



# UNDERVANDSSTØJ I INDRE DANSKE FARVANDE 2018

## Havstrategidirektivets kriterium D11C2

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 141

2019



AARHUS  
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

*[Tom side]*

# UNDERVANDSSTØJ I INDRE DANSKE FARVANDE 2018

Havstrategidirektivets kriterium D11C2

---

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 141

2019

Mia Lybkær Kronborg Nielsen  
Pernille Meyer Sørensen  
Jakob Tougaard

Aarhus Universitet, Institut for Bioscience



AARHUS  
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

# Datablad

- Serietitel og nummer: Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 141
- Titel: Undervandsstøj i Indre danske Farvande 2018  
Undertitel: Havstrategidirektivets kriterium D11C2
- Forfattere: Mia Lybkær Kronborg Nielsen, Pernille Meyer Sørensen og Jakob Tougaard  
Institution: Aarhus Universitet, Institut for Bioscience
- Udgiver: Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi ©  
URL: <http://dce.au.dk>
- Udgivelsesår: April 2019  
Redaktion afsluttet: April 2019
- Faglig kommentering: Line A. Kyhn  
Kvalitetssikring, DCE: Vibeke Vestergaard Nielsen
- Finansiel støtte: Miljøstyrelsen
- Bedes citeret: Nielsen, M.L.K., Sørensen, P.M. & Tougaard, J. Forfattere. 2019. Undervandsstøj i Indre danske Farvande 2018. Havstrategidirektivets kriterium D11C2. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 46 s. - Teknisk rapport nr. 141  
<http://dce2.au.dk/pub/TR141.pdf>
- Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
- Sammenfatning: Havstrategidirektivet pålægger EU's medlemslande at overvåge havmiljøet og sikre, at der opretholdes eller opnås god miljøtilstand i vores farvande. Denne rapport beskriver overvågningen af undervandsstøj fra skibstrafik (Havstrategidirektivets Indikator 11.2) i Indre Danske Farvande i 2018 (Målt ved station Anholt, Hjelm, Lillebælt og Stevns). Rapporten omfatter de målinger, der er foretaget som led i Miljøstyrelsens overvågningsprogram (2018)
- Emneord: Havstrategidirektivet, Deskriptor 11, undervandsstøj, skibsstøj, Kattegat, Lillebælt, Øresund
- Layout: Grafisk Værksted, AU Silkeborg  
Foto forside: Line Hermannsen, Aarhus Universitet
- ISBN: 978-87-7156-400-6  
ISSN (elektronisk): 2244-999X
- Sideantal: 46
- Internetversion: Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) som <http://dce2.au.dk/pub/TR141.pdf>

# Indhold

<b>1. Forord</b>	<b>5</b>
<b>2. Baggrund</b>	<b>6</b>
2.1 Havstrategidirektivets kriterium D11C2	6
<b>3. Metoder</b>	<b>7</b>
3.1 Målestationer	7
3.2 Udstyr	7
3.3 Dataanalyse	9
<b>4. Resultater</b>	<b>10</b>
4.1 Eksempler	11
<b>5. De enkelte målinger</b>	<b>14</b>
Station 35 – Lillebælt, bredbånd 10 Hz – 10 kHz	14
Station 35 – Lillebælt, 63 Hz	16
Station 35 – Lillebælt, 125 Hz	18
Station 35 – Lillebælt, 2.000 Hz	20
Station 38 – Stevns, bredbånd 10 Hz – 10 kHz	22
Station 38 – Stevns, 63 Hz	24
Station 38 – Stevns, 125 Hz	26
Station 38 – Stevns, 2000 Hz	28
Station 103 – Hjelm, 10-10000 Hz	30
Station 103 – Hjelm, 63 Hz	32
Station 103 – Hjelm, 125 Hz	34
Station 103 – Hjelm, 2000 Hz	36
Station 104 – Anholt, 10-10000 Hz	38
Station 104 – Anholt, 63 Hz	40
Station 104 – Anholt, 125 Hz	42
Station 104 – Anholt, 2000 Hz	44
<b>6. Referencer</b>	<b>46</b>

*[Tom side]*

# 1. Forord

Denne rapport beskriver data indsamlet i Indre danske Farvande i 2018 som led i Miljøstyrelsens løbende overvågning af undervandsstøj. Denne overvågning foregår som en del af opfyldelsen af Danmarks forpligtigelser i henhold til Havstrategidirektivet (kriterium D11C2) og HELCOM's overvågningsprogram (pre-CORE indikator af kontinuerlig undervandsstøj). Data er indsamlet på lyttestationer ved Anholt, Hjelm, Lillebælt og Stevns.

Denne rapport er alene en afrapportering af de indsamlede data efter en basal dataanalyse i henhold til anbefalinger fra EU (TG-Noise) og HELCOM (EN-NOISE/PRESSURE) og indeholder derfor ingen tilbundsgående analyse eller syntese af målingerne. Rapporten ligger i forlængelse af tidligere års rapporter (Tougaard et al., 2017; Sørensen et al., 2019) og årsgennemsnit fra disse tidligere rapporter er angivet, men der er ikke foretaget en egentlig analyse af værdierne, og derfor kan forskelle og udviklingstendenser i tallene ikke tillægges nogen statistisk sikkerhed.

## 2. Baggrund

Havstrategidirektivet (EU-kommissionen 2008) pålægger medlemslandene at opnå og fastholde god miljøtilstand i EU's havområder. For at kunne nå dette mål stiller direktivet en række krav til medlemslandene, fordelt på 11 forskellige deskriptorer med dertil hørende kriterier for god miljøtilstand.

### 2.1 Havstrategidirektivets kriterium D11C2

Direktivets deskriptor 11 omhandler tilførsel af energi, inklusiv undervandsstøj til havmiljøet. Herunder er beskrevet to kriterier (EU Kommissionen 2017, Dekeling et al., 2014), der skal bruges i vurderingen af miljøtilstanden. Denne rapport omhandler kriterium D11C2: Lavfrekvent, vedvarende støj.

Den lavfrekvente, vedvarende støj bliver kvantificeret og vurderet vha. gennemsnitlige lydniveauer (dB re 1 $\mu$ Pa, Root Mean Square (RMS)) i specificerede tredjedelsoktavbånd. Tredjedelsoktavbåndene, hhv. 63 Hz og 125 Hz, er udvalgt efter vejledning fra EU-kommissionen (EU Kommissionen 2008; 2017). Derudover kvantificeres støjen også i tredjedelsoktavbåndet 2 kHz, for at leve op til kravene i HELCOM's anbefalinger for overvågning af den fælles (pre-CORE) indikator "Kontinuerlig menneskeskabt lavfrekvent undervandsstøj" (HELCOM, 2017). Dette bånd er vurderet til at have større relevans for marsvin (*Phocoena phocoena*), der som det eneste havpattedyr i Østersøen findes på Habitatdirektivets bilag IV, der omfatter de dyr, der er beskyttet efter EU's naturbeskyttelsesdirektiver (EU kommissionen 1992). Endelig kvantificeres støjen bredt i båndet 10-10.000 Hz.



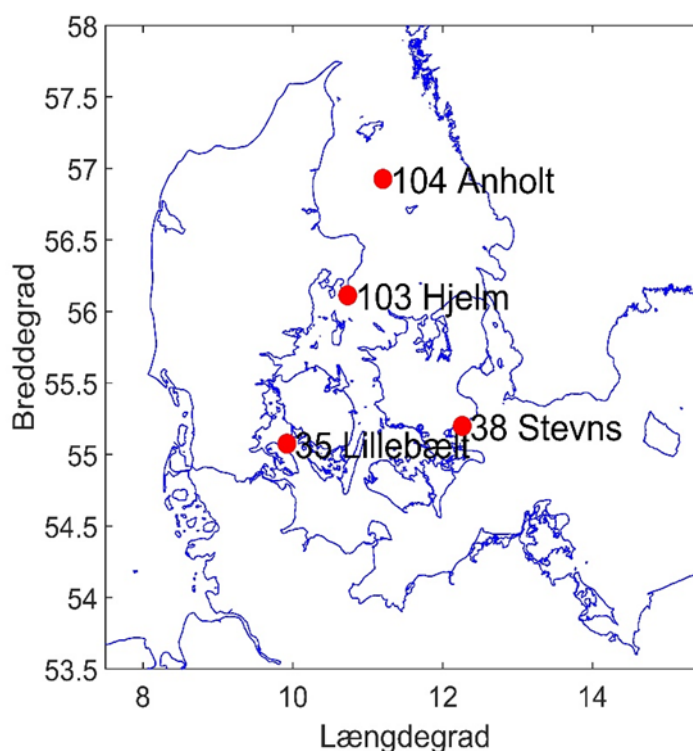
### 3. Metoder

I dette afsnit følger en beskrivelse af de anvendte måle- og analysemetoder. Disse følger anbefalingerne fra HELCOM (HELCOM, 2019) og den tekniske anvisning for kontinuerlig undervandsstøj (Tougaard, 2019).

