

Rapport
P-17-01
Mars 2017



Mätning av ytvattentemperatur i gölar i Forsmark, 2016

Micke Borgiel
Anders Wallin
Susanne Qvarfordt

SVENSK KÄRNBRÄNSLEHANTERING AB

SWEDISH NUCLEAR FUEL
AND WASTE MANAGEMENT CO

Box 250, SE-101 24 Stockholm
Phone +46 8 459 84 00
skb.se

SVENSK KÄRNBRÄNSLEHANTERING

ISSN 1651-4416

SKB P-17-01

ID 1577825

Mars 2017

Mätning av ytvattentemperatur i gölar i Forsmark, 2016

Micke Borgiel, Anders Wallin, Susanne Qvarfordt
Sveriges Vattenekologer AB

Nyckelord: Vattentemperatur, Gölgröda, Ytvatten, Gölar, Småvatten, AP SFK-16-013.

Denna rapport har gjorts på uppdrag av Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB). Slutsatser och framförda åsikter i rapporten är författarnas egna. SKB kan dra andra slutsatser, baserade på flera litteraturkällor och/eller expertsynpunkter.

Data i SKB:s databas kan ändras av olika skäl. Mindre ändringar i SKB:s databas kommer nödvändigtvis inte att resultera i en reviderad rapport. Revideringar av data kan också presenteras som supplement, tillgängliga på www.skb.se.

En pdf-version av rapporten kan laddas ner från www.skb.se.

© 2017 Svensk Kärnbränslehantering AB

Sammanfattning

Det använda kärnbränslet från det svenska kärnkraftsprogrammet ska enligt planerna slutgiltigt tas om hand genom geologisk deponering i berggrunden. För att skydda människa och miljö på lång sikt vill SKB därför bygga ett förvar för använt kärnbränsle i det svenska urberget.

I samband med tillståndsansökan för att bygga ett Kärnbränsleförvar i Forsmark sökte SKB även dispens från Artskyddsförordningen gällande bland annat gölgroda (*Rana lessonae*). Detta för att uppförandet av förvarets ovanmarksdelar innebär att en göl med gölgrodor behöver fyllas igen. För att kompensera för den igenfyllda gölen har sex nya gölar anlagts i Forsmarksområdet. Ett uppföljningsprogram har också upprättats för att följa upp att miljöerna i dessa nya gölar blir optimala för gölgrodor, som har mycket specifika krav på sin livsmiljö. Uppföljningen i sin helhet omfattar vattenkemiprovtagningar samt dokumentation av gölarna i form av fotografering, ytvattennivåmätningar och återkommande kartering av bottenvegetation och bottenfauna. Under 2016 utökades uppföljningen med automatisk mätning av ytvattentemperatur i nio gölar i området (sex anlagda och tre naturliga), vilket redogörs för i denna rapport.

Vattentemperaturmätningarna gjordes med stationära mätinstrument, som mätte och loggade vattentemperatur och tryck med förprogrammerat tidsintervall. Mätarna installerades den 21 april 2016 och mätningarna pågick till 9 oktober samma år. Mätvärden loggades en gång per timme. I en av de naturliga gölarna installerades två mätare, dels vid en brygga, dels i gölens nordöstra del, där störst förekomst av gölgrodor registrerats under tidigare spelinventeringar. Innan mätstart synkroniserades klockorna i loggrarna så att mätningarna gjordes samtidigt vid alla mätpunkter (varje hel timme).

För att mätarna alltid skulle mäta vattentemperaturen i det övre vattenskiktet fästes dessa vid en flytkropp i respektive göl. Pågående monitorering av ytvattennivåer i gölar i området visar på varierande, periodvis mycket låga vattenstånd framförallt under sensommaren. Även under sensommaren och hösten år 2016 var det låga vattenstånd i gölarna. Temperaturmätarna var dock placerade i de djupare delarna av gölarna och ingen av dem ”stod på botten” när de togs upp i oktober.

Inga avvikelser noterades i de insamlade mätvärdena, med undantag för anmärkningsvärt höga vattentemperaturer (cirka 30 grader) som uppmättes vid några tillfällen i slutet av juli. Dessa temperaturtoppar stämde dock överens i tid mellan gölarna och får därmed anses vara tillförlitliga. Vattentemperaturen och dess dygnsvariation var likartad i de olika gölarna och samtliga gölar uppvisade temperaturförhållanden under mätperioden som borde vara gynnsamma för gölgrodor.

Summary

Spent nuclear fuel from the Swedish nuclear program is planned to be dealt with through geological disposal in the bedrock. In order to protect people and the environment in the long term SKB will build a repository in the Swedish bedrock.

In connection with the application for building a repository for spent nuclear fuel at Forsmark, SKB also applied for dispensation from the species protection regulation. The exemption includes pool frog (*Rana lessonae*) because the construction of the surface facility means that one pond, which today is a reproduction site for the pool frog, will disappear. The lost habitat for the pool frog has been compensated by creating six new ponds in the Forsmark area. A monitoring program has been established to ensure that the environments in these new ponds are optimal for pool frogs, which have very specific demands on their environment. The monitoring includes water chemistry sampling and measurements as well as documentation of the ponds in the form of photography, water levels measurements and mapping of ponds bottom vegetation and benthic fauna. In 2016, the monitoring was expanded to include measurements of surface water temperature in nine ponds in the area. This report presents the results from these measurements of surface water temperature.

