämnen

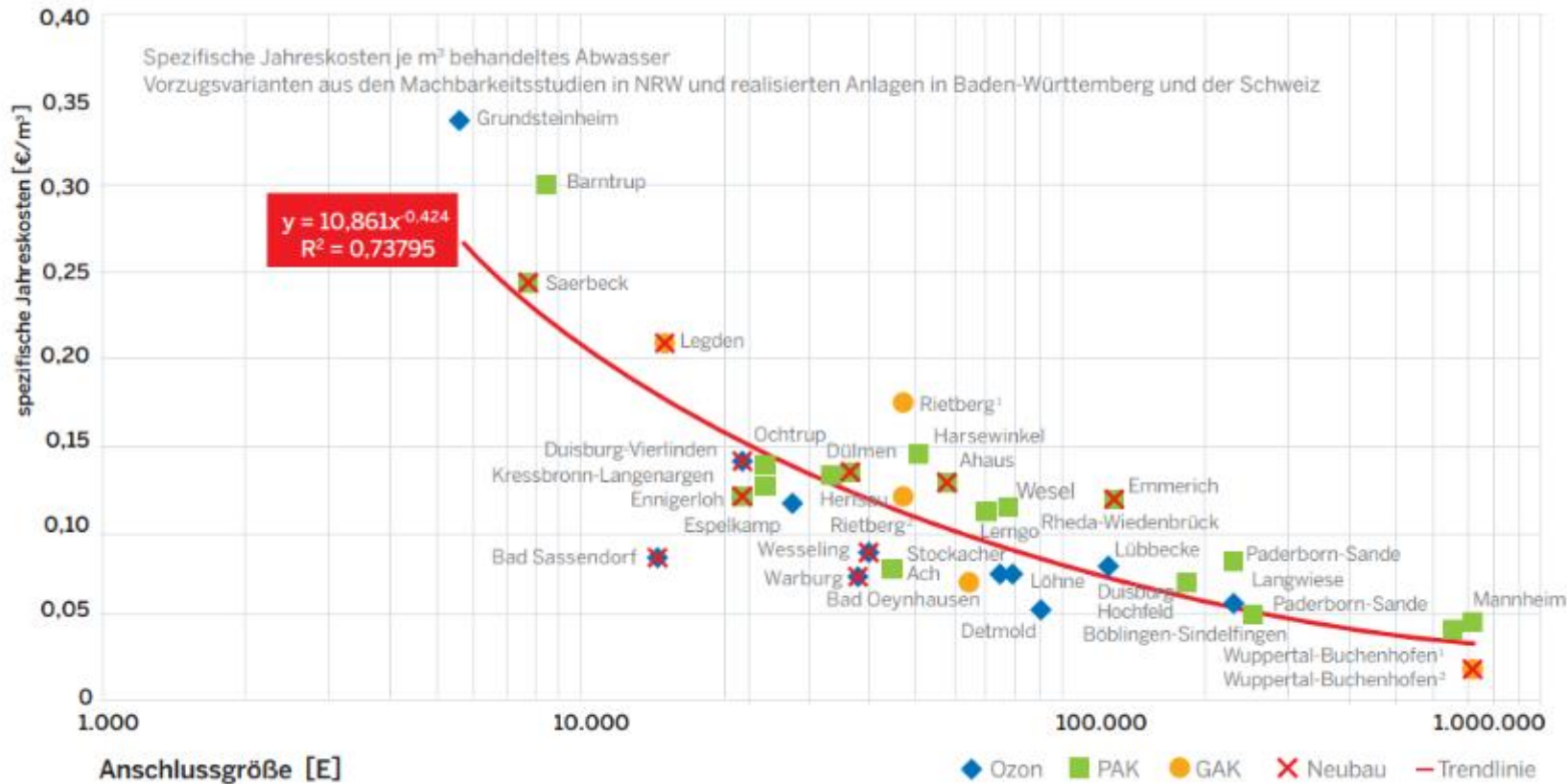
Behov, teknik och konsekvenser

Redovisning av ett regeringsuppdrag

RAPPORT E766 • APRIL 2017



Specifika årskostnader som funktion av anläggningsstorlek



¹ Vorzugsvariante 1 ² Vorzugsvariante 2

Kostnad per m³ eller pe?