#### 3.1 Målestationer

I 2018 blev fire målestationer anvendt. To stationer i Kattegat ved Anholt (station 104) og Hjelm (Station 103) og to stationer i den sydlige del af de indre danske farvande ved Lillebælt (Station 35) og Stevns (Station 38). De fire målestationer fremgår af figur 3.1 med positioner angivet i tabel 3.1

**Figur 3.1.** Målestation Anholt, Hjelm, Lillebælt og Stevns anvendt i 2018 under indsamling af målinger til overvågning af miljøtilstanden, jf. havstrategidirektivets deskriptor 11.2.



**Tabel 3.1.** Detaljer om stationerne anvendt i 2018.

Navn	Længdegrad	Breddegrad	Dybde (m)
35 Lillebælt	9° 55.28'	55° 4.53'	25
38 Stevns	12° 15.66'	55° 11.97'	11
103 Hjelm	10° 43.95'	56° 6.78'	10
104 Anholt	11° 12.13'	56° 55.57'	12

#### 3.2 Udstyr

To forskellige dataloggere blev anvendt: Type SM2M (Wildlife Acoustics, Boston) og ST500 (Ocean Instruments, New Zealand).

### 3.2.1 SM2M dataloggeren

SM2M-dataloggeren er udstyret med en hydrofon (HTI96min) med en følsomhed på  $-164$  dB re  $1\text{V}/\mu\text{Pa}$ . Dataloggeren optager lyden digitalt (16 bit, sample rate 32 ksamples/s) og gemmer optagelserne som ukomprimerede wav-filer på SD-hukommelseskort (128 GB/SD-kort, op til 4 SD-kort/datalogger). SM2M-dataloggeren optog med en duty cycle på 50%, dvs. 30 minutters optagelse for hver hele time. På baggrund af disse indstillinger, havde denne type logger en optagetid på omkring 3 måneder, svarende til batterilevetiden.

**Figur 3.2.** Eksempel på opsætningen af de to typer af målestationer. Venstre: Opsætning med ST500 loggeren. Højre: Opsætning med SM2M.



### 3.2.2 ST500-dataloggeren

ST500-dataloggeren har en hydrofon, med en følsomhed på  $-158$  dB re  $1\text{V}/\mu\text{Pa}$ . Dataloggeren optager lyden digitalt (16 bit, sample rate 96 ksamples/s) og gemmer optagelserne som komprimerede datafiler, i intern hukommelse, på op til 3 ekstra mikro SD-hukommelseskort (i alt op til 1 Tb komprimeret data). ST500-loggerne optog kontinuerligt. Ved de beskrevne indstillinger kan denne type logger optage data i omkring 6 måneder, ifølge producenten.

tens oplysninger. Eftersom anvendelsen af denne logger blev initieret i sensommeren 2018, blev loggerne allerede indsamlet efter tre måneder for at undersøge og sikre, at de optog som forventet.

Ved udlægning af dataloggerne, blev de anbragt så hydrofonen var ca. 3 meter over havbunden, fastgjort til et anker i form af to jutesække fyldt med granitskærver. Mellem anker og datalogger var der anbragt en akustisk betjent udløsermekanisme (Sonardyne LRT, U.K eller SubSeaSonic Release system), der ved en kodet lydkommando fra overfladen bringes til at frigøre loggeren fra ankeret. Ved opsætninger med SM2M-loggeren, blev en trawlkugle placeret mellem den akustiske selvudløser og loggeren for at holde dataloggeren opretstående i vandsøjlen. Ved opsætninger med ST500-loggeren, var trawlkuglen placeret over loggeren og loggeren var ydermere placeret inde i et bøjeblåd for at sikre yderligere opdrift. Se figur 3.2.

### 3.3 Dataanalyse

Optagelserne blev analyseret vha. en Matlab rutine (R2017b, Mathworks), udviklet af forfatterne til denne rapport, i henhold til specifikationerne angivet af HELCOM (HELCOM, 2018). Rutinen blev kalibreret mod en Matlab rutine udviklet af FOI, Stockholm, som en del af BIAS-projektet (Betke et al., 2015), for at sikre kvaliteten af den nyudviklede Matlab rutine. Hver datafil (af 30 minutters varighed) blev opdelt i 1-sekunds blokke. For hver af disse blokke, blev det totale lydtryk ( $L_{eq}$ , rms-gennemsnittet over 1 sekund) og lydtrykket i tredjedelsoktavbåndene med centerfrekvens 63 Hz, 125 Hz og 2.000 Hz ( $L_{63,1s}$ ,  $L_{125,1s}$  og  $L_{2000,1s}$ ) beregnet.  $L_{63,1s}$ ,  $L_{125,1s}$  og  $L_{2000,1s}$  blev udregnet som summen af effektæthedsspektret (med en 32000 eller 96000 punkters FFT (Fast Fourier Transformation) for hhv. SM2M og ST500 og et Hann-vægtet vindue) i et interval på  $\pm 1/6$  oktav omkring centerfrekvensen. Fra 1-sekunds perioderne blev der derefter genereret 20-sekunders gennemsnit, svarende til  $L_{eq}$  (rms-gennemsnittet) over 20-sekunder.

På baggrund af værdierne for hver 20 sekunder blev de øvre percentiler  $L_5$ ,  $L_{25}$ ,  $L_{50}$  (median),  $L_{75}$  og  $L_{95}$  beregnet.  $L_5$  angiver det lydniveau, der kun overskrides 5% af tiden og er derved et mål for de kraftigste lyde i måleperioden, mens  $L_{95}$  angiver det niveau, der overskrides 95% af tiden og er derfor et mål for det laveste støjniveau på målestationen.

## 4. Resultater

Et stort datasæt blev indsamlet på de fire stationer Anholt, Hjelm, Lillebælt og Stevns i 2018. For alle stationer er der indsamlet data fra maj til december, på nær for station Stevns, hvor der er indsamlet data fra maj til oktober. Enkelte korte perioder af data gik tabt på grund af fejl i batteriforsyningen af dataloggerne. Samlet set blev det til mere end 10.000 timers optagelser fordelt på de 4 stationer.

Årsgennemsnit af målingerne er angivet i tabel 4.1. Det skal bemærkes, at årsmiddelværdierne er udregnet over mindre end 12 måneder for de fleste værdiers vedkommende, og da der ikke er taget højde for naturlige eller menneskeskabte årsvariationer i data, så kan forskelle mellem værdierne ikke uden videre analyse tolkes som afspejlende reelle forskelle i lydniveauerne mellem områder og år.

**Tabel 4.1.** Årsgennemsnit for 2014, 2016, 2017 og 2018 for de fire målestationer, fordelt på de tre frekvensbånd.

Station	Frekvensbånd (Hz)	Middelværdi 2014 (dB re 1µPa)	Middelværdi 2016 <sup>1</sup> (dB re 1µPa)	Middelværdi 2017 <sup>2</sup> (dB re 1 µPa)	Middelværdi 2018 (dB re 1 µPa)
35 Lillebælt	63	90,1	106,7	87,6	85,1 <sup>3</sup>
38 Stevns	125	88,8	98,3	92,7	83,9 <sup>3</sup>
103 Hjelm	2000	89,1	87,1	90,9	83,6 <sup>3</sup>
104 Anholt	63	93,1			88,8 <sup>4</sup>
	125	95,8			96,4 <sup>4</sup>
	2000	93,8			92,3 <sup>4</sup>
	63	99,8			100,2 <sup>5</sup>
	125	101,4			101,7 <sup>5</sup>
	2000	98,9			99,1 <sup>5</sup>
	63	89,9			88,3 <sup>6</sup>
	125	91,5			92,4 <sup>6</sup>
	2000	96,6			94,1 <sup>6</sup>

Noter: 1) Kun data fra første halvdel af 2016. 2) Manglende data i sommermånederne. 3) Data fra maj til december med manglende data fra september. 4) Data fra maj til oktober med manglende data fra august. 5) Data fra maj til december med manglende data i september og oktober. 6) Data fra maj til december med manglende data fra september.