Surface water temperature was measured with stationary measuring instruments, which logs date, time, temperature and pressure during a preprogrammed time interval.

They were put out on April 21 and the measurements continued until October 9. The measurements were performed in the six man made ponds (AFM001442-001443 and AFM001419-001422) and three natural ponds (AFM001426, AFM001428 and AFM001444).

Temperature values were logged once per hour and the ten measuring instruments were synchronized so that the measurements were made at the same time on all measurement points (on the hour).

To ensure that the devices always measured the water temperature in the upper water layer they were fastened to floating discs. The earlier monitoring of surface water levels of ponds in the area has shown large fluctuations, with extremely low water levels during late summer and autumn some years. Also in 2016, there were low water levels in the ponds in late summer and autumn. The measuring instruments were however placed in the deeper parts of the ponds and none of them were “resting on the bottom” when they were taken up in October. No anomalies were noted in the collected data from the nine ponds but remarkably high temperatures (about 30 degrees) were measured on a few occasions. These temperature peaks were similar in time between ponds and can therefore be considered reliable.

Temperature and its diurnal variation was similar in the various ponds and for all the ponds the temperature conditions seem to be beneficial for pool frogs.

Innehåll

1	Inledning	7
1.1	Bakgrund	7
1.2	Syfte	8
1.3	Undersökningsobjekt	8
	1.3.1 Nya gölar	8
	1.3.2 Naturliga gölar	9
2	Utrustning	11
3	Utförande	13
3.1	Leverans av data	13
4	Resultat och diskussion	15
4.1	Mätresultat	16
	Referenser	17
Bilaga 1	Uppmätta vattentemperaturer	19

1 Inledning

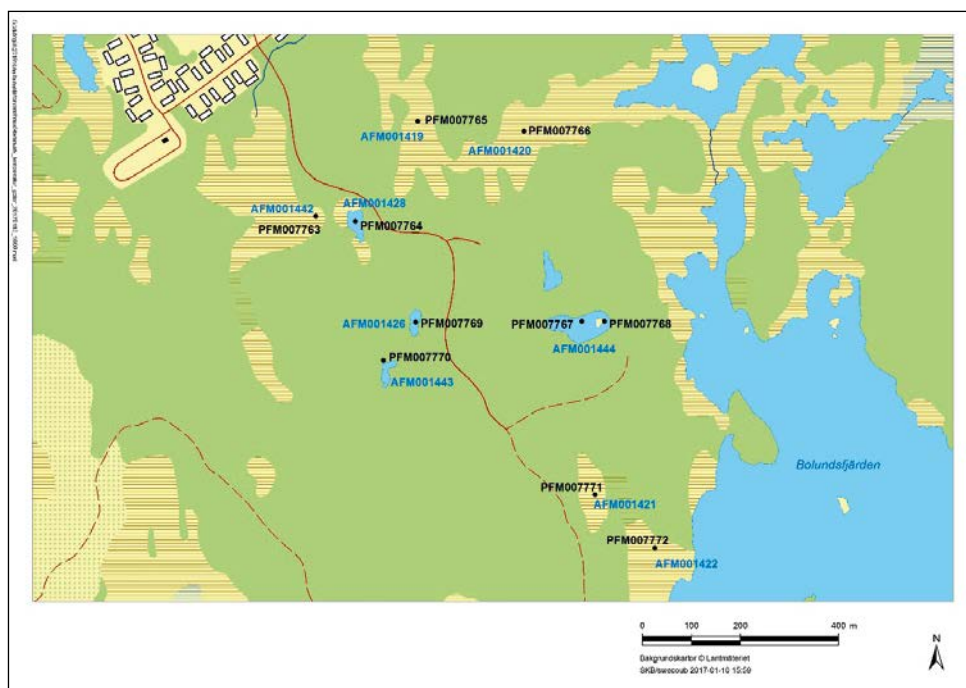
1.1 Bakgrund

Det använda kärnbränslet från det svenska kärnkraftsprogrammet ska enligt planerna slutgiltigt tas om hand genom geologisk deponering i berggrunden. För att skydda människa och miljö på lång sikt vill SKB därför bygga ett kärnbränsleförvar i det svenska urberget. Kärnbränsleförvaret är en del i systemet för hantering av det använda bränslet och har till uppgift att hålla kärnbränslet åtskilt från människor och miljö.

SKB utförde under 2002–2009 platsundersökningar för ett förvar för använt kärnbränsle i Forsmark. Efter platsval 2009 fortsatte ett särskilt program för långtidsövervakning av ett antal geovetenskapliga parametrar och biologiska objekt (SKB 2007).

