

Behandling av sigevann fra avfallsdeponier i våtmarksanlegg – eksempler på utforming og effekt

Trond Mæhlum, NIBIO

Innlegg på Fagtreff i Norsk Vannforening om NBS (nature based solutions)
naturbaserte løsninger - grønne versus grå

Oslo 15.01.2024



SFI earthresQue (2020 – 2028) vurderer forurensninger fra deponier og tiltak for å begrense utslipp av gass og sivevann

Avfallsdeponier

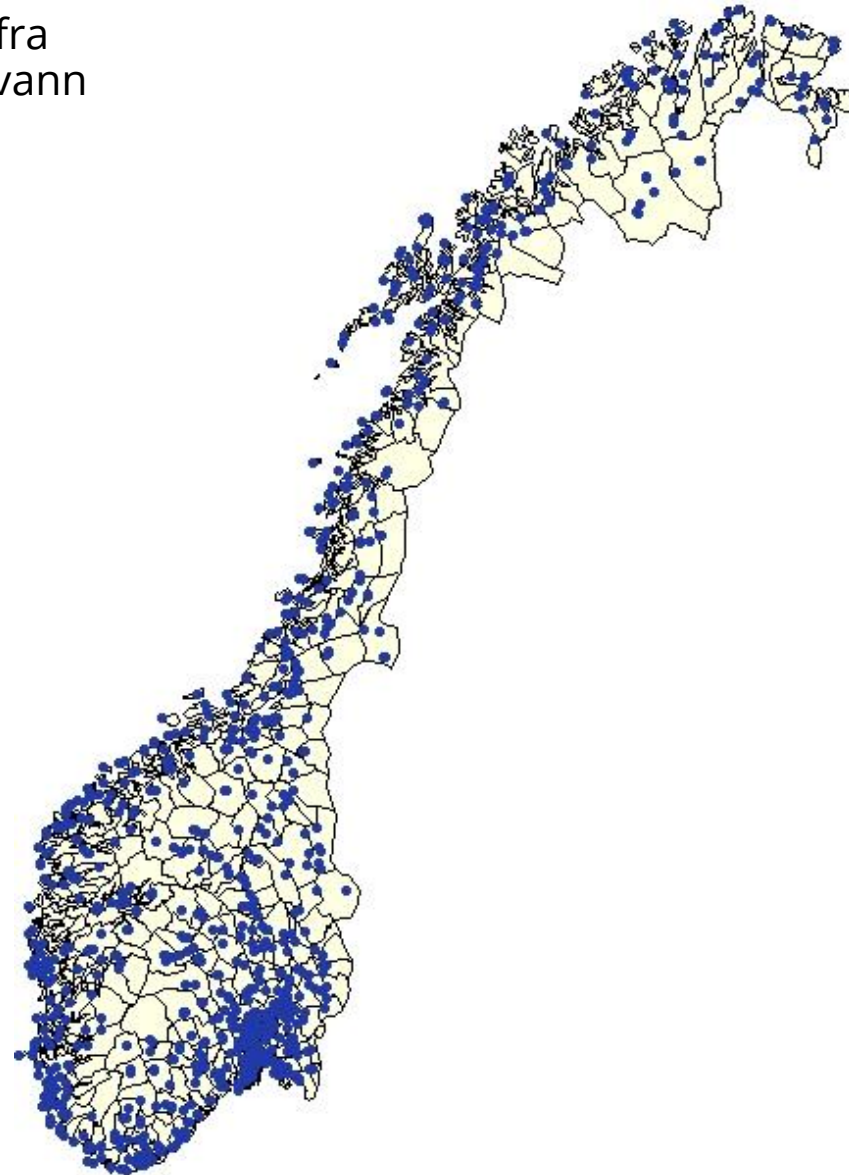
< 60 ordinære avfallsdeponier i drift

>1200 nedlagte avfallsdeponier

+ massetipper og forurenset grunn

Kan NBS bidra til akseptable utslipp for eldre avfallsdeponier (ofte uten tilsyn) på en kostnadseffektiv måte?

Aktuelt også for nyere deponier?



Innhold

1. Hva er spesielt med sigevann fra eldre deponier: kjemi &, hydrologi?
2. Naturbaserte renseløsninger for deponisigevann - våtmarksanlegg
3. Noen norske eksempler og erfaringer med våtmarksanlegg
4. Anbefalinger





Deponipraksis på 1960 til 1990 tallet



Harmløst avfall?



..eller ikke?

Typisk sigevann – eldre deponi (>25 år)

- **Organisk stoff:** Middels KOF og TOC, lav BOF
 - **Nitrogen:** Mye ammonium
 - **Fosfor:** Relativt lavt i forhold til nitrogen
 - **Tungmetaller:** mye jern, mangan og til dels sink og kobber, ellers variabelt
 - **Organiske miljøgifter:** BTEX, PAH, AOX, PCB, PFAS, ftalater, olje, fenoler, klorfenoler, klorbensener, plantevernmidler m fl
- «Moderne» deponisigevann: Høyere saltholdighet, fortsatt jern/metaller og organisk stoff (lav BOF)