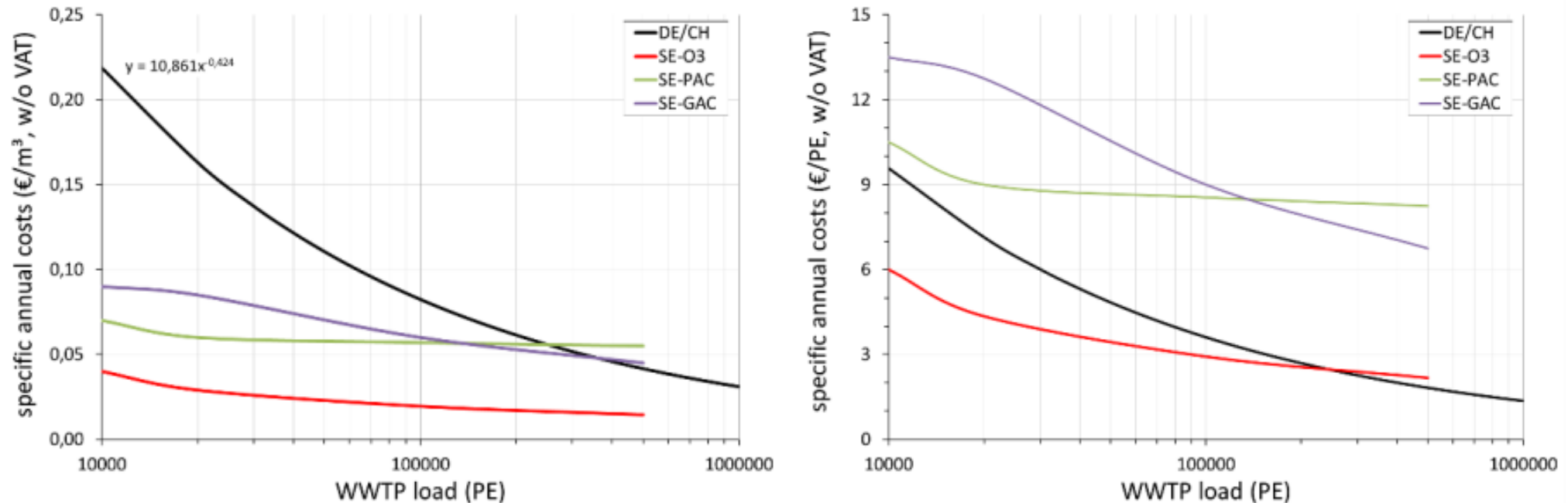


Figure 10: Average annual costs including OPEX and CAPEX normalized for m³ treated (left) and PE (right), respectively. Cost per PE were estimated based on the specific annual amount of wastewater (DE = 44 m³/PE*a⁴¹ and SE = 150 m³/PE*a⁴³). Note that specific costs are always site specific and, thus, can vary strongly even for WWTPs with the same load.

Med eller utan efterbehandling?

Storlek (pe)	Avancerad rening (€/m ³)	Efterbehandling (€/m ³)
<10 000	0,12	0,10
10 000 – 100 000	0,11-0,08	0,08
>100 000	0,07-0,05	0,05

Home > Best Practices

Lost in translation – use of Swiss and German key figures for the removal of micro-pollutants from sewage

Mirabella Mulder (Mirabella Mulder Waste Water Management), Herman Evenblij an Arnoud de Wilt (Royal HaskoningDHV)

August 2, 2021

AIWW Agenda

Parameter	Unit	Value in German literature and practice	Value in Dutch studies and pilots
a. Technique and Technology			
Required removal efficiency at wwtp ¹	%	80	70
DOC			
DOC concentration in wastewater	mg DOC/l	3 – 9 (av. 6)	8 – 20 (av. 11)
Ozone			
Ozone to be dosed	g O ₃ /m ³	1.5 – 6.3 (av. 4.2)	4 - 14 (av. 6.6)
Ozone to be dosed	g O ₃ /g DOC	0.40 – 0.70 (av. 0.55)	0,50 - 0,80 (av. 0.70)
PAC			
PAC to be dosed	g PAC/m ³	10-12	10-15
GAC filtration			
Filter Life time ²	Months	9-16	3-6
b. Cost			
Ozonation incl sand filtration	€/m ³	0.03-0.12	0.10-0.20
PACAS	€/m ³	0.02-0.05	0.04-0.08
Tertiary PAC dosing incl sand filtration	€/m ³	0.05-0.15	0.12-0.25
GAC filtration	€/m ³	0.05-0.12	0.15-0.30