SKB lämnade i mars 2011 in en ansökan om tillstånd för att bygga ett slutförvar för använt kärnbränsle i Forsmark. I samband med inlämnande av ansökan har SKB sökt dispens från Artskyddsförordningen (SFS 2007:845). Dispensen omfattar bland annat arterna gölgroda (*Rana lessonae*), gulyxne (*Liparis loeselii*) och större vattensalamander (*Triturus cristatus*). För att kunna anlägga förvarets ovanmarksdelar som planerat behöver en göl med reproducerande bestånd av gölgroda fyllas igen. Därför har sex nya gölar anlagts i Forsmarksområdet som kompensation för den göl som planeras att fyllas igen. Ett uppföljningsprogram har också upprättats för att följa upp att miljöerna i dessa nya gölar blir optimala för gölgrodor, som har specifika krav på sin livsmiljö, inklusive vattentemperatur. Uppföljningen omfattar vattenkemiprovtagningar samt dokumentation av gölarna i form av fotografering, ytvattennivåmätningar och återkommande kartering av bottenvegetation och bottenfauna.

Under 2016 utökades uppföljningsprogrammet till att även omfatta mätning av ytvattentemperatur i nio gölar i området. Mätningarna utfördes i de sex anlagda gölarna AFM001442–001443 och AFM001419–001422, samt i de naturliga gölarna AFM001426, AFM001428 och AFM001444 (figur 1-1). I den naturliga gölen AFM001444 installerades två temperaturmätare, dels vid en brygga, dels i den nordöstra delen av gölen, i det område där störst förekomst av gölgrodor registrerats under tidigare spelinventeringar.



Figur 1-1. Punkter där mätning av vattentemperatur gjordes under perioden april–oktober 2016 (svarta punkter/id). Gölarnas id visas i blått.

1.2 Syfte

Eftersom gölgradans yngelutveckling kräver varmt vatten (Lindgren et al. 2014) är arten, i Sverige, beroende av grunda gölar som snabbt värms upp på våren. Vattentemperaturen tros också styra när gölgradan börjar sitt spel på försommaren. Vattentemperaturen är således en central parameter som bedöms viktig att mäta för att förstå vad som styr gölgradepopulationens välmående och utbredning i Forsmarksområdet. Denna parameter har därför mätts i nio gölar under säsongen april–oktober 2016 och mätningarna planeras fortsätta även under kommande år. De gölar som valts ut för temperaturmätningarna 2016 visas på kartan i figur 1-1.

1.3 Undersökningsobjekt

1.3.1 Nya gölar

Under februari 2012 anlades fyra gölar, AFM001419–1422 genom grävning i våtmarker. Dessa fyra gölar kompletterades med ytterligare två gölar (AFM1442 och -1443) under februari 2014 (figur 1-1). Samtliga anlagda gölar är omgivna av skog, en viktig del av gölgradans livsmiljökrav eftersom den övervintrar i håligheter i skogsmark. Två av gölarna (AFM001419 och -1420) är belägna i kraftiga vassbestånd medan de övriga fyra (AFM001421 och -1422 samt AFM1442 och -1443) omges av kärr.

Avstånden mellan de anlagda gölarna och befintliga, naturliga gölar i området medger möjligheter till genutbyte mellan eventuella framtida populationer av gölgröda. Gölgradans rörlighet har beskrivits som begränsad med en medelräckvidd per generation på mindre än 400 m, med spontana förflyttningar på max ca 1 km (Malmgren 2007). Det innebär att genutbyte mellan populationer främst sker mellan grannlokaler. Grodornas genutbyte är beroende av vegetationen mellan lokaler och gynnas av förekomst av kärr och småvatten. De fyra gölarna som anlades 2012 ligger parvis grupperade (AFM001419 och -1420 respektive AFM001421 och -1422) med ett inbördes avstånd på ca 250 m per gölpar. Mellan de två paren är avståndet 750–1000 m. Gölarna ligger i ett skogslandskap med många sjöar, kärr och småvatten. De två yngsta gölarna (AFM001442 och -1443) ligger nära varsin naturlig göl, bland annat den naturliga gölen AFM001426.

I de nya gölarna har viss utplantering av växtlighet skett under våren/försommaren året de skapades. Inplanteringen i gölarna som anlades under februari 2012 innebar transplantering av substrat med växter på. År 2014 insamlades växtlighet från ett större, naturligt småvatten i området. Den insamlade växtligheten placerades ut på flera ställen i de två gölarna som anlades februari 2014. Provtagning och mätning av vattenkemi sker sedan mars 2012 respektive mars 2014 på en punkt vardera i de anlagda gölarna (Qvarfordt et al. 2014, Wallin et al. 2017).



Figur 1-2. V: En av gölarna (AFM001420) som anlags för gölgradan. H: Gölgröda (*Rana lessonae*) i den naturliga gölen AFM001426.

1.3.2 Naturliga gölar

En av de naturliga gölar som ingår som referensgöl i denna studie, AFM001426, har tidigare undersökts med avseende på vattenkemi genom månatliga provtagningar under perioden 2008–2010 (Qvarfordt et al. 2010, 2011). Undersökningarna gjordes i syfte att få mer kunskap om vattensammansättningen i gölen. Den ingår även som referensgöl i uppföljningsprogrammet för de anlagda gölarna och vattenkemisk provtagning utförs sedan mars 2012.

