

EXAMENSARBETE ACEX20

Kemikalieanvändning vid svenska avloppsreningsverk

En jämförande analys baserad på BOD₇- och fosforbelastning

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

DANIELA RINCÓN MARÍN

DANIAL NEJATI

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Vatten Miljö Teknik

Examinator: Oskar Modin

Handledare: Oskar Modin

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2026

Kemikalieanvändning vid svenska avloppsreningsverk

En jämförande analys baserad på BOD₇- och fosforbelastning

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

DANIELA RINCÓN MARÍN

DANIAL NEJATI

© DANIELA RINCÓN MARÍN, DANIAL NEJATI, 2026

Examensarbete ACEX20

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Chalmers tekniska högskola 2026

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Vatten Miljö Teknik

Chalmers tekniska högskola

412 96 Göteborg

Telefon: 031-772 10 00

Kemikalieanvändning vid svenska avloppsreningsverk

En jämförande analys baserad på BOD₇- och fosforbelastning

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

DANIELA RINCÓN MARÍN

DANIAL NEJATI

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Vatten Miljö Teknik

Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Syftet med denna studie var att analysera och jämföra användningen av fosforfällnings-och slamhanteringskemikalier vid svenska avloppsreningsverk i relation till inkommande vattenflöde, fosfor-och biokemisk syreförbrukning. Studien baserades på miljörapporter från 32 svenska avloppsreningsverk, vilka representerade olika geografiska områden, vattendistrikt, behandlingskapaciteter och tekniska processutformningar.

Kemiska reningsprocesser används huvudsakligen för fosforreduktion, slamhantering och processoptimering. Att kemikalieåtgången samtidigt påverkas av anläggningskapacitet, processteknik, driftstrategier och recipientkrav gör det svårt att jämföra reningsverk rakt av.

Resultaten visade att större avloppsreningsverk generellt använde mindre mängder kemikalier per inkommande volym avloppsvatten. Förbrukningen av fosforfällningskemikalier varierade mellan 9,5 – 278 g/m³ med en fosforreduktion på 83,3 - 98,9%, medan slamhanteringskemikalier varierade mellan 0,64 – 28,67 g/m³ med en BOD₇-reduktion på 67,6 – 99,2%. En av studiens viktigaste slutsatser var att hög kemikalieförbrukning inte nödvändigtvis motsvarade högre reningseffektivitet.

Nyckelord: avloppsreningsverk, biokemisk syreförbrukning, fosforfällning, fosforreduktion, kemikalieförbrukning, slamhantering.

Chemical use in Swedish wastewater treatment plants.

A comparative analysis based on BOD₇ and phosphorus load.

Degree Project in Civil Engineering

DANIELA RINCÓN MARÍN

DANIAL NEJATI

Department of Architecture and Civil Engineering

Division of Water Environment Technology

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze and compare the use of phosphorus precipitation chemicals and sludge treatment chemicals in Swedish wastewater treatment plants in relation to treated wastewater flow, phosphorus and biochemical oxygen demand load. The study was based on environmental waste reports from 32 Swedish wastewater treatment plants, representing different geographical regions, water districts, treatment capacities and technical process configurations.

Chemical treatment processes are commonly used for phosphorus reduction, sludge treatment and process optimization. However, chemical use varies considerably among wastewater treatment plants due to differences in size, hydraulic load, treatment processes, operational strategies and local environmental discharge requirements. These variations make it difficult to compare and analyze chemical use efficiency between different facilities.

The results showed that chemical use was typically lower in larger treatment plants per treated wastewater volume, between 9,5 – 278 g/m³ for phosphorus precipitation chemicals with a removal efficiency of 83,3 – 98,9% and 0,64 – 28,67 g/m³ for sludge treatment chemicals with 67,6 – 99,2% reduction. However, a high chemical consumption did not always correspond to a more efficient wastewater treatment.

Key words: biochemical oxygen demand, chemical use, phosphorus precipitation, phosphorus reduction, sludge treatment, wastewater treatment plants.

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FÖRORD	V
BETECKNINGAR	VI
1. INLEDNING	1
1.1 Syfte	2
1.3 Avgränsningar	2
2 TEORETISK BAKGRUND	3
2.1 Vattendistrikt	3
2.2 Avloppsrening i Sverige	3
2.3 BOD ₇ -belastning och personekvivalenter	4
2.4 Kemikalieanvändning vid avloppsreningsverk	5
3 METOD	7
3.1 Studiens upplägg	7
3.2 Urval av reningsverk	7
3.3 Nyckeltal och databearbetning	8
3.4 Statistisk och grafisk analys	9
3.5 Osäkerheter och begränsningar	9
3.5.1 Databegränsningar	9
3.5.2 Metodrelaterade begränsningar	9
3.5.3 Anläggningsspecifika osäkerheter	9
4 RESULTAT	11
4.1 Kemikalieanvändning	11
4.2 Samband mellan flöde och kemikalieförbrukning	12
4.3 Kemikaliemängd per kg reducerad fosfor-och BOD ₇	13
4.4 Fosfor-och BOD ₇ reningseffektivitet	14
4.5 Särskilda driftförhållanden och processavvikelser	15
5 ANALYS OCH DISKUSSION	16
5.1 Kemikalieanvändning vs flöde, P-och BOD ₇ belastning	16
	III

5.2	Skillnader mellan anläggningar	16
5.3	Hydrauliska variationer och tillskottsvatten	17
5.4	Driftstrategier och processtyrning	17
5.5	Slamhanterings påverkan på kemikalieåtgången	18
5.6	Påverkan av metodval	18
6	SLUTSATSER	20
7	REFERENSER	21
8	BILAGOR	24

Förord

Det här examensarbetet har genomförts inom området vatten- och avloppsrening med fokus på kemikalieanvändning vid svenska avloppsreningsverk. Arbetet har utförts som en del av vår utbildning och syftet har varit att undersöka hur användningen av fällnings- och slamhanteringskemikalier varierar mellan olika reningsverk i Sverige.

Under arbetets gång har en stor del av tiden lagts på insamling och sammanställning av miljörapporter från olika kommuner och VA-organisationer. Eftersom rapporterna varierar i struktur, detaljeringsgrad och tillgänglighet har datainsamlingen stundtals varit utmanande, men samtidigt gett en fördjupad förståelse för hur svenska reningsverk arbetar med processer, drift och kemikalieanvändning.

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare Oskar Modin för värdefull vägledning, stöd och konstruktiv återkoppling under arbetets gång. Vi vill även tacka de kommuner och VA-organisationer som gjort miljörapporter och driftdata offentligt tillgängliga, vilket möjliggjort genomförandet av studien.

Arbetet har gett oss fördjupade kunskaper inom avloppsrening, processteknik och kemikalieanvändning samt ökad förståelse för de utmaningar som svenska avloppsreningsverk står inför när det gäller drift, hållbarhet och resurseffektivitet.

GÖTEBORG, 2026

DANIELA RINCÓN MARÍN

DANIAL NEJATI

Beteckningar

BOD_7 = biokemisk syreförbrukning (Biochemical Oxygen Demand)

BOD_r = reducerad biokemisk syreförbrukning

BOD_{in} = inkommande biokemisk syreförbrukning [kg/år]

BOD_{ut} = biokemisk syreförbrukning i utgående vatten [kg/år]

K_q = specifik kemikalieförbrukning normaliserad för inkommande vattenflöde [g/ m³]

K_p = fällningskemikalieåtgång normaliserad för reducerad fosfor [kg/kg]

K_s = slamhanteringskemikalieförbrukning normaliserad för reducerat BOD_7 [kg/kg]

M_k = kemikaliemängd [kg/år]

M_f = fällningskemikaliemängd [kg/år]

M_s = slamhanteringskemikaliemängd [kg/år]

F_k = Fällningskemikalie

S_k = Slamhanteringskemikalie

P = fosfor

P_r = reducerad fosfor [kg/år]

P_{in} = inkommande mängd fosfor [kg/år]

P_{ut} = mängd fosfor i utgående vatten [kg/år]

Q_{in} = inkommande avloppsvattenflöde [m³/år]

1. Inledning

Avloppsrening är en central del av samhällets infrastruktur och har stor betydelse för att skydda vattenmiljöer och människors hälsa. Kommunala avloppsreningsverk behandlar avloppsvatten genom mekaniska, biologiska och kemiska processer för att avlägsna organiskt material, näringsämnen och andra föroreningar innan vattnet släpps ut till recipienter. Avloppsreningens funktion har successivt utvecklats från att främst fokusera på föroreningsreduktion till att även omfatta resurseffektivitet, energiåtervinning och hållbar användning av resurser (Corominas et al., 2020, s. 2).

En av de viktigaste uppgifterna för moderna avloppsreningsverk är att minska utsläppen av fosfor. Eftersom fosfor är ett begränsande näringsämne i många vattenmiljöer kan förhöjda fosforhalter leda till övergödning, algbloomning, syrebrist och försämrad vattenkvalitet. Utsläpp av fosfor från bland annat avloppsvatten är en av de främsta orsakerna till eutrofiering i akvatiska miljöer (Abdoli et al., 2024, s. 1). Detta kan i sin tur bidra till ökad alg tillväxt och andra negativa effekter på akvatiska ekosystem (Preisner & Smol, 2022, s. 1). Fosforrening kan ske genom bland annat biologiska, kemiska eller kombinerade processer beroende på reningsverkets utformning och reningskrav (Abdoli et al., 2024, s. 2).

För att uppnå låga fosforhalter används kemisk fällning vid många avloppsreningsverk. Processen bygger på att järn- eller aluminiumbaserade kemikalier reagerar med fosfat i avloppsvattnet och bildar svårslösliga föreningar som kan avskiljas tillsammans med slammet. Abdoli et al. (2024, s. 5) beskriver att den vanligaste kemiska metoden för fosforavskiljning är tillsats av metallbaserade fällningskemikalier, framför allt järn- och aluminiumsalter. Preisner och Smol (2022, s. 2) beskriver på motsvarande sätt att kemisk fosforavskiljning vanligen sker genom tillsats av järnklorid, järnsulfat, aluminiumsulfat eller polyaluminiumklorid.

Ur driftsynpunkt är doseringen av fällningskemikalier avgörande för processernas funktion. För låg dosering kan leda till försämrad fosforavskiljning och ökade utsläpp, medan överdosering kan påverka slamkvaliteten och öka behovet av slamhantering. Ojo och Ifelebuegu (2018, s. 1) beskriver att användningen av metallbaserade fällningskemikalier har ökat till följd av skärpta krav på fosforrening. Studien visar även att höga doser kan försämma slamstrukturen och sedimenteringsegenskaperna (Ojo & Ifelebuegu, 2018, s. 10).

Förutom skillnader i kemikaliedosering varierar även processtekniken mellan svenska avloppsreningsverk. Vanliga processlösningar är aktivslamprocesser, IFAS-system (Integrated Fixed-film Activated Sludge), MBBR-processer (Moving Bed Biofilm Reactor) och olika former av kemisk fällning. Abdoli et al. (2024, s. 2) beskriver att biologisk fosforrening genom Enhanced Biological Phosphorus Removal (EBPR), biofilmreaktorer och andra biologiska processer används för att komplettera eller ersätta kemisk fosforrening i vissa anläggningar.