[Lost in translation - use of Swiss and German key figures for the removal of micro-pollutants from sewage - Amsterdam International Water Web \(amsterdamiww.com\)](https://www.amsterdamiww.com)

Lärdomar från litteraturen

- Den specifika kostnaden för en anläggning av samma storlek i samma land kan variera med mer än en faktor två
- Lokala förutsättningar, snarare än teknikval, förklarar skillnaderna
 - Tillgång till yta, grundläggningsmöjligheter, den specifika vattenmatrisen, befintlig infrastruktur, oftast i form av sandfilter, för efterbehandling till PAK och ozon
- GAK-anläggningarna är relativt få och kostnadsbedömningarna osäkra

Enkät till VA-organisationer med fullskaleanläggningar

Ekonomisk parameter
Relaterat till dimensionerande belastning genom läkemedelsreningen [SEK/pe]
Investeringskostnad, totalt [SEK/pe]
Kapitalkostnad, totalt [SEK/pe]
Driftkostnad, totalt [SEK/pe]
Totalkostnad, totalt [SEK/pe]

Specifika kostnader - beräknade på flödet genom läkemedelsreningen
Relaterat till flöde [SEK/m ³]
Investeringskostnad, totalt [SEK/m ³]
Kapitalkostnad, totalt [SEK/m ³]
Driftkostnad, totalt [SEK/m ³]
Totalkostnad, totalt [SEK/m ³]
Totalkostnad, totalt [SEK/pe, år]

Belastning

Anslutna fysiska personer idag [personer]
Belastning idag från hushåll [pe]
Belastning totalt [pe]
Specifik belastning BOD7 vid pe beräkning [gBOD7/pe, d]
Flöde Qmedel totalt [m3/d]
Flöde Qdim totalt [m3/h]
Belastning från hushåll [pe]
Belastning vid utbyggd lkm-rening, totalt [pe]
Flöde vid utbyggd lkm-rening Qmedel totalt [m3/d]

Flöde vid utbyggd lkm-rening Qdim totalt [m3/h]
Kontrollberäkning specifikt flöde vid utbyggd lkm-rening [l/pe, d]
Flöde till lkmrening [m3/h]
Flöde till lkmrening [m3/d]
Flöde till lkmrening [m3/år]
Flöde till lkmrening ozon - vid redovisad utvärdering [m3/h]
Flöde till lkmrening kol - vid redovisad utvärdering [m3/h]
Andel av årsflödet som renas i lkm-rening [%]

TOC In till lkm-rening [g/m3]