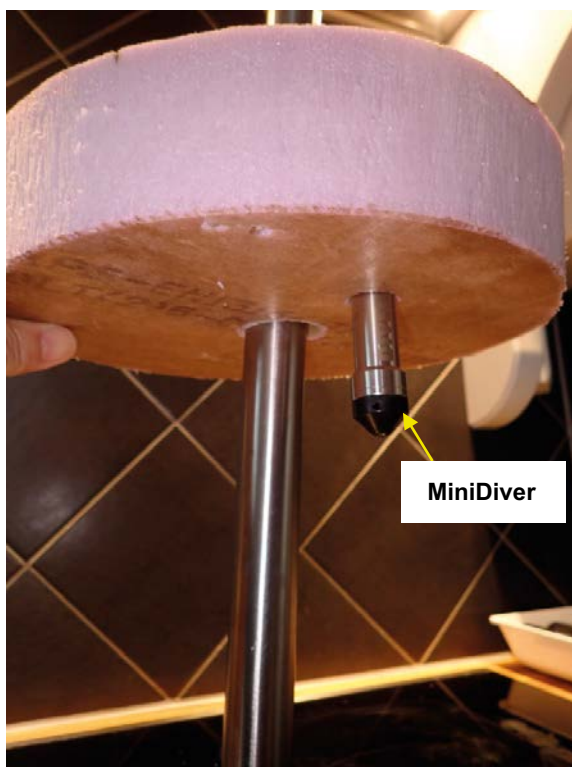
Gölen AFM001426 ligger ca 500 m söder om de anlagda gölarna AFM001419 och -1420 belägna i vassbestånden, samt 500–700 m nordväst om gölarna AFM001421 och 1422 belägna i kärrmarkerna. Gölen AFM001426 är omgiven av skog med inslag av myrmark närmast vattenspegeln.

I de två andra naturliga gölarna, AFM001428 och -1444, har spelande gölgroda och större salamander i lekdräkt observerats frekvent vid inventeringar av gölgroda och större vattensalamander (Collinder 2015). Gölarna ingår dock inte i provtagningsprogrammet för ytvatten. Den större, AFM001444, är cirka 150 m lång och ligger ungefär 400 m öster om referensgölen AFM001426 (figur 1-1). Gölen AFM001444 är främst omgiven av barrskog men längs kanten växer även al, björk och buskvegetation i form av pors. Den mindre gölen, AFM001428, ligger mindre än 100 m öster om den grävda gölen AFM001442 från 2012. Den är grund och har en längd på drygt 50 m som mest. Omgivningen består i södra delen av planterad tät ungskog av främst gran i blockig terräng. Resterande är uppvuxen blandskog. I båda gölarna finns anlagda flytbryggor.

2 Utrustning

Temperaturmätningarna gjordes med stationära mätinstrument av typ Mini-Diver (mätintervall: $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ till $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$, noggrannhet: $\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$, upplösning: $0.01\text{ }^{\circ}\text{C}$, Tillverkare: Eijkelkamp Soil & Water, Netherlands). Mini-Diver har inbyggt datalogger och mäter vattentemperatur och tryck med förprogrammerat tidsintervall.

De sammanlagt tio temperaturmätarna installerades så att de alltid mätte vattentemperaturen 5 cm under vattenytan i respektive göl. Detta anordnades genom att använda en frigolitskiva med centrumhål som flottör, där mätaren var fastsatt med givaren 5 cm under skivan. Skivan fungerade också som solskydd och isolering mot omgivningen, för att förhindra att mätresultaten påverkades av direkt solstrålning. En stång nedsatt i mätpunkten fixerade utrustningen på plats (se figur 2-1).



Figur 2-1. Anordning för mätning av vattentemperatur på ett fixt djup under vattenytan. En frigolitskiva med centrumhål användes som flottör, där temperaturmätaren var fastsatt med givaren 5 cm under skivans botten. En stång fixerade utrustningen i mätpunkten.

3 Utförande

Mätningarna utfördes i de sex anlagda gölarna AFM001442–001443 och AFM001419–001422, samt i de naturliga gölarna AFM001426, AFM001428 och AFM001444.

Mätarna placerades i anslutning till respektive brygga, som anlagts för att underlätta vattenprovtagning och åtkomst till tidigare installerade pegelrör, på ett sätt så att inte bryggor eller andra installationer störde temperaturmätningarna och tvärtom. I göl AFM001444 placerades två mätare, dels vid bryggan, dels i gölens nordöstra del, där störst förekomst av gölgröddor registrerats under tidigare spelinventeringar. Koordinater för placeringen anges, tillsammans med Sicada-idkoder, i tabell 3-1.

Tabell 3-1. Idkoder för gölar, samt idkod och koordinater för respektive göls provtagningspunkt för temperaturmätningarna. I kolumnen "Alias" anges även benämningar på gölarna som används i andra studier.

Gölbeteckning (alias)	Göl-id	Mätplats-id	Koordinater (RT90)	
			Easting	Northing
6b	AFM001442	PFM007763	1631051	6699611
7	AFM001428	PFM007764	1631137	6699603
11f	AFM001419	PFM007765	1631279	6699808
11g	AFM001420	PFM007766	1631476	6699788
14	AFM001444	PFM007767	1631607	6699401
14	AFM001444	PFM007768	1631650	6699407
16	AFM001426	PFM007769	1631256	6699386
17a	AFM001443	PFM007770	1631189	6699315
19a	AFM001421	PFM007771	1631629	6699050
66a	AFM001422	PFM007772	1631759	6698943

Mätningarna påbörjades så snart som möjligt efter islossningen våren 2016. De installerades den 21 april och mätningarna pågick till den 9 oktober. Mätvärden loggades en gång per timme och klockorna i de inbyggda dataloggrarna synkroniserades innan mätstart så att mätningarna gjordes samtidigt vid alla tio mätpunkter varje hel timme (sommartid).