Vid Sjölanda används exempelvis en kombination av högbelastad aktivslamprocess, IFAS-teknik och MBBR-processer (VA SYD, 2023, s. 9), medan Haga reningsverk använder två parallella bioreaktorer i den biologiska behandlingen (Mälarenergi Vatten, 2024, s. 5). Skillnader i processutformning kan därmed påverka både kemikaliebehov och resursanvändning.

För att beskriva belastningen på avloppsreningsverk används ofta personekvivalenter (pe), vilka baseras på mängden biologiskt nedbrytbart organiskt material uttryckt som BOD₇. En personekvivalent motsvarar normalt 70 g BOD₇ per person och dygn (Naturvårdsverket, u.å.). Samma definition används exempelvis vid Himmerfjärdsverket där belastningen uttrycks i personekvivalenter baserat på 70 g BOD₇ per person och dygn (Syvab, 2024, s. 2).
Personekvivalenter är ett användbart mått vid jämförelser mellan reningsverk, men påverkas samtidigt av faktorer såsom industriutsläpp, lokala verksamheter, tillskottsvatten och variationer i vattenanvändning.

Trots att uppgifter om kemikalieanvändning redovisas årligen i miljörapporter saknas fortfarande samlade analyser av hur kemikalieförbrukningen varierar mellan svenska avloppsreningsverk och vilka faktorer som har störst betydelse för dessa variationer. En sådan analys är viktig för att öka kunskapen om resurseffektivitet, identifiera möjligheter till optimering och bidra till en mer hållbar avloppsrening i Sverige.

1.1 Syfte

Syftet med denna studie är att analysera och jämföra användningen av fällningskemikalier och kemikalier för slamhantering vid svenska avloppsreningsverk i relation till avloppsvattenflöden, totalfosfor och biokemisk syreförbrukning (BOD₇).

Frågeställningar

1. Hur varierar användningen av fosforfällnings- och slamhanteringskemikalier mellan svenska avloppsreningsverk?
2. Vilka samband finns mellan kemikalieförbrukning och inkommande avloppsvattenflöde, totalfosfor och BOD₇-belastning?
3. Hur skiljer sig kemikalieåtgången med avseende på fosforreduktionen mellan reningsverken?
4. Vilka processrelaterade faktorer kan förklara observerade skillnader i kemikalieanvändning?

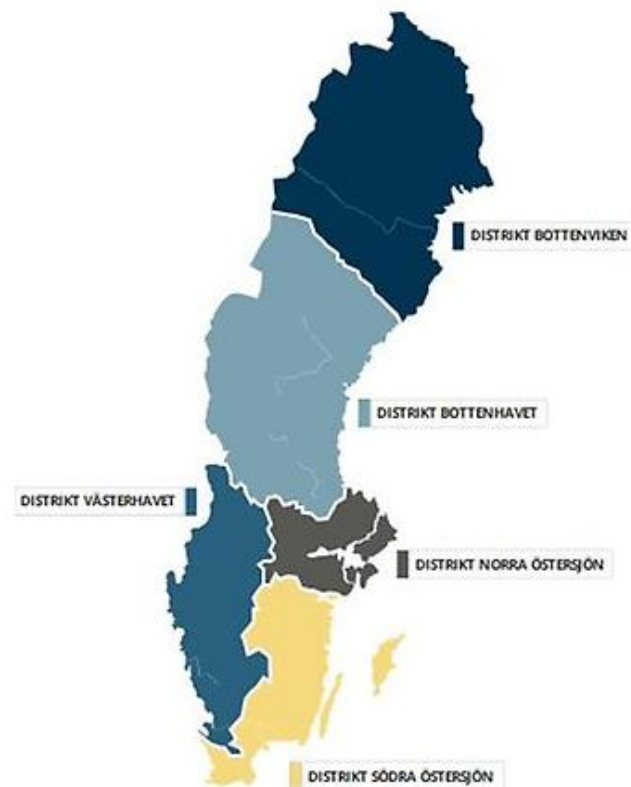
1.3 Avgränsningar

Studien avgränsades till processkemikalier med fokus på fosforreduktion och slambehandling, mer specifikt fällnings- och flockningskemikalier samt polymerer. Övriga aspekter som kemikaliekostnader, transporter och energiförbrukning exkluderades från analysen.

2 Teoretisk bakgrund

2.1 Vattendistrikt

Sverige är indelat i fem vattendistrikt enligt EU:s ramdirektiv för vatten (Vattenmyndigheterna, 2025). Indelningen utgår från avrinningsområden i stället för länsgränser, vilket underlättar uppföljning och skydd av vattenkvaliteten i olika vattenkroppar. De fem svenska vattendistrikten är Bottenviken, Bottenhavet, Norra Östersjön, Södra Östersjön och Västerhavet.



Figur 1. Sverige uppdelat i fem vattendistrikt. Not: Hämtad från Vattenmyndigheterna (2025).

2.2 Avloppsrening i Sverige

Avloppsreningsverk utgör en central del av svensk vatten- och avloppshantering och har som huvuduppgift att rena avloppsvatten innan det släpps ut i recipienter såsom sjöar, vattendrag och hav. Syftet är att minska utsläpp av organiskt material, fosfor, kväve och andra föroreningar som annars kan bidra till övergödning, syrebrist och försämrad vattenkvalitet. Preisner och Smol (2022, s. 153) beskriver att fosfor är ett begränsande näringsämne i många akvatiska ekosystem och att höga fosforhalter är en av de främsta orsakerna till eutrofiering. Liknande problematik beskrivs i svenska miljörapporter där exempelvis Kungsängsverket anger att reningsprocessen syftar till att avskilja organiskt material, fosfor och kväve innan utsläpp sker till recipienten (Uppsala Vatten och Avfall, 2023, s. 6).

Svenska reningsverk bygger vanligtvis på en kombination av mekanisk, biologisk och kemisk rening. Högstrand et al. (2024, s. 1024) beskriver att mekanisk förbehandling är ett viktigt steg för att minska belastningen på efterföljande biologiska och kemiska

processer samt förbättra processernas stabilitet. Vid Torekovs avloppsreningsverk passerar inkommande vatten exempelvis genom gallerstation och luftat sandfång innan den biologiska behandlingen påbörjas (NSVA, 2024a, s. 5). Även Perstorps reningsverk använder mekanisk förbehandling med rensgaller och sandfång (NSVA, 2024b, s. 5).

I det biologiska steget bryter mikroorganismer ned organiskt material och reducerar kväveföreningar genom processer såsom nitrifikation och denitrifikation. Högstrand et al. (2024, s. 1026) beskriver att biologisk rening vanligtvis bygger på aktivslamprocesser där bakterier använder organiskt material som energikälla. Vid Sjölanda används en kombination av högbelastad aktivslamprocess, IFAS-teknik och MBBR-processer för långtgående biologisk rening (VA SYD, 2023, s. 9), medan Haga använder två parallella bioreaktorer i den biologiska behandlingen (Mälarenergi Vatten, 2024, s. 5).

Den kemiska reningen används främst för fosforavskiljning genom tillsats av fällningskemikalier. Preisner och Smol (2022, s. 154) beskriver att järn- och aluminiumbaserade kemikalier är de vanligaste fällningskemikalierna i europeiska avloppsreningsverk.

Slam som bildas i de biologiska och kemiska processerna hanteras genom förtjockning, rötning och avvattning. Ojo och Ifelebuegu (2019, s. 2) beskriver att kemisk fosforering kan påverka både slamproduktion och slamavvattning. Detta visar att slamhantering och kemikalieanvändning är nära integrerade delar av reningsprocessen.

2.3 BOD₇-belastning och personekvivalenter

Vid dimensionering och drift av avloppsreningsverk används flera parametrar för att beskriva belastningen på anläggningen. En av de viktigaste är BOD₇ (Biochemical Oxygen Demand), som mäter mängden biologiskt nedbrytbart organiskt material i avloppsvattnet genom syreförbrukning under sju dygn. Parametern används för att bedöma den organiska belastningen och ligger till grund för dimensionering av biologiska reningsprocesser samt beräkning av personekvivalenter (Högstrand et al., 2024, s. 1026). BOD₇ är central inom biologisk avloppsrening eftersom höga halter organiskt material påverkar syreförbrukning, mikrobiell aktivitet och belastningen på aktivslamprocesser.

Preisner och Smol (2022, s. 153) beskriver att organiska belastningsparametrar används tillsammans med fosfor- och kvävehalter för att bedöma reningsverkens processbehov och dimensionering. Liknande parametrar används i svenska miljörapporter där exempelvis Kungsängsverket redovisar inkommande och utgående BOD₇-belastning som en central del av processuppföljningen (Uppsala Vatten och Avfall, 2023, s. 11).

Begreppet personekvivalent (pe) används för att beskriva den organiska belastning som motsvarar en persons genomsnittliga bidrag till avloppssystemet. I Sverige definieras en personekvivalent vanligtvis som en biologiskt nedbrytbar organisk belastning motsvarande 70 g BOD₇ per person och dygn (Naturvårdsverket, u.å.). Personekvivalenter används vid dimensionering och jämförelser mellan olika reningsverk eftersom de ger ett gemensamt mått på belastning och anläggningarnas storlek.

Belastningen påverkas dock inte enbart av antalet anslutna personer utan även av industriutsläpp, verksamheter, tillskottsvatten och variationer i inkommande flöden. Vid Himmerfjärdsverket redovisas exempelvis att anslutningsgraden uppgår till cirka 346 877 personer samtidigt som belastningen påverkas av flera kommuner och industriella verksamheter (Syvab, 2024, s. 2). Mindre anläggningar som Torekov har betydligt lägre belastning men påverkas av bland annat säsongsvariationer och hydrauliska flöden (NSVA, 2024a, s. 5).

Hydraulisk belastning beskriver vattenmängden som tillförs anläggningen under en viss tidsperiod och påverkas bland annat av nederbörd, snösmältning, inläckage och tillskottsvatten i ledningsnäten. Högstrand et al. (2024, s. 1027) beskriver att stora flödesvariationer kan påverka uppehållstid, syretillförsel och reningsgrad i både biologiska och kemiska processer. Liknande problem beskrivs i miljörapporter från flera svenska anläggningar där nederbörd och inläckage påverkar processernas stabilitet och kemikaliebehov (Stockholm Vatten och Avfall, 2025, s. 28).

Variationer i organisk och hydraulisk belastning påverkar därmed inte bara dimensioneringen av reningsverken utan även val av processteknik, kemikaliedosering och möjligheten att upprätthålla stabila reningsresultat. Parametrar som BOD₇, personekvivalenter och hydrauliska flöden blir därför centrala vid jämförelser mellan olika avloppsreningsverk i denna studie.