På de følgende sider præsenteres figurer, der illustrerer variation i støjniveau i de tre tredjedelsoktavnåbånd 63 Hz, 125 Hz og 2.000 Hz, samt lydtrykket i hele 10 – 10.000 Hz båndet. For hvert bånd vises først en figur, der illustrerer 3-dags percentiler for al data gennem 2018. Herefter vises et såkaldt violinplot, der illustrerer fordelingen af de målte lydtryk (20-sekunders gennemsnit) for hver måned, der er data fra. Enkelte måneder er inkluderet, hvis der samlet set er blevet indsamlet mere end én uges data for den pågældende måned.

Herefter vises en enkelt udvalgt måned (juni), der illustrerer, at variationen i lydtryk foregår på to skalaer; en langsom variation i grundniveauet over flere dage, hvilket tilskrives variationer i vejret og dermed bølgestøjen, og en hurtigere variation over minutter til timer, hvilket i de fleste tilfælde kan tilskrives skibe, der passerer forbi målestationen. I flere af figurerne er der en "bund" i lydtrykket, der skyldes dataloggerens egenstøj. Denne er den begrænsende faktor for følsomheden af systemet i meget stille vejr. Egenstøjen sætter således den nedre grænse for hvor lave lydtryk, der kan optages.

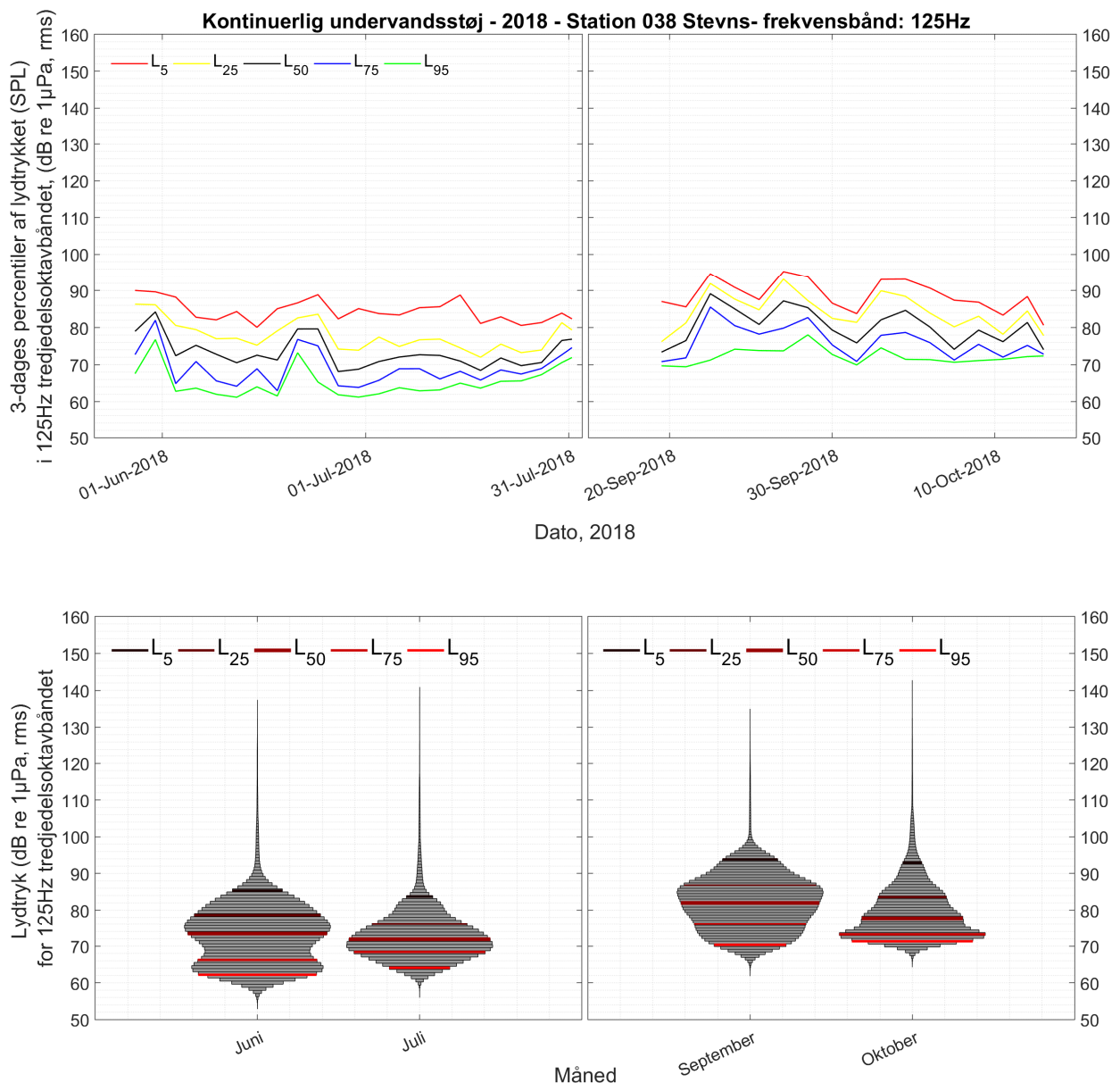
Endelig illustrerer den sidste figur for hvert bånd én enkelt dags målinger, hvor hvert datapunkt repræsenterer et 20-sekunders gennemsnit af lydtrykket som i de øvrige figurer. På denne tidsskala ses forbifarten af skibe meget tydeligt som toppe i støjniveauet. Derudover ser man ved denne tidsopløsning også meget tydeligt "huller/pauser" i kurveforløbet, der skyldes at størstedelen af dataloggerne (SM2M) optog 30 minutter hver time, for at forlænge batterilevetiden. De to ST500-loggere optog kontinuerligt, men da de først blev indkøbt i sensommeren 2018, nåede de kun at blive sat ud på stationerne én gang hver i 2018.

## 4.1 Eksempler

Som eksempel er vist lydtrykket i tredjedelsoktavgbåndet 125 Hz herunder. Samtlige resultater for alle stationer kan findes i afsnit 5.

### Sæsonvariation:

Figur 4.1 viser sæsonudsvingene i lydtrykket i 125 Hz tredjedelsoktavgbåndet for station 38, Stevns, illustreret med hhv. et percentilplot og et såkaldt violinplot, der viser fordelingen af de målte niveauer for hver måned. Der er her blevet indsamlet data fra både sommer- og efterårsmåneder, hvilket muliggør illustration af sæsonvariation. Der er en del variation i percentilerne over året, og en stigning i alle percentiler i efterårsmånederne. Da station Stevns er relativt lidt påvirket af skibsstøj (Tougaard et al., 2017) indikerer denne stigning at målingerne især er påvirket af den naturlige baggrundsstøj fra vind og bølger.