Sigevann

Typisk utvikling over tid

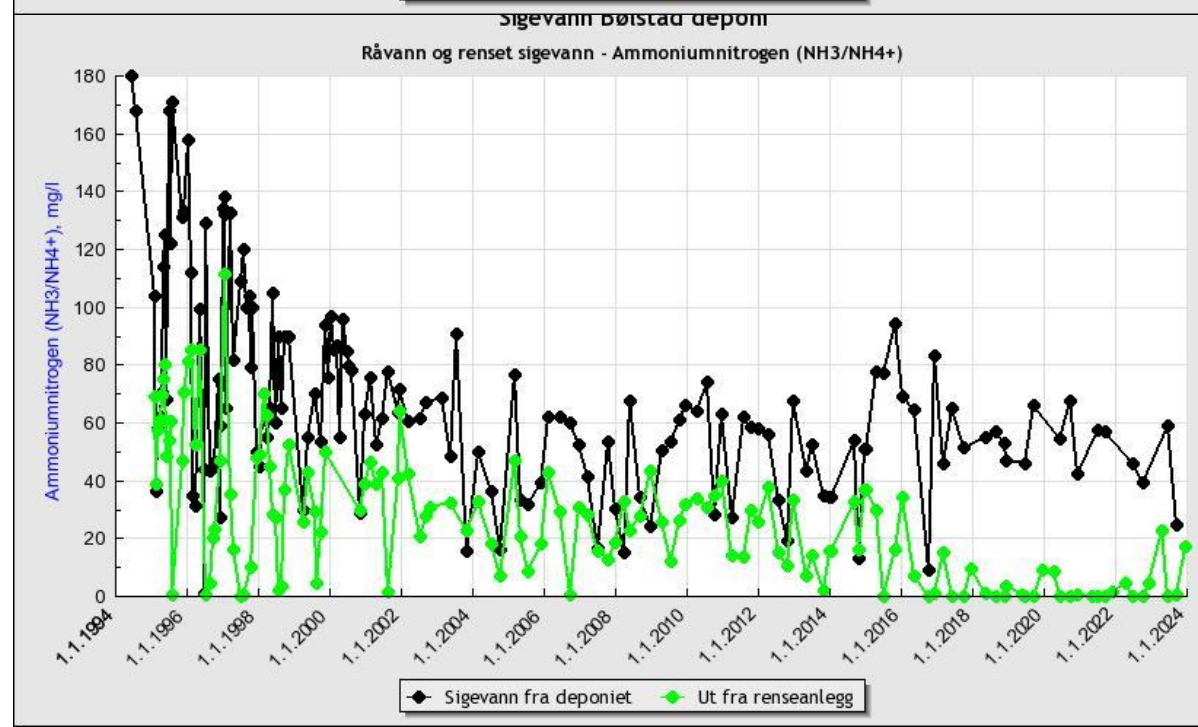
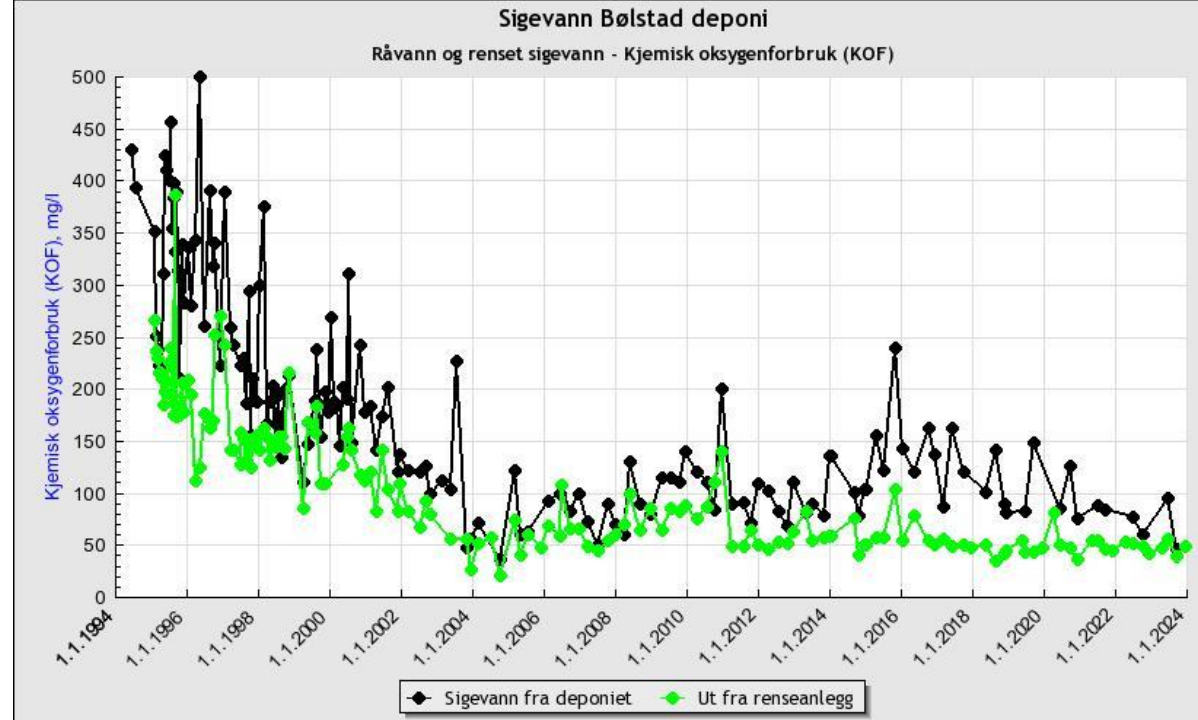
Eksempel på KOF og NH₄-N 1994 – 2023
Bølstaad i Ås kommune

Ofte rask avtakende trend pga utlekking

Årlige variasjoner

Flater ut etter 30 år, men fortsatt forurenset

Utlekking over flere århundre?

