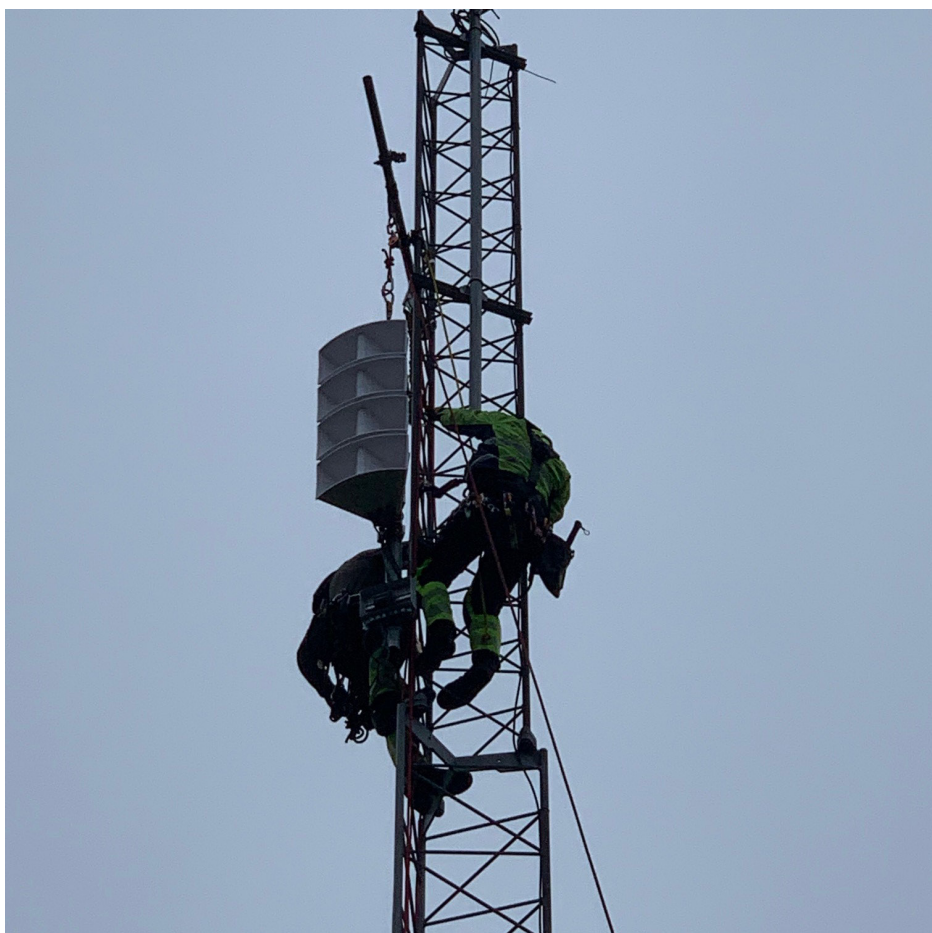
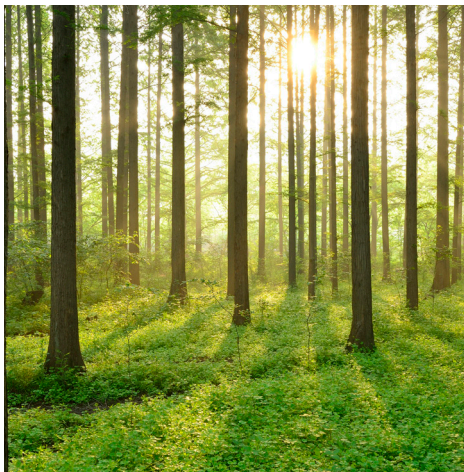


VARNING TILL ALLMÄNHETEN MED ELEKTROAKUSTISKA LJUDSÄNDARE

RAPPORT 2021:733



Varning till allmänheten med elektroakustiska ljudsändare

Pilotprojekt vid en vattenkraftanläggning

OLIVER TYRK

ISBN 978-91-7673-733-0 | © Energiforsk mars 2021

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: kontakt@energiforsk.se | www.energiforsk.se

Förord

Vid incidenter som ett dammhaveri såväl som under daglig drift, till exempel vid ökad spilltappning, kan det finnas behov av att sända ut varningar till allmänheten. I detta projekt har elektroakustiska ljudsändare med möjlighet att sända både varningssignaler och talade meddelanden testats och utvärderats.

Arbetet har utförts av Oliver Türk (CRD Protection AB), och följts av en referensgrupp bestående av Anna Engström-Meyer (Svenska Kraftnät), Anders Sjödin (Statkraft), Carl Johansson (Vattenfall), Håkan Marcusson (MSB), Maria Lundström (MSB), Nils Isaksson (Fortum) och Petter Westerberg (Uniper).

Projektet har genomförts inom Energiforsks Dammsäkerhetstekniska utvecklingsprogram med medverkan från vattenkraftindustrin och Svenska kraftnät. Författaren ansvarar för rapportens innehåll.

Sammanfattning

Denna rapport omfattar ett pilotprojekt där elektroakustiska ljudhorn testats och utvärderats som ett varningssystem vid Statkrafts vattenkraftsanläggning i Harrsele, Västerbotten. Ljudhornen som testats och utvärderas benämns LRAD (Long Range Acoustic Device) och tillverkas av det amerikanska bolaget Genasys. Det unika med LRAD är att ljudhornen drivs av en egenutvecklad vågledarteknik som avgränsar ljudvågorna i en 15-360 graders ljudkon i den riktning som högtalaren riktar. Genom att det akustiska ljudet avgränsas i en ljudkon, och inte sprids i alla riktningar som en likvärdig konventionell högtalare, ökar prestandan avsevärt. Detta möjliggör bland annat att användaren kan sända såväl varningssignaler som talat meddelande med god hörbarhet över långa avstånd.

Denna rapport redovisar resultat och efterföljande utvärdering som skett under projektets genomförande. Resultatet påvisar att det utvärderade varningssystemet vid Harrsele vattenkraftsanläggning uppfyller kraven enligt standarden SS-EN ISO 7731:2008 samt SS-EN 6028-16 i redovisad mät punkt.

Nyckelord: Varningssystem, Ljudsändare, Dammhaveri, Varningssignal, LRAD.