När mätarna togs upp ur gölarna i oktober överfördes alla mätdata till Excel, och efter kvalitetskontroll levererades data till SKB för inlagring i databasen SICADA. Vid kvalitetskontrollen gjordes en rimlighetskontroll av uppmätta värden samt jämförelser mellan de olika mätpunkterna för att upptäcka eventuella mätfel eller andra avvikelser.

Efter avslutad aktivitet fick mätarna torka och de förvaras därefter avstängda inomhus i ett torrt utrymme. Inför nästa fältsäsong (sommарhalvåret 2017) görs en utvärdering av resultaten från 2016; eventuellt kan justeringar göras vad gäller mätpunkternas antal eller lägen inför fortsatta mätningar år 2017.

Fältarbetet utfördes av Micke Borgiel, Anders Wallin och Susanne Qvarfordt (Sveriges Vattenekologer AB). Uppdragsledare var Micke Borgiel.

3.1 Leverans av data

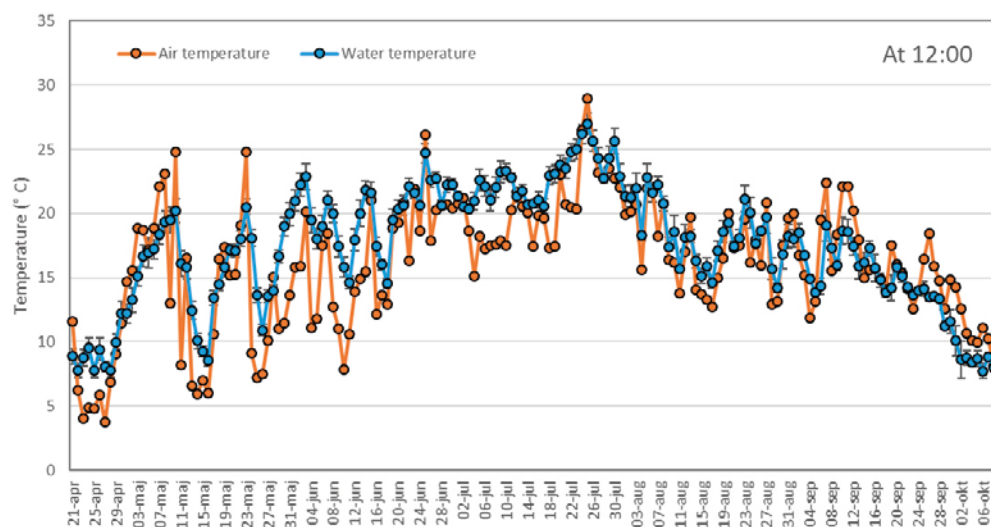
Resultaten från temperaturmätningarna har rapporterats in till aktivitetsledaren och därefter inlagrats i SICADA. Resultaten presenteras även i bilaga 1. Data från mätsäsongen har lagrats i Sicada-datatabellen "HY007 – Monitoring surface water temperature in ponds" och är spårbara via aktivitetsplanens nummer AP SFK-16-013. I tabell 3-1 ovan redovisas bland annat id för gölarna och mätpunkterna i dessa.

4 Resultat och diskussion

I likhet med några av de föregående åren var det under sensommaren och hösten 2016 lågt vattenstånd i gölarna (figur 4-1) och andra ytvatten i området under en längre tid. I gölarna märktes detta på att växtligheten på de grundaste bottnarna var försvunnen eller såg mer eller mindre död ut, sannolikt till följd av uttorkning. Temperaturmätarna var dock placerade i de djupare delarna av gölarna och ingen av dem ”stod på botten” när de togs upp i oktober. Inga avvikelser kunde heller noteras i insamlade data, med undantag för höga temperaturer (cirka 30 grader) som uppmättes vid några tillfällen i slutet av juli. Dessa temperaturtoppar stämde dock överens i tid mellan gölarna, samt med lufttemperaturdata från den meteorologiska mätstationen Labbomasten (PFM006281) vid Forsmark (figur 4-2) och anses därmed vara tillförlitliga.



Figur 4-1. Lågt vattenstånd vid AFM001442, oktober 2016.



Figur 4-2. Medelvärden och standardavvikelser för samtliga tio temperaturmätare i de nio gölarna (blå), samt lufttemperaturdata från Forsmark (röda), baserade på mätdata klockan 12.00 varje dag under perioden april–oktober 2016. Observera att lufttemperaturen som anges i figuren avser preliminära, ännu inte godkända data, från SKB:s mätstation Labbomasten i Forsmark.

Vattentemperaturen och dess dygnsvariation var likartad i de olika gölarna och samtliga gölar, även de anlagda, hade temperaturförhållanden som borde vara gynnsamma för gölgrödor (figur 4-2).