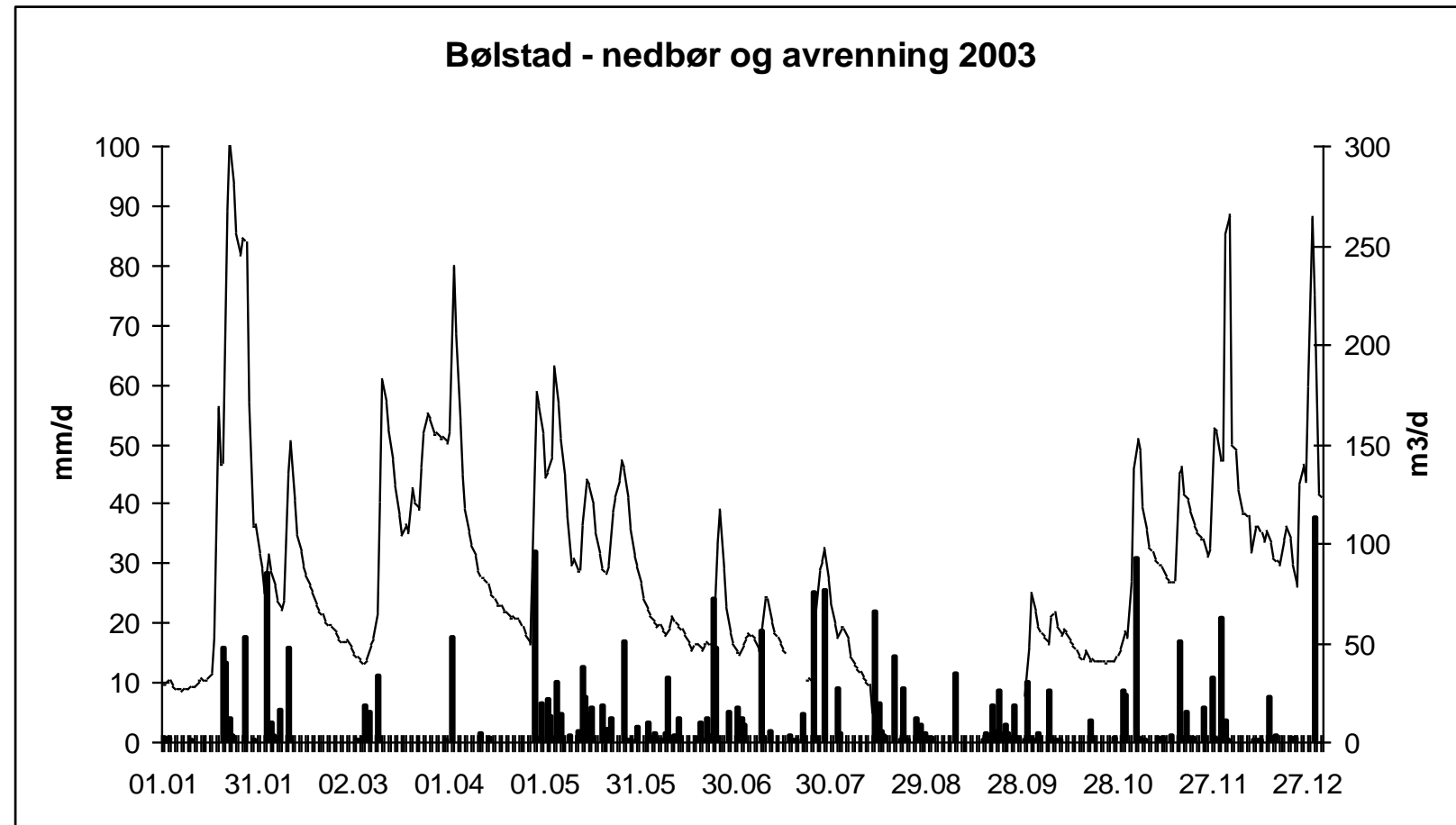


Eldre deponier - Hydrologi

Avrenning følger nedbør og snøsmelting

Store variasjoner i avrenning over døgnet, sesonger og år

Påvirker konsentrasjoner: noen stoffer fortynnes, andre vaskes ut



Rensing av sigevann

Må tåle store endringer i stoffkonsentrasjoner og hydraulisk belastning

Mange sigevann krever tilførsel av oksygen

«Grå løsninger» ofte aktuelle tiltak, spesielt for nyere deponier, evt. med naturbaserte etterpolering

NBS er generelt robuste vs. endringer

NBS er ikke et opplagt valg for behandling av miljøgifter og når mye oksygen trengs

Arealer med NBS forurenses, men beskytter sårbare resipienter



Bølstad luftet lagune med flytende våtmark

Naturbaserte renseløsninger for sigevann

Infiltrasjon (stedegne løsmasser av sand/grus)

Mettet strømming i sand/grus/torv – «natural attenuation»

Biologiske filtre (umettet vertikal strømming i tilkjørte filtre)

Rensedammer (sedimenteringsdammer, biodammer)

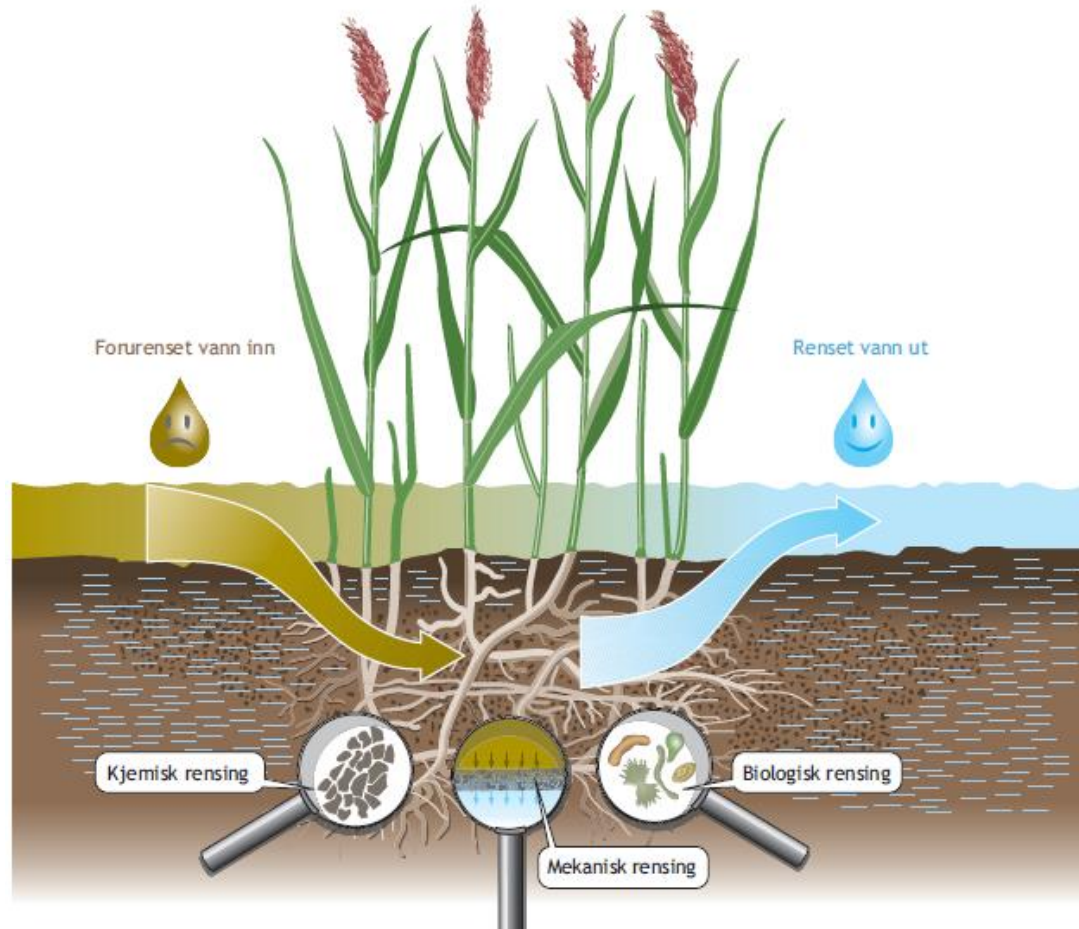
Dammer med lufting (luftet lagune – lang oppholdstid)

