

Læsø Forsyning A/S  
Gammel Kirkevej 6B  
9940 Læsø

Tlf. +45 98 45 50 00  
post@frederikshavn.dk  
www.frederikshavn.dk  
CVR-nr. 29189498

**14. november 2025**

## **Endelig tilladelse til videregående vandbehandling med koaguleringskemikaliet, polyaluminiumklorid på Læsø Vandværk**

Sagsnummer: GEO-2025-04008  
Dokumentnummer: 8544911

Frederikshavn Kommune giver tilladelse til brug af videregående vandbehandling med koaguleringskemikalie efter § 21 i vandforsyningsloven. Der er nedenfor stillet vilkår, der skal overholdes for, at tilladelsen kan gives.

Sagsbehandler:  
Julie Maysfelt  
Direkte telefon:  
+45 9845 6602

### **Sagsfremstilling**

Frederikshavn Kommune har den 15. august 2025 modtaget en ansøgning fra Krüger A/S, der ansøger på vegne af Læsø Vand A/S, om tilladelse til brug af koaguleringskemikaliet, polyaluminiumklorid (PAC), som permanent videregående vandbehandling til at reducere det organiske indhold samt farvetallet i det producerede drikkevand (se bilag 1). Læsø Vand A/S anvender i forvejen flokkuleringsmidlet, Magnafloc, i vandbehandlingen til nedbringelse af organisk bundet jern og organisk materiale i drikkevandet, men dette vurderes ikke tilstrækkeligt til at overholde grænseværdierne jf. drikkevandsbekendtgørelsen. På baggrund af udførte JAR-test samt fuldskalaforsøg i 2025, ønskes der endelig tilladelse til at supplere den eksisterende vandbehandling med dosering af koaguleringskemikalie (PAC) forud for den eksisterende polymerdosering (Magnafloc).

Frederikshavn Kommune udarbejder tilladelsen for Læsø Kommune i medfør af aftale om forpligtende samarbejde mellem Frederikshavn og Læsø Kommuner.

Koaguleringskemikaliet, polyaluminiumklorid (PAC), med salgsnavnet ECOFLOCK 90 tilsættes i reaktionsbassinet umiddelbart efter dosering af hydratkalk og CO<sub>2</sub>, og før dosering af Magnafloc. Vandet ledes efter dosering af Magnafloc til filtrering, hvor ikke-opløst jern, ammonium, mangan og organisk stof fjernes.

## Indholdsfortegnelse

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Sagsfremstilling.....                                                            | 1  |
| Vilkår for tilladelse.....                                                       | 3  |
| Baggrund .....                                                                   | 5  |
| Undersøgelser af grundvandskemien i området samt indvindingsstrategi.....        | 5  |
| Vandbehandling .....                                                             | 6  |
| Polyaluminiumsklorid (PAC).....                                                  | 8  |
| Valg af vandbehandlingsteknologi og forsøg med PAC (JAR-test og fuldskala) ..... | 11 |
| Udtalelse fra Styrelsen for Patientsikkerhed .....                               | 13 |
| Vurdering af brugen af PAC på Læsø Vandværk .....                                | 13 |
| Partshøring .....                                                                | 15 |
| Annoncering.....                                                                 | 15 |
| Klage.....                                                                       | 15 |
| Lovhenvisninger.....                                                             | 15 |
| Bilag .....                                                                      | 15 |
| Kopi til .....                                                                   | 17 |

## Vilkår for tilladelse

I dette afsnit er listet en række vilkår og forudsætninger, som Læsø Vandværk skal overholde som en del af tilladelsen til videregående vandbehandling. Vilkårene kan løbende revideres efter en risikovurdering.

|                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vandbehandlingsens formål                                                   | Tilsætning af koaguleringskemikaliet polyaluminiumklorid (ECOFLOCK 90) 9% til nedbringelse af det organiske indhold samt farvetallet i drikkevandet.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Behandlingsanlæggets placering og indretning                                | <p>Koaguleringskemikaliet tilsættes i flydende form i reaktionsbassinet umiddelbart efter dosering af hydratkalk og CO<sub>2</sub>, og før dosering af Magnafloc. Koaguleringskemikaliet doseres med en doseringspumpe flowproportionalt med råvandsflowet, ved et direkte signal fra råvandsflow til doseringspumpen.</p> <p>Anlægget skal kunne tilfredsstille alle krav til materialevalg og funktion som anført i Dansk Ingeniørforenings Norm for Almene Vandforsyningsanlæg, 2. udgave, 1988, DS 442.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Kontrol med drikkevandskvaliteten og med effektiviteten af vandbehandlingen | <p>Vandværket er underlagt kontrolprogram, der kontrollerer drikkevandskvaliteten.</p> <p>Der skal ud over det lovpligtige minimumskontrolprogram udtages:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En ekstra vandanalyse for det råvand, der kommer ind på vandværket. Denne analyse tages samtidig med en årlig analyse ved afgang vandværk. Med den ekstra analyse for det samlede råvand, der kommer ind på vandværket, kan effekten af vandbehandlingen bedre kontrolleres.</li> <li>- I alt udtages analyser for NVOC, aluminium og klorid fire gange om året, enten ved afgang vandværk eller ved forbrugers taphane.</li> <li>- I løbet af en 3-årig periode, dvs. år 2025, 2026 og 2027 tilføjes parameteren sølv til den årlige analyse for Gruppe B-parameter. I Gruppe B-parameteren testes der i forvejen for de sporstoffer som kan findes i PAC, og med tilføjelse af sølv, overvåges en eventuel udvikling af de tilførte sporstoffer. Sporstoffet</li> </ul> |

tin indgår ikke i drikkevandsbekendtgørelsen, og derfor sættes der ikke krav til test for denne parameter. Efter de tre år kan der foretages en risikovurdering af, om PAC har medført en stigning i værdierne for de tilførte sporstoffer og dermed om prøvetagningen kan ophøres.