Summary

This report includes a pilot project where electroacoustic hailers have been tested and evaluated as a warning system at Statkraft's facility in Harrsele, Västerbotten. The hailers that have been tested and evaluated are called LRAD (Long Range Acoustic Device) and are manufactured by the American company Genasys. The uniqueness of the technology behind LRAD is that the hailers are driven by a patented waveguide technology, which means that the sound waves are delimited in a 15-360 degree sound cone in the direction in which the hailers are directed. This enables the user to send both warning signals and voice messages with clarity over long distances.

This report present the results and subsequent evaluation that took place during the project. The results show that the tested alarm system at Harrsele hydropower station meets the requirements according to the standard SS-EN ISO 7731: 2008 and SS-EN 6028-16 in the reported measuring point.

Innehåll

1	Inledning	7
1.1	Syfte och mål	7
1.2	Bakgrund/Utvecklingsområde	7
1.3	Avgränsningar	7
2	Tekniken och exempel på tillämpning	9
3	Konfiguration av varningssystem vid Harrsele vattenkraftanläggning	11
3.1	Förutsättningar	11
3.2	Konfiguration av nytt varningssystem för test och utvärdering	12
3.3	Slutgiltig konfiguration för test och utvärdering	13
4	Test	15
4.1	Begreppsförklaring	15
4.2	Bedömningsgrunder varningssignal	15
4.3	Bedömningsgrunder talat meddelande	15
4.4	Mät punkt	16
4.5	Varningssignaler	16
5	Utvärdering	17
5.1	Resultat	17
5.2	Samlad bedömning	21
6	Kommentarer	22
6.1	Om pilotprojektet och resultatet	22
6.2	Förslag till alternativ monteringsplats	23
7	Sammanfattning	25

1 Inledning

1.1 SYFTE OCH MÅL

Syftet med detta projekt har varit att testa och utvärdera elektroakustiska ljudsändare som ett varningssystem inom vattenkraften med möjlighet att sända såväl varningssignaler som talat meddelande (klartextmeddelanden). Detta vid större incidenter som ett dammhaveri men även under daglig drift som vid exempelvis ökad spilltappning.

Målet med projektet har varit att hitta en teknisk lösning som är anpassningsbar och kan användas inom vattenkraftindustrin för att täcka det behov som finns kopplat till utomhusvarning gentemot allmänheten.

1.2 BAKGRUND/UTVECKLINGSOMRÅDE

Varning till allmänheten vid dammhaverier har genom åren behandlats vid ett flertal tillfällen och publicerats i ett antal olika Energiforskrapporter år 2009, år 2011 och senast år 2017. Rapport 2017:394 "Att varna allmänheten vid dammhaverier" var den senast publicerade inom ämnesområdet. I rapporten beskrevs nuläget och de utvecklingsbehov som ansågs föreligga vad gällde varning och varningsförfarande till allmänheten vid dammhaverier. Ett av de utvecklingsområden som lyftes var bland annat att utveckla delar i ett system för varning vid dammhaverier. Bland annat belystes det faktum att det, vid tidpunkten för rapporten, inte fanns något etablerat system för särskild varning i områden där samhällets varningssystem VMA (Viktigt meddelande till allmänheten) har låg täckning. Framförallt saknades det i många områden med särskilt varningsbehov en möjlighet att uppmärksamma människor på att ett dammhaveri hade inträffat.

Ett av många utvecklingsområden som nämns i rapporterna är behovet av ljudsändare med särskild signal för dammhaveri och funktionalitet för talat meddelande (rapport 2017:394 s.38, rapport 11:81 s.42). Rapporterna lyfter även behovet av elektroakustiska ljudsändare som kan förmedla talat meddelande (rapport 11:81, s.18).

1.3 AVGRÄNSNINGAR

Projektet avsåg initialt att testa och utvärdera såväl fasta som mobila högtalare under planerad testperiod. Då slutanvändaren, i detta fall Statkraft, inte identifierat något behov eller användningsområde för mobila högtalare har test och utvärdering av dessa inte skett inom ramen för detta projekt.

Med hänsyn till projektets budget och tidsplan har en ljudmätning kunnat genomföras längs sträckan som Statkraft identifierat som kritisk vid ett varningsförfarande. Denna mätning skedde genom ett så kallat "side-by-side" test tillsammans med befintligt varningssystem.

Projektet avser endast test och utvärdering av utomhusvarning. Således har ingen ljudmätning skett inomhus.

Under testperioden har varningssystemet testats och utvärderats genom manuell drift och aktivering. Integrering med befintliga styrsystem vid Harrsele vattenkraftanläggning har inte skett.

2 Tekniken och exempel på tillämpning

Utrustningen som testats inom ramen för detta projekt benämns LRAD (Long Range Acoustic Device) och tillverkas av det amerikanska bolaget Genasys. Redan 1986 introducerade bolaget den första högtalaren med möjlighet att sända riktat ljud. År 2003 introducerades produktportföljen som numera benämns LRAD. Denna produktportfölj omfattar ett brett spektra av olika konfigurationslösningar, från mindre handburna system till större fjärrstyrda system.

Bakgrunden till utvecklingen av LRAD var en terroristattacker mot ett amerikanskt fartyg i Jemen som inträffade i oktober 2000. Attacken föranleddes av att en mindre motorbåt rammande det amerikanska fartyget USS Cole och detonerade en sprängladdning. Detta resulterade i att 17 amerikanska sjömän dödades och 37 skadades.

Efter attacken fick Genasys, på förfrågan av amerikanska försvaret, i uppdrag att ta fram och utveckla en högtalare med möjlighet att sända såväl varningssignaler som klartextmeddelanden med god hörbarhet över långa avstånd. Detta för att säkerställa en hörbar kommunikation med potentiella angripare innan verkanseld kunde öppnas. Resultatet blev LRAD som numera används i 72 länder världen över. I Sverige används LRAD bland annat av Polismyndigheten som ett verktyg för masskommunikation vid demonstrationer och ordningsstörningar.

Inom vattenkraften har LRAD använts och testat vid ett flertal tillfällen. Bland annat under översvämningarna i Kalifornien 2017 där 180 000 invånare nedströms Oroville dammen vid Feather floden evakuerades då anläggningen riskerade att haverera. I det akuta skedet användes mobila LRAD högtalare som placerades ut på strategiska positioner nedströms. Efter incidenten valde dammägaren att installera permanenta högtalare som en del av ett nytt varningssystem för allmänheten.