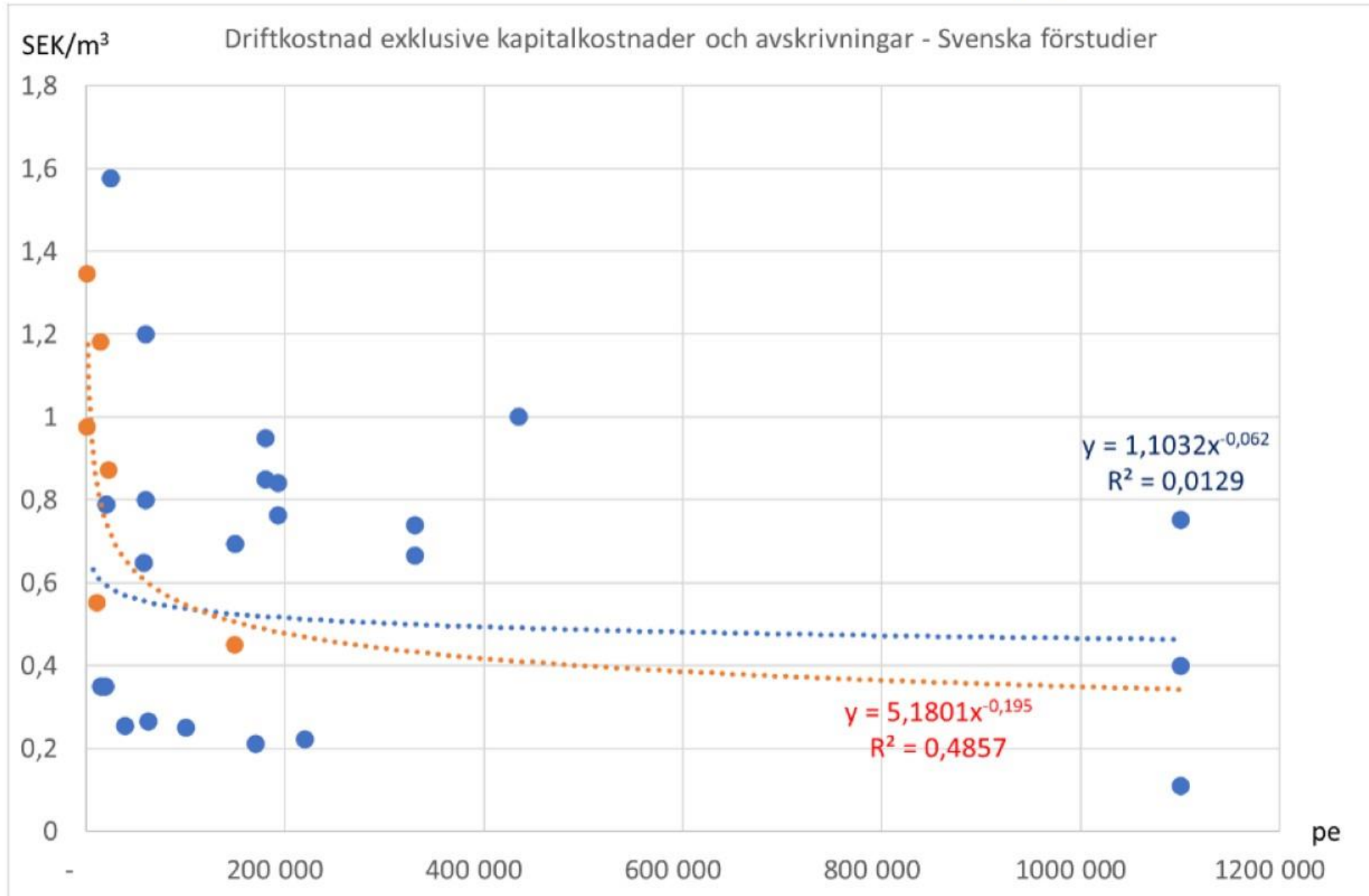
DOC In till lkm-rening [g/m3]
UVA254 In till lkm-rening [m-1]
COD In till lkm-rening [g/m3]
TOC Ut från lkm-rening [g/m3]
DOC Ut från lkm-rening [g/m3]
UVA254 Ut från lkm-rening [m-1]
COD Ut från lkm-rening [g/m3]
Reningsgrad lkm-rening, genomsnitt,
Reningsgrad lkm-rening ozon [%]
Reningsgrad lkm-rening GAC [%]