Med det lovpligtige kontrolprogram samt ekstra analyser for de nævnte parametre, bliver der løbende tjekket op på udviklingen af parametrene NVOC, jern og farvetal som vandværket har problemer med at overholde, samt med stoffer stammende fra tilsætning af PAC.

#### Logbog

Der skal noteres vigtige drifts - og vedligeholdelsesforhold herunder kontrol af forbrug af kemikalier, kontrol af doseringsudstyr, samt skift af kemikaliebeholder så der dannes et overblik over kemikalieforbruget.

#### Manual for drift og vedligehold

Der skal foreligge procedure for skift af kemikalietank, samt for kontrol af doseringsenhed.

Derudover skal der være en særlig opmærksomhed på, at PAC kan være korrosivt overfor metaller, og derfor skal det løbende tjekkes, om metaldele i vandbehandlingen kan være beskadiget.

#### Håndtering, sikkerhed og opbevaring af kemikalie

Flokkuleringsmidlet skal håndteres samt opbevares som forskrevet på producentens produktanvisningen samt sikkerhedsdatabladet.

Spild skal opsamles på forsvarlig vis så det ikke kan forurene drikkevandet. Emballage, transportdunke og beholdere skal være godkendte til de pågældende kemikalier og tydelig opmærket med kemikalienavne og nødvendige risiko- og sikkerhedssætninger.

Der skal foreligge klare og tydelige instrukser vedrørende håndtering af kemikalier og brug af værnemidler.

#### Beredskabsplan

Der skal foreligge en beredskabsplan, der ved uheld eller spild foreskriver håndteringen heraf.

#### Skyllevandsrecipient og slambortskaffelse

Udledning af skyllevandet skal overholde gældende udledningstilladelse og slam køres på rensningsanlæg.

|                               |                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tilbagekaldelse af tilladelse | Tilladelsen kan til enhver tid tilbagekaldes af myndigheden, hvis der på baggrund af ny viden opstår tvivl om sundhedsfaren ved brug af polyaluminiumklorid (ECOFLOCK 90) til behandling af drikkevand. |
| Gyldighed                     | Tilladelsen er gældende til d. 31. december 2055.                                                                                                                                                       |

## Baggrund

Grundvandet ved Læsø har et naturligt højt indhold af jern samt indhold af organisk kulstof (NVOC), som giver vandet en gullig farve og dermed forhøjet værdi for farvetal. Det har ikke været muligt at nedbringe NVOC- og jernmængden samt farvetallet i vandet ved simpel vandbehandling således, at grænseværdierne jf. drikkevandsbekendtgørelsen overholdes, og derfor har der siden vandværkets etablering i 1973 været anvendt flokkuleringsmidlet Magnafloc i vandbehandlingen. Høje mængder af NVOC og jern i drikkevandet kan være problematisk i forhold til bakterievækst, metalsmag, uklarhed af drikkevandet, misfarvning ved vask og i VVS-installationer, samt udfældninger i ledningsnettet.

Læsø Vandværk er det eneste vandværk på Læsø, og dermed er indbyggerne samt turismen afhængige af indvindingen og vandbehandlingen på vandværket. Der forefindes ingen nødforbindelser til andre vandværker på fastlandet. Læsø Vand A/S forsyner ca. 2500 kunder. I vintermånederne opholder der sig maksimalt 4.000 personer på Læsø, mens der i sommermånederne kan være tale om mere end 20.000 personer, der skal have vand. Turismen indebærer, at vandforsyningen skal indvinde mere vand i denne periode. Om sommeren er grundvandsstanden generelt lavere grundet en lavere mængde nedbør, og dette kan, sammen med en øget indvinding forårsage ændringer i råvandet og dermed vandkvaliteten. Derfor kan der over året forekomme årtidsudsving i indvundne vandmængder, som kan påvirke grundvandsstanden og dermed vandkvaliteten.

Læsø Vand A/S har kun mulighed for at indvinde tilstrækkelige vandmængder på deres nuværende kildeplads. Vandindvindingsboringerne er alle placeret i Højsande, der ejes af Naturstyrelsen og anvendes som klitplantage. Der er tale om en opadtil åben ferskvandsressource, beliggende i et op til 15 m tykt lag af flyvesand, marint sand og gamle strandvolde. Som overalt på Læsø findes der under sandet, et op til 180 m tykt lag af saltholdigt, marint ler.

## Undersøgelser af grundvandskemien i området samt indvindingsstrategi

Læsø Vand A/S fik i 2015 gennemgået deres kildeplads af NIRAS ift. vurdering af bæredygtig indvinding fra kildepladsen.

Vandkvaliteten af råvandet blev vurderet og der blev lavet en fremskrivning af den tidsmæssige forventede udvikling. I den forbindelse blev der i alle boringer fundet høje koncentrationer af ammonium, jern, mangan, NVOC, aggressiv CO<sub>2</sub> og svovlbrinte,

hvor blandt andet koncentrationen af jern blev vurderet problematisk. Derudover blev der målt et højt indhold af klorid i den dybeste filtersatte boring (13-18 m.u.t), som indikerede at der trækkes salt grundvand op til indvindingsniveau.

Vandtyperne blev i borerne vurderet som en reduceret vandtype, der afspejler arealanvendelsen i området, som er klitplantage, hvor der ikke sker tilførsel af nitrat. Grundet områdets geologi, er der ingen lerlag som beskytter grundvandsmagasinet, og sårbarhedsparametrene indikerer generelt, at kildepladsområdet har stor sårbarhed.