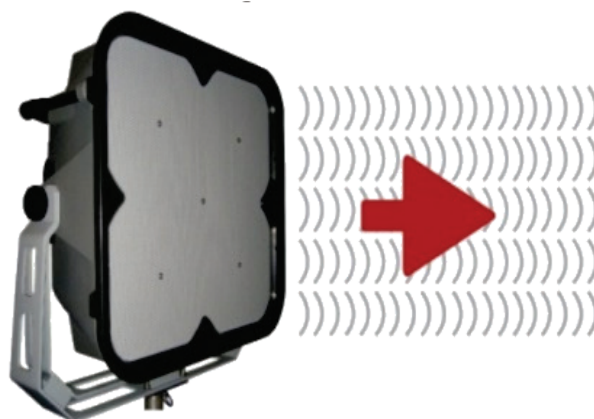
Ett annat exempel i närtid var Puerto Rico där amerikanska FEMA (Federal Emergency Management Agency) installerade ett omfattande varningssystem vid Guajataca dammen bestående av LRAD DS60XL ljudhorn. Även detta som en följd av kraftig ihållande nederbörd som drabbade området 2017 och slutligen resulterade i ett dammhaveri. Varningssystemet nyttjades framförallt för att varna allmänheten och boende nedströms.

Kärnan i tekniken är en egenutvecklad och patenterad ljuddrivare som gör att ljudvågorna från en LRAD-högtalare fokuseras i en 15-360 graders ljudkon i den riktning högtalaren riktas. Eftersom ljudvågorna fokuseras i en avgränsad spridningsriktning når ljudvågorna väsentligt längre än en likvärdig konventionell högtalare.

Därtill har Genasys utvecklat ljuddrivaren för att optimeras efter den mänskliga hörseln i frekvenserna 1-5 KHz. Detta medför bland annat möjligheten att sända talat meddelande med god hörbarhet över långa avstånd.



Figur 1. Konventionell högtalare med elektromagnet



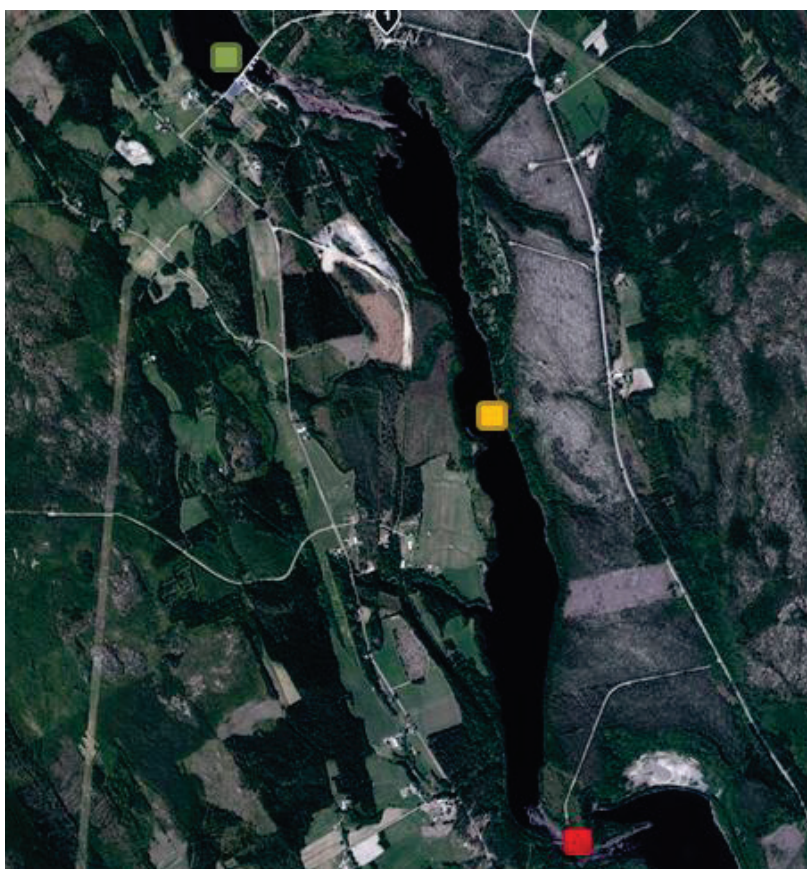
Figur 2. Fokuserade ljudvågor från en LRAD-högtalare

3 Konfiguration av varningssystem vid Harrsele vattenkraftanläggning

3.1 FÖRUTSÄTTNINGAR

I samband med projektansökan lyfte Svenska kraftnät och Energiforsk frågan om ett testa ett nytt varningssystem för närvarande dammägerrepresentanter. Statkraft var den aktör som valde att ta första steget och möjliggöra projektet genom att finansiera inköp av testutrustningen.

Valet av testområde blev, efter önskemål från Statkraft, Harrsele vattenkraftanläggning i Umeälven. Harrsele vattenkraftanläggning ligger i Vännäs kommun i Västerbotten och ägs av Statkraft samt Holmen Energi. Anläggningen driftsattes 1957 och har idag en årlig produktion på 970 GWh. Harrsele kraftverk är den 14:e största vattenkraftanläggningen i Sverige. I projektets inledande fas genomfördes en behovsanalys där Statkraft identifierade vad de ansåg vara en kritisk sträcka vid ett dammhaveri eller ökat vattenflöde. Den kritiska sträckan löper från kraftverket nedströms till en hängbro som korsar älven. Den totala sträckan uppgår till ca 3500 meter. Längs denna sträcka finns såväl sommarstugor som permanentboende samt badplatser för allmänheten.



Figur 3. Kritisk sträcka nedströms. Grön markering utgör Harrsele vattenkraftanläggning, gul markering utgör halva sträckan, röd markering utgör hängbron.

Befintligt varningssystem vid Harrsele vattenkraftanläggning utgörs idag av tre akustiska ljudhorn fördelat på tre positioner. Ett ljudhorn sitter monterat vid brobanan, ett ljudhorn är monterat på en udde ungefär halvvägs nedströms till hängbron (gul markering figur 3) och ett ljudhorn på hängbron riktad uppströms (röd markering figur 3). Befintligt varningssystem är endast kapabelt att sända ljudsignaler.