Underlagsparametrar för utvärdering

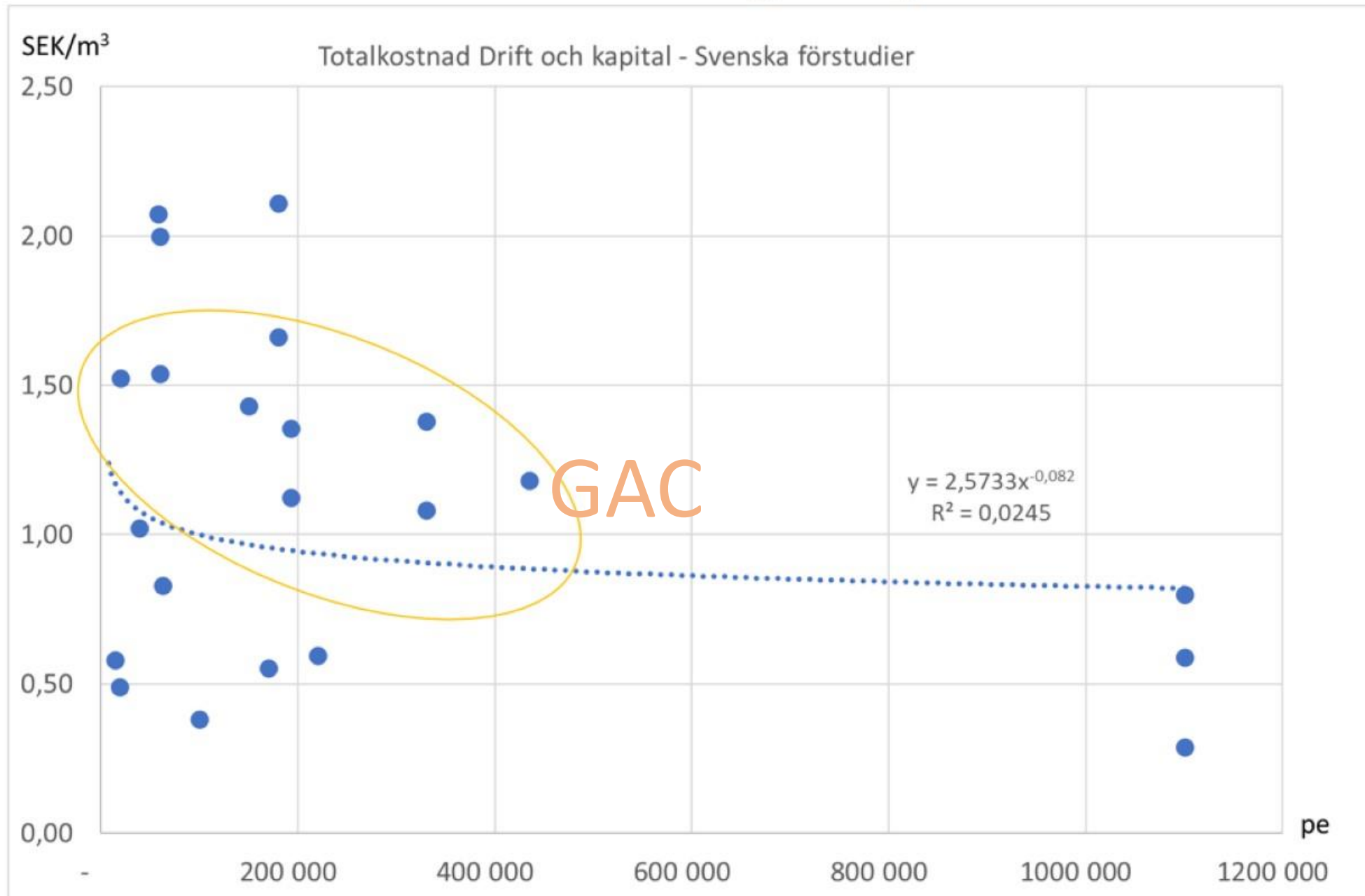
- Belastning
- Andel av totalen
- Avloppsvattenkvalitet
- Anläggningskomponenter som ingår
- Resursanvändning
- Reningsgrad

Ozoneringsutrustning
Syrgastank (LOX-tank)
Förångare
Luft/Kvävgastillsats till förångat syre
Syrgaskoncentrator
Grundläggning och platta
Installation, maskin, rör, el & styr etc.
Syrgassensor
Ozongenerator(er)
Kylning av ozongenerator
Ozondetektorer luft/övervakning
Ozondestruktor
Instrument, O3, O2, UV, turbiditet etc
Styrsystem för ozonsteget
Dosering/inlösning av ozon
Installation, maskin, rör, el & styr etc.