På baggrund af undersøgelsen blev det vurderet, at indvindingen ikke bør øges og at der var behov for at undersøge, om indvindingsstrategien kunne optimeres for at sikre en ensartet og mere skånsom indvinding, da den grundvandskemiske sammensætning vurderes at være kraftigt påvirket af indvindingen. Derudover blev det anbefalet, at eventuelle nye borer ikke filtersættes dybere end eksisterende borer grundet påvirkning fra saltvand.

Læsø Vandværk anvender nu en indvindingsstrategi, hvor der indvindes grundvand fra alle 21 borer på samme tid. Ved denne strategi vil koncentrationen af parametrene i indløbet til vandværket variere minimalt, hvilket sikrer, at vandbehandlingen kan fungere optimalt.

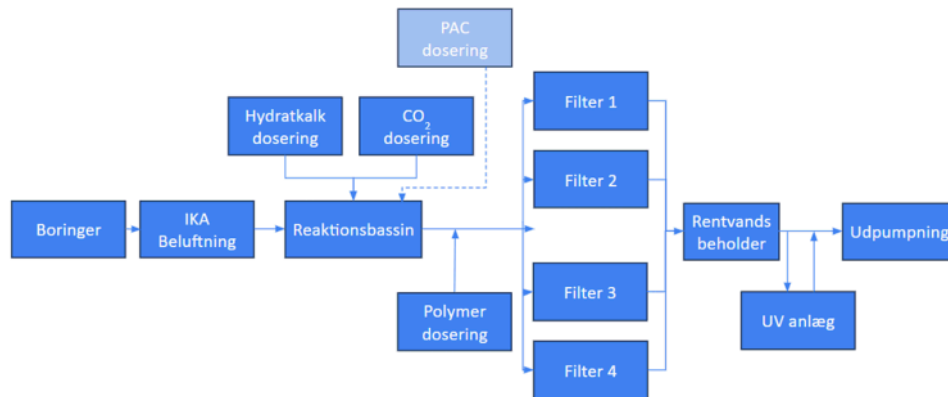
Læsø Vand A/S har i 2019 oprettet fem nye indvindingsboringer langs den sydvestlige udkant af det hidtidige indvindingsområde, idet det giver en større mulighed for at påvirke farvetallet i nedadgående retning ved pumpning fra et større indvindingsområde. Det har givet en bedre drikkevandskvalitet at pumpe samtidig fra alle borer samt etablere fem nye borer. Vandværket har dog stadigvæk problemer med at overholde drikkevandskvalitetskravene for NVOC og farvetal.

Læsø Vand A/S har derved afsøgt andre muligheder end videregående vandbehandling for at opnå drikkevand, der lever op til drikkevandskvalitetskravene.

### **Vandbehandling**

Vandbehandling på Læsø Vandværk består på nuværende tidspunkt af afblæsning af eventuelt indhold af methan og svovlbrinte, samt tilførsel af ilt til vandet. Vandet løber derefter til 1. reaktionstank, hvor der tilsættes hydratkalk og CO<sub>2</sub> under omrøring for at øge indholdet af uorganisk kulstof, kalk og pH. Vandet løber dernæst til 2. reaktionstank/henstandstank, hvorfra vandet pumpes videre til filtrering gennem sandfiltre. Tilsætningen af flokkuleringsmidlet, Magnafloc (Ciba LT22) sker imellem 2. reaktionstank og filtrene, hvor en opblanding af Magnafloc og vand tilsættes til vandet.

Ved udvidelse af den eksisterende vandbehandling vil koaguleringskemikaliet, polyaluminiumklorid (PAC), tilsættes i reaktionsbassinet umiddelbart efter dosering af hydratkalk og CO<sub>2</sub>, og før dosering af Magnafloc (se illustration af vandbehandlingen ved tilsætning af koaguleringskemikaliet, polyaluminiumklorid (PAC) på Figur 1)).



Figur 1: Illustrering af, hvor i vandbehandlingsprocessen PAC doseres. PAC doseres i flydende form i reaktionsbassinnet umiddelbart efter dosering af hydratkalk og CO<sub>2</sub>.

PAC tilsættes i flydende form i reaktionsbassinnet. Doseringen styres efter indvindingen (m<sup>3</sup>/t), efter samme princip som doseringen af CO<sub>2</sub> og polymer i det eksisterende system. Doseringen sker således, at pH-målingen til styringen af hydratkalk ikke forstyrres, samt at det doserede koaguleringskemikalie kan fordeles i den anden del af reaktionsbassinnet. PAC doseres fra en 1000 L tank med en doseringspumpe, flowproportionalt med råvandsflowet, ved direkte signal fra råvandsflow til doseringspumpen. Det vil sige, at der gives en puls pr. 100 L råvand, hvortil der doseres 2,03 ml PAC direkte i doseringspunktet i reaktionsbassinnet. Dette resulterer i en koncentration på 2,5 mg Al/l i råvandet i reaktionsbassinnet (se nedenstående fortyndingsligning).