Energiskog (vanningssystemer)

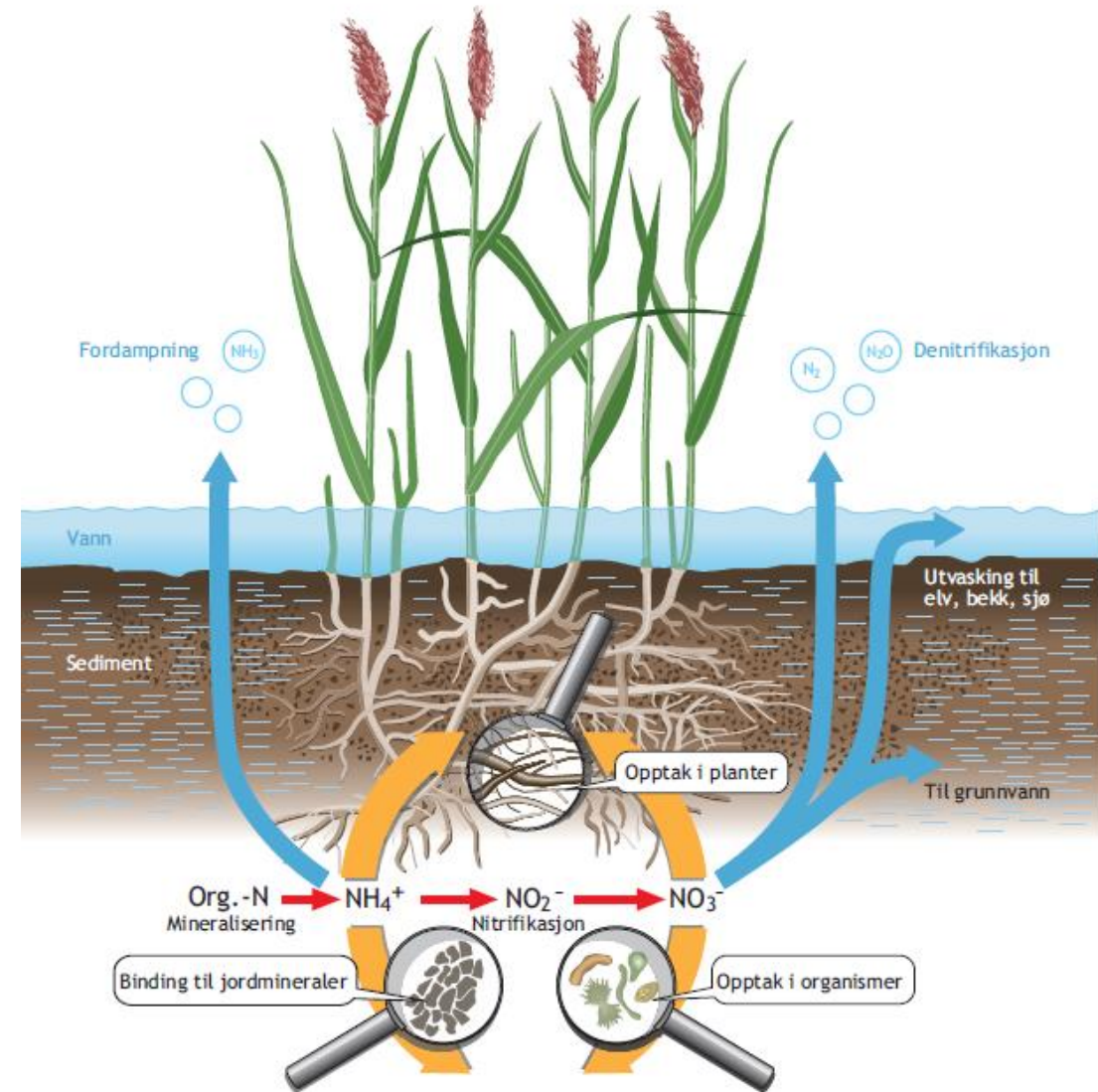
Konstruerte våtmarker (våtmarksanlegg m/u filter)



Renseprosesser



Nitrogen(N)-syklusen



Våtmarksanlegg - utforming

Vanligvis forbehandling for å redusere stoffbelastning

Utforming baseres på naturgrunnlagets forutsetninger: spesielt jordtyper, arealtilgang, klima