Innan projektstarten var Statkrafts önskemål skapa ett varningssystem med så god täckning att befintlig installation på halva sträckan (gul markering figur 3) kunde ersättas och tas bort.



Figur 4. Befintligt ljudhorn vid hängbron



Figur 5. Befintligt ljudhorn vid brobanan

3.2 KONFIGURATION AV NYTT VARNINGSSYSTEM FÖR TEST OCH UTVÄRDERING

För att skapa ett varningssystem som var anpassat efter den kritiska sträckan på 3500 meter bedömde CRD Protection att ett system bestående av sammanlagt åtta stycken LRAD DS60XL ljudhorn fördelat på 2 positioner skulle behöva installeras för att uppnå önskad nivå på hörbar kommunikation över hela sträckan.

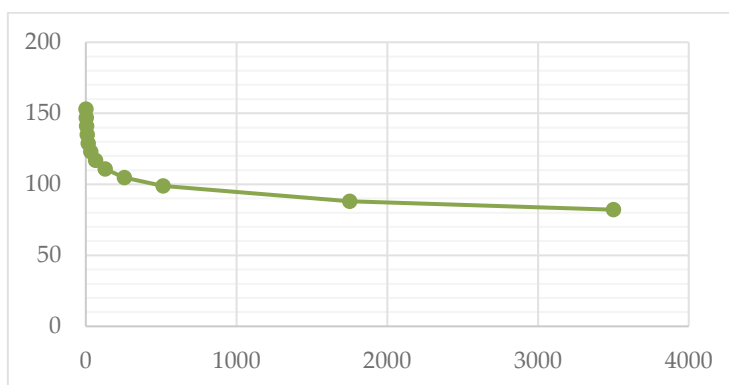
Den föreslagna konfigurationen bestod av två st. DS60XL paket fördelat på position 1 (Harrsele vattenkraftanläggning) och position 2 (hängbron). Respektive paket bestod av:

- 4 st. seriekopplade LRAD DS60XL ljudhorn integrerade på höjden
- 1 st. NEMA Kabinett (förstärkare) med inbyggd manöverpanel och 2 backup batterier
- Wifi länk för aktivering och fjärrstyrning av systemet vid hängbron
- Mjukvara för fjärrstyrning

Den föreslagna konfigurationen skulle innebära att ett DS60XL paket monterades på dammen med ljudhornen riktade nedströms och att ett DS60XL paket monterades på hängbrofundamentet med ljudhornen riktade uppströms. Dessa installationer skulle därefter sända talat meddelande och varningssignaler växelvis i syfte att täcka hela den kritiska sträckan på 3500 meter.

Fyra seriekopplade DS60XL ljudhorn har en kontinuerlig maxprestanda på 148db vid 1 meters avstånd. Utifrån en teoretisk beräkningsmodell med avståndsreducering uppnås därmed en prestanda på 83db vid 1750 meter vilket är hälften av den totala sträckan på 3500 meter. Genom att montera ett DS60XL paket på respektive position skapas således en teoretisk täckning av hela ytan där det akustiska ljudet uppnår 83db.

Den teoretiska beräkningen baseras på optimala förhållanden, d.v.s. miljöfaktorer som exempelvis väder, vind, topografi etc. beaktas ej. Vidare baseras prestandaberäkningen på en varningssignal med en frekvens på 3 KHz.



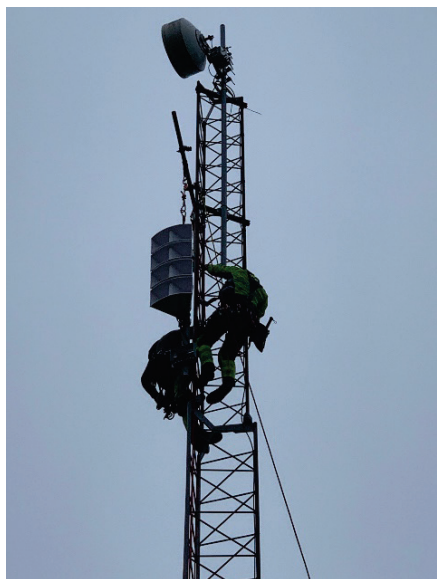
Figur 6. Förenklad beräkningsmodell av ljudprestanda

3.3 SLUTGILTIG KONFIGURATION FÖR TEST OCH UTVÄRDERING

Efter interna överväganden valde Statkraft att inleda utvärderingen av ett nytt varningssystem med att testa ett DS60XL paket monterat vid vattenkraftanläggningen.

Den valda systemkonfigurationen är alltså inte anpassad för hela den kritiska sträckan. Testmontering genomfördes initialt på brobanan för att sedan monteras på en befintlig telemast inne på området. Aktuell monteringshöjd är cirka 20 meter från marknivå i sydostlig riktning från vattenkraftstationen. Förstärkare och reservkraft är monterat inomhus i en intilliggande byggnad.

Under test- och utvärderingsfasen har ingen integration med befintliga styrsystem genomförts varför varningssystemet enbart har aktiverats och drivits manuellt.



Figur 7. Montering vid Harrsele vattenkraftanläggning



Figur 8. Montering vid Harrsele vattenkraftanläggning



Figur 9. LRAD DS60XL (4 stycken ljudhorn)



Figur 10. Reservkraft och manöverpanel för manuell drift och aktivering

4 Test

4.1 BEGREPPSFÖRKLARING

Ljud vars styrka är konstant i tiden mäts oftast i decibel med beteckningen dBA. Indexet "A" efter "dB" indikerar att ljudets frekvenser har korrigerats på ett sätt som motsvarar hur det mänskliga örat uppfattar frekvenser. Det mänskliga örat uppfattar högre frekvenser bättre än låga.

I Sverige används vanligtvis två störningsmått för trafikbuller, ekvivalent ljudnivå, L_{eq} , och maximal ljudnivå, L_{max} . Med ekvivalent ljudnivå avses medelljudnivån under en given tidsperiod. Förenklat kan man säga att den maximala ljudnivån är den högsta förekommande ljudnivån.