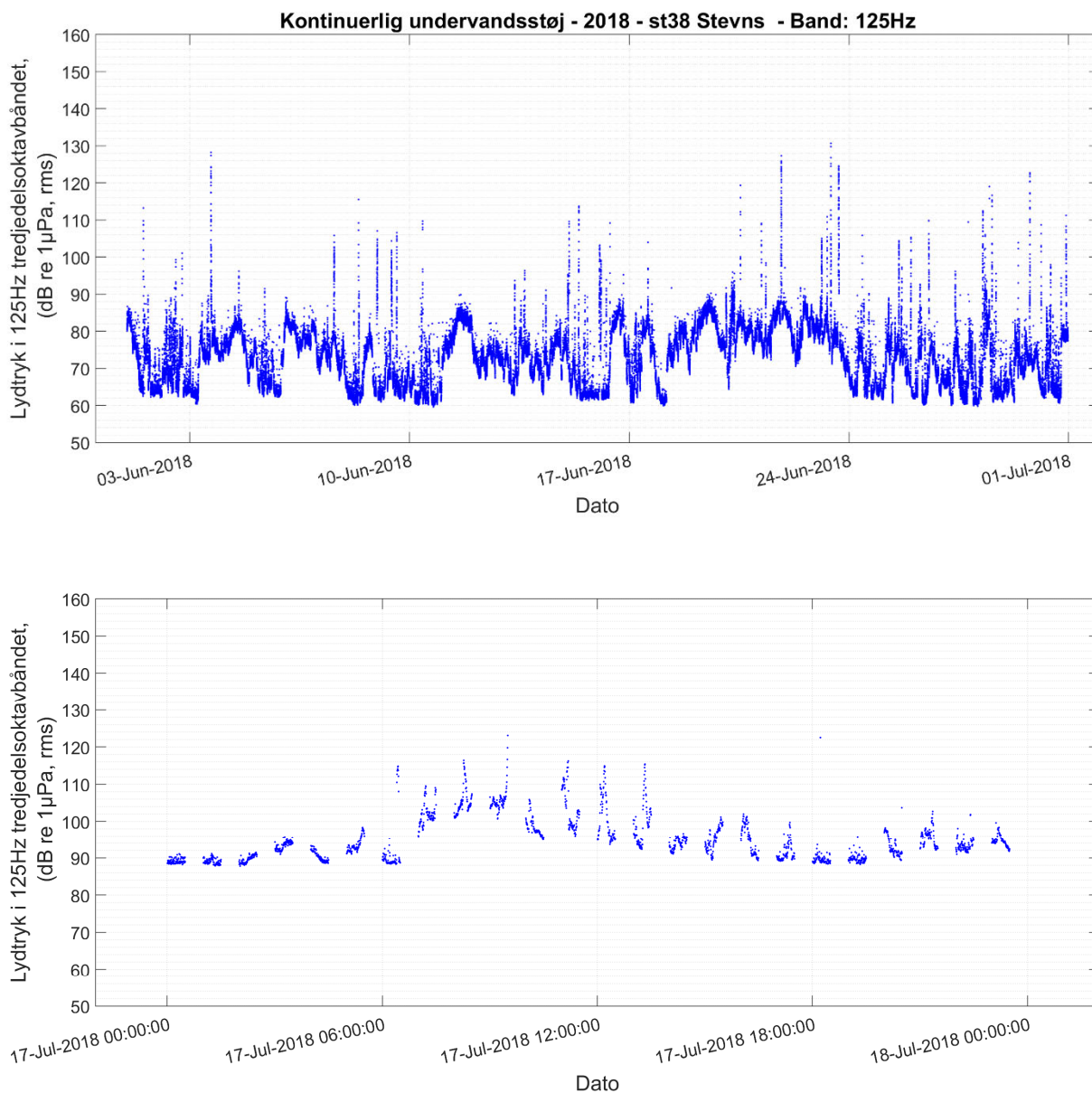


**Figur 4.1.** Årsniveauer for station 38, Stevns, angivet som hhv. percentiler over tre døgn og som den månedlige fordeling af alle 20-sekunders gennemsnit illustreret i et violinplot for tredjedelsoktavbåndet 125 Hz. Violinens silhuet illustrerer, ligesom percentilerne, andelen af datapunkter (20-sekunders gennemsnit) ved et givent lydtryk (dB re 1 $\mu$ Pa, rms).

#### Måned- og døgnvariation:

Figur 4.2 viser variationen i støjniveauerne hen over en måned og over et døgn. Især månedsvariationen illustrerer, at station Stevns primært er domineret af naturlig baggrundsstøj. Her er inkluderet juni måned for station Stevns. For denne måned er det muligt at se periodiske stigninger i støjniveauet, der varer fra timer til dage. Variationer på denne tidsskala skyldes vejrsmæssige ændringer, så som ændringer i vindforhold, der påvirker bølge-støj. Derudover er der kortvarige perioder med øget støjniveau. Variationer på denne korte tidsskala indikerer, at et skib passerer. I et område domineret af skibsstøj ville man som oftest *ikke* kunne adskille enkelte skibe fra hinanden på baggrund af forskellige støjniveauer, jf. Figur 5.20, der viser støjniveauet over en måned ved Hjelm, der har markant mere skibstrafik.

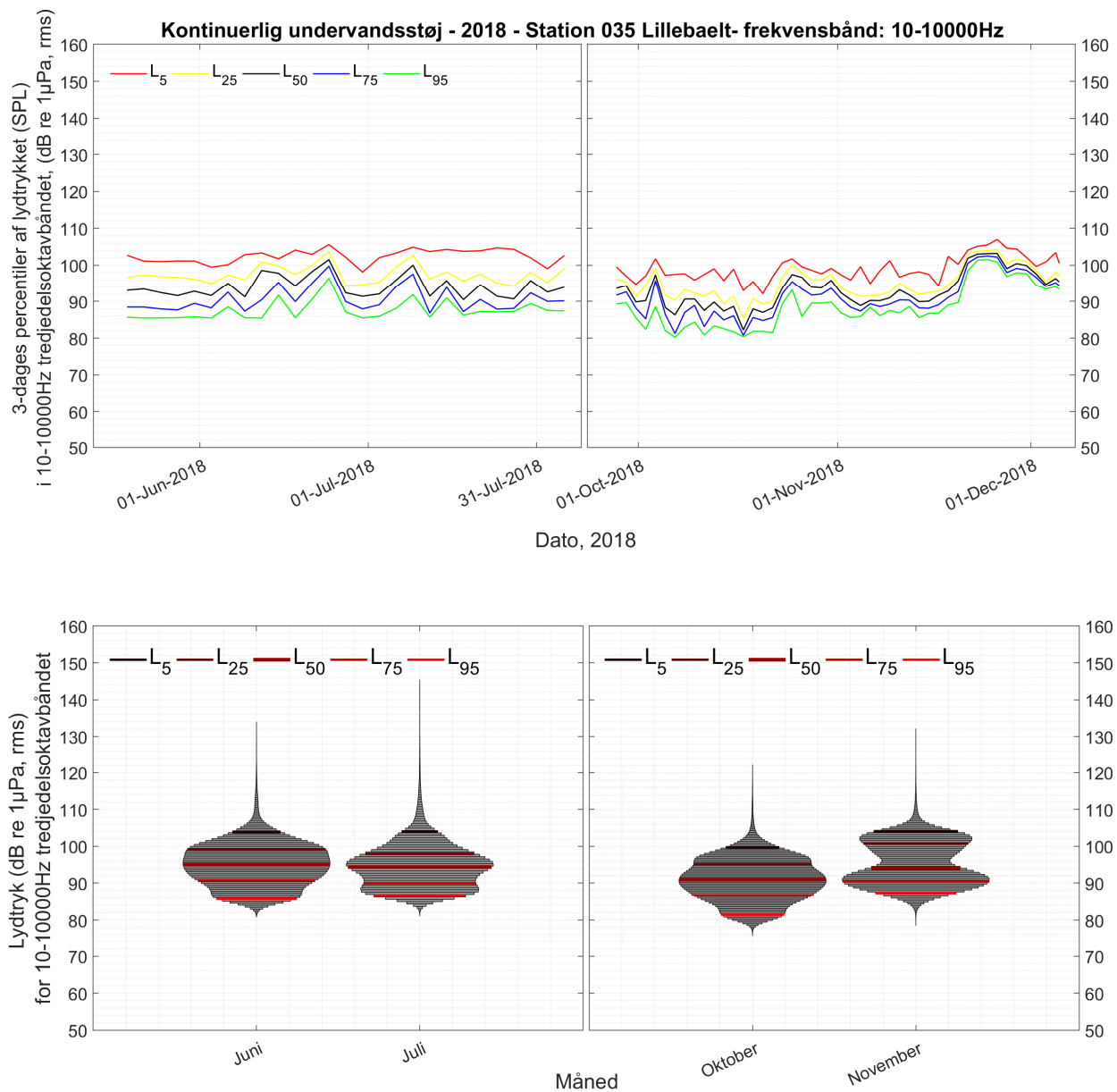
Støjvariationen over ét døgn i juli måned (17. juli) for Stevns ses nederst i figur 4.2. Her ser man tydeligt "huller" i data, der stammer fra støjloggerens optagecyklus på 30-minutters optagelse hver time. Fra dette døgn er det også tydeligt at se variationen mellem nat og dag, hvor der om natten er relativt stille med lidt eller ingen skibstrafik. Om dagen er skibstrafikken mere regelmæssig, og dette bidrager til en stigning i lydtrykket.



**Figur 4.2.** 125 Hz tredjedelsoktavstøj for juni (øverst) og for ét enkelt døgn (nederst; 17. juli) på station 38, Stevns, i 2018. Lydtrykket er angivet som 20-sekunders gennemsnit (dB re 1  $\mu$ Pa, rms) og hullerne i data (der særligt kan ses på den nederste figur) skyldes, at dataloggeren optog 30 minutter hver time.