2.4 Kemikalieanvändning vid avloppsreningsverk

Kemikalier används i flera olika processteg vid kommunala avloppsreningsverk för att uppnå gällande utsläppskrav och säkerställa en stabil reningsprocess. Den vanligaste användningen är kemisk fosforfällning, där metallbaserade kemikalier tillsätts för att avskilja fosfor från avloppsvattnet. Kemikalier används även vid slamhantering, slamavvattning, pH-reglering och i vissa fall som kolkälla vid biologisk kväverening. Kemikalieanvändningen är därför en central del av reningsverkens drift och har stor betydelse för både reningsresultat, kostnader och miljöpåverkan.

Fosforavskiljning genom kemisk fällning sker genom att järn- eller aluminiumbaserade kemikalier reagerar med fosfatjoner i avloppsvattnet och bildar svårslösliga föreningar som kan avskiljas tillsammans med slammet. Enligt Preisner och Smol (2022, s. 154) är järn- och aluminiumbaserade kemikalier de vanligaste fällningskemikalierna i europeiska avloppsreningsverk. De vanligaste produkterna är järnklorid, järnsulfat, aluminiumsulfat och polyaluminiumklorid. Val av kemikalie påverkas bland annat av processutformning, inkommande fosforhalter, lokala utsläppskrav och ekonomiska förutsättningar.

Kemikalier kan tillsättas vid olika steg i reningsprocessen. Förfällning innebär att fällningskemikalien tillsätts före den biologiska behandlingen för att minska belastningen på efterföljande processer. Simultanfällning innebär att kemikalien tillsätts direkt i den biologiska processen samtidigt som den biologiska reningen pågår. Efterfällning sker efter den biologiska behandlingen och används ofta när särskilt låga fosforhalter krävs i utgående vatten. Preisner och Smol (2022, s. 156) beskriver att simultanfällning är en av de vanligaste metoderna för kemisk fosforrening och att metoden kan uppnå hög fosforavskiljning samtidigt som befintliga processer utnyttjas effektivt.

Kemikalieanvändningen påverkas av flera faktorer. Belastningen i form av fosforhalter, organiskt material och hydrauliska flöden har stor betydelse för doseringsbehovet. Även processteknik, recipientkrav, tillskottsvatten och driftstrategier påverkar den mängd kemikalier som krävs för att uppnå önskad reningsgrad. Reningsverk med strängare utsläppskrav behöver generellt använda större mängder fällningskemikalier för att säkerställa låga fosforhalter i utgående vatten. Samtidigt kan biologiska processer och optimerad drift minska behovet av kemiska tillsatser.

Förutom fosforreningen används kemikalier även inom slamhanteringen. Polymerer tillsätts ofta för att förbättra slamavvattningen genom att underlätta separationen mellan vatten och fasta partiklar. En effektiv slamavvattning minskar slamvolymen och därmed kostnaderna för transport, behandling och slutlig hantering. Ojo och Ifelebuegu (2019, s. 2) beskriver att kemisk fosforfällning kan öka slamproduktionen samtidigt som valet av kemikalie påverkar slammets avvattningsförmåga. Kemikalieanvändningen får därför konsekvenser inte bara för reningsresultatet utan även för slamhanteringen och reningsverkens totala resursförbrukning. Kemikalieanvändningen utgör således en viktig del av avloppsreningsverkens verksamhet. Skillnader i processutformning, belastning och recipientkrav bidrar till att kemikalieförbrukningen varierar mellan olika anläggningar. Dessa variationer är centrala för att förstå skillnader i resurseffektivitet och utgör grunden för den analys som genomförs i denna studie.

3 Metod

Studien genomfördes som en kvantitativ jämförande analys av kemikalieanvändning vid 32 svenska avloppsreningsverk. Analysen baserades på offentliga miljörapporter från kommunala vatten- och avloppsorganisationer, eftersom de innehåller standardiserad information om inkommande belastning, vattenflöden, kemikalieförbrukning och utsläppsvärden från svenska avloppsreningsverk.

3.1 Studiens upplägg

Datainsamlingen för den här analysen utgick i huvudsak från miljörapporter sammanställda under perioden 2021–2025 vid olika geografiska områden i Sverige. Rapporterna hämtades dels från offentligt tillgängliga källor hos kommunala vatten- och avloppsorganisationer, dels genom begäran om utlämnande av offentliga handlingar.

De parametrar som undersöktes var inkommande avloppsvattenflöde, totalfosfor (**P**), biokemisk syreförbrukning (**BOD₇**), fällnings- och slamhanteringskemikalieförbrukning, belastning uttryckt i personekvivalenter (**pe**) samt utsläppsvärden för organiskt material och fosfor.

Inkommande fosfor och BOD₇ användes som mått på anläggningarnas storlek och belastningsgrad, för att undvika den missvisande bild som hade uppstått om enbart inkommande avloppsvattenflöde använts. Detta eftersom höga vattenflöden kan exempelvis orsakas av tillskottsvatten, inläckage samt kombinerade ledningssystem.

3.2 Urval av reningsverk

Totalt valdes 32 avloppsreningsverk ut från samtliga fem vattendistrikt för att bättre representera skillnader i processförhållanden och kemikalieförbrukning med avseende på anläggningarnas storlek och inkommande belastning.

Tabell 1. Studerade avloppsreningsverk fördelade efter vattendistrikt och geografisk placering.

Avloppsreningsverk	Vattendistrikt	Län	Kommun
Katterjokk	Bottenviken	Norrbotten	Kiruna
Uddebo	Bottenviken	Norrbotten	Luleå
Öns	Bottenviken	Västerbotten	Umeå
Sävar	Bottenviken	Västerbotten	Umeå
Lövudden	Bottenviken	Västerbotten	Umeå
Häggesta	Bottenhavet	Gävleborg	Bollnäs
Arbrå	Bottenhavet	Gävleborg	Bollnäs
Granskär	Bottenhavet	Gävleborg	Söderhamn
Ljusne	Bottenhavet	Gävleborg	Söderhamn
Hofors	Bottenhavet	Gävleborg	Hofors
Duvbackens	Bottenhavet	Gävleborg	Gävle
Skutskärs	Norra Östersjön	Uppsala	Älvkarleby
Kungsängsverket	Norra Östersjön	Uppsala	Uppsala
Himmerfjärdsverket	Norra Östersjön	Stockholm	Botkyrka

Bromma	Norra Östersjön	Stockholm	Stockholm
Henriksdals	Norra Östersjön	Stockholm	Stockholm
Ekeby	Norra Östersjön	Södermanland	Eskilstuna
Haga	Norra Östersjön	Västmanland	Surahammars
Hammargårds	Västerhavet	Västra Götaland	Kungsbacka
Kullavik	Västerhavet	Västra Götaland	Kungsbacka
Ryaverket	Västerhavet	Västra Götaland	Göteborg
Västra Stranden	Västerhavet	Halland	Halmstad
Ängstorps	Västerhavet	Halland	Laholm
Torekovs	Västerhavet	Skåne	Båstad
Perstorps	Västerhavet	Skåne	Perstorp
Sjölunda	Södra Östersjön	Skåne	Malmö
Källby	Södra Östersjön	Skåne	Lund
Ellinge	Södra Östersjön	Skåne	Eslöv
Öresundsverket	Södra Östersjön	Skåne	Helsingborg
Ekebro	Södra Östersjön	Skåne	Bjuv
Ormanäs	Södra Östersjön	Skåne	Höör
Kalmar	Södra Östersjön	Kalmar	Kalmar

3.3 Nyckeltal och databearbetning

Miljörapporterna som ligger till grund för denna studie följde Länsstyrelsens rapporteringsmallar. Eftersom vissa parametrar och enheter varierade mellan de olika anläggningarna, har därför följande nyckeltal sammanställts för att möjliggöra en jämförelsebar analys mellan dessa.

Fosforfällnings- och slamhanteringskemikalier normaliserade mot inkommande avloppsvattenflöde:

Ekvation 1: $K_q = \frac{M_k \times 1000}{Q_{in}}$

Fosforreduktion:

Ekvation 2: $P_r = P_{in} - P_{ut}$

Fällningskemikalieåtgång per kg reducerad fosfor:

Ekvation 3: $K_p = \frac{M_f}{P_r}$

BOD₇ reduktion:

Ekvation 4: $BOD_r = BOD_{in} - BOD_{ut}$

Ekvation 5: $K_s = \frac{M_s}{BOD_r}$

3.4 Statistisk och grafisk analys

Excel användes bland annat för att sammanställa belastningsparametrarna och för att grafiskt jämföra olika samband mellan kemikalieförbrukning, inkommande belastning och behandlade vattenflöden med hjälp av spridnings- och stapeldiagram samt linjära trendlinjer. Syftet var att identifiera variationer mellan olika typer av reningsverk och att undersöka vilka drift- och processrelaterade faktorer som påverkade kemikalieanvändningen.

3.5 Osäkerheter och begränsningar

3.5.1 Databegränsningar

En tydlig begränsning i studien var skillnaderna i hur detaljerat miljörapporterna redovisade kemikalieanvändningen. Vissa var omfattande med bilagor över förbrukning, belastning och utsläpp, medan andra endast redovisade mer övergripande information över vattenreningsprocessen i textform. Detta försvårade möjligheten att göra direkta jämförelser mellan olika anläggningar. Andra skillnader mellan dessa omfattade processteknik, belastning, recipientkrav och driftförhållanden.

3.5.2 Metodrelaterade begränsningar

Bräddningsflödena utgör en osäkerhet i studien då de inte exkluderades från de inkommande avloppsvattenflödena. Det valet gjordes dels för att förenkla datainsamlingen, dels för att stämma överens med miljörapporternas redovisade totalutsläpp av både fosfor- och BOD₇ i utgående vatten, vilka inkluderade bräddning.

3.5.3 Anläggningsspecifika osäkerheter

Katterjokk: redovisade fällningskemikalien PAX-33 i kubikmeter. Efter kontakt med tillverkaren Kemira, har kemikaliemängden utifrån PAX-33 densiteten 1,38 kg/L standardiserats till kg/år.

Häggesta: inkommande BOD₇ värde saknades i rapporten, så den uppskattades efter den genomsnittliga årsbelastningen 9566 pe ($9566 \text{ pe} \Rightarrow 9566 * 0.07 * 365$). Även inkommande fosforbelastning saknades i miljörapporten, så den uppskattades utifrån P-reningsgraden som var 95% och fosforutsläppet till utgående vatten. BOD₇ utsläppet antogs efter tidigare uppskattade värde av inkommande BOD₇ belastning, samt reningsgraden som var ca 92%.

Arbrå: det redovisade värdet (1000 kg) av slamhanteringskemikalien var en uppskattning från mängden som beställts tidigare år. Vissa år beställdes det 750kg och andra 1500kg. Inkommande BOD₇ beräknades utifrån den genomsnittliga årsbelastningen angiven i *kg BOD₇/dygn*. Det exakta värdet för totalfosfor saknades, så det uppskattades med hjälp av BOD₇ belastningen i pe, samt medelvärde 1,7 g P /pe*dygn.