Bunntetting ikke vanlig om det finnes tette jordtyper i området

God «hydraualisk effektivitet», utnytte bassengene slik at oppholdstiden blir lang: Flere basseng, voller, ulike dybder i samme basseng

Multifunksjonell design: landskapsestetikk og biomangfold



Trolldalen RA, Kambo Moss

Våtmarksanlegg - utforming

Eksempler på norske våtmarksanlegg for sigevann (antatt 10 – 20 anlegg)

Lokalitet	Kommune	Forbehandling	Våtmarksanlegg
Spillhaug	Aurskog H	Akvifer, lufting	3 grunne våtmarker i serie med varierende dyp (dunkjevle, takrør, sjøsivaks, vannlilje)
Trolldalen	Moss	Luftebasseng, sedimentering	3 grunne våtmarker i serie med varierende dyp (dunkjevle, takrør, sjøsivaks)
Trollmyra	Ski	Biodam, torvfilter	2 grunne våtmarker i serie (dunkjevle, takrør)
Bølstad	Ås	Lufting, sedimentering	Flytende våtmark i på Exponet plaststruktur i luftebasseng og et mindre utløpsfilter
Teigen	Nesodden	Lufting, sedimentering, biodam	1 grunn våtmark
Thorud	Enebakk	Sedimentering	3 grunne våtmarker i serie (dunkjevle, takrør)
Holm	Nittedal	Sedimentering	3 grunne våtmarker i serie (dunkjevle, takrør)

Spillhaug våtmark - bygging 1998





Spillhaug våtmark 1998



Spillhaug våtmark 2000



Spillhaug våtmark 2023



Spillhaug våtmark 2023

A photograph of a narrow, shallow stream flowing through a dense thicket of tall, green reeds. The water is a turbid, yellowish-brown color, indicating high sediment or organic matter content. The background shows a dense forest of tall, thin trees.

Innløp våtmark

A photograph of a larger, deeper pond or lake. The water is clear and dark blue, reflecting the sky and the surrounding reeds. The reeds are tall and green, with some brown, dried stalks floating in the water. The water surface is calm, with a few lily pads visible.

Utløp våtmark



Forbehandling: Luftet lagune med flytende propellejektorer



TROLLEDALEN VÅTMARK



:
TEIGEN VÅTMARK

19.06.2007



THORUD VÅTMARK

Rensing i våtmarksanlegg

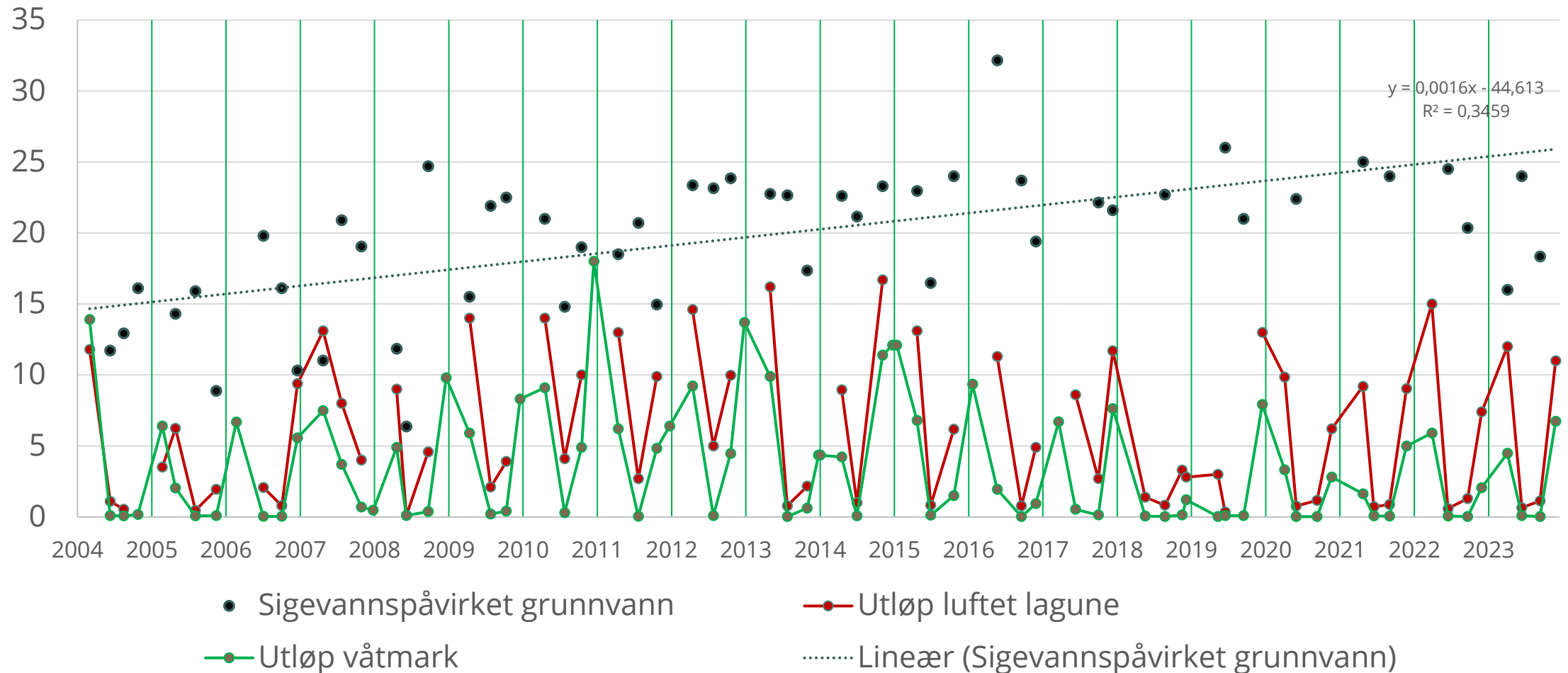
Data fra gjennomsnittsverdier basert på prøvetaking gjennom året.