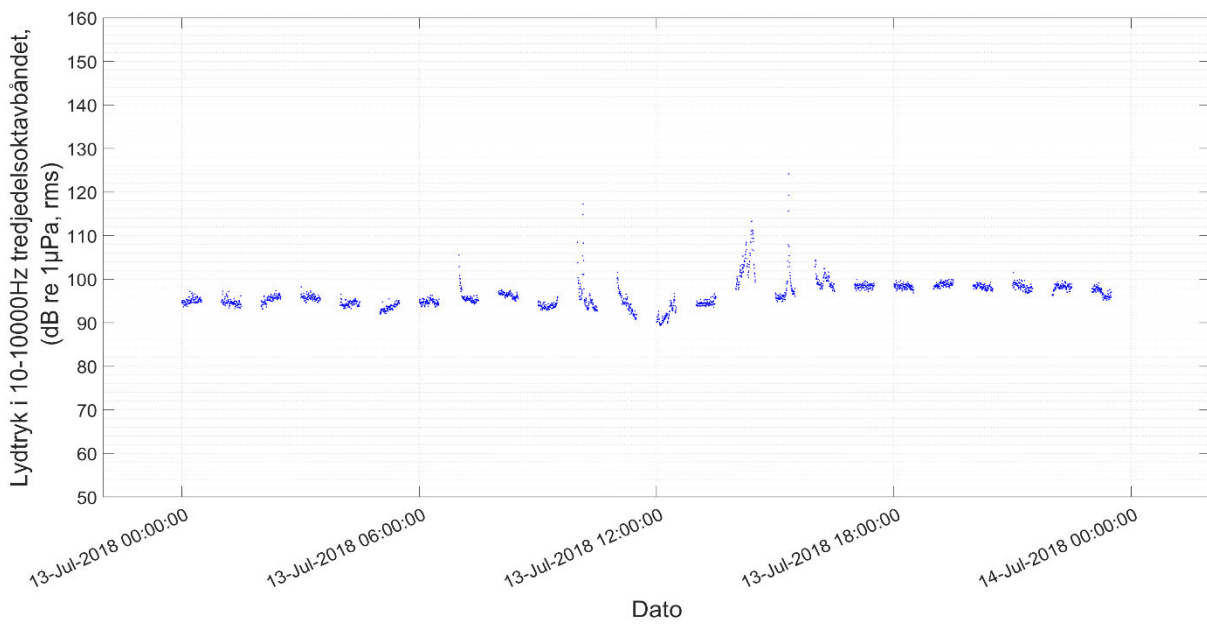
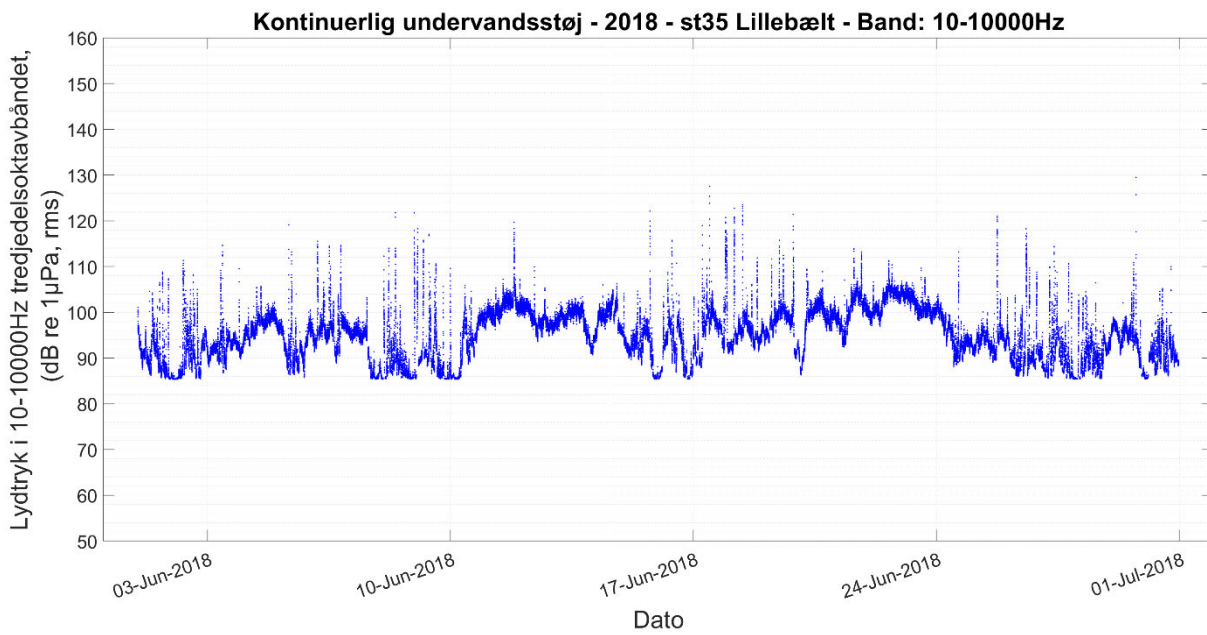
## 5. De enkelte målinger

### Station 35 – Lillebælt, bredbånd 10 Hz – 10 kHz



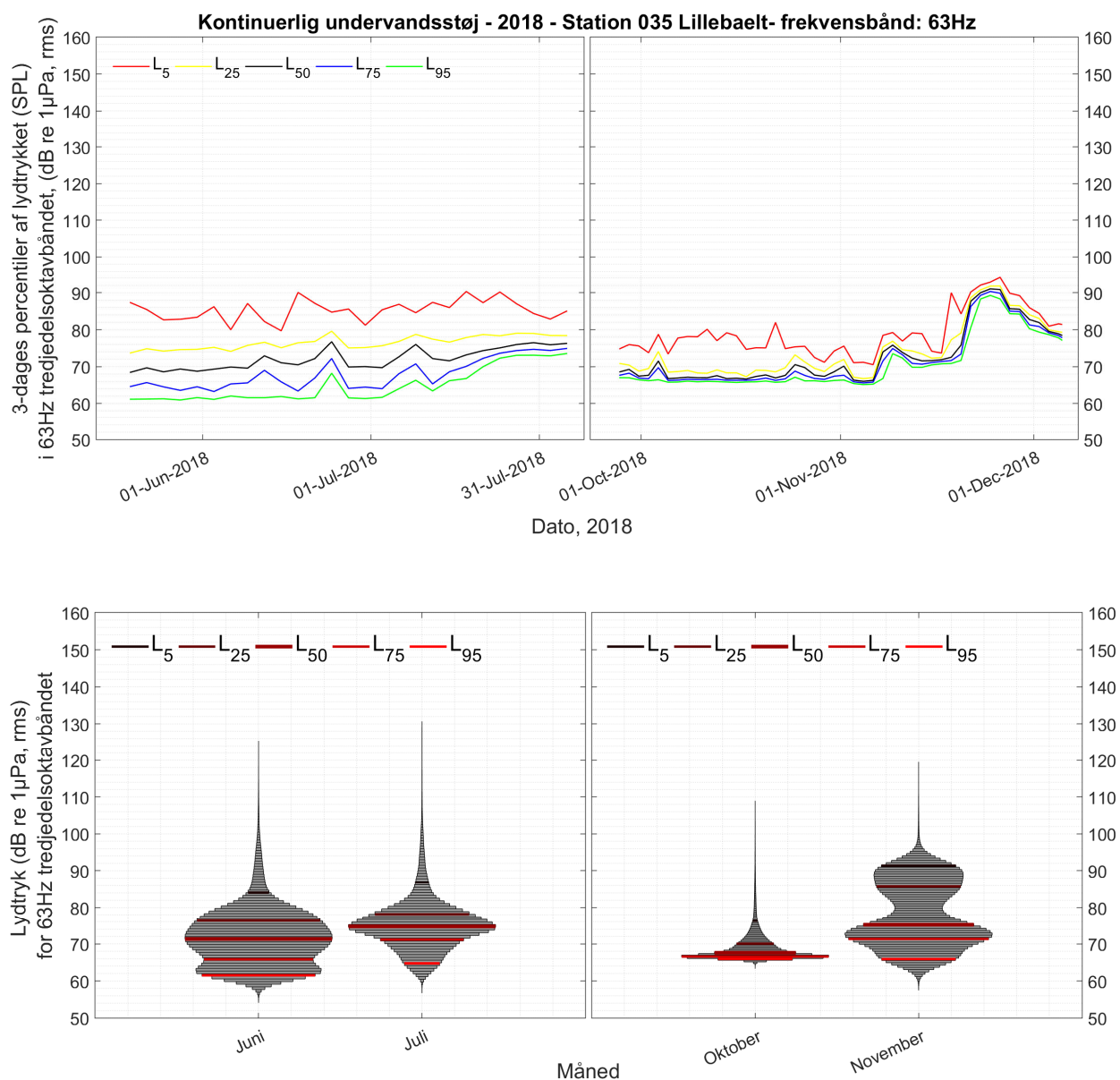
**Figur 5.1.** Årsniveauer for station 35, Lillebælt, angivet som hhv. percentiler over tre døgn og som den månedlige fordeling af alle 20-sekunders gennemsnit for bredbåndet 10-10.000 Hz. Violinens silhuet illustrerer, ligesom percentilerne, andelen af datapunkter (20-sekunders gennemsnit) ved et givent lydtryk (dB re 1µPa, rms). Den bratte stigning i støjniveauet i november måned kan skyldes øget vind og dermed bølgestøj og/eller øget skibstrafik i området.