PAC har en koncentration af aluminium på 9 wt% og en densitet på 1370 kg/m<sup>3</sup>, hvilket svarer til 123 g Al/l.

$$C_{\text{efter}} = \frac{C_{\text{før}} * V_{\text{før}}}{V_{\text{efter}}} = \frac{\left(123 \frac{\text{g}}{\text{l}} * 1000 \frac{\text{mg}}{\text{g}}\right) * \left(\frac{20,3 \text{ ml}}{1000 \frac{\text{ml}}{\text{l}}}\right)}{1000 \text{ l}} = 2,5 \text{ mg/l}$$

$C_{\text{før}}$ : Koncentrationen af PAC før tilsætning

$C_{\text{efter}}$ : Koncentrationen af PAC når det er tilsat råvandet

$V_{\text{før}}$ : Volumen af PAC der tilsættes til råvandet

$V_{\text{efter}}$ : Volumen af rensat vand

Den skalerbare dosering sikrer, at doseringen af PAC kan justeres, og derved håndtere sæsonvariationer i drikkevandsproduktionen og spidsbelastningssituationer dynamisk og sikkert. Den kontinuerlige kemikaliadosering kræver, at der gennem hele året er kemikalie i form af PAC til stede på vandværket. Ved en årsproduktion af drikkevand på mellem 200.000 m<sup>3</sup> og 250.000 m<sup>3</sup>, vil dette kræve 4.000 - 5.000 L PAC/år.

Ved tilsætningen af kemikaliyet i reaktionsbassinnet dannes små aluminiumhydroxid-fnug i vandet, der binder urenheder i råvandet som organiske forbindelser og dermed også

humint bundet jern. Reaktionen mellem råvandet og aluminiumklorid sker hurtigt. Fordelen ved at dosere koaguleringskemikallet i reaktionsbassinet er at give kemikallet tid til at reagere med urenhederne i vandet. Når vandet herefter tilføres polymer, stabiliseres de dannede fnug samt den egentlige flokkulering af urenhederne startes. Herefter føres vandet til vandværkets sandfiltre, der sikrer, at de dannede flokke, ikke-opløst jern, ammonium, mangan og organisk stof bliver filtreret fra vandet. Flokkene tilbageholdes i sandfiltrene og udskylles til skyllevandsbassinet ved returskylningen af filtrene.

Skyllevandet fra rensning af filtrene bliver ledt til slambassin, hvor slammet bundfælder og vandfasen ledes til en grøft, jf. udledningstilladelse.

Efter filtrering af drikkevandet ledes det rensede vand til rentvandsbeholderen. Inden vandet sendes ud til forbrugerne fra vandværket, løber vandet igennem to UV-anlæg, grundet problemer med at overholde drikkevandskvaliteten for de bakteriologiske parametre. UV-anlægget sikrer, at bakteriologien er i orden på vandet der leveres til forbrugerne.

Den forhøjede bakterievækst inden UV-filtrene, er formegentlig et resultat af flokkuleringsmidlet, Magnafloc. Naturstyrelsen beskriver i deres vejledning til videregående vandbehandling at der formegentlig er en sammenhæng mellem tilsætningen af flokkuleringsmidler og bakterievækst i det rensede vand, idet flokkuleringsmidlet kan fungere som katalysator for bakterievæksten (se bilag 2).

På Læsø Vandværk er der tale om et andet flokkuleringsmiddel end beskrevet i vejledningen, og det er derfor uvist om Magnafloc ligeledes kan katalysere bakterievækst. Vandets indhold af organisk materiale og de flokke, som dannes ved tilførsel af Magnafloc vil dog sandsynligvis øge risikoen for opformering af jord- og vandbakterier, da disse ernæres af vandets organiske indhold. Ved tilsætning af koaguleringsmidlet PAC, vil dette formegentlig også kunne øge risikoen for opformering af bakterier, og UV-anlægget er dermed nødvendig for at kunne leve op til grænseværdierne jf. drikkevandsbekendtgørelsen.

Dele af vandbehandlingen på vandværket udføres fortsat manuelt og nogle processer foregår i åbne bassiner, hvilket ligeledes øger risikoen for opformering af bakterier.

### **Polyaluminiumsklorid (PAC)**

Polyaluminiumsklorid er det koaguleringsmiddel, der på Læsø Vandværk bruges til at udfælde NVOC og reducere farvetallet. Produktet, ECOFLOCK 90, leveres af firmaet DanKalk. ECOFLOCK 90 beskrives kemisk i det danske sikkerhedsdatablad som et vandfrit aluminiumklorid med høj ionstyrke. Produktet er ifølge produktspecifikationen på flydende form og har en gullig farve (se bilag 3). Koaguleringskemikallet er godkendt til anvendelse i drikkevandsbehandling, og opfylder den europæiske standard *EN 17034:2018 Typ 1 - Chemicals used for treatment of water intended for human consumption*, samt *The Swedish National Food Administration's Ordinance with regulations and general advice on drinking water, SLV FS 2001:30 consolidated 2017-09-21 (including all changes even LIVSFS 2017:2)* (se bilag 4).



Toksikologiske oplysninger:

Produktet er ikke blevet testet for toksicitet. Oplysningerne vedrørende toksikologien er derfor baseret på de relevante indholdsstoffer. Ifølge sikkerhedsdatabladet (bilag 3), beskrives produktet som:

- Ikke klassificeret for akut toksicitet
- Ikke klassificeret som irriterende for åndedrætssystem
- Ikke klassificeret som irriterende for huden
- Ikke klassificeret som sensibiliserende ved inhalation eller for huden
- Ikke klassificeret for subkronisk toksicitet
- Ikke klassificeret for mutagen eller genotoksisk toksicitet
- Ikke klassificeret for karcinogenicitet
- Ikke klassificeret for reproduktionstoksicitet eller udviklingstoksicitet
- Ikke klassificeret for aspirationstoksicitet
- Ingen tegn på hormonforstyrrende egenskaber
- Forårsager alvorlig øjenskade

Miljøtoksicitet:

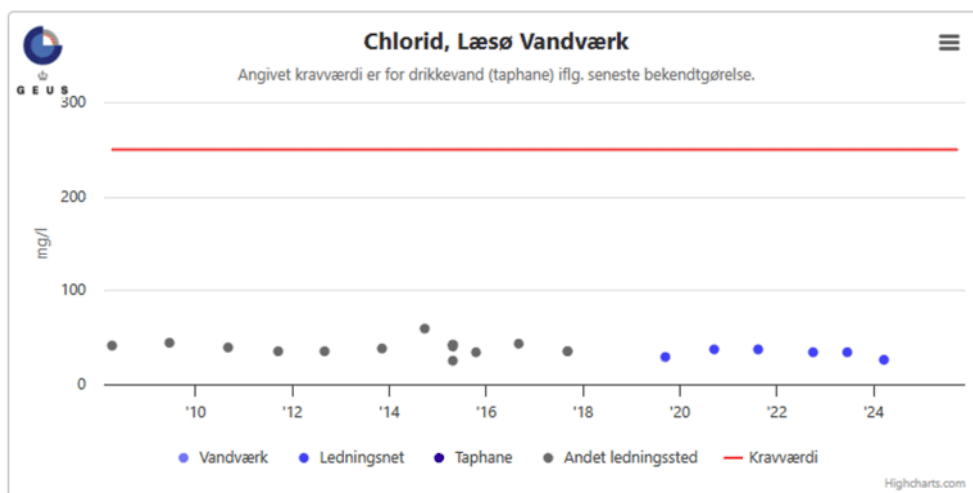
Produktet er ikke blevet testet for toksicitet. Oplysningerne vedrørende toksikologien er derfor baseret på de relevante indholdsstoffer. Ifølge sikkerhedsdatabladet (bilag 3 og 5), beskrives produktet som:

- Der er stor sandsynlighed for, at produktet er harmløst overfor akvatiske organismer. Effekten er stærkt afhængig af pH-værdien.
- Ingen toksiske effekter er blevet observeret i studier med jordlevende organismer.
- Ved kontakt med vand vil stoffet hydrolyseres hurtigt.
- Signifikant akkumulation i organismer forventes ikke.
- Stoffet er ikke blevet identificeret som havende hormonforstyrrende egenskaber i henhold til Forordning (EU) 2017/2100 eller Kommissionens Forordning 2018/605, og det er heller ikke optaget på kandidatlisten over meget problematiske stoffer i henhold til EU REACH artikel 59 på grund af hormonforstyrrende egenskaber.
- Stoffet er ikke listet i Forordning (EF) 1005/2009 om stoffer, der nedbryder ozonlaget.
- Ved korrekt udledning af ringe koncentrationer i adapterede biologiske rensningsanlæg, forventes ingen forstyrrelse af det aktiverede slams nedbrydningsaktivitet.
- Grundvandsforurenende

For en mere detaljeret beskrivelse af de toksikologiske virkninger af PAC se bilag 3 og 5, hvor informationerne er hentet fra.

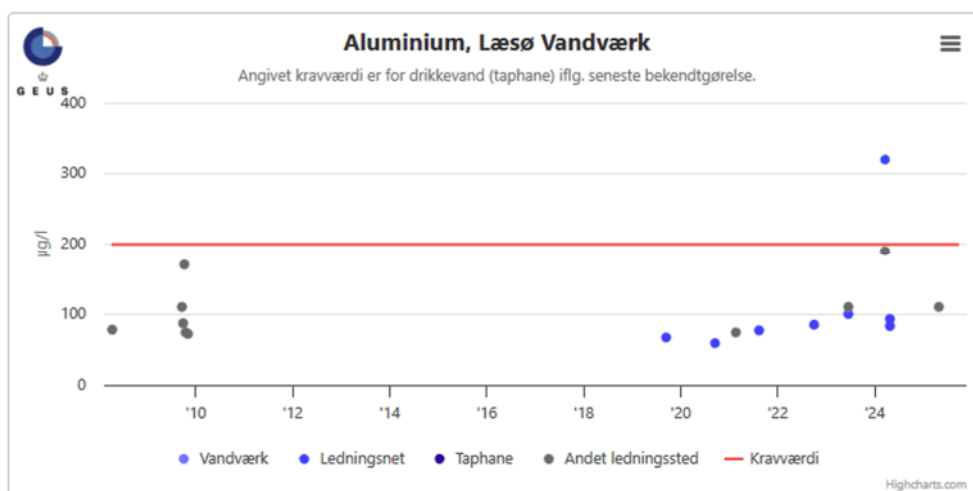
PAC består af polyaluminiumklorid. Som en del af drikkevandsbekendtgørelsen skal der tages analyse af drikkevandet for aluminium og klorid. Der er taget analyser for aluminium og klorid på Læsø Vandværk siden 2008 både på afgang vandværk eller ved forbrugers taphane.

Koncentrationen af klorid ligger stabilt lavt omkring 25-60 mg/l, og der er aldrig blevet detekteret høje koncentrationer af klorid, der nærmer sig grænseværdien på 250 mg/l. En tidsslinje med målingerne af klorid på Læsø Vandværk siden 2008 kan ses på Figur 2.



Figur 2: Tidsserie der fra 2008 frem til nu viser målingerne af klorid på det vand, der sendes ud fra Læsø Vandværk.

For aluminium er der detekteret varierende koncentrationer (59-320 µg/l) siden 2008. I 2024 blev der målt en koncentration af aluminium på 320 µg/l, hvilket er en overskridelse af drikkevandskvalitetskravet på 200 µg/l. Den seneste prøve i 2025 er der målt en koncentration på 110 µg/l, og generelt ligger koncentrationen af aluminium på omkring 100 µg/l. En tidsslinje med målingerne af aluminium på Læsø Vandværk siden 2008 kan ses på Figur 3.