4.1 Mätresultat

Uppmätta vattentemperaturer presenteras i bilaga 1.



Figur 4-3. Gölgröda (*Rana lessonae*) bland kransalger (*Chara*) i den anlagda gölen AFM001421 i augusti 2014.

Referenser

Publikationer utgivna av SKB (Svensk Kärnbränslehantering AB) kan hämtas på www.skb.se/publikationer.

Collinder P, 2015. Inventering av gölgroda, större vattensalamander och gulyxne i Forsmark 2014. SKB P-15-02, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Lindgren B, Nilsson J, Söderman F, 2014. Åtgärdsprogram för gölgroda, 2014-2019 (*Pelophylax lessonae*). Rapport 6631, Naturvårdsverket.

Malmgren J, 2007. Åtgärdsprogram för bevarande av större vattensalamander och dess livsmiljöer (*Triturus cristatus*). Rapport 5636, Naturvårdsverket.

Qvarfordt S, Borgiel M, Berg C, 2010. Monitering Forsmark. Hydrochemical investigations in four calciferous lakes in the Forsmark area. Results from complementary investigations in the Forsmark area, 2008–2009. SKB P-10-25, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Qvarfordt S, Borgiel M, Berg C, 2011. Forsmark site investigation. Hydrochemical investigations in four calciferous lakes in the Forsmark area. Results from the second year of a complementary investigation in the Forsmark area. SKB P-11-47, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Qvarfordt S, Wallin A, Borgiel M, 2014. Vattenkemiska undersökningar i fyra nyanlagda gölar samt två befintliga småvatten. SKB P-14-01, Svensk Kärnbränslehantering AB.

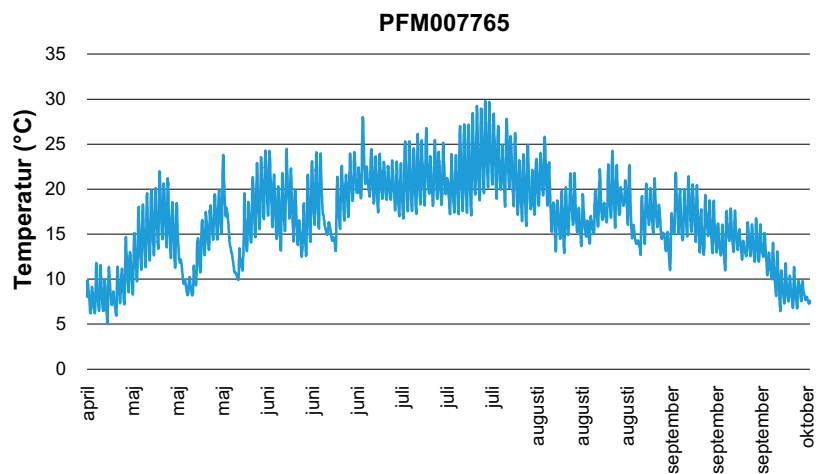
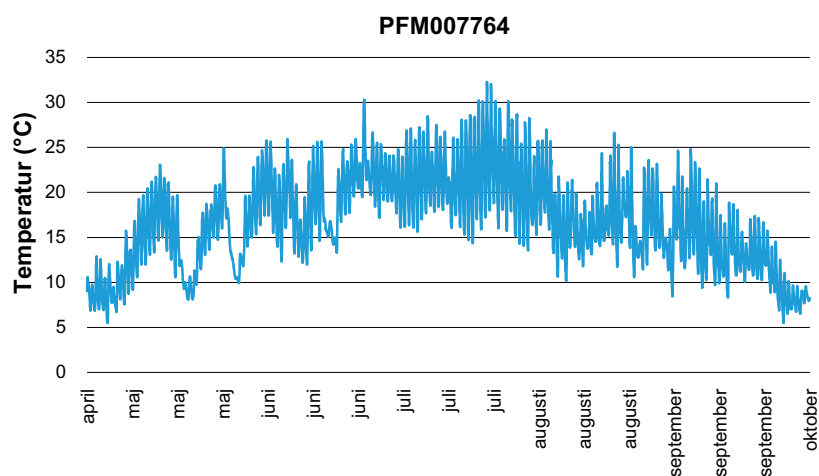
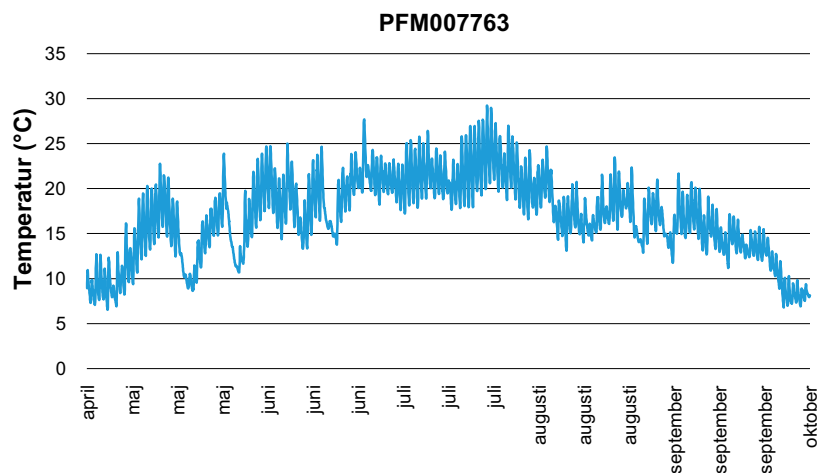
SKB, 2007. Forsmark site investigation. Programme for long-term observations of geosphere and biosphere after completed site investigations. SKB R-07-34, Svensk Kärnbränslehantering AB.