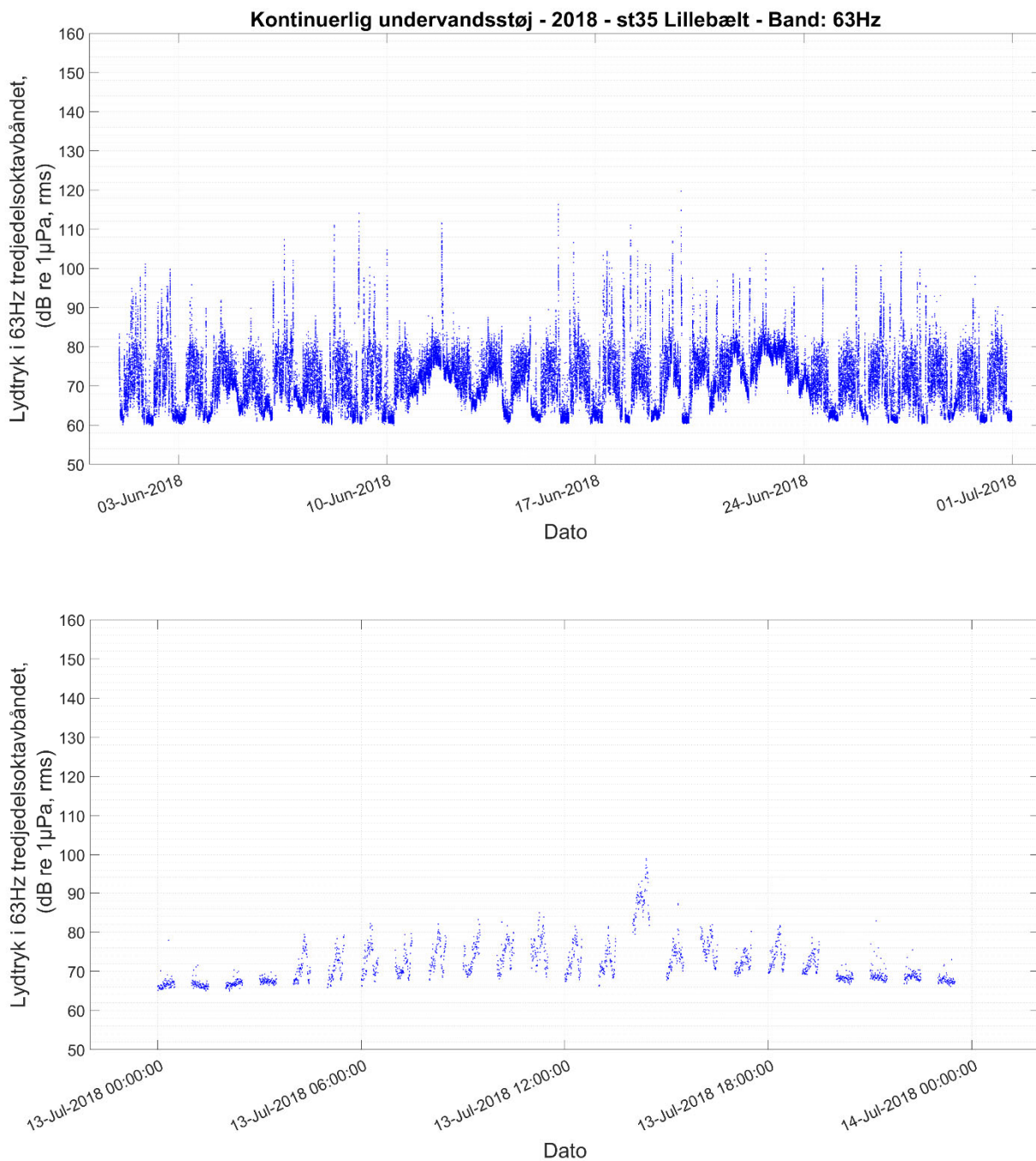


**Figur 5.2.** 10-10.000 Hz tredjedelsoktavbredbåndsstøj for juni 2018 (øverst) og for ét enkelt døgn (nederst; 13. juli) på station 35, Lillebælt i 2018. Lydtrykket er angivet som 20-sekunders gennemsnit (dB re 1  $\mu$ Pa, rms) og hullerne i data (der særligt kan ses på den nederste figur) skyldes, at dataloggeren optog 30 minutter hver time.