*Figur 3: Tidsserie der fra 2008 frem til nu viser målingerne af aluminium på det vand, der sendes ud fra Læsø Vandværk.*

Da PAC består af aluminium og klorid, er det parametre, som er væsentlige at være opmærksomme på i forbindelse med indførelse af PAC som en permanent del af vandbehandlingen på Læsø Vandværk. Det skal sikres, at koncentrationerne ikke øges i drikkevandet således, at drikkevandskvalitetskravene ikke kan overholdes.

Den høje koncentration af aluminium i rentvandet skyldes sandsynligvis det meget høje indhold i råvandet, som findes i varierende koncentrationer (48-1900 µg/l) i vandværkets 21 indvindingsboringer. Siden de seneste analyser af råvandskvaliteten, er to boringer med hhv. koncentrationer af aluminium på 700 og 1900 µg/l, og koncentrationer af klorid på 50 og 16 mg/l taget ud af indvindingen. Ifølge genbesøg af vandområdeplaner 2021-2027, er den kemiske tilstand for den terrænnære grundvandsforekomst på Læsø ringe, hvilket skyldes for høje koncentrationer af aluminium. Derfor skal der også ved udledning af returskyllevand være særligt fokus på indholdet af aluminium.

Ifølge databladet for ECOFLOCK 90 kan der være nogle sporstoffer i produktet. Det drejer sig om tungmetallerne, antimon, arsen, cadmium, chrom, kobolt, kobber, bly, kviksølv, nikkel, selen, sølv, tin og zink. Der er i ansøgningen foretaget beregninger af maksimalt tilførte tungmetaller i en situation, hvis produktet blev tilsat direkte til drikkevandet. Beregningerne viser, at ved tilsætning af 2,5 mg Al/l af produktet, vil de tilførte potentielle maksimale mængder af tungmetaller være svare til under 1 promille af kvalitetskravene til drikkevandet (se bilag 6). Produktet tilsættes i vandbehandlingen og vil herefter filtreres fra i filtrene, spor-metallerne vil formodentlig derfor ikke ende i drikkevandet, men primært som en del af spildevandsslammet.

### **Valg af vandbehandlingsteknologi og forsøg med PAC (JAR-test og fuldskala)**

Inden forsøg med PAC, blev det undersøgt med en test, om forlængelse af opholdstiden med eksisterende polymer, Magnafloc alene kunne reducere NVOC indholdet tilstrækkeligt. Dette var ikke tilfældet. Det blev derudover undersøgt, om indvindingsstrategien kunne optimeres mhp. at opnå en råvandskvalitet med primært lavere NVOC. Dette var ikke muligt. Det blev derfor fundet nødvendigt at undersøge alternative behandlinger til at fjerne NVOC.

Der findes tre teknologier, hhv. kemikaliedosering, kemisk oxidation og membranfiltrering, som er egnet til behandling af NVOC. Både kemisk oxidation og membranfiltrering har tunge anlæg og energiomkostninger sammenlignet med kemikaliedosering. Derudover kræver kemisk oxidation særlige sikkerhedsforanstaltninger ved levering, håndtering og opbevaring af stærke oxidanter, som er udfordrende for et mindre vandværk som Læsø Vandværk. Membranteknologi genererer en spildstrøm, som ud over at bidrage til vandtab, også kan være svær at bortskaffe. Kemikaliedosering er en relativ simpel, effektiv og økonomisk overkommelig teknologi og vælges derfor også oftest af mindre vandværker. Kemikaliedosering til rensning for NVOC inkluderer tilsætning af fældningsmiddel, som er baseret på enten

aluminium eller jern. Aluminiumklorid virker generelt bedst ved lidt højere pH end jernklorid og forventes derfor mest effektivt ved tilsætning til grundvand med en pH på 7 til 8. Det blev på den baggrund besluttet at undersøge, hvorvidt en ekstra kemikaliedosering ved tilsætning af aluminiumklorid til vandbehandlingen kan afhjælpe udfordringerne med drikkevandskvaliteten på Læsø.

#### JAR-test

Der blev i februar 2025 udført JAR-test med grundvand fra Læsø, som har vist, at dosering med aluminiumklorid forud for tilsætning af polymer, kan øge flokkuleringen samt reducere indholdet af NVOC og farvetal i det behandlede vand. Resultaterne for forsøget viste, at kvalitetskravene til rentvandets indhold af hhv. jern, aluminium, NVOC og farvetal i henhold til drikkevandsbekendtgørelsen (BEK nr 221 af 25/02/2025) forventes at kunne overholdes ved implementering af dosering af 2,5 mg/l Al i form af PAC (EKOLOCK 90) til den eksisterende vandbehandling.

#### Fuldskalaforsøg

På baggrund af de udførte JAR-test, har Krüger A/S i løbet af sommeren 2025 kørt et fuldskalaforsøg med dosering af PAC på Læsø Vandværk for at eftervise resultaterne fra JAR-testen (se bilag 7).

Resultaterne fra fuldskalaforsøgene viser, at farvetallet for drikkevandet ved PAC dosering kan komme under kravene i den gældende drikkevandsbekendtgørelse (BEK nr. 221 af 25/02/2025) på 15 Pt-mg/l. NVOC-indholdet kan dog ikke bringes helt under den vejledende kravværdi i den gældende drikkevandsbekendtgørelse på 4 mg/l, men er dokumenteret til 4,6 mg/l gennem en længere periode. Der kan potentielt være mulighed for at både farvetal og NVOC-indhold vil kunne opnå yderligere reduktion som funktion af længere tids kontinuerlig produktion. Jernindholdet i drikkevandet reduceres til langt under drikkevandskravet på 0,200 mg/l (i forsøgsperioden er jernindholdet akkrediteret målt til 0,029 mg/l - 0,044 mg/l).