Parameter		Spillhaug, Aurskog H*			Trolldalen, Moss**		
		Inn	Ut	%	inn	Ut	%
NH4-N	mg/l	5,7	30	48	8,8	5,8	34
NO3-N	mg/l	11	6,1	45	0,28	0,36	-26
Tot N	mg/l	18	10.3	42	11,7	7,4	41
Fosfor	mg/l	0,16	0,02	89	0,15	0,12	16
TOC	mg/l	15	15	0	26	20	24
KOF	mg/l	31	31	2	38	42	-11
SS	mg/l	8	3	62	35	17	52
Fe	mg/l	3,8	0,4	89	13	2	86
Mn	mg/l	0,3	0,4	-6	1,0	0,3	71
Zn	µg/l	5	3	38	30	16	45
Cu	µg/l	0,9	1,3	-42	2,9	1,3	53
PAH	µg/l	0,06	0,05	6	0,8	0,2	78
BTEX	µg/l	0,2	0,2		3,9	0,1	97
PFAS	µg/l	0,086	0,085	0	0,36	0,36	0

*Etablert 1998, data 2014-2023, **Etablert 2020, data 2021-2023.

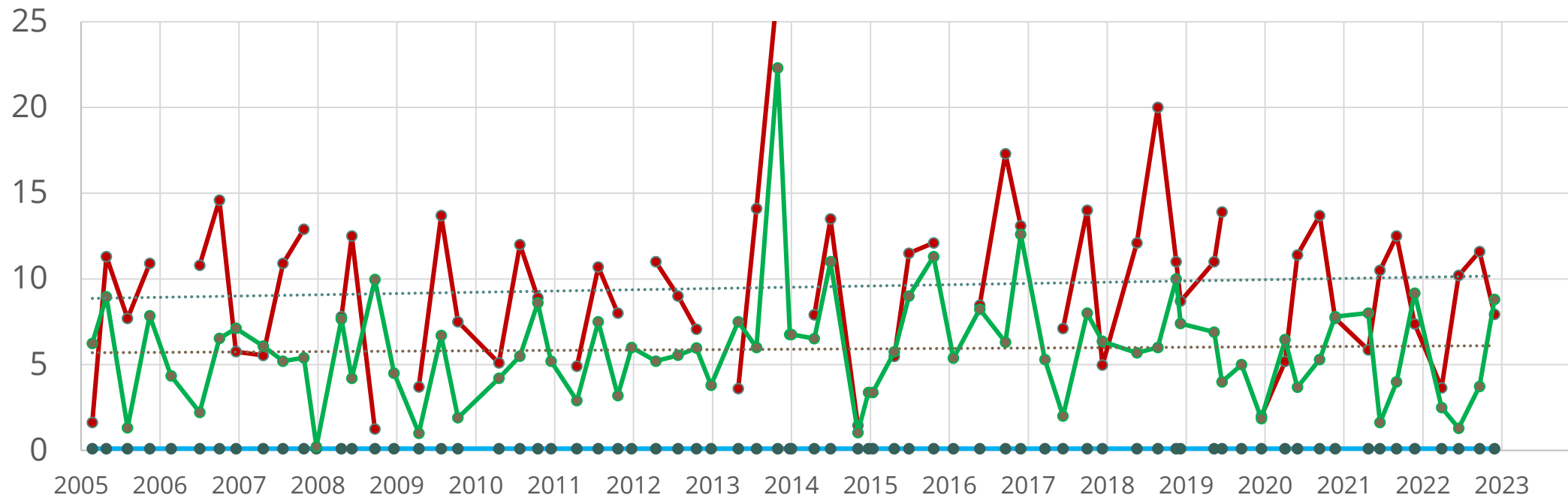
Fjerning av ammonium i våtmarksanlegg

Eksempel fra Spillhaug deponi – 20 års data (NH₄-N, mg/l)



Fjerning av nitrat i våtmarksanlegg

Eksempel fra Spillhaug deponi - 20 års data (NO₃-N, mg/l)



●— Sigevannspåvirket grunnvann

●— Utløp våtmark

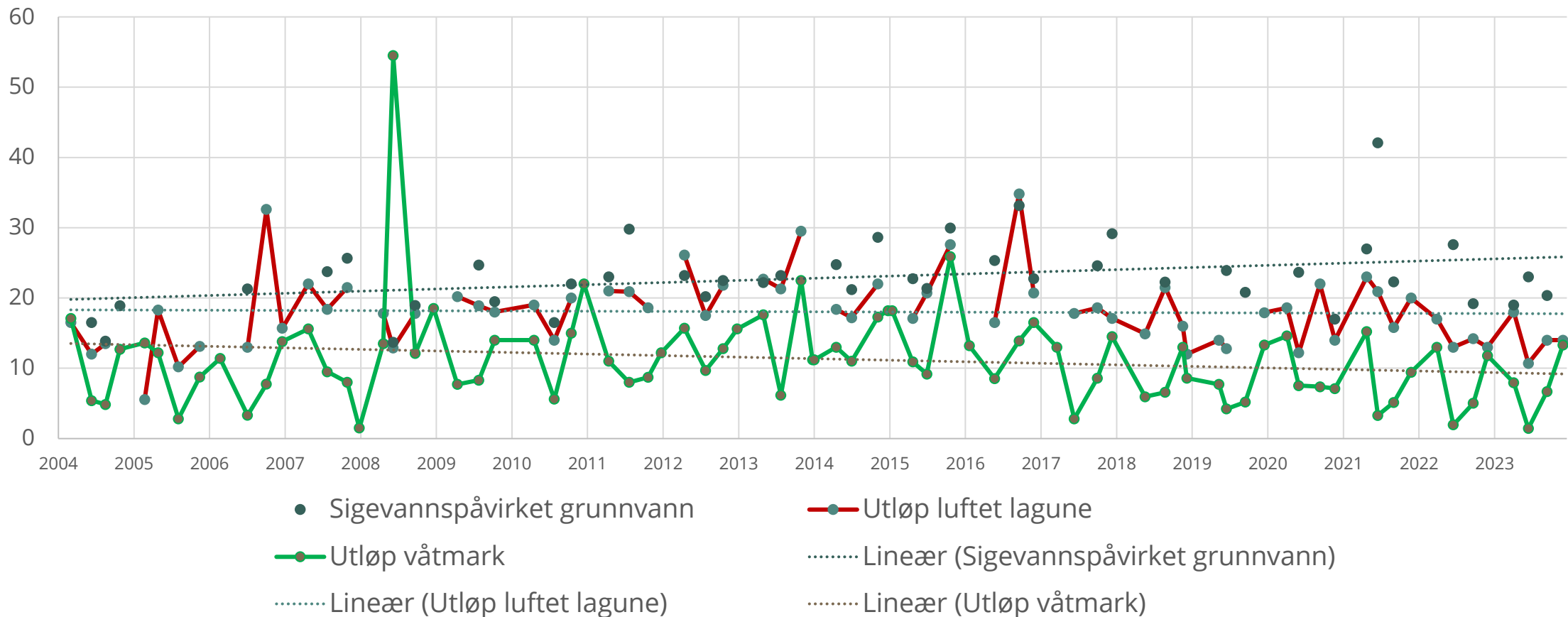
..... Lineær (Utløp våtmark)