## Station 35 – Lillebælt, 63 Hz

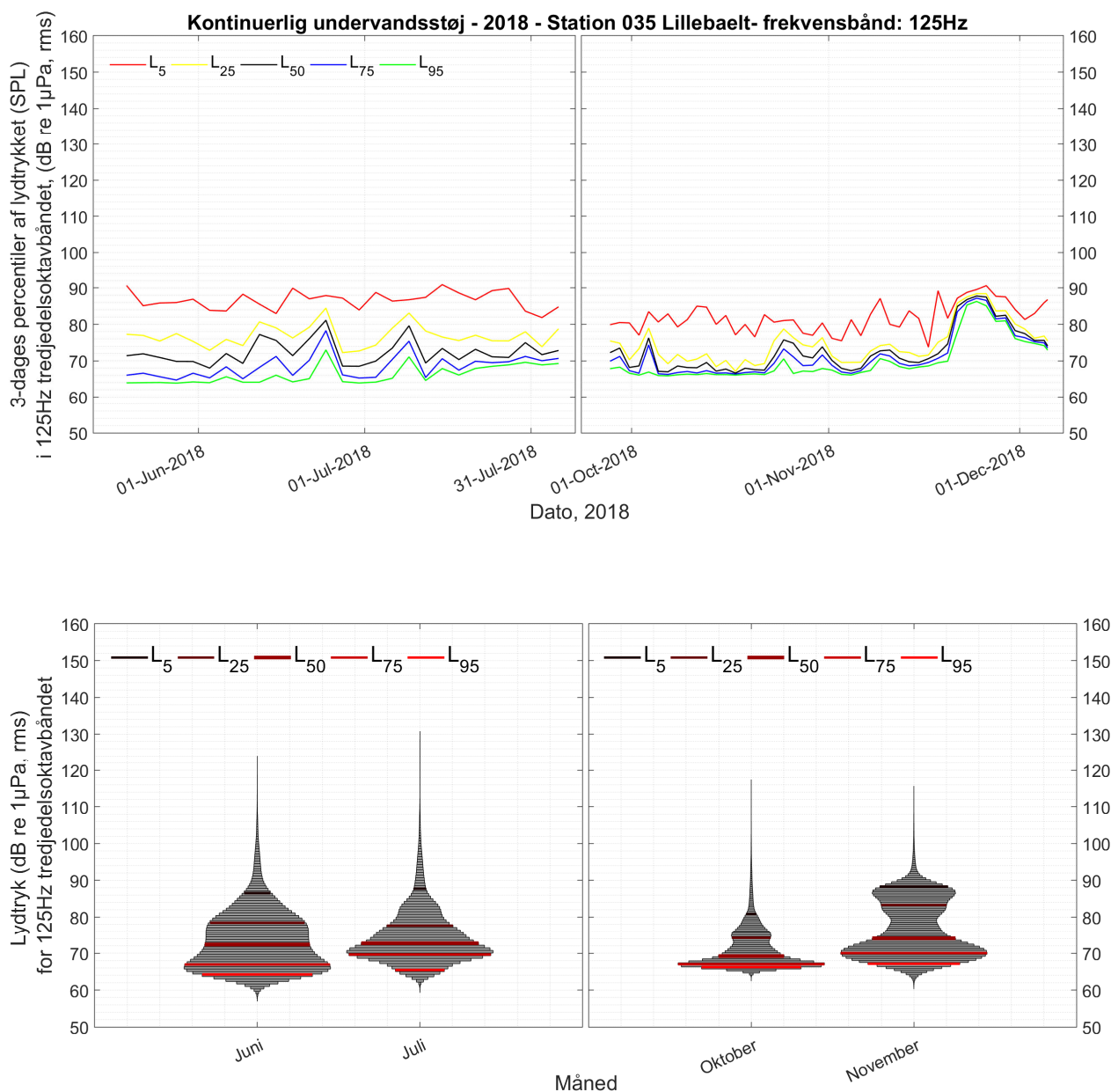


**Figur 5.3.** Årsniveauer for station 35, Lillebælt, angivet som hhv. percentiler over tre døgn og som den månedlige fordeling af alle 20-sekunders gennemsnit for tredjedelsoktavbåndet 63 Hz. Violinens silhuet illustrerer, ligesom percentilerne, andelen af datapunkter (20-sekunders gennemsnit) ved et givent lydtryk (dB re 1µPa, rms). Den bratte stigning i støjniveauet i november måned kan skyldes øget vind og dermed bølgestøj og/eller øget skibstrafik i området.

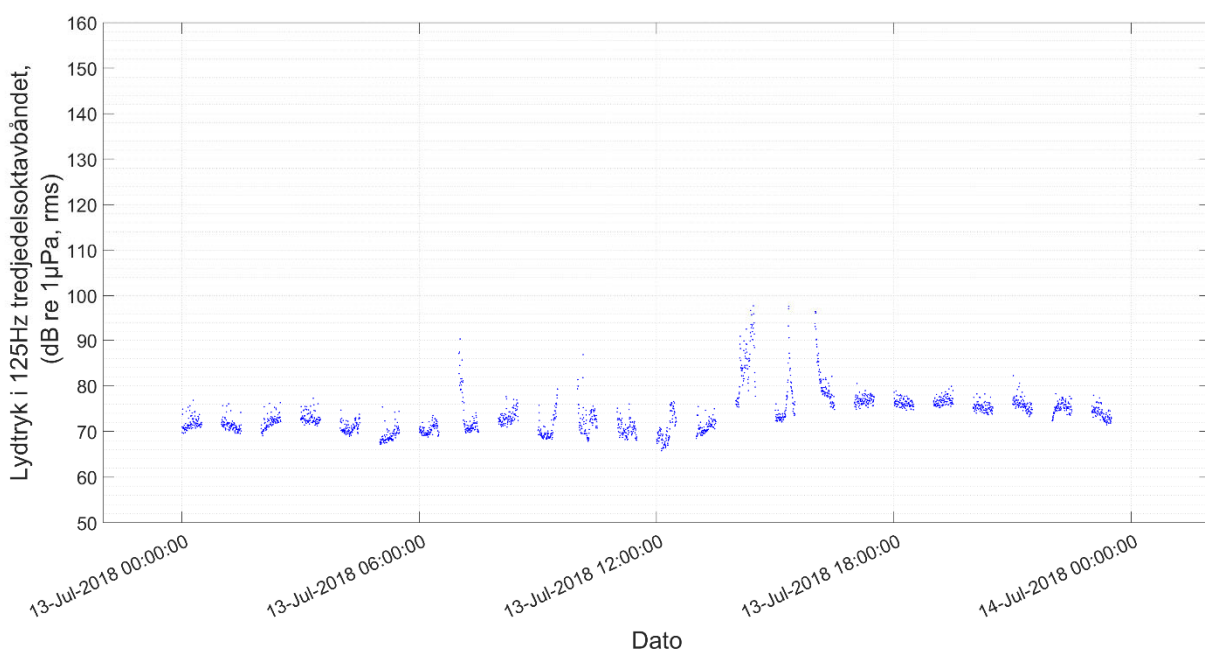
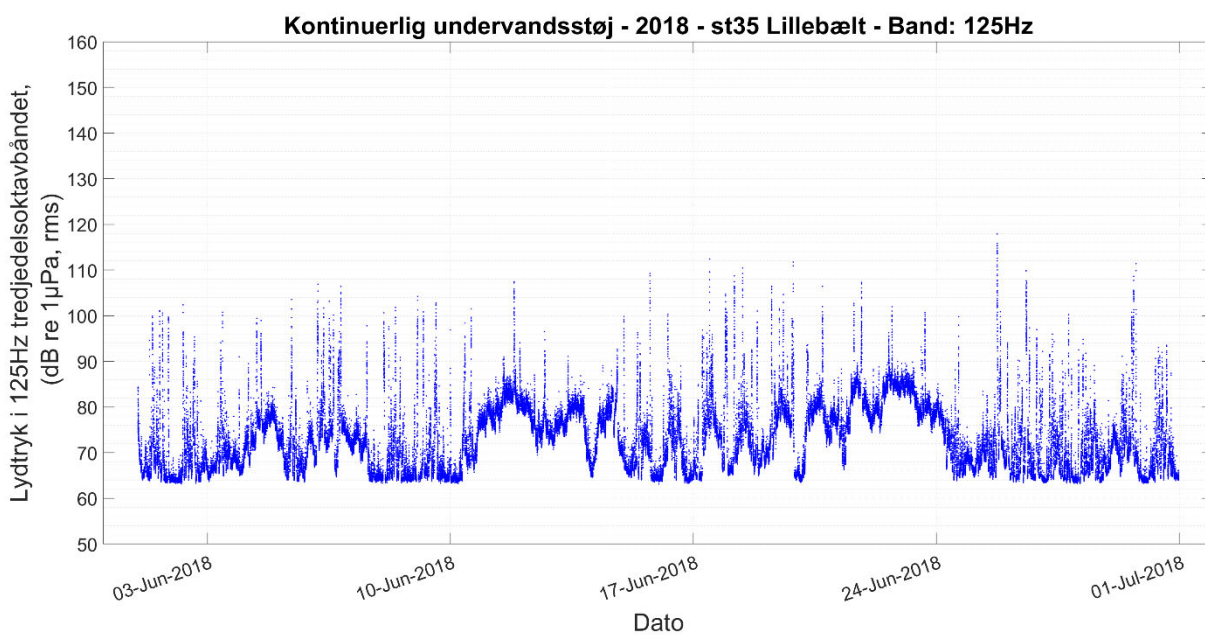


**Figur 5.4.** 63 Hz tredjedelsoktavstøj for juni 2018 (øverst) og for ét enkelt døgn (nederst; 13. juli) på station 35, Lillebælt i 2018. Lydtrykket er angivet som 20-sekunders gennemsnit (dB re 1  $\mu$ Pa, rms) og hullerne i data (der særligt kan ses på den nederst figur) skyldes, at dataloggeren optog 30 minutter hver time. Variationen i dagsplottet kan skyldes den regelmæssige færgeoverfart i området.