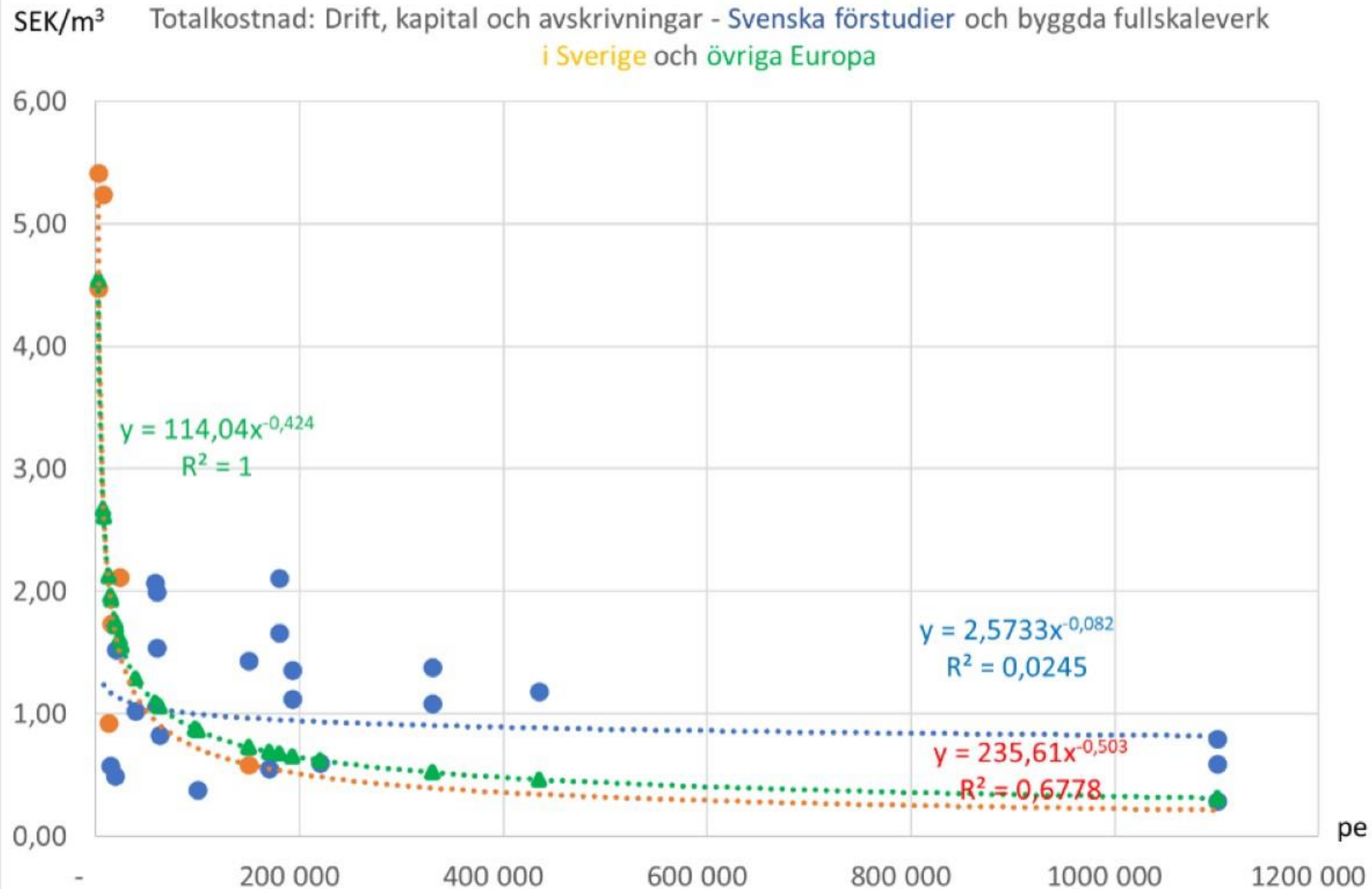
Kostnadsmodell – Enkät och förstudierappporter