Duvbacken: PIX 118 användes huvudsakligen som fällningskemikalie i fosforreduktionen, mindre mängder (7,4 ton) användes i slamhanteringen. PIX 113 användes uteslutande för att reducera fosfor i rejecktvattnet under slamavvattningen vid ett tillfälligt försök, vilket gav ett högre värde i slamhanteringskemikaliemängd.

Himmerfjärdsverket: redovisade en avvikande beräkning av BOD₇-belastning, där den specifika belastningen uppskattades till cirka 44 g/person*dag. Detta på grund av mikroorganismer som befinner sig i tunnelsystemet och bryter ner organiskt material innan det når anläggningen. Vid normalisering utifrån den inkommande BOD₇-belastningen på 3 744 000 kg/år, beräknades det exakta värdet till 48 g/person*dag, vilket var värdet som användes i studien för att överensstämja med miljörapportens redovisade värde på 212 975 pe.

Kungsängsverket: Kemikalien PAX 215 hade en blandad användning, både för fosforreduktion och filamentbekämpning i biosteget. Eftersom det saknades en exakt mängd för just avskiljning av fosfor så har hela värdet antagits som P-reduktionskemikalie. Värdet är mer eller mindre obetydligt då det endast utgör ca 5% av PIX 111 som var huvudfällningskemikalien. BOD₇ utsläpp anges som ” <65 ton/år”, så att värdet 65 000 kg användes i studien.

4 Resultat

Det här kapitlet ger en omfattande bild av de olika variationerna och kemikaliedoseringen vid de studerade avloppsreningsverken.

4.1 Kemikalieanvändning

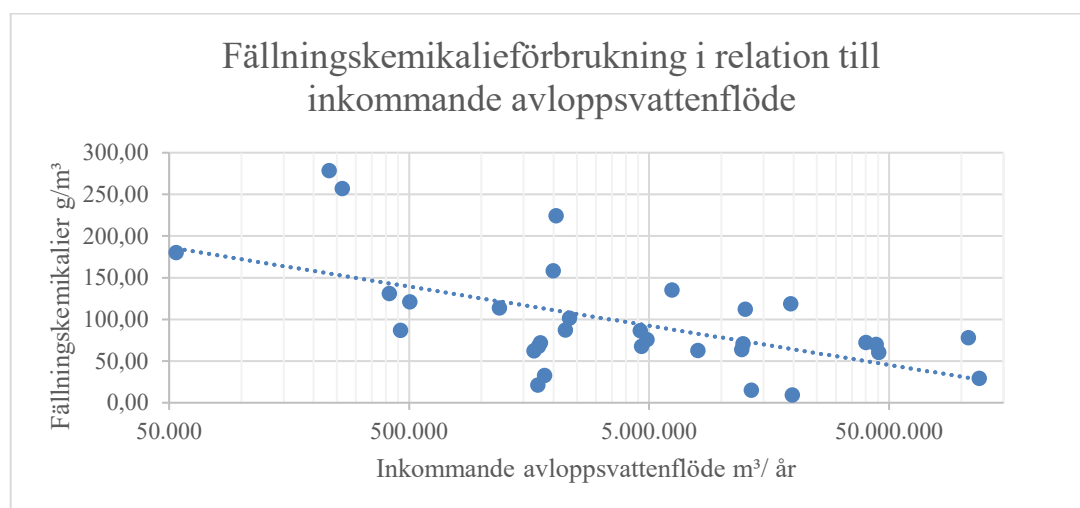
Tabell 2. Översikt över använda typer av fosfor-och slamhanteringskemikalier vid respektive anläggning. En lista med fullständiga kemikalienamn redovisas i bilaga A.

Anläggningsnamn	Typ av Fk	Typ av Sk
Katterjokk	Aluminiumbaserad	Polymer
Uddebo	Aluminiumbaserad	Polymer
Öns	Järnbaserad	Polymer
Sävar	Aluminiumbaserad	Polymer
Lövudden	Aluminiumbaserad	Polymer
Häggesta	Aluminiumbaserad	Polymer
Arbrå	Aluminiumbaserad	Polymer
Granskär	Aluminiumbaserad	Polymer
Ljusne	Aluminiumbaserad	Polymer
Hofors	Järnbaserad	Polymer
Duvbackens	Järnbaserad	Järnsalt + polymer
Skutskärs	Järnbaserad	Polymer
Kungsängsverket	Järn-och aluminiumbaserad	Polymer
Himmerfjärdsverket	Järnbaserad	Polymer
Bromma	Järnbaserad	Polymer
Henriksdal	Järn-och aluminiumbaserad	Polymer
Ekeby	Järn-och aluminiumbaserad	Polymer
Haga	Järnbaserad	Polymer
Hammargårds	Järn-och aluminiumbaserad	Polymer
Kullavik	Järnbaserad	Polymer
Ryaverket	Aluminiumbaserad + polymer flockning	Polymer
Västra Stranden	Aluminiumbaserad	Järnsalt + polymer
Ängstorps	Järnbaserad	Polymer
Torekovs	Järn-och aluminiumbaserad	Polymer
Perstorps	Järn-och aluminiumbaserad	Polymer
Sjölunda	Järnbaserad	Polymer
Källby	Järnbaserad	Polymer
Ellinge	Järnbaserad	Polymer
Öresundsverket	Järnbaserad	Järnsalt + polymer
Ekebro	Järn-och aluminiumbaserad	Polymer
Ormanäs	Aluminiumbaserad	Polymer
Kalmar	Järn-och aluminiumbaserad	Polymer

De studerade avloppsreningsverken använde aluminium-och järnbaserade kemikalier för fosforfällning och i huvudsak polymerer för slamhanteringen. Järnsalter förekom oftare vid större verk med mer avancerade biologiska processer och simultanfällning, exempelvis Himmerfjärdsverket och Sjölunda, medan aluminiumbaserade kemikalier användes i större utsträckning vid mindre verk där efterfällning dominerade. Tabell 2 visar att det förekom en kombination av kemikalier vid större anläggningar, vilket kan spegla en anpassning till processtyrning, inkommande belastning och varierande recipientkrav. Endast tre anläggningar kombinerade polymerer med järnsalter för BOD₇-avskiljningen, bland annat Duvbacken, Västra stranden och Öresundsverket.

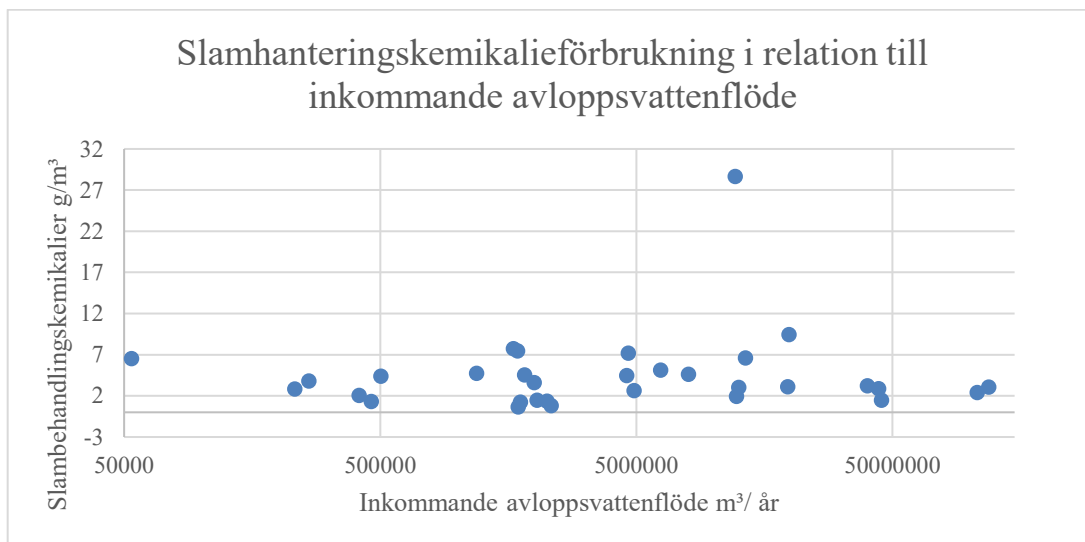
4.2 Samband mellan flöde och kemikalieförbrukning

Det inkommande avloppsvattenflödet som behandlades vid respektive anläggning varierade mellan 53 567 m³ och 119 000 852 m³. Därför redovisas följande samband av kemikalieförbrukning i relation till flödet i logaritmisk skala.



Figur 2. Samband mellan inkommande avloppsvattenflöde och förbrukning av fällningskemikalier. X-axeln visas i logaritmisk skala.

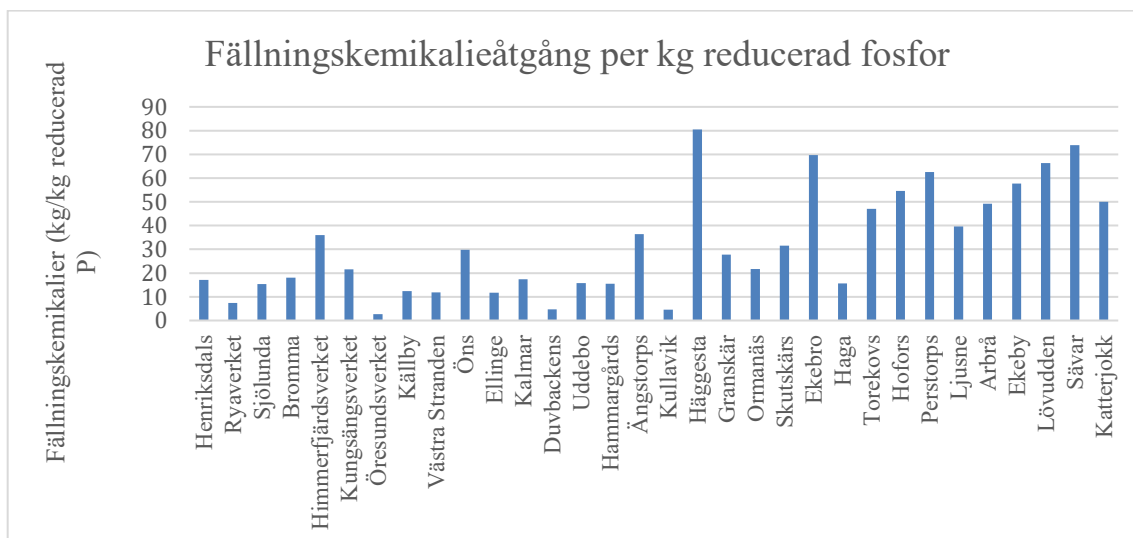
Trendlinjen i den flödesbaserade analysen visade en negativ lutning mellan inkommande vattenflöde och fällningskemikaliemängd enligt Figur 2, vilket innebär att större reningsverk hade generellt en lägre specifik kemikalieförbrukning per inkommande vattenvolym. Anläggningarna med högst specifik kemikalieförbrukning var Sävar och Arbrå med ett K_q-värde på 278,33 g/m³ respektive 256,95 g/m³.



Figur 3. Samband mellan inkommande avloppsvattenflöde och förbrukning av slamhanteringskemikalier. X-axel visar en logaritmisk skala av vatteninflödet.