Ljudnivån från en punktkälla, till exempel en högtalare, avtar med ca 6 dB vid en avståndsfördubbling vid hård mark. Oftast avtar ljudet mer, speciellt om det är mjuk mark, till exempel gräs och skog, eller om det är motvind.

4.2 BEDÖMNINGSGRUNDER VARNINGSSIGNAL

Varningssignalen jämförs med värden angivna i standard SS-EN ISO 7731:2008. Huvudkravet och minst ett av delkraven nedan ska klaras för att kraven i standarden ska uppfyllas.

- Huvudkrav: Varningssignalen ska ha en ljudnivå som överstiger 65 dBA i hela mottagningsområdet.
- Delkrav 1: Den A-vägda ljudnivån för varningssignalen ska vara minst 15 dBA över bakgrundsnivån (utan varningssignal).
- Delkrav 2: Skillnad i ljudnivå mellan varningssignal och bakgrund ska överstiga 10 dB i minst ett oktavband.

Utöver detta gäller bland annat att frekvenskomponenter i varningssignalen ska ligga i intervallet 500 Hz till 2 500 Hz, helst två dominerande frekvenser i intervallet 500 Hz till 1 500 Hz. En pulserande signal med repetitionsfrekvensen 0,5 Hz till 4 Hz föredras jämfört med en varningssignal med konstant ljudnivå.

4.3 BEDÖMNINGSGRUNDER TALAT MEDDELANDE

Taluppfattbarheten i talmeddelandet jämförs med uppmätt talöverföringsindex, STI, enligt standard SS-EN 6028-16. Beräkning utförs med hjälp av STIPA metoden. STI redovisas med ett värde mellan 0 och 1, där ett högre värde medför bättre taluppfattbarhet. Ett STI värde över 0,76 innebär att taluppfattbarheten är mycket god. Ett STI värde på ca 0,5 är "godkänt".

4.4 MÄTPUNKT

Mätpunkten för ljudmätningen utgjordes av ett intilliggande bostadsområde bestående av fritidshus och permanentboende. Mätpunkten ligger ca 1300 meter från vattenkraftstationen och mikrofonhöjden placerades på 1,5 meter från marknivå intill strandkanten. Denna mätpunkt benämns "mätpunkt 2".

Innan ljudmätningen genomfördes ett funktionstest. Detta skedde på 55 meters avstånd och benämns "mätpunkt 1".



Figur 11. Mätpunkt 2 för ljudmätningen (gul markering)

4.5 VARNINGSSIGNALER

Vid ljudmätningen användes två olika varningssignaler. Detta efter önskemål från Statkraft som vid utbildningen av systemet uppfattade en tydligare hörbarhet från varningssignal "låg" än varningssignal "hög".

5 Utvärdering

5.1 RESULTAT

I tabell 1 redovisas mätresultatet. Varningssignal "låg" består av pulser med frekvensen ca 0,3 Hz, se figur 15. Vid en jämförelse mot riktvärdet 65 dBA används toppen på den pulserande signalen (L_{max}). I mätpunkt 1, ca 55 m från högtalaren, är uppmätt ljudnivå från varningssignalen klart över 65 dBA, se figur 12.

I figur 15 och 16 visas ljudnivån från respektive varningssignal vid mätpunkt 2. Samtliga toppar ligger över huvudkravet 65 dBA.

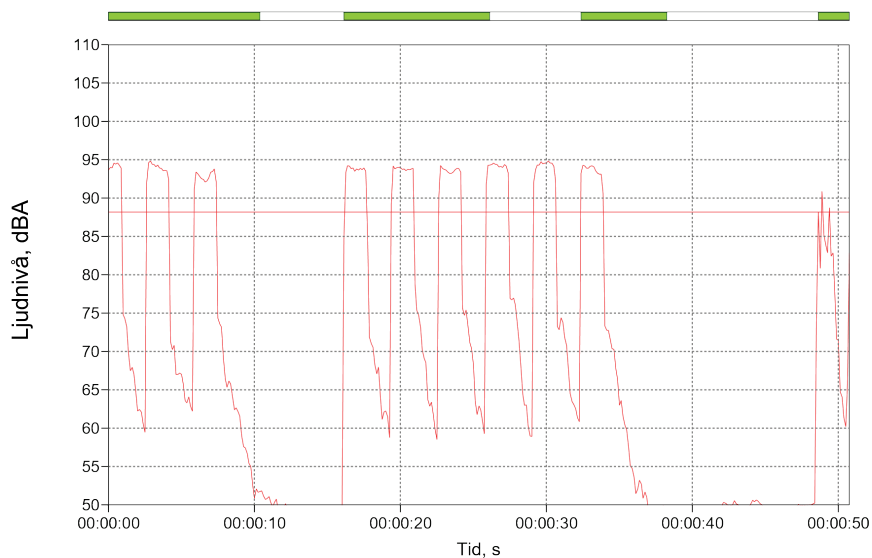
Då bakgrundsnivån ligger drygt 30 dBA lägre än varningssignalen uppfylls delkrav 1 och delkrav 2. Frekvensen på varningssignal "låg" ligger främst mellan 500 Hz och 2 kHz, se figur 13 där 500 Hz är dominerande. Frekvensen är därmed inom det rekommenderade intervallet. Den dominerande frekvensen för varningssignal "hög" ligger på 2,5 kHz, se figur 14. Denna varningssignal är mer högfrekvent än varningssignal "låg" och kommer därför avta snabbare vid långa avstånd.