Doseringen af PAC i vandbehandlingen viser tydeligt effekt på vandkvaliteten i form af reduceret farvetal, samt reduktion i NVOC-indholdet i det producerede drikkevand. Resultaterne dokumenterer ligeledes at der ikke er risiko for en reduceret mikrobiologisk kvalitet af drikkevandet med det ekstra vandbehandlingstrin med kemikaliedosering (PAC). Trods tilsætningen af aluminiumklorid til vandbehandlingen, er indholdet af aluminium i drikkevandet ved afgang vandværk lavere i forsøgsperioden, end i den tidligere normale drift, og alle analyser ligger langt under drikkevandskvalitetskravet for aluminium på 200 µg/l. Der er derfor ikke en begrundet mistanke om en øget risiko for problemer med aluminium i drikkevandet på Læsø, ved at fortsætte med PAC-dosering under de forhold, der har været gældende i forsøgsperioden. Målinger af kloridindholdet i drikkevandet ved tilsætning af PAC viser, at der kan være en tendens til, at der sker en minimal øgning af kloridindholdet i det behandlede vand. Resultaterne viser stadig, at indholdet er langt under grænseværdien på 250 mg/l. Læsø Vandværk ønsker på baggrund af den forbedrede vandkvalitet, at PAC kan indgå som en permanent del af vandbehandlingen.

## Udtalelse fra Styrelsen for Patientsikkerhed

Styrelsen for Patientsikkerhed har intet at bemærke til den planlagte videregående vandbehandling ved brug af PAC på Læsø Vandværk, idet der er stillet vilkår om et relevant analyseprogram i relation til aluminium, klorid og tungmetaller.

### Vurdering af brugen af PAC på Læsø Vandværk

Det er politikken i Danmark, at videregående vandbehandling så vidt muligt skal undgås, da vandforsyningen skal baseres på urensset vand. Videregående vandbehandling kan dog tillades, hvis vandværket redegør for, at det er eneste mulighed for at skaffe drikkevand af tilfredsstillende kvalitet, eller at de andre metoder er uforholdsmæssigt dyre.

#### Teknisk vurdering

Læsø Vand A/S kan ved simpel vandbehandling ikke nedbringe det naturligt høje indhold af NVOC og farvetal i drikkevandet således, at drikkevandskvalitetskravene overholdes. Derfor har der siden vandværkets etablering i 1973 været anvendt flokkuleringsmidlet Magnafloc i vandbehandlingen.

Læsø Vandværk anvender derudover også UV-anlæg, da de bakteriologiske drikkevandskvalitetskriterier ikke kan overholdes. Den forhøjede bakterievækst inden UV-filtrene, er sandsynligvis et resultat af flokkuleringsmidlet. Læsø Vandværks tilladelse til anvendelse af UV-anlæg er midlertidig og udløber i 2027, hvorefter det vurderes om anlægget bør indgå som en permanent foranstaltning. Det er på nuværende tidspunkt tvivlsomt om vandværket kan køre uden et UV-filter når Magnafloc anvendes som del af vandbehandlingen.

Læsø Vand A/S har kun mulighed for at indvinde tilstrækkelige vandmængder på deres nuværende kildeplads. På Læsø findes der ingen alternative vandforsyningsmuligheder, og den nuværende indvinding sikrer udnyttelsen af den tilgængelige vandressource, som er samfundsmæssig nødvendig for Læsø og dens befolkning.

Læsø Vand A/S har afsøgt andre muligheder end videregående vandbehandling, blandt andet etablering af flere borer og undersøgelse af indvindingsstrategien. Da Magnafloc alene ikke kan sikre rensning af drikkevandet der gør, at drikkevandskvalitetskravene kan overholdes, er koaguleringskemikallet, polyaluminiumklorid (PAC) blevet testet i JAR-forsøg samt ved fuldskaletest på vandværket. Dertil er den mest effektive dosering heraf blevet testet. Det blev på baggrund af disse undersøgelser konkluderet, at polyaluminiumklorid (PAC, ECOFLOCK 90) i en koncentration på op til 2,5 mg Al/l var den mest effektive løsning til at nedbringe indholdet af organisk bundet NVOC og dermed farvetal. Det blev dertil vist, at farvetallet og jernindholdet kan reduceres helt ned under de gældende drikkevandskvalitetskrav, mens NVOC-indholdet kan reduceres til ca. 4,6 mg/l, som kun lige overskrider kvalitetskravet på 4 mg/l.

#### Økonomisk vurdering

Ved tilladelse til anvendelse af PAC til videregående vandbehandling, vil den forventede driftsøkonomi for PAC-dosering være meget begrænset, og driftsøkonomien vil primært være udgjort af udgifter til indkøb af kemikalier, da energiforbruget til

doseringspumpen er minimalt. Indkøbsprisen for Ecoflock 90 til en kontinuerlig vandbehandling på Læsø, beregnes på baggrund af seneste tilbud for levering af kemikaliet i tanke med 1200 kg, hvilket svarer til en driftspris på omkring 0,19 kr. pr m<sup>3</sup> produceret vand. Der indgår en pantløsning på emballagen, som har en lille merudgift ved første bestilling, ordningen går i nul efter fem paller. For den samlede driftsøkonomi for vandbehandlingen har det ligeledes betydning, at der ved etableringen af PAC doseringen kan reduceres lidt i tilsætningen af Magnafloc. Dette giver både en besparelse på udgiften til polymer i indkøb, men da håndteringen af Magnafloc-doseringen er tung i mandskabstimer, forventes både en reduktion i tidsforbrug på anlægget og økonomi. Doseringen af PAC sker automatisk og kan følges på SRO anlægget. De fysiske mandetimer driften af dette anlæg kræver er minimalt og kan udføres samtidig med øvrige drift-gøremål på vandværket. Der vil dog være en øget udgift til analyser ved indførelse af PAC, da der løbende skal holdes øje med, at vandbehandling med PAC ikke øger indholdet af aluminium, klorid eller de sporstoffer som kemikaliet består af.