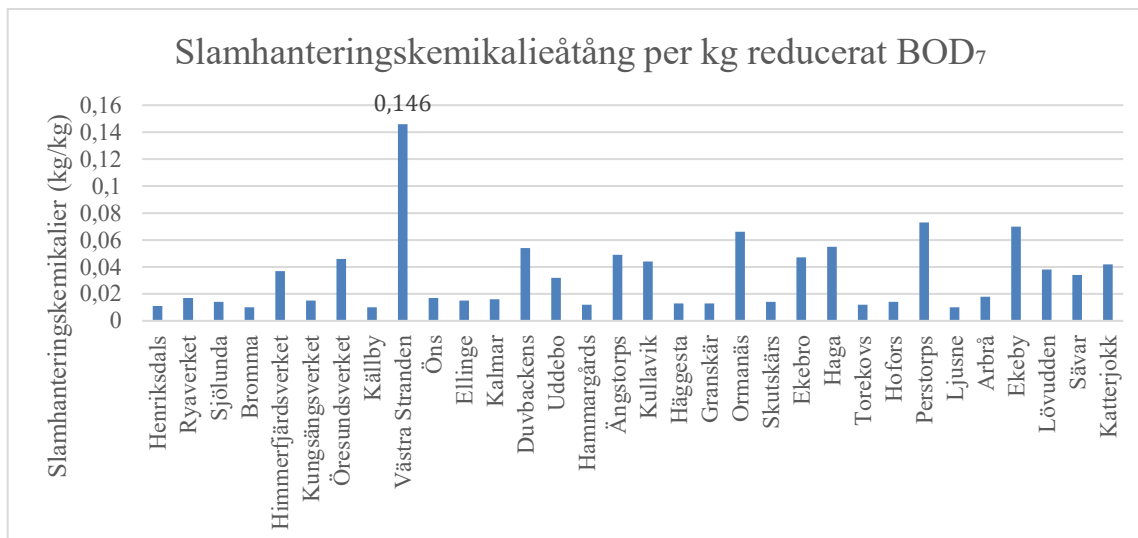
För slamhanteringskemikalierna fanns ingen tydlig koppling till vattenflödet. Västra stranden stack ut med ett högre Kq-värde på 28,67 g/m³.

4.3 Kemikaliemängd per kg reducerad fosfor-och BOD₇



Figur 4. Översikt över fällningskemikalieförbrukning per kilogram reducerad fosfor i relation till anläggningsstorlek uttryckt i pe. Reningsverken är rangordnade från högst till lägst belastning uttryckt i pe.

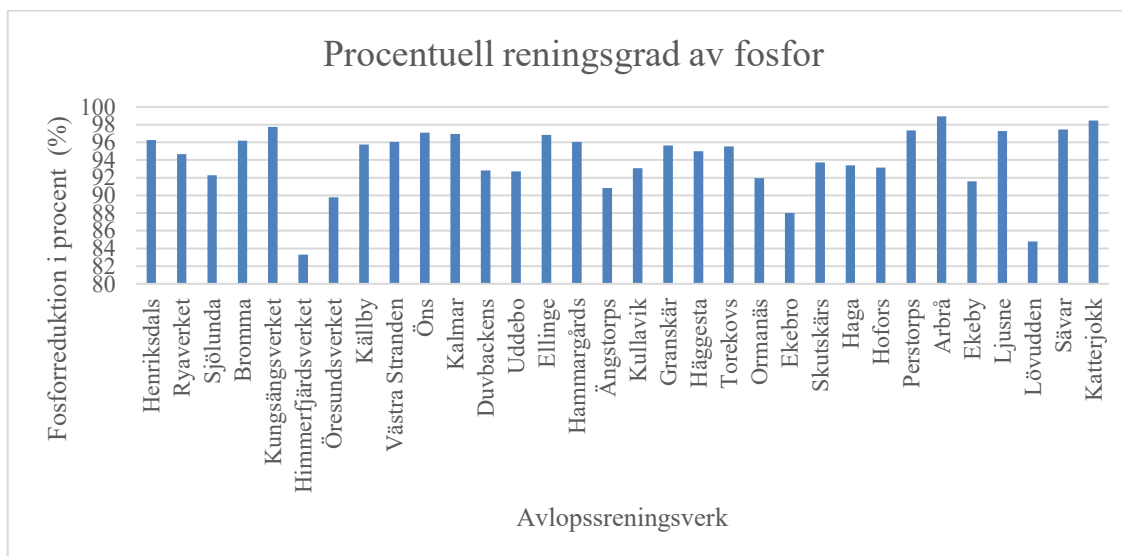
Den största variationen återfanns i fällningsåtgången per reducerad fosfor, som låg mellan 2,62–80,54 kg/kg. Figur 4 och 5 visar avloppsreningsverken rangordnade efter genomsnittlig årsbelastning uttryckt i personekvivalenter (pe), vilket underlättar jämförelser mellan storlek, belastning och specifik kemikaliemängd per reducerad fosfor respektive BOD₇. Det fanns ett tydligt mönster, mindre reningsverk hade en högre kemikalieåtgång per reducerad fosfor jämfört med större anläggningar.



Figur 5. Slamhanteringskemikalieförbrukning per kilogram behandlat BOD₇ vid de studerade avloppsreningsverken rangordnade från högst till lägst belastning uttryckt i pe.

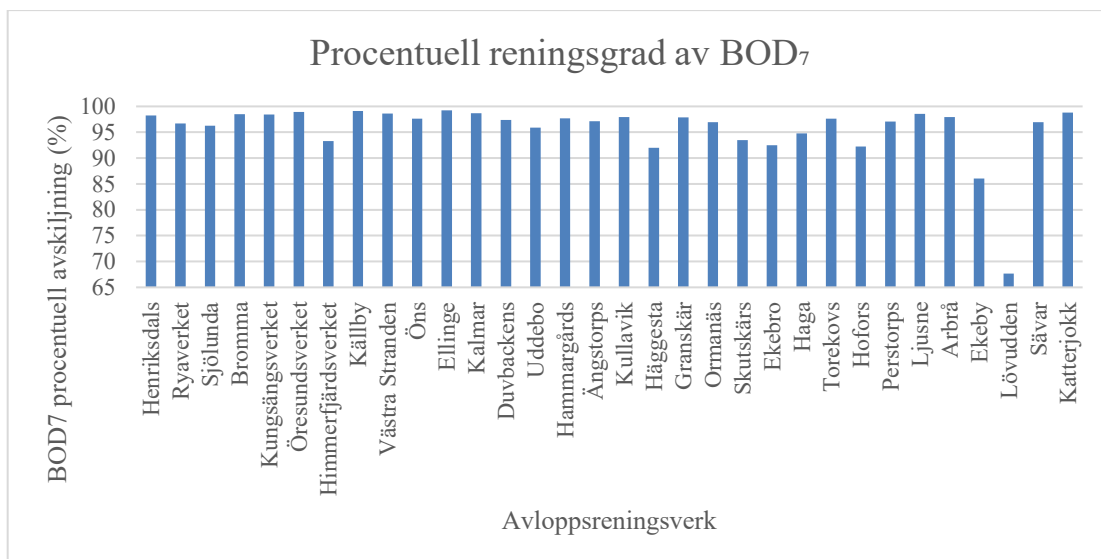
För slamhanteringskemikalierna var variationen mindre mellan anläggningarna, från 0,01–0,146 kg/kg.

4.4 Fosfor-och BOD₇ reningseffektivitet



Figur 6. Översikt över procentuell fosforreduktionen vid respektive anläggning, rangordnade från högst till lägst inkommande totalfosfor.

Trots skillnader i kemikalieanvändning uppnådde de flesta anläggningar en hög reduktion av fosfor och BOD₇. Himmerfjärdsverket och Lövuddens hade lägst fosforreduktion med 83,3% respektive 84,77%, medan anläggningarna med högst reningsgrad av fosfor var Arbrå med 98,92% och Katterjokk med 98,47%.



Figur 7. BOD₇-reduktionsgrad vid respektive reningsverk, rangordnade från högst till lägst inkommande BOD₇.

Den procentuella avskiljningen av BOD₇ låg mellan 67,64% och 99,23%. Högst reningsgrad hade Ellinge följt av Källby med 99,23% respektive 99,11%. Den lägsta procentuella avskiljningen uppvisades vid Lövudden med 67,64%.

4.5 Särskilda driftförhållanden och processavvikelser

Lövudens avloppsreningsverk redovisade provanalyser med avvikande höga halter fosfor och aluminium under året i utgående vattnet. Miljörapporten beskrev att ett läckage i cisternen ledde till en överdosering av fällningskemikalien PAX XL-100 (Vatten och Avfallskompetens i Norr AB, 2025a).

Västra strandens anläggning använde stora mängder PIX-113 (307 ton) tillsammans med polymerer som en del av slamavvattningsprocessen under året (Laholmsbuktens VA AB, 2024b).

Häggestas avloppsreningsverk visade ett värde på 80,54 kg fällningskemikalie per kilogram reducerad fosfor. Anläggningen hade under våren 2025 haft stora inläckageflöden som motsvarade cirka 55% av totala inkommande flödet, samt bräddningar (1 129 680 m³ respektive 1 368 m³) (Helsing Vatten AB, 2025).

Riktvärdet på 0,3 mg/l av totalfosfor överskreds tre månader under 2024 vid Ekebros reningsverk (NSVA, 2024d)

Himmerfjärdsverket genomgick en ombyggnation under 2024 som påverkade delar av reningsprocessen. Där bland annat en ny MBR-linje togs i drift, samtidigt som andra processlinjer avvecklades. Miljörapporten beskrev hur reningseffektiviteten förbättrades under sommar- och höstperioden (Syvab AB, 2024).

5 Analys och diskussion

I detta kapitel diskuteras resultaten, hur olika samband och variationer påverkade den specifika kemikalieförbrukningen.

5.1 Kemikalieanvändning vs flöde, P-och BOD₇ belastning

De studerade anläggningarnas data skiljde sig markant åt, därför var det nödvändigt att analysera kemikalieanvändningen i relation till behandlat flöde, belastning och teknisk process, snarare än enbart total årsförbrukning. Ett högt inkommande flöde behöver inte vara direkt kopplat till BOD₇ och fosfor belastningsgraden, eftersom flödet kunde påverkas av tillskottsvatten och därav späda ut koncentrationen av dessa parametrar.

Fällningskemikalieåtgången kopplad till behandlat flöde visade att större reningsverk generellt använde mindre mängder fällningskemikalier per kubikmeter avloppsvatten. Ett tydligt samband mellan inkommande avloppsvattenflöde och fällningskemikalieförbrukning framgick av trendlinjen i Figur 2. En möjlig förklaring kan vara att mindre anläggningar ofta använder ett begränsat antal processkemikalier, medan större reningsverk vanligtvis har mer komplexa reningslösningar där processteknik, recipientkrav och lokala driftförhållanden styr kemikaliedoseringen. Resultatet i relation till behandlat avloppsvattenflöde indikerar att kemikalieanvändningen för fosforfällning kan vara mer resurseffektiv vid anläggningar av större karaktär, men jämförelserna bör tolkas med försiktighet eftersom skillnader i anläggningarnas utformning, krav och generella belastningsförhållanden också påverkar kemikalieåtgången.