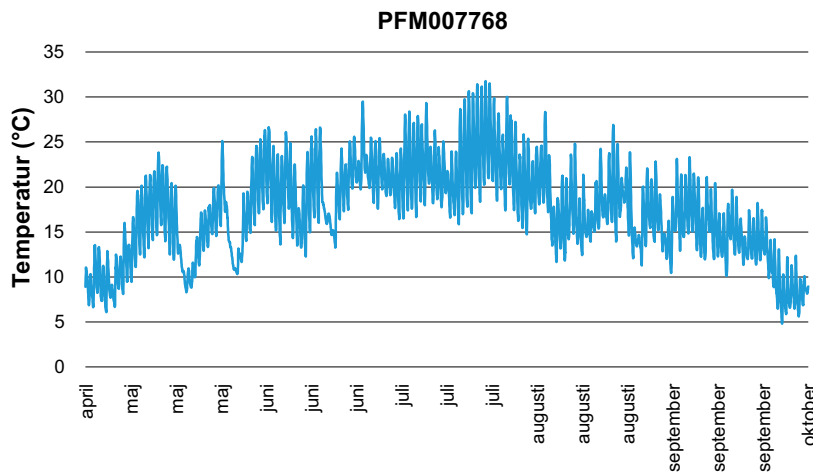
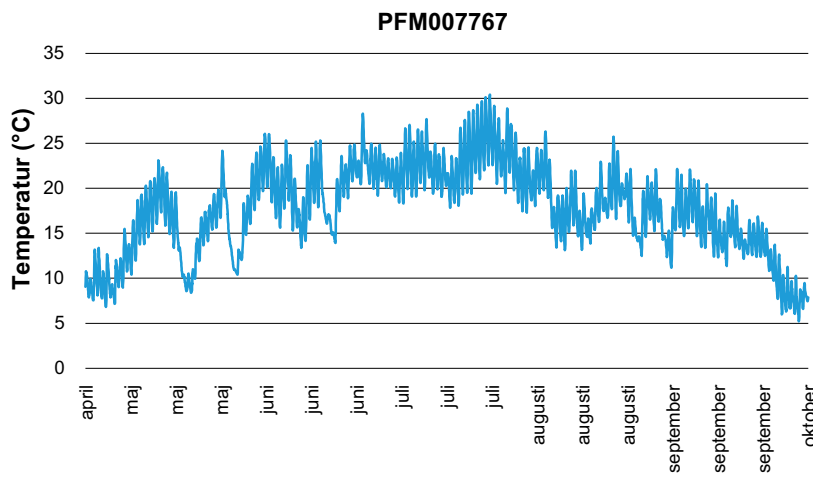
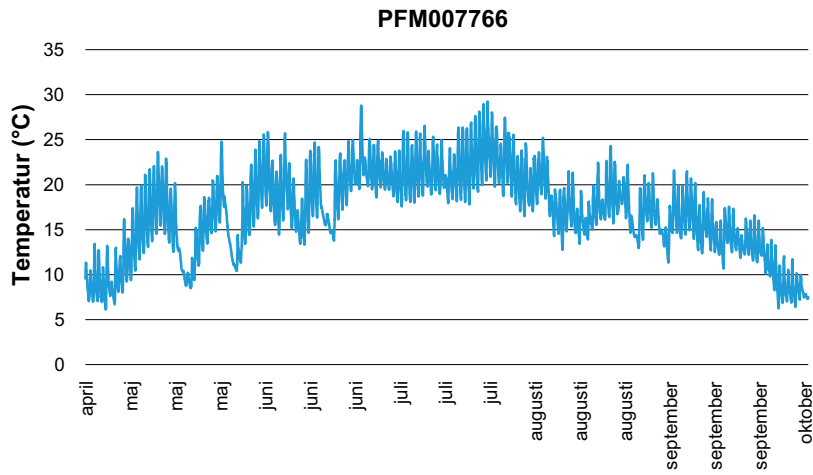
Wallin A, Qvarfordt S, Borgiel M, 2017. Vattenkemiska undersökningar i sex nyanlagda gölar samt två befintliga småvatten i Forsmark. Resultat från provtagningar under perioden september 2013 till december 2014. SKB P-15-16, Svensk Kärnbränslehantering AB.