●— Utløp luftet lagune

..... Lineær (Utløp luftet lagune)

Fjerning av nitrogen i våtmarksanlegg

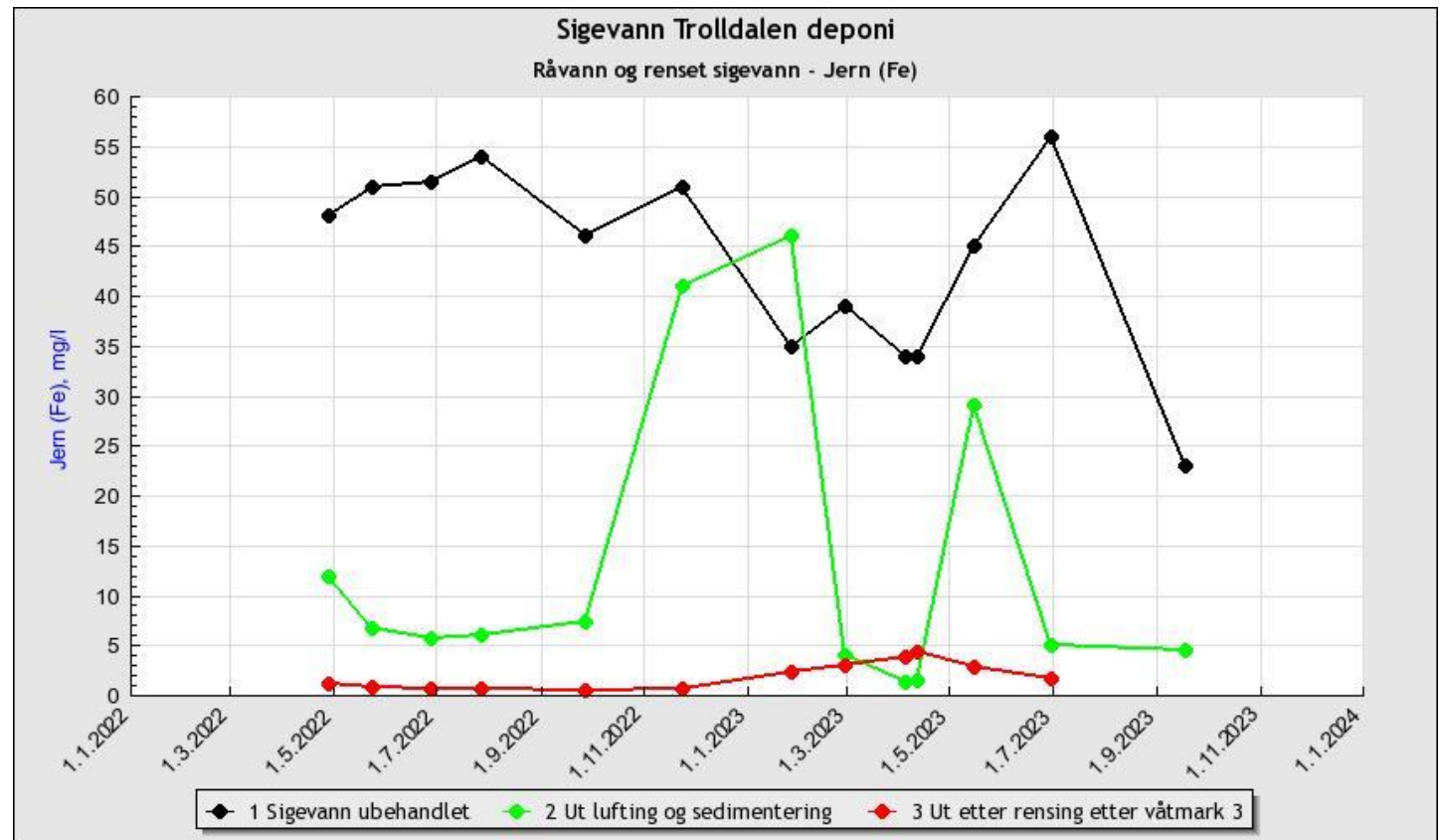
Eksempel fra Spillhaug deponi – 20 års data (Total-N, mg/l)