Ljudnivån för varningssignal från det befintliga varningssystemet mättes även upp. Den utrustningen levererade klart lägre ljudnivå, se figur 17, endast ca 10 dBA över bakgrundsnivån i topparna. Ljudnivån var dock relativt konstant, jämfört med ljudnivån från varningssignalen från den nya anläggningen i mätpunkt 2

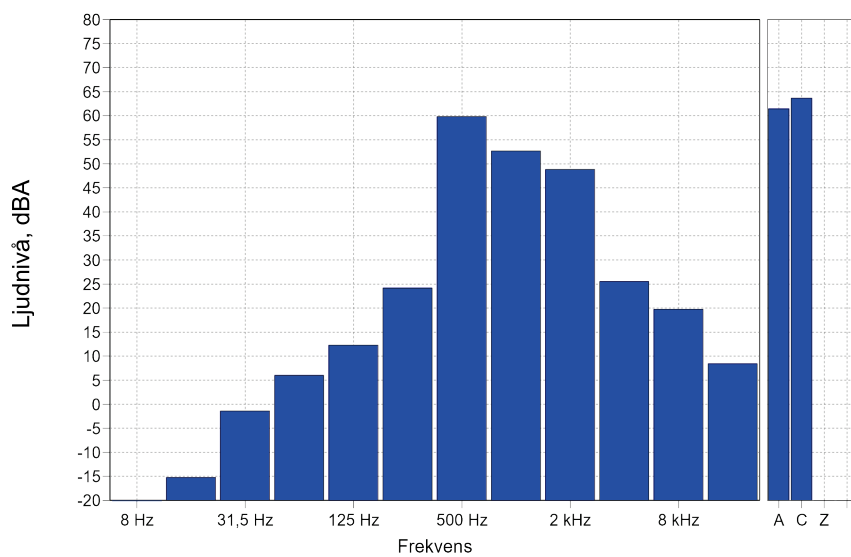
Uppmätt talöverföringsindex, STI, var 0,5 i mätpunkt 2, d.v.s. godkänt.

Tabell 1. Mätresultat

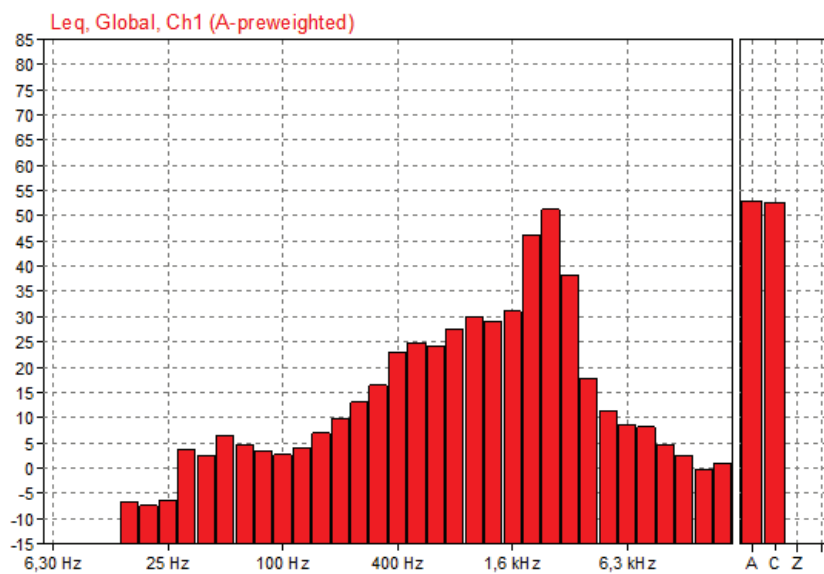
Mätpunkt	Varningssignal		STIPA signal		Bakgrund	
	Leq, dBA	Lmax, dBA	Leq, dBA	STI	Leq, dBA	STI
1 (funktionstest 55 meter)	91	95	81	0,7	-	0,04
2 (Talat meddelande)			50	0,5	29	0,2
2, signal "hög"	69	72	54		29	
2, Signal "låg"	66	70			30	



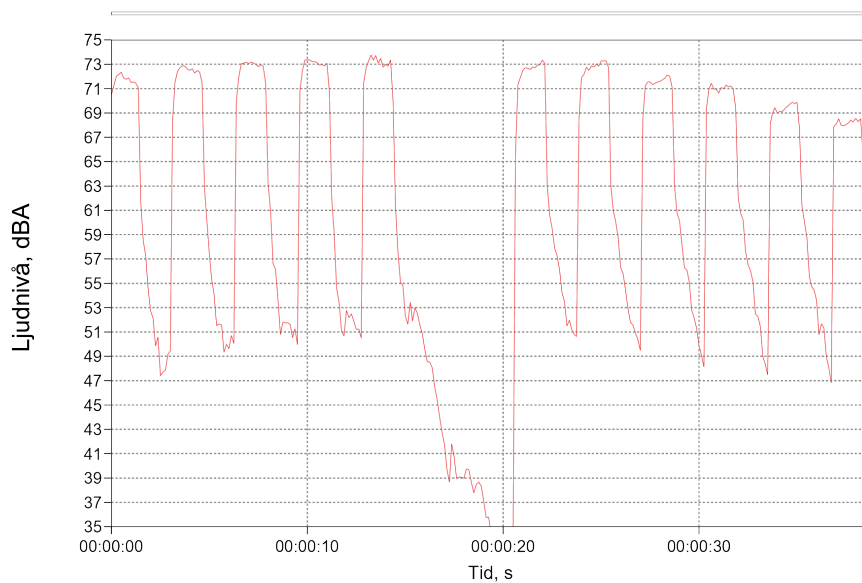
Figur 12. Funktionstest mätpunkt 1



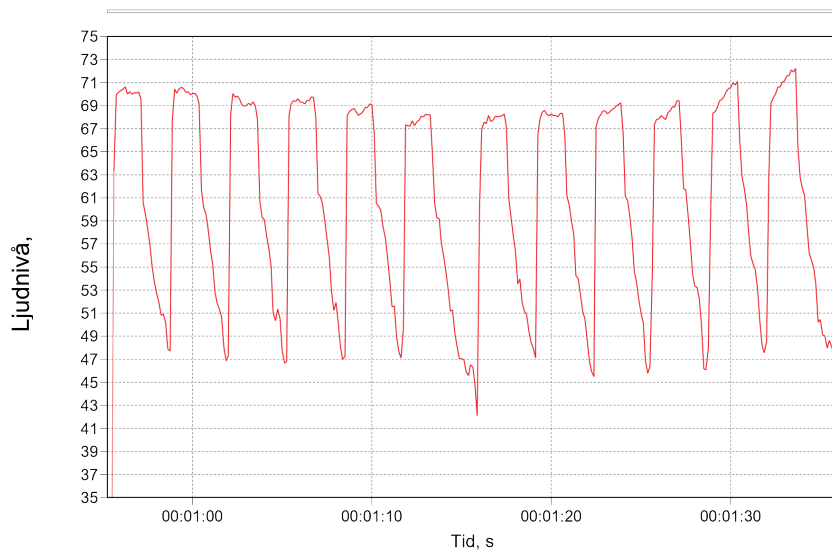
Figur 13. Frekvensindelning varningssignal "låg" mätpunkt 2. Leq Global, Ch1 (A-preweighted)