Som funktion af den lave driftspris for PAC-tilsætning sammen med de forventede besparelser i tid og udgifter i den øvrige drift på vandværket og i ledningsnettet, forventes det ikke, at den ansøgte koaguleringskemikaliets tilsætning vil få indflydelse på den fastsatte vandpris for vandværkets kunder. Tilladelse til brug af PAC vil derfor ikke give anledning til ændringer af den nuværende m<sup>3</sup> - pris. Ansøger har vurderet, at det vil være betydeligt dyrere at skulle finde en anden rensemethode, da det formegentlig vil kræve en hel ombygning af vandværket.

#### Miljømæssig vurdering

Det anvendte koaguleringskemikalie, ECOFLOCK 90, er ikke klassificeret som miljøskadeligt og betegnes ikke giftigt for fisk. Produktet indeholder primært inorganiske stoffer, som ikke er bionedbrydelige. Produktet indeholder ikke stoffer, som forventes at være bioakkumulerende. Der kunne ikke findes LC50 værdier for præcist det anvendte produkt, men LC50 (96 h) værdi for fisk for et tilsvarende produkt er 20,3 mg/l. Det doserede PAC-kemikalie vil medføre en vis tilførsel af aluminium og klorid. Aluminium er dokumenteret til at blive filtreret fra i filterprocessen og ender i filterskyllevandet, som ledes til slambassin med henstandstid, hvor aluminium bundfælder og afklaret vand ledes til recipient. Klorid forventes at være i vandfasen, men bidraget fra klorid som ledes til recipient forventes at være minimal og uden betydning for recipient. Læsø Vand A/S, Læsø Kommune, samt myndighedsrådgiver er i gang med at udarbejde en tilladelse til udledning af returskyllevand.

#### Samlet vurdering

Frederikshavn Kommune vurderer at der kan gives endelig tilladelse til anvendelse af koaguleringsmidlet, aluminiumklorid (PAC, ECOFLOCK 90), som videregående vandbehandling på Læsø Vandværk.

Vurderingen er lavet ud fra følgende begrundelser:

- Der findes ingen alternative vandforsyningsmuligheder på Læsø
- Grundet geologien på Læsø er det ikke sandsynligt at finde råvand uden højt indhold af organisk stof på øen

- Den ansøgte behandling er mest fordelagtig for vandværket (og dermed for forbrugerne) ud fra en samlet teknisk-, økonomisk- og samfundsmæssig vurdering
- Den resulterende vandkvalitet efter behandling med den ansøgte teknologi vurderes uproblematisk for folkesundheden.

Tilladelsen gælder frem til d. 31. december 2055. Det er vurderet, at brugen af PAC vil være uproblematisk, såfremt det anvendes efter producentens anvisninger og at vilkårene stillet i denne tilladelse overholdes.

### **Partshøring**

Udkast til tilladelse er sendt til Læsø Forsyning A/S, Krüger A/S og Læsø Kommune d. 28. oktober 2025. Parterne havde ingen bemærkninger til udkastet.

### **Annoncering**

Tilladelsen vil blive annonceret på Frederikshavn Kommunes hjemmeside samt Læsø Kommunes hjemmeside d. 14. november 2025.

### **Klage**

Kommunens afgørelser ifølge vandforsyningsloven kan påklages jf. vedlagt klagevejledning. Klagefristen udløber ved midnat d. 12. december 2025.

### **Lovhenvisninger**

- Drikkevandsbekendtgørelsen, BEK nr 221 af 25/02/2025
- Vandforsyningsloven, LBK nr 1149 af 28/10/2024

### **Bilag**

1. Ansøgning om endelig tilladelse til videregående vandbehandling med PAC dosering på Læsø Vandværk
2. Miljøministeriet, Naturstyrelsen, Videregående vandbehandling – kortlægning af kommunernes tilladelser, 2012
3. BASF Sikkerhedsdatablad i henhold til forordning (EF) nr. 1907/2006 med senere ændringer
4. Ecoflock 90 Product specification
5. Feralco sikkerhedsdatablad, Ekoflock 90
6. Beregning Tungmetal tilførsel ved brug af PAC
7. Fuldskalaforsøg rapport

Med venlig hilsen

Julie Tronsgård Maysfelt  
Biolog | Grundvandsmedarbejder





### Kopi til

Krüger A/S, Majbritt Lund, [majbritt.lund@veolia.com](mailto:majbritt.lund@veolia.com)

Læsø Kommune, [sph@laesoe.dk](mailto:sph@laesoe.dk)

Styrelsen for Patientsikkerhed, [trvest@stps.dk](mailto:trvest@stps.dk)

Danmarks Naturfredningsforening, [dn@dn.dk](mailto:dn@dn.dk)

DN, Lokalkomiteen for Frederikshavn og Læsø, [dnfrederikshavn-sager@dn.dk](mailto:dnfrederikshavn-sager@dn.dk)

Danmarks Sportsfiskerforbund, [post@sportsfiskerforbundet.dk](mailto:post@sportsfiskerforbundet.dk)

Forbrugerrådet, [fbr@fbr.dk](mailto:fbr@fbr.dk)