5.2 Skillnader mellan anläggningar

De processrelaterade faktorer som påverkade kemikalieanvändningen varierade mellan reningsverken. Vissa anläggningar hade långtgående biologisk rening, medan andra var mer beroende av kemisk fosforfällning. Himmerfjärdsverket använde exempelvis membranfiltrering, efterdenitrifikation och avancerad kväverening (Syvab AB, 2024, s. 5), medan mindre reningsverk ofta hade enklare processutformning och färre reningssteg. Skillnader i processteknik påverkade både vilka kemikalier som användes och hur stora mängder som krävdes för att klara reningskraven.

Reningsverk som tillämpade simultanfällning, som exempelvis Haga kan ha haft ett lägre kemikaliebehov, eftersom doseringen kunde utföras kontinuerligt på ett mer kontrollerat sätt under aktivslamsprocessen, där utfällning av fosfor sker i en jämnare kemisk miljö över tid. Reningsverk med efterfällningsprocesser som Torekov hade däremot fler reningssteg. Fler separata kemiska reningssteg kan vara känsligare för exempelvis hydrauliska variationer och ökar i sin tur kemikaliebehovet vid högre inkommande flöden.

Vid större anläggningar med avancerad biologisk kväverening och membranteknik, styrs den totala kemikalieförbrukningen inte enbart av fosforbelastningen. Exempelvis Himmerfjärdsverkets visade att driftkrav och processer kopplade till nitrifikation, denitrifikation och slamhantering också påverkar kemikaliedoseringen indirekt. Exempelvis genom förbättrad processtyrning och stabilare biologiska förhållanden vid avancerad kvävereglering. Nitrifikationen kan i sin tur ge pH-förändringar i

aktivslamprocessen och därmed påverka effektiviteten hos de aktiva metallerna i fosforfällningskemikalierna. Den här processen kan dessutom förändra slamkvaliteten genom att påverka slamåldern, vilket i sin tur kan leda till en annan polymerdosering vid slamavvattningen.

Recipientkraven varierade mellan de olika anläggningarna och styrde möjligtvis kemikaliedoseringen utöver anläggningarnas storlek. Eftersom reningsverk som släpper ut vatten till känsliga recipienter ofta behöver högre reningsgrad för fosforreducering, vilket kan kräva mer omfattande kemikalieåtgång. Därför kunde kemikalieanvändningen skilja sig åt vid anläggningar med samma storlek och belastning.

De granskade miljörapporterna visade att den grundläggande reningsprocessen är likartad, men att detaljlösningar, kemikalieval och teknisk nivå varierar kraftigt. Skillnader i storlek, belastning, recipientkrav och processteknik blir därmed centrala vid en analys av kemikalieanvändning och driftförhållanden.

5.3 Hydrauliska variationer och tillskottsvatten

Hydrauliska variationer och tillskottsvatten utgör en begränsning vid jämförelser mellan reningsverk. Kraftig nederbörd, snösmältning och inläckage i ledningsnäten påverkar de inkommande flödena och kan leda till förändrad kemikaliedosering.

Öresundsverket beskriver exempelvis hur höga flöden vid nederbörd påverkar den hydrauliska belastningen i systemet (NSVA, 2024c, s. 8). Eftersom inkommande vattenflöde inte alltid motsvarar den organiska belastningen anläggningen har. Detta kan leda till en underskattning av det verkliga kemikaliebehovet vid vissa reningsverk, eftersom stora vattenvolymer som inte är avloppsvatten påverkar koncentrationen av både fosfor-och BOD₇ genom utspädning.

Vid Torekovs avloppsreningsverk redovisades att inläckage och felkopplade ytor bidrog till ökade flöden vid nederbörd (NSVA, 2024a, s. 9). Detta innebär att kemikalieförbrukningen delvis påverkas av ledningsnätens skick och inte enbart av reningsprocessen.

Lövuddens avloppsreningsverk uppvisade cirka 85% fosfor respektive 68% BOD₇-reduktion vid anläggningen. En möjlig förklaring till den låga reningsgraden, trots att miljörapporten vid tidpunkten för studien inte var helt fastställd, var de redovisade 24 bräddningstillfällena till följd av hydraulisk överbelastning där totalt 9 542 m³ avloppsvatten bräddades (Vatten och Avfallskompetens i Norr AB, 2025a).

5.4 Driftstrategier och processtyrning

En annan begränsning för analysen var hur styrstrategier och mätutrustning skiljde sig åt mellan anläggningarna. Vid Granskärs reningsverk ledde problem med onlinemätning av fosfor till större säkerhetsmarginaler i doseringen och därmed ökad kemikalieförbrukning under 2024 (Söderhamn Nära, 2024, s. 21).

Lövuddens provanalyser under 2025 visade höga halter fosfor och aluminium, vilket berodde på ett läckage från PAX-cisternen som misstänkts ha gett en förhöjd dosering av fällningskemikalie. Hög kemikalieförbrukning behöver därför inte alltid innebära

högre belastning eller sämre processeffektivitet, utan kan även bero på driftstrategier och osäkerheter i processkontrollen.

5.5 Slamhanterings påverkan på kemikalieåtgången

Slamhantering och avvattnings teknik påverkar möjligheten att jämföra kemikalieanvändningen på ett enhetligt sätt. Polymerförbrukningen varierar exempelvis beroende på mängden producerat slam, typen av avvattningsutrustning och kraven på torrsubstanshalt.

Mindre avloppsreningsverk som exempelvis Sävar använde polymerer för slamförtjockning för att sedan transportera slammet till det större Öns avloppsvattenverk för vidare behandling (Vatten och Avfallskompetens i Norr AB, 2026c). Detta tillsammans med olika krav på torrsubstanshalten gör därför direkta jämförelser mellan anläggningar mer komplexa.

5.6 Påverkan av metodval

Studien byggde på standardiserade miljörapporter med en stor geografisk spridning vilket ger en god representation av svenska reningsverk. Dessa var delvis offentliga och i vissa fall kompletta med tillhörande bilagor. En av nackdelarna var att viss information saknades och uppskattades utifrån de begränsade värdena som redovisades i miljörapporternas textdel. Dessa uppskattningar av bland annat driftdata, inkommande belastningsparametrar och utsläpp kan ha påverkat beräkningarna av nyckeltalen som användes för analyserna. Skillnaderna mellan anläggningarna behöver därför inte enbart bero på processerna, utan även hur data redovisats i rapporterna och uppskattas utifrån den tillgängliga informationen. Det var även svårt att hitta uppdaterade rapporter från mindre anläggningar, särskilt i de norra vattendistrikten Bottenviken och Bottenhavet, vilket kan ha påverkat jämförelserna, eftersom vattenreningsprocesserna och val av kemikalier kan ha förändrats och blivit mer likartade över tid.

Jämförelserna av fällningskemikalierna baserades på en normalisering av järn-och aluminiumbaserade kemikalier uttryckt i kilogram per år, trots skillnader i koncentrationer, densitet och kemiska egenskaper. Metoden utgår alltså från total produktmängd och inte från aktiv metallhalt. Därför bör resultaten tolkas som övergripande trender i kemikaliemängd per reducerad fosfor snarare än exakta mått på kemisk reningseffektivitet. En mer rättvisande normalisering hade varit att räkna om fällningskemikalierna till mol metall eller till kg järn respektive aluminium.

Bräddningsflödena hade kunnat exkluderas från analysen tillsammans med sina fosfor-och BOD₇ utsläpp för att få ett tydligare resultat för enbart behandlat vatten. Metodvalet var ett sätt att förenkla analysen men detta påverkade resultaten eftersom det tar hänsyn till utsläpp som delvis sker utan kemikaliebehandling. Reningsgraden som redovisades i kapitel 4.4 kan därför bero på ledningsnäten och den hydrauliska belastningen, snarare än processteknik och kemikaliedosering.

Studien följde Naturvårdsverkets definition av personekvivalenter med avseende på BOD₇-belastning, där en personekvivalent motsvarar 70 g BOD₇ per person och dygn. Definitionen är dock bara en uppskattning av den dagliga biologiska belastningen en

person ger upphov till dagligen. Den här uppskattningen kan anläggningsberoende som vid exempelvis Himmerfjärdsverket, där en personekvivalent motsvarar 40 g BOD₇ per person och dygn.

Tillskottsvattnet påverkade den hydrauliska belastningen samt koncentrationen och därmed jämförelsen mellan anläggningarna. Lövudden hade exempelvis relativt lågt inkommande BOD₇ trots ett stort behandlat flöde. Det nuvarande nyckeltalet baserat på inkommande vattenvolym blir därför missvisande i jämförelser mellan reningsverk med varierande hydrauliska förutsättningar.

Sammantaget visar resultaten att kemikalieförbrukningen styrs av flera samverkande faktorer, snarare än en enskild parameter. Belastning, processteknik, kapacitet, recipientkrav, hydrauliska variationer och driftstrategier hade stor betydelse för både kemikalieåtgång och reningseffektivitet. Detta innebär att en rättvisande jämförelse behöver göras utifrån flera belastningsparametrar och tekniska förutsättningar.

6 Slutsatser

Studien visade att kemikalieanvändningen med avseende på olika belastningsparametrar varierade kraftigt vid de undersökta reningsverken, vilket kan innebära att skillnader i processteknik, recipientkrav, hydrauliska variationer och slamhanteringsprocessen kan ha påverkat kemikaliebehovet.

Större anläggningar följde ett tydligt mönster med en mindre mängd förbrukade fällningskemikalier per inkommande kubikmeter jämfört med de mindre. En rimlig förklaring skulle kunna vara att större verk ofta har stabilare driftförhållanden och bättre tekniska förutsättningar för att styra och optimera kemikaliedoseringen vid olika reningssteg.

Resultaten visade samtidigt att en hög kemikalieförbrukning inte alltid motsvarade högre reningseffektivitet. Flera anläggningar som doserade mest nådde ungefär samma, eller till och med lägre fosfor-och BOD₇-reduktion jämfört med verk med betydligt lägre specifik förbrukning, vilket kan betyda att driftstörningar, bräddningar, tillskottsvatten och skillnader i processtyrning kan ha påverkat både kemikalieåtgången och reningsresultaten.

Jämförelser mellan avloppsreningsverk försvårades av att rapportering, processteknik och datakvalitet skiljde sig åt. Framför allt vid användning av uppskattade belastningsvärden på grund av begränsad information tillgänglighet, och inkludering av bräddningsflöden vilket ökade osäkerheten i studien.

Sammantaget visade studien att jämförelser av kemikalieförbrukning mellan svenska avloppsreningsverk behöver göras i relation till belastning, reningsgrad och tekniska förutsättningar för att ge en rättvisande bild av både resurseffektivitet och reningsprestanda. En mer utförlig studie skulle kunna baseras på fler miljörapporter genom åren, för att se variationen av kemikalierna över tid, samtidigt som reningsgraden kan analyseras utifrån metallhalter och torrsubstansen.