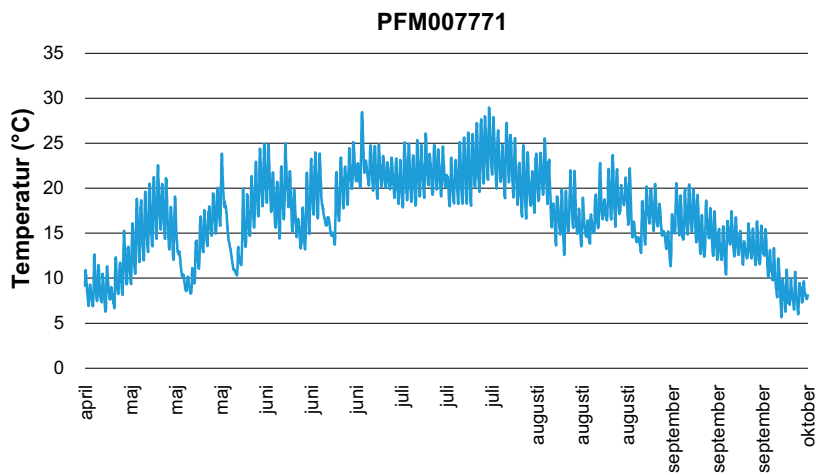
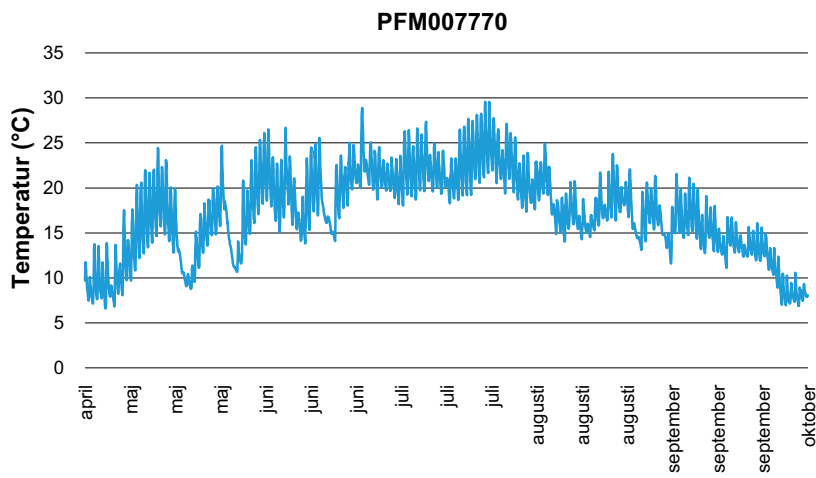
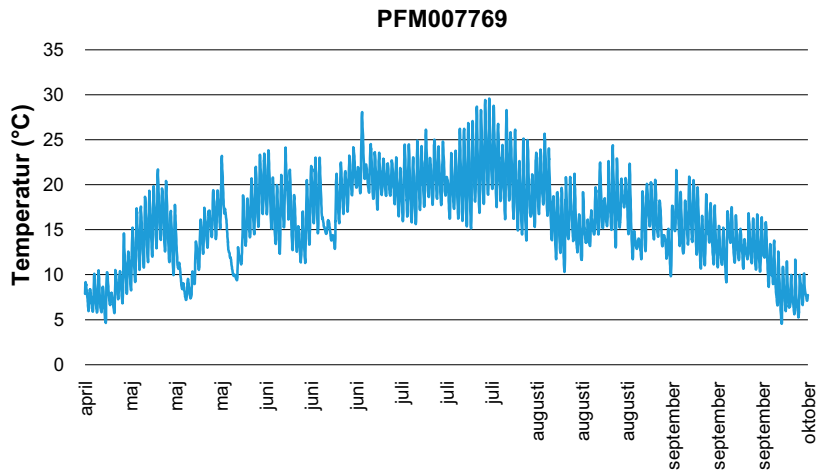
Uppmätta vattentemperaturer

Denna bilaga redovisar uppmätta vattentemperaturer från de tio temperaturmätarna.

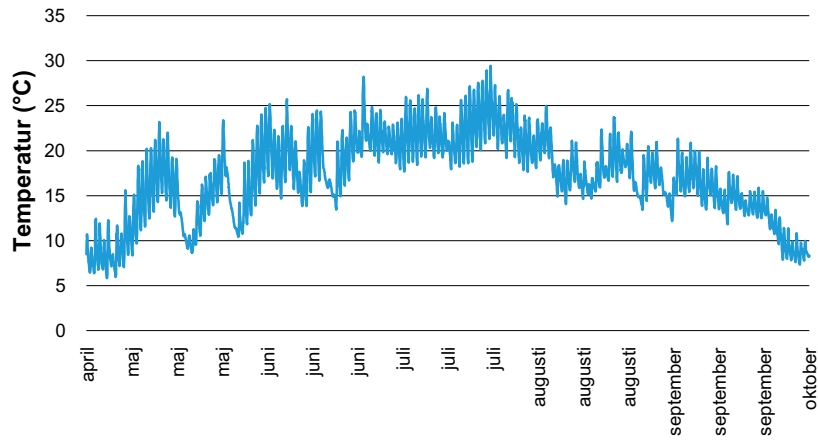
I figur 1-1 och tabell 3-1 i rapporten framgår id för mätarlägen (PFM-) och gölar (AFM-).







PFM007772



SKB:s uppdrag är att ta hand om använt kärnbränsle och radioaktivt avfall från de svenska kärnkraftverken så att människors hälsa och miljö skyddas på kort och lång sikt.

skb.se