Kostnadsmodell – Tolkning och jämförelser

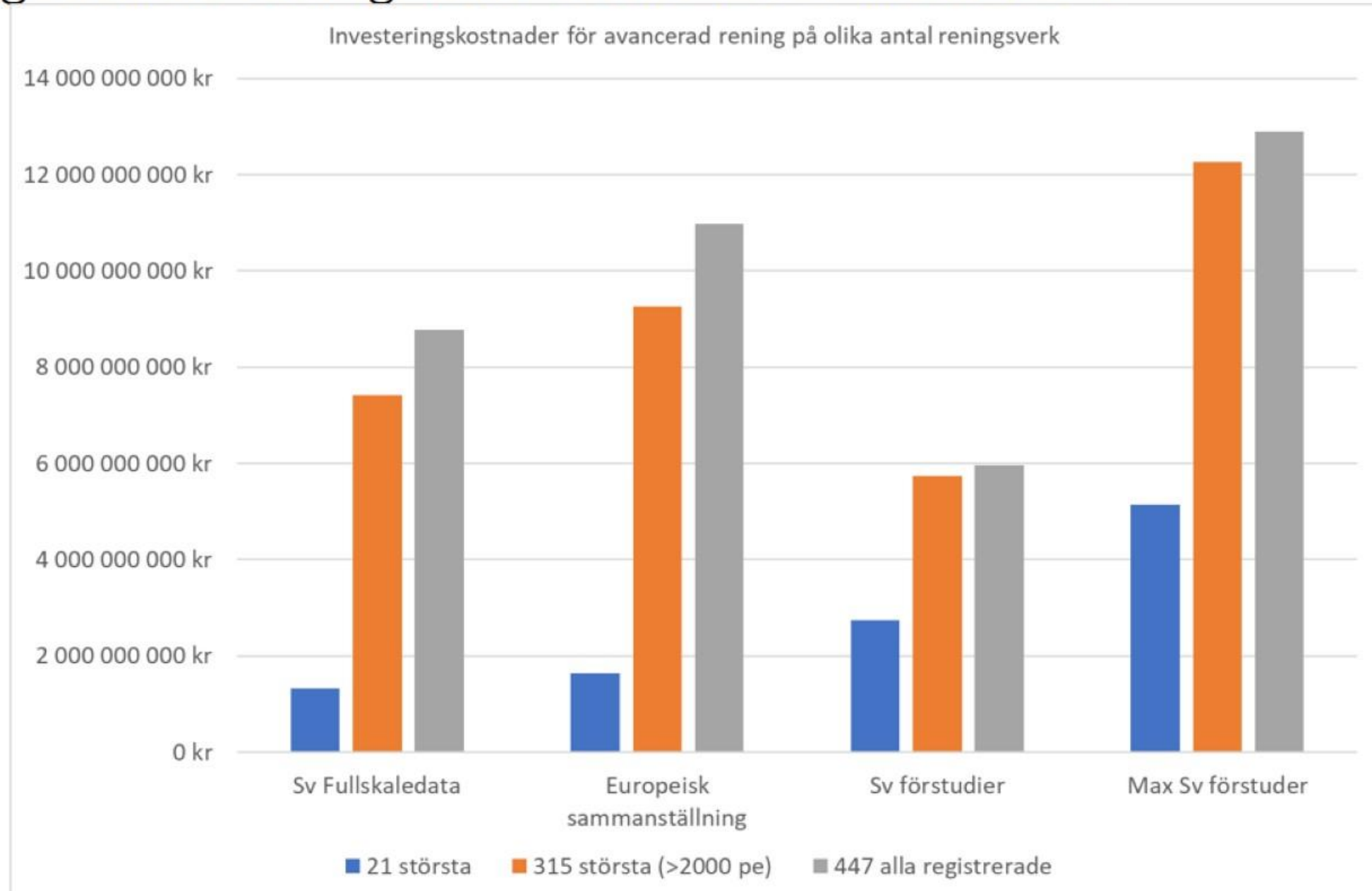


Kostnadsmodeller – Tolkning och jämförelser



Modell	Modellbas	Dataunderlag	Ekvation för beräkning av investeringskostnad
Modell 1	Svenska fullskaleanläggningar	Sex byggda fullskaleanläggningar	$873011 * pe^{-0,648}$
Modell 2	Centraleuropeiska pilot- och fullskaleverk	32 pilot- och fullskaleanläggningar	$1,25 * 873011 * pe^{-0,648}$
Modell 3	Svenska förstudier	22 förstudier	$4933,6 * pe^{-0,172}$
Modell 4	Svenska förstudier, maxkostnader	De fyra förstudier som har högst totalkostnad av de 22 ovan.	$24401 * pe^{-0,249}$

Kostnadsmodellering – Investeringskostnader för avancerad rening svenska reningsverk - Jämförelser modell 1-4



Slutsatser av vårt arbete

- Databesamling efter avslutade investeringsprojekt svår och tidskrävande
- Bättre detaljeringsgrad från förstudier än från fullskala
- God överensstämmelse med europeiska data
- Stor spridning i kostnader beroende på anläggningens utformning
- Investeringsbidrag bör endast ges efter noggrann utvärdering av design och ekonomisk kalkyl
- Ny skattning av investeringskostnader för svenska reningsverk finns framme