7 Referenser

- Borås Energi och Miljö. (2024). Miljörapport 2024: Gässlösa avloppsreningsverk.
borasem.se/download/18.3978800619545ea0dff9393e/1742215588587/Hållbara_rhetsredovisning_2024_tillgänglig.pdf
- Gryaab AB. (2024). Miljörapport 2024: Ryaverket.
<https://www.gryaab.se/wp-content/uploads/2026/04/Miljorapport-Ryaverket-2025-inklusive-bilagor.pdf>
- Gävle Vatten AB. (2024). Miljörapport 2024: Duvbackens reningsverk.
<https://www.gastrikevatten.se/download/18.2b20a76219927b3521ccc052/1758694530487/Milj%C3%B6rapport%20Duvbacken%202024.pdf>
- Helsing Vatten. (2025a). Miljörapport 2025: Arbrå reningsverk.
https://www.helsingevatten.se/download/18.5acbe0d219d9a841bf91e5f8/1777297140945/_Arbr%C3%A52025_textdel.pdf
- Hofors Vatten AB. (2023). Miljörapport 2023: Hofors reningsverk.
<https://www.gastrikevatten.se/download/18.4f4a2c418f0f931d21aa92/1714026542657/Milj%C3%B6rapport%20Hofors%202023.pdf>
- Högstrand, S., Wärrff, C., Svanström, M., & Jonsson, K. (2024). Dynamic process simulation for life cycle inventory data acquisition – Environmental assessment of biological and chemical phosphorus removal. Journal of Cleaner Production. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.144047>
- Kemira. (u.å.). Produktinformation och densitetsdata för PAX- och PIX-kemikalier. Hämtad den 6 maj via mejl.
- Tekniska Verken i Kiruna AB (2021). Miljörapport 2021: Katterjokks avloppsreningsverk.
https://www.tekniskaverkenikiruna.se/download/18.b1d62a418093ee237dc906/1652442799823/Avlopp_KAT_Milj%C3%B6rapport%202021.pdf
- Kungsbacka kommun, Förvaltningen för Teknik. (2026). Miljörapport 2025: Hammargård avloppsreningsverk. Hämtad den 5 maj 2026 via mejl.
- Kungsbacka kommun, Förvaltningen för Teknik. (2026). Miljörapport 2025: Kullaviks avloppsreningsverk. Hämtad den 5 maj 2026 via mejl.
- Sysav, Kävlinge kommun. (2024). Miljörapport 2024 Borgeby avloppsreningsverk.
<https://www.sysav.se/media/umwhwzvi/milj%C3%B6rapport-2024-k%C3%A4vlinge-%C3%A5vc.pdf>
- Laholmsbuktens VA AB. (2024a). Miljörapport 2024 Ängstorps avloppsreningsverk.
<https://www.lbva.se/download/18.383abe8b19a252eeba91c0e4/1761637583403/MR%20%C3%84ngstorp%202024-rev.%201.pdf>

- Laholmsbuktens VA AB (2024b). Miljörapport 2024 Västra strandens avloppsreningsverk.
<https://www.lbva.se/download/18.383abe8b19a252eeba91c0da/1761637559926/MR%202024%20V%C3%A4stra%20stranden.pdf>
- Luleå Miljöresurs AB (Lumire). (2026b). Miljörapport 2025: Uddebo avloppsreningsverk. Hämtad den 8 maj via mejl.
- Mälarenergi Vatten. (2024). Miljörapport 2024 Haga avloppsreningsverk, Surahammar.
<https://www.malarenergi.se/globalassets/dokument/miljorapporter/miljorapport-haga-2024.pdf>
- Naturvårdsverket. (u.å.). *Avlopp*. Hämtad den 20 april 2026 från
<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/avlopp/>
- NSVA. (2024a). Miljörapport 2024 Torekovs avloppsreningsverk, Båstads kommun. <https://nsva.se/wp-content/uploads/2025/04/miljorapport-2024-torekov-reningsverk.pdf>
- NSVA. (2024b). Miljörapport 2024 Perstorps avloppsreningsverk, Perstorps kommun. <https://nsva.se/wp-content/uploads/2025/04/miljorapport-2024-perstorps-reningsverk.pdf>
- NSVA. (2024c). Miljörapport 2024 Öresundsverket Helsingborg.
<https://nsva.se/wp-content/uploads/2025/04/miljorapport-2024-oresundsverket.pdf>
- NSVA. (2024d). Miljörapport 2024: Ekebro reningsverk, Bjuvs kommun.
<https://nsva.se/wp-content/uploads/2025/08/miljorapport-2024-ekebro-reningsverk.pdf>
- NSVA. (2024e). Miljörapport 2024: Ekeby reningsverk, Bjuvs kommun.
<https://nsva.se/wp-content/uploads/2025/04/miljorapport-2024-ekeby-reningsverk.pdf>
- Ojo, P., & Ifelebuegu, A. O. (2019). The impact of chemical phosphorus removal on sludge production and dewatering in wastewater treatment plants. *Environmental Technology Reviews*, 8(1), 47–57.
<https://doi.org/10.1080/21622515.2019.1630394>
- Preisner, M., & Smol, M. (2022). Investigating phosphorus loads removed by chemical and biological processes in municipal wastewater treatment plants. *Desalination and Water Treatment*.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116058>
- Simrishamns kommun. (2024). Miljörapport 2024 Simrishamns reningsverk.
<https://www.simrishamn.se/nyheter/nyhetsarkiv/2025-04-28-hur-gick-hallbarhetsarbetet-i-var-kommun-2024>
- Stockholm Vatten och Avfall AB. (2025). Miljörapport 2025: Avloppsverksamheten Stockholm Vatten och Avfall. Hämtad den 3 maj från
<https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/pdf/rapporter/miljora>

[pporter-avlopp/miljorapport-avlopp-2025.pdf](#)

- Svenskt Vatten. (2023). Klimatneutral VA. Hämtad den 20 mars 2026 från <https://www.svensktvatten.se/vara-sakomraden/klimat-och-hallbarhet/klimatneutral-va/>
- Syvab AB. (2024). Miljörapport 2024: Himmerfjärdsverket. Hämtad den 7 mars från <https://www.syvab.se/om-syvab/publikationer-och-media/rapporter/miljorapporter>
- Söderhamn Nära AB. (2024a). Miljörapport 2024: Granskär avloppsreningsverk.
<https://www.soderhamnnara.se/download/18.41109aad195b25241f84c38/1742547159772/Milj%C3%B6rapport%202024%20Gransk%C3%A4r%20ARV%20inkl%20bilagor.pdf>
- Söderhamn Nära AB. (2024b). Miljörapport 2024: Ljusne avloppsreningsverk.
<https://www.soderhamnnara.se/download/18.41109aad195b25241f84c41/1742547190751/Milj%C3%B6rapport%202024%20Ljusne%20ARV%20inkl%20bilagor.pdf>
- Uppsala Vatten och Avfall. (2023). Miljörapport 2023 Kungsängsverket.
<https://www.uppsalavatten.se/download/18.5ee3b46d19271686b47dd39/1729522836080/Milj%C3%B6rapport%20Kungs%C3%A4ngsverket%202023.pdf>
- VA SYD. (2023a). Miljörapport 2023 Sjölanda avloppsreningsverk.
<https://www.vasyd.se/-/media/Dokument/Miljorapporter/2023/Milj%C3%B6rapport-2023-Sj%C3%B6landa-avloppsreningsverk.pdf>
- VA SYD. (2023b). Miljörapport 2023 Källby avloppsreningsverk.
<https://www.vasyd.se/-/media/Dokument/Miljorapporter/2023/Milj%C3%B6rapport-2023-K%C3%A4llby-avloppsreningsverk.pdf>
- VA SYD. (2023c). Miljörapport 2023 Ellinge avloppsreningsverk.
<https://www.vasyd.se/-/media/Dokument/Miljorapporter/2023/Milj%C3%B6rapport-2023-Ellinge-avloppsreningsverk.pdf>
- Vatten och Avfallskompetens i Norr AB. (2026a). Miljörapport 2025: Lövudden avloppsreningsverk. Hämtad den 8 maj 2026 via mejl.
- Vatten och Avfallskompetens i Norr AB. (2026b). Miljörapport 2025: Sävar avloppsreningsverk. Hämtad den 8 maj 2026 via mejl.
- Vatten och Avfallskompetens i Norr AB. (2026c). Miljörapport 2025: Öns avloppsreningsverk. Hämtad den 8 maj 2026 via mejl.
- Vattenmyndigheterna. (2025). *Vattendistrikt i Sverige*. Hämtad 28 maj 2026 från Vattenmyndigheterna – Vattendistrikt i Sverige.
<https://www.vattenmyndigheterna.se/vattendistrikt/vattendistrikt-i-sverige.html>
- Älvkarleby Vatten AB. (2024). Miljörapport 2024 Skutskärs reningsverk.
<https://www.gastrikevatten.se/download/18.2b20a76219927b3521ccc23d/1758695932311/Milj%C3%B6rapport%20Skutsk%C3%A4r%202024.pdf>

8 Bilagor

Bilaga A – Specifika produktnamn vid de studerade anläggningarna

AVR	Produktnamn Fk	Produktnamn Sk
Katterjokk	PAX-33	PP-polymer
Uddebo	PAX XL-100	Flopam FO 4290 SH + Flopam AN 913
Öns	PIX 111	Zetag 8165
Sävar	PAX XL-100	Zetag 9218
Lövudden	PAX XL-100	Superfloc 6569
Häggesta	PAX XL-215	Superfloc C492 + Superfloc C444
Arbrå	PAX XL-215	Superfloc C-444
Granskär	ALG	Superfloc C-494
Ljusne	PAX XL-100	Superfloc C-6596
Hofors	Ekoflock 90	Zetag 7550
Duvbackens	PIX 118	PIX 118 + PIX 113 + Superfloc XD7600 + Zetag 8187
Skutskärs	PIX 118	Zetag 7563
Kungsängsverket	PIX 111 + PAX-215	Superfloc C-495 + Zetag 8165 + Superfloc XD-7600
Himmerfjärdsverket	Hepta Järnsulfat + Plusjärn S314 + Pluspac Ekoflock	Zetag polyakrylamid
Bromma	PIX-111 + Järnsulfat	Pulverpolymer + anjonisk polyakrylamid
Henriksdal	PAX XL-60 + Järnsulfat	Pulverpolymer + anjonisk polyakrylamid
Ekeby	PAX XL-60 + Pluspac 1465	Zetag 9216
Haga	PIX 113	Zetag 9246FS
Hammargårds	PAX XL-60 + PIX 111 + Zetag 9216	Katjonisk polymerpulver
Kullavik	PIX 111 + Flopam EM 440	Zetag 9248
Ryaverket	Quickfloc + PAC + amid/aminoakrylatkopolymer	Amid/aminoakrylatkopolymer
Västra Stranden	PAX XL-100 + Flopam EM 533	Zetag 7587 + Zetag 8160 + Zetag 8165 + Zetag 8167 + Zetag 8125 + PIX 113
Ängstorps	PIX 111 + Flopam EM 533	Zetag 8160 + Zetag 9214
Torekovs	Pluspac 1465 + PAX XL-60	Zetag 8180
Perstorps	Pluspac 1465 + PAX XL-60	Zetag 8110
Sjölunda	Quickfloc + Ekoflock 90 + Plusjärn S314 + Superfloc A-1883	Flopam 4440 + Flopam 4490 + Flopam 4350 + Praestol 643
Källby	Plusjärn S314	Superfloc C-496
Ellinge	Plusjärn S314 + Ekoflock 50	Zetag 8180 + Zetag 8190
Öresundsverket	PIX 111	PIX 111 + Flopam 4490 + Flopam 4498 + Flopam 5449