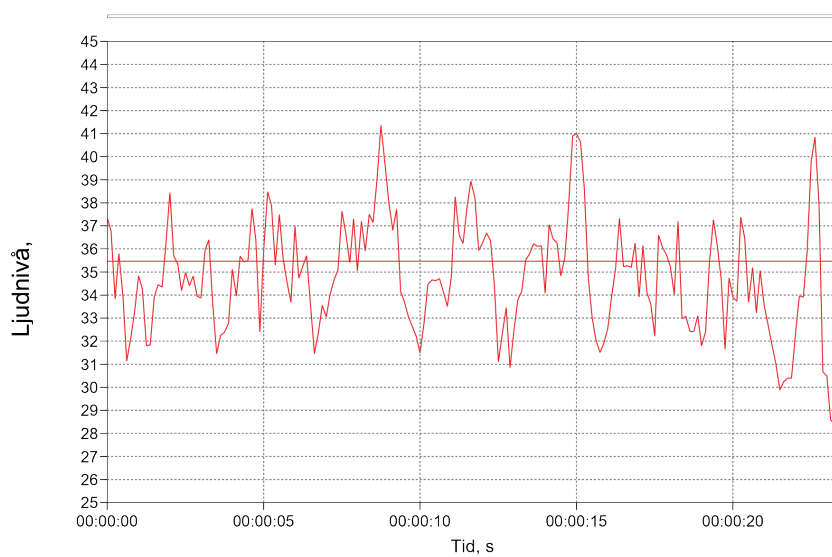
Figur 14. Frekvensindelning varningssignal "hög" mät punkt 2



Figur 15. Ljudnivå varningssignal "låg" mät punkt 2



Figur 16. Ljudnivå varningssignal "hög" mätpunkt 2



Figur 17. Ljudnivå befintlig larmsystem mätpunkt 2

5.2 SAMLAD BEDÖMNING

Den uppmätta ljudnivån på varningssignalen uppfyller huvudkravet 65 dBA under hela mätperioden i mätpunkt 2. Även uppmätt talöverföringsindex, STI, var godkänt. Harrsele vattenkraftanläggning uppfyller således svensk standard för varningssignaler för offentlig miljö och arbetsplatser vid mätpunkt 2. För utvärdering av hela den kritiska sträckan, alternativt från vattenkraftanläggningen till mätpunkt 2 behöver kompletterande ljudmätningar genomföras.

Även ljudnivån från den "gamla" utrustningen för varningssignal mättes även upp. Den utrustningen levererade klart lägre ljudnivå, se figur 17, endast ca 10 dBA över bakgrundsnyvån i topparna.

Varningssignalen som benämns "låg", presterar något bättre i jämförelse med varningssignalen som benämns "hög". Varningssignal "låg" var även den varningssignal som Statkrafts personal uppfattade ge en bättre hörbarhet.

Mätresultatet påvisar den signifikanta inverkan som miljöfaktorer har på prestandan givet testmiljön. Likväl påverkas även prestandan efter den typ av varningssignal som används med hänsyn till sändande frekvens.

6 Kommentarer

6.1 OM PILOTPROJEKTET OCH RESULTATET

Resultatet som redovisas i denna rapport baseras på en utförd ljudmätning. För ett mer tillförlitligt resultat skulle fler ljudmätningar behöva genomföras. Dels på fler mätpunkter vid olika avstånd men även utspridda tillfällen under en längre mätperiod i syfte att väga in olika väderförhållanden och bakgrundsljud.

Förutom fler ljudmätningar skulle även ljudhornen behöva riktas om som en del i utvärderingen för att säkerställa att ljudkonen anpassas efter respektive mätpunkt. Denna rapport bör således betraktas som en förstudie som ger en fingervisning på vad LRAD:s produkter för ändamålet kan uppnå för prestanda vid såväl varningssignaler som klartextmeddelanden.

En viktig aspekt som projektet påvisar är betydelsen av att slutanvändaren beaktar vilken typ av varningssignal som skall användas vid ett varningsförfarande. Den mänskliga hörseln uppfattar högfrekventa ljud bättre än låga. Samtidigt är lågfrekventa ljud mer fördelaktigt rent prestandamässigt då dessa ljud färdas längre. Efter slutmonteringen av det nya varningssystemet genomfördes en kortare förevisning och utbildning för personalen vid Harrsele vattenkraftanläggning. Som en del i denna utbildning fick personalen även uppleva varningssignaler och klartextmeddelanden på olika avstånd nedströms. Referenspunkterna som Statkraft valde att använda i utvärderingen låg på 1300 meter, 1800 meter samt 3500 meter avstånd. Testet omfattade två olika varningssignaler med olika frekvenser samt ett klartextmeddelande. Vid detta test genomfördes ingen ljudmätning. Slutsatsen från deltagarna vid denna förevisning var bland annat att den lågfrekventa varningssignalen upplevdes tydligare än den med högre frekvens. Det var också denna varningssignal som Statkraft valde att använda vid den avslutande ljudmätningen.

Resultatet från de tester som genomförts påvisar även betydelsen av en korrekt anpassad placering av ljudhornen för att skapa bästa möjliga förutsättningar för ljudet att uppnå maxprestanda. Det nya varningssystemet sitter idag monterat på en telemast cirka 20 meter från marknivå riktad i sydöstlig riktning mot närmaste bebyggelse. Nedströms vattenkraftanläggningen avtar Umeälven i direkt sydlig riktning. Nuvarande position på varningssystemet är därmed inte optimalt för att skapa en ljudkon anpassad efter den kritiska sträckan. Anledningen till nuvarande position är att projektutföraren, inom ramen för detta pilotprojekt, förhållit sig till befintlig infrastruktur vad gäller strömförsörjning. Slut användaren bör i samband med eventuella framtida systemintegreringar beakta möjligheten till ethernet anslutning. Ur ett prestandaperspektiv är således nuvarande placering inte optimal om syftet är att nå så lång sträcka som möjligt med de signaler och meddelanden som sänds.