Rensing – eksempel deponi Trollaldalen, Moss

Retensjon av jern
– lufting og
våtmark

Våtmark gir en
ekstra sikkerhet
når forbehandling
ikke fungerer



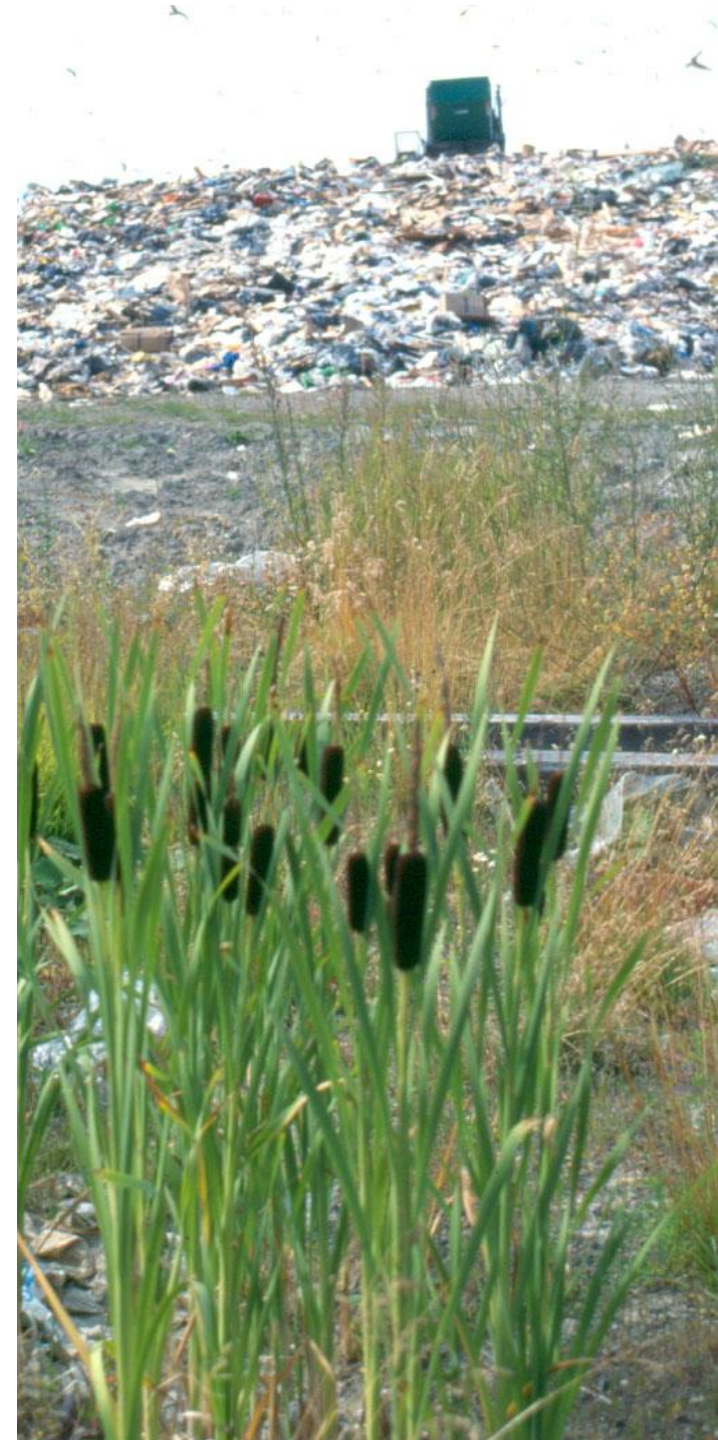
Erfaringer - våtmarksanlegg

Med filtermedium

- Problem med gjentetting (slam/jernutfelling)

Tilplantet grunn dam, dybde 30 – 80 cm

- Belastningsrater: 25 - 50 l/ m² /d
- Hydraulisk oppholdstid - anbefaling: > 7 dager
- Effektiv retensjon av jern (>80%)
- Nitrogenfjerning - god rensing forutsetter nitrat: 200-250 kg/da/år



Erfaringer - våtmarksanlegg

- Renseeffekten best sommerstid - avtar om vinteren når det legger seg is på anlegget og temperaturen synker
- Likevel biologiske prosesser ved lav temperatur og fysiske prosesser som filtrering og sedimentering hele året
- God effekt på fjerning av organiske miljøgifter som PAH og BTEX forbindelser (>75% rensing)
- PFAS-forbindelser – som PFOS og PFOA - vanskelige å rense biologisk og i våtmark - svært stabile





Anbefaling - kombinasjonsanlegg :

1. SBR-anlegg med utvidet oppholdstid
2. Evt. rensetiltak miljøgifter
3. Våtmarksanlegg

Anbefaling - kombinasjonsanlegg:

Luftet lagune med intermittent lufting, flytende våtmark for økt biofilmoverflate og bedre nitrogenfjerning: >70% tot N og >90% NH₄-N (Bølstad i Ås)



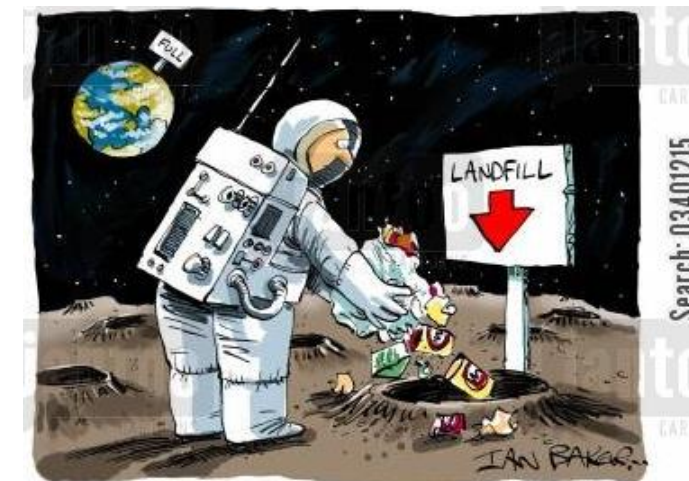
FORSKNING:



PRIVAT SEKTOR:



OFFENTLIG SEKTOR:



Search: 03401215