Ekebro	Pluspac 9016 + PAX XL-60	Zetag 9216
Ormanäs	PAX XL-100	Superfloc C-496 + SD-7065
Kalmar	Plusjärn 314 + Pluspac 1465 + Polymer DPWS + Zetag 4145	Zetag 7563 + Zetag 8127 + Zetag 9248 + Ferafloc CSC 630

Bilaga B – Kemira PAX-33 produktdatablad

kemira

Produktdatablad

2025-06-17

KEMIRA PAX-33

KEMIRA PAX-33

Polyaluminiumklorid Lösning

KEMIRA PAX-33, polyaluminiumklorid, är ett flytande fällningsmedel för vattenrening och innehåller aktiva flervärda aluminiumföreningar. KEMIRA PAX-33 lämpar sig för avloppsvattenrening, yt- och grundvattenrening i de flesta reningsprocesser samt inom pappersindustrin.

Produktspecifikation

Parameter

Form	Brun vätska
Aluminium (Al^{3+})	$8,8 \pm 0,3 \%$
Aluminium (Al_2O_3)	$16,6 \pm 0,6 \%$
Basicitet	$42 \pm 3 \%$
Densitet ($20^\circ C$)	$1,38 \pm 0,03 \text{ g/cm}^3$

Typanalys

Parameter

Aktiv substans	$\sim 3,3 \text{ mol/kg}$
Järn (Fe total)	$0,3 \pm 0,2 \%$
Klorid (Cl)	$21 \pm 2 \%$
Viskositet ($20^\circ C$)	$25 \pm 10 \text{ mPas}$
pH ($20^\circ C$)	$1 \pm 0,5 \%$
Start av kristallisering	$-20^\circ C$

Dosering

Dosering sker med pumpar, rörledningar och ventiler i korrosionsskyddat utförande. KEMIRA PAX-33 doseras lämpligast utan utspädning direkt från lagertank.

Förvaring

Lagringstankar och rörledningar ska vara utförda i korrosionsskyddat material som glasfiberarmerad polyester, polyeten eller polypropylen. KEMIRA PAX-33 kan vara korrosivt för metaller.

KEMIRA PAX-33 har en rekommenderad lagringstid på 6 månader. Som med alla kemikalier rekommenderas en årlig rengöring av lagringstanken. Den första leveransen av en kemikalie ska ske i ren tank för att säkra optimalt resultat och lagringsförhållande.

Vid lagring utomhus bör tank och rörledningar vara isolerade och försedda med värmekabel.

Säkerhet

Hantering av kemikalier kräver försiktighet. Den som ansvarar för användning och hantering av KEMIRA PAX-33 måste beakta säkerhetsinstruktionerna i vårt Säkerhetsdatablad.

Kemira ger denna information som en service till sina kunder och syftet är enbart att informationen skall vara en guide i kundens utvärdering av produkten. Ni måste testa våra produkter för att utvärdera om de är passande i den applikation som ni har tänkt använda produkten i. Detta gäller också ur en hälso-, säkerhets- och miljösynpunkt. Ni måste också instruera alla anställda, återförsäljare, kontraktanställda, kunder eller tredje part som kan bli exponerade av produkten, om alla relaterade säkerhetsinstruktioner. All information och teknisk service är given utan garanti och kan komma att ändras utan varsel. Ni har ett totalt ansvar för, att all information och säkerhetsåtgärder vad gäller produkten följs, dessutom för alla lagar, regler, föreskrifter och myndighetsföreskrifter som är tillämpliga vad gäller bearbetning, transport, leverans, lastning, lossning, lagring, hantering, försäljning och användandet av varje produkt. Ingenting i detta dokument skall tolkas som en rekommendation att använda någon produkt om det är i konflikt med något patent som täcker någon produkt eller dess användning.

KEMIRA KEMI AB

Industrigatan 70
Box 902
SE-25109 Helsingborg
Sverige

Tel +46 42 171000
www.kemira.com

Bilaga C – Sammanställd rådata från miljörapporterna

Reningsverk	Qin	Fk mängd kg/år	Sk mängd kg/år	Kq Fk g/m3	Kq Sk g/m3	BODin kg/år	Pin kg/år	Årsbelas tning (pe)	BOD ut kg/år	Put kg/år	Pr kg/år	Kp kg/kg	Pr %	BODr kg/år	Ks kg/kg	BODr %
Katterjokk	53 567	9 660	350,00	180,33	6,53	8536	196	334,09	104	3,00	193	50,05	98,47	8 432,00	0,042	98,78
Uddebo	7 989 994	502 000	36 800	62,83	4,61	1200370	34487	46 981,21	49 064	2 520,00	31 967	15,70	92,69	1 151 306,00	0,032	95,91
Öns	12 574 821	1 412 000	38 000	112,29	3,02	2246278	66650	87 916,95	53 232	1 933,00	64 717	21,82	97,10	2 193 046,00	0,017	97,63
Sävar	232 221	64 635	660	278,33	2,84	20091	898	786,34	615	23,00	875	73,87	97,44	19 476,00	0,034	96,94
Lövudden	413 585	54 210	840	131,07	2,03	32744	965	1 281,57	10 597	147,00	818	66,27	84,77	22 147,00	0,038	67,64
Häggesta	2 047 807	459 061	3 000	224,17	1,46	244411,3	6000	9 566,00	19 553	300,00	5 700	80,54	95,00	224 858,40	0,013	92,00
Arbrå	263 729	67 765	1 000	256,95	3,79	57305	1391,69285 7	2 242,86	1 192	15,00	1 377	49,22	98,92	56 113,00	0,018	97,92
Granskär	2 239 502	195 800	3 000	87,43	1,34	239731	7371	9 382,82	5 129	323,00	7 048	27,78	95,62	234 602,00	0,013	97,86
Ljusne	461 119	40 140	600	87,05	1,30	61480	1043	2 406,26	872	28,70	1 014	39,57	97,25	60 608,00	0,010	98,58
Hofors	1 729 601	117 000	1 100	67,65	0,64	88000	2300	3 444,23	6 850	158,00	2 142	54,62	93,13	81 150,00	0,014	92,22
Duvbackens	13 338 079	203 100	88 200	15,23	6,61	1687000	46000	66 027,40	44 001	3 310,00	42 690	4,76	92,80	1 642 999,00	0,054	97,39
Skutskärs	1 763 740	127 000	2 200	72,01	1,25	167000	4300	6 536,20	10 936	270,00	4 030	31,51	93,72	156 064,00	0,014	93,45
Kungsängsverket	19 493 800	2 315 300	60 700	118,77	3,11	4090000	110000	160 078,28	65 000	2 500,00	107 500	21,54	97,73	4 025 000,00	0,015	98,41
Himmerfjärdsverket	40 020 000	2 888 000	128 000	72,16	3,20	3744000	96400	212 975,40	250 557	16 100,00	80 300	35,97	83,30	3 493 443,00	0,037	93,31
Bromma	45 300 000	2 730 000	66 000	60,26	1,46	6790000	157000	265 753,42	101 000	6 000,00	151 000	18,08	96,18	6 689 000,00	0,010	98,51
Henriksdals	107 102 000	8 361 000	255 550	78,07	2,39	23190000	507000	907 632,09	403 000	19 000,00	488 000	17,13	96,25	22 787 000,00	0,011	98,26
Ekeby	503 908	61 000	2 200	121,05	4,37	36521	1155	1 429,39	5 100	97,00	1 058	57,66	91,60	31 421,00	0,070	86,04
Haga	1 833 528	60 000	8 300	32,72	4,53	160000	4100	6 262,23	8 400	270,00	3 830	15,67	93,41	151 600,00	0,055	94,75
Hamnargårds	4 901 901	371 770	12 800	75,84	2,61	1069000	25000	41 839,53	25 000	990,00	24 010	15,48	96,04	1 044 000,00	0,012	97,66
Kullavik	1 719 393	36 300	12 800	21,11	7,44	299000	8500	11 702,54	6 200	590,00	7 910	4,59	93,06	292 800,00	0,044	97,93
Ryaverket	119 000 852	3 474 800	362 000	29,20	3,04	21478000	492000	840 626,22	707 000	26 200,00	465 800	7,46	94,67	20 771 000,00	0,017	96,71
Västra Stranden	12 163 732	777 200	348 700	63,89	28,67	2421000	68000	94 755,38	34 000	2 700,00	65 300	11,90	96,03	2 387 000,00	0,146	98,60
Ängstorps	4 591 409	397 000	20 500	86,47	4,46	427000	12000	16 712,33	12 300	1 100,00	10 900	36,42	90,83	414 700,00	0,049	97,12
Torekovs	2 330 457	236 000	1 900	101,27	0,82	157031	5257	6 146,03	3 690	235,00	5 022	46,99	95,53	153 341,00	0,012	97,65
Perstorps	1 188 494	135 000	5 600	113,59	4,71	79041	2220	3 093,58	2 306	59,30	2 161	62,48	97,33	76 735,00	0,073	97,08
Sjölunda	44 140 000	3 087 000	126 450	69,94	2,86	9308790	218300	364 336,20	347 255	16 843,00	201 457	15,32	92,28	8 961 535,00	0,014	96,27
Källby	12 323 808	870 000	24 000	70,60	1,95	2523432	73076	98 764,46	22 516	3 107,00	69 969	12,43	95,75	2 500 916,00	0,010	99,11
Ellinge	4 652 901	315 000	33 400	67,70	7,18	2206922	27695	86 376,59	17 032	877,00	26 818	11,75	96,83	2 189 890,00	0,015	99,23
Öresundsverket	19 768 103	187 000	186 750	9,46	9,45	4084892	79461	159 878,36	43 607	8 138,04	71 323	2,62	89,76	4 041 284,71	0,046	98,93
Ekebro	1 995 769	316 000	7 200	158,33	3,61	166370	5155	6 511,55	12 458	618,82	4 536	69,66	88,00	153 912,41	0,047	92,51
Ormanäs	1 657 713	103 000	12 825	62,13	7,74	199213	5177	7 796,99	6 074	416,00	4 761	21,63	91,96	193 139,00	0,066	96,95
Kalmar	6 233 597	843 086	31 890	135,25	5,12	1981000	49900	77 534,25	25 500	1 520,00	48 380	17,43	96,95	1 955 500,00	0,016	98,71