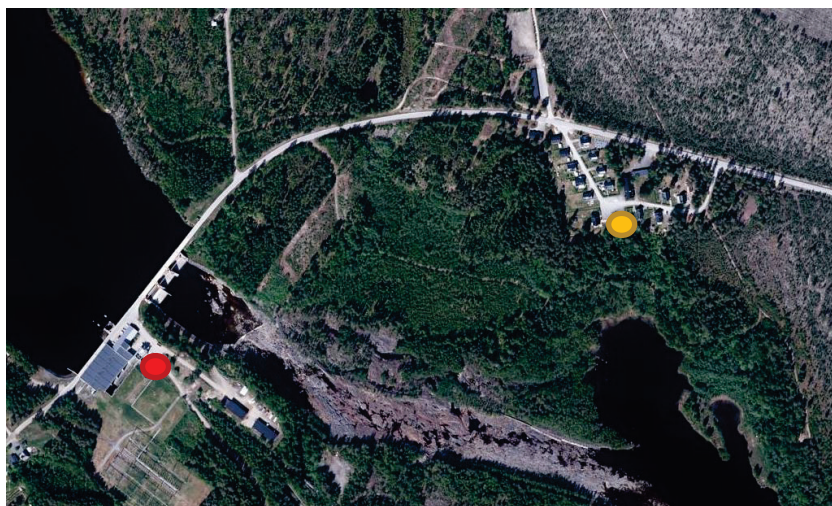
Därtill har testerna påvisat hur miljömässiga faktorer påverkar ljudprestandan. Aktuellt testområde utgörs av omfattande botanitet med bland annat ett större skogsskifte i direkt anslutning framför högtalarna. Ljudnivån från en punktkälla, till exempel ett ljudhorn, avtar med ca 6 dB vid en avståndsfördubbling vid hård

mark. Oftast avtar ljudet mer, speciellt om det är mjuk mark, till exempel gräs och skog.

Om nuvarande prestanda inte bedöms som tillräcklig och befintlig installationsplats förespråkas rekommenderar CRD att Statkraft ser över vegetationen i närområdet och om möjligt röjer skog och annan växtlighet i direkt anslutning framför ljudhornen. Detta i syfte att skapa en "ljudkorridor" vilket vi bedömer skulle öka prestandan ytterligare.

6.2 FÖRSLAG TILL ALTERNATIV MONTERINGSPLATS

Intill Harrsele vattenkraftanläggning ligger ett mindre bostadsområde med en samlingsplats/udde som medför utsikt över älven. Vid denna plats är siktlinjen längs älven/spegeldammen ned till hängbron väldigt god. Om Statkraft skulle önska att öka prestandan och räckvidden inom den kritiska sträckan ytterligare är detta en alternativ monteringsplats som CRD rekommenderar.



Figur 18. Nuvarande monteringsplats (röd markering) Alternativ monteringsplats (gul markering)



Figur 19. Röd markering utgör nuvarande siktlinj från aktuell monteringsplats. Gul markering utgör potentiell siktlinj från alternativ monteringsplats.

7 Sammanfattning

Att arbeta med ljud och framförallt att utvärdera hörbarhet kan många gånger vara vanskligt. Många olika parametrar spelar in och dessa kan variera över tid. CRD:s rekommendation är att kombinera resultat från ljudmätningar och beräkningar med subjektiva bedömningar utifrån slutanvändarens kravbild. Att själv uppleva och utsättas för ett ljud bör alltid sättas i relation med ett faktiskt mätresultat.

Ett återkommande tema under såväl projektmöten med referensgruppen som i kontakt med slutanvändaren Statkraft har varit dammägarens skyldighet att varna allmänheten utifrån LSO (lagen om skydd mot olyckor). Idag finns det ingen uttalad sträcka från en vattenkraftanläggning som en dammägare har skyldighet att varna allmänheten. Detta har medfört en mängd olika varianter på varningssystem där det i slutändan är dammägarens egen ambition som sätter nivån för varningssystemet.

På samma sätt som det inte finns någon uttalad sträcka för dammägarens varningsskyldighet finns det inte heller några specifika krav på varningssystemens prestanda och på vilket sätt de ska varna.

Med denna rapport och det resultat som redovisas är vår förhoppning att tidigare identifierade brister, avseende varningssystem med möjlighet att sända talande meddelande nu har tagit ett steg i rätt riktning.

Därmed vill vi på CRD Protection rikta ett stort tack till Energiforsk och Statkraft som valde att satsa på detta projekt och möjliggöra genomförandet. Trots avsaknaden av tydliga regler och riktlinjer har Statkraft visat vägen inom branschen och gjort ett tydligt ställningstagande att varning till allmänheten är en högt prioriterad fråga inom organisationen. Med nuvarande varningssystem har de kapacitet och förmåga som få inom andra branscher med samma varningsskyldighet uppnår.

VARNING TILL ALLMÄNHETEN MED ELEKTROAKUSTISKA LJUDSÄNDARE

I det här pilotprojektet har ett nytt varningssystem testats vid Statkrafts vattenkraftanläggning i Harrsele, Västerbotten. Systemet kan sända både varningssignaler och ett talat klartextmeddelande.

Tekniken som har utvärderats baseras på en speciell vågledarteknik där ljudvågorna riktas i en avgränsad ljudkon i samma riktning som högtalaren är riktad. Det gör det möjligt att sända både varningssignaler och talat meddelande med väldigt god hörbarhet också på långt avstånd.

Projektet baseras på tidigare utförda utvärderingar som publicerats i de så kallade "varningsrapporterna" som tydligt har visat på behovet av ett varningssystem som kan sända talat meddelande.

Resultatet visar att det utvärderade varningssystemet vid Harrsele vattenkraftanläggning uppfyller kraven enligt standarden SS-EN ISO 7731:2008 samt SS-EN 6028-16 i redovisad mät punkt.

Ett nytt steg i energiforskningen

Energiforsk är en forsknings- och kunskapsorganisation som samlar stora delar av svensk forskning och utveckling om energi. Målet är att öka effektivitet och nyttiggörande av resultat inför framtida utmaningar inom energiområdet. Vi verkar inom ett antal forskningsområden, och tar fram kunskap om resurseffektiv energi i ett helhetsperspektiv – från källan, via omvandling och överföring till användning av energin. www.energiforsk.se