## Station 35 – Lillebælt, 125 Hz

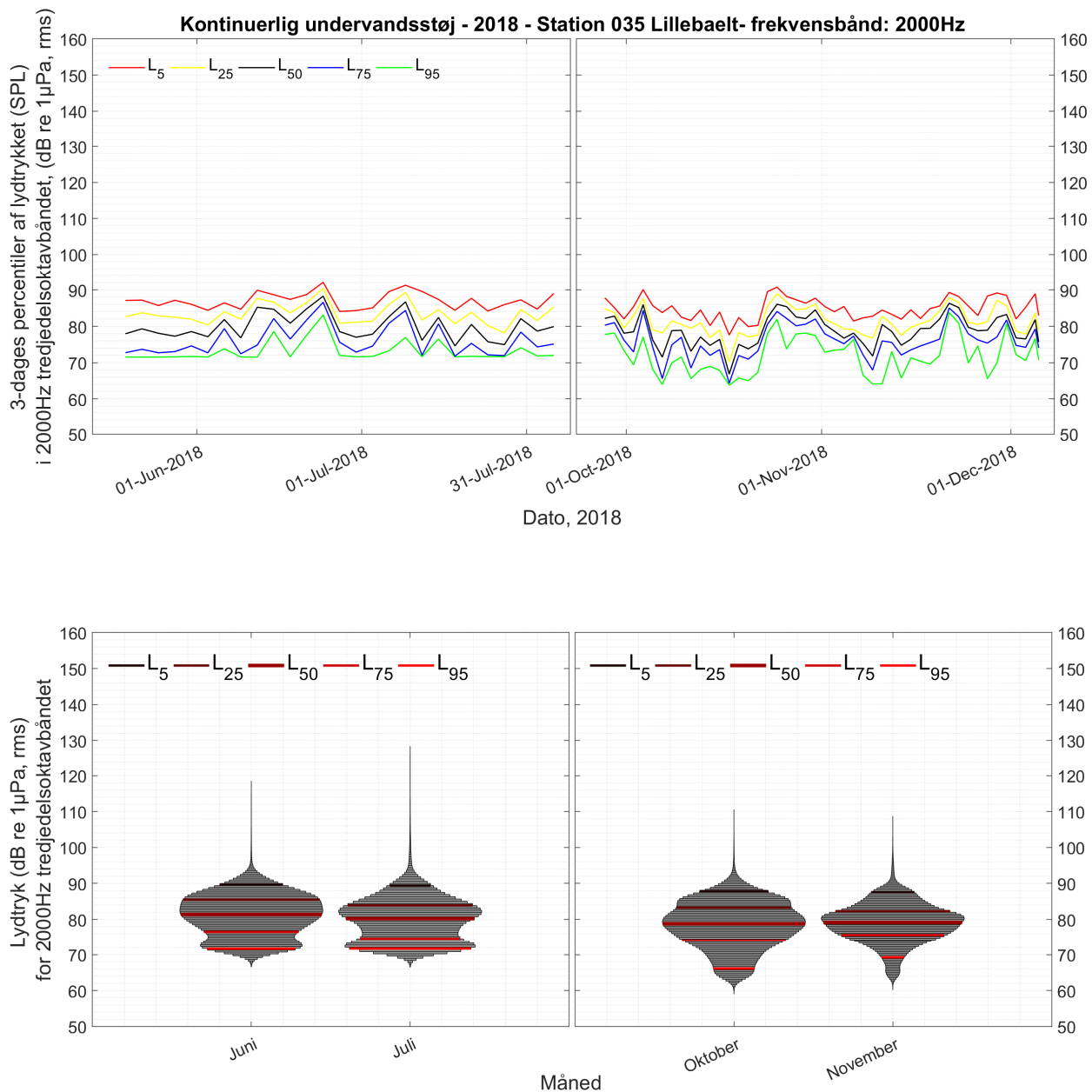


**Figur 5.5.** Årsniveauer for station 35, Lillebælt, angivet som hhv. percentiler over tre døgn og som den månedlige fordeling af alle 20-sekunders gennemsnit illustreret i et violinplot for tredjedelsoktavbåndet 125 Hz. Violinens silhuet illustrerer, ligesom percentilerne, andelen af datapunkter (20-sekunders gennemsnit) ved et givent lydtryk (dB re 1 μPa, rms). Stigningen i støjniveauet i november måned kan skyldes øget vind og dermed bølgestøj og/eller øget skibstrafik i området.

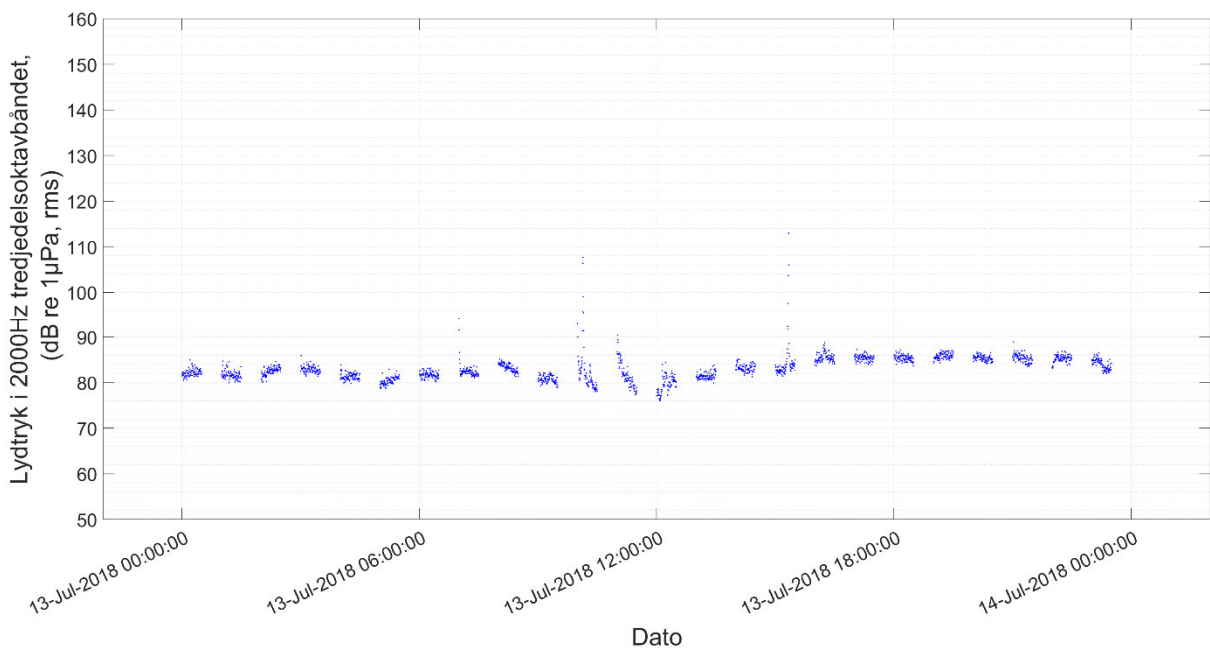
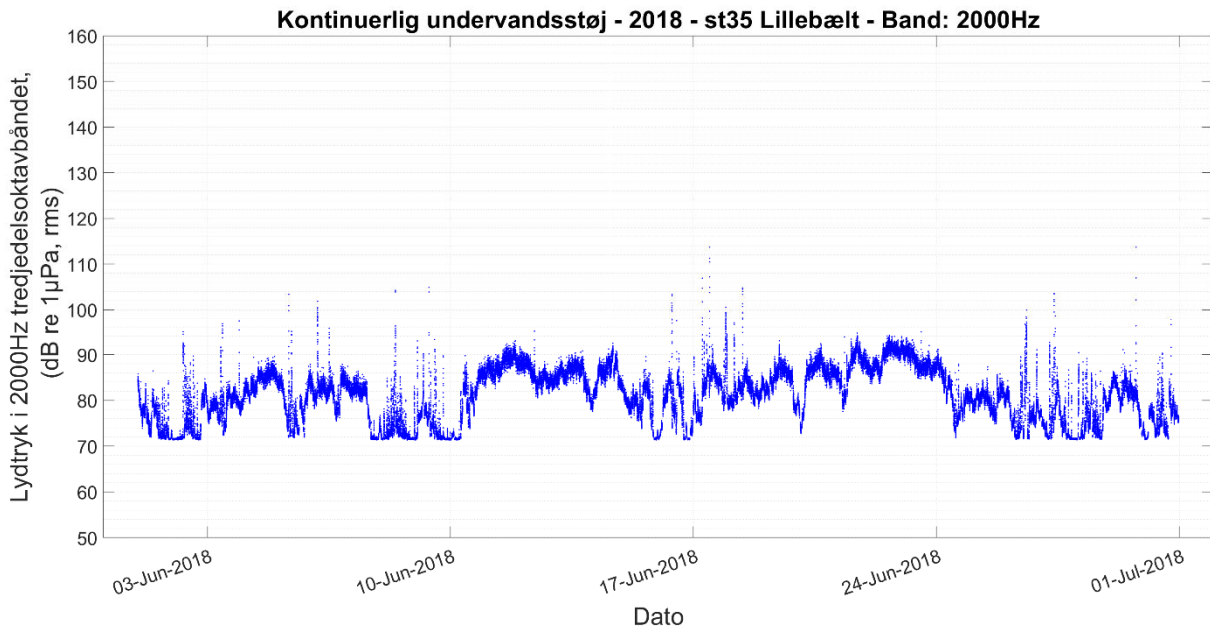


**Figur 5.6.** 125 Hz tredjedelsoktavstøj for juni 2018 (øverst) og for ét enkelt døgn (nederst; 13. juli) på station 35, Lillebælt i 2018. Lydtrykket er angivet som 20-sekunders gennemsnit (dB re 1  $\mu$ Pa, rms) og hullerne i data (der særligt kan ses på den nederste figur) skyldes, at dataloggeren optog 30 minutter hver time.

## Station 35 - Lillebælt, 2.000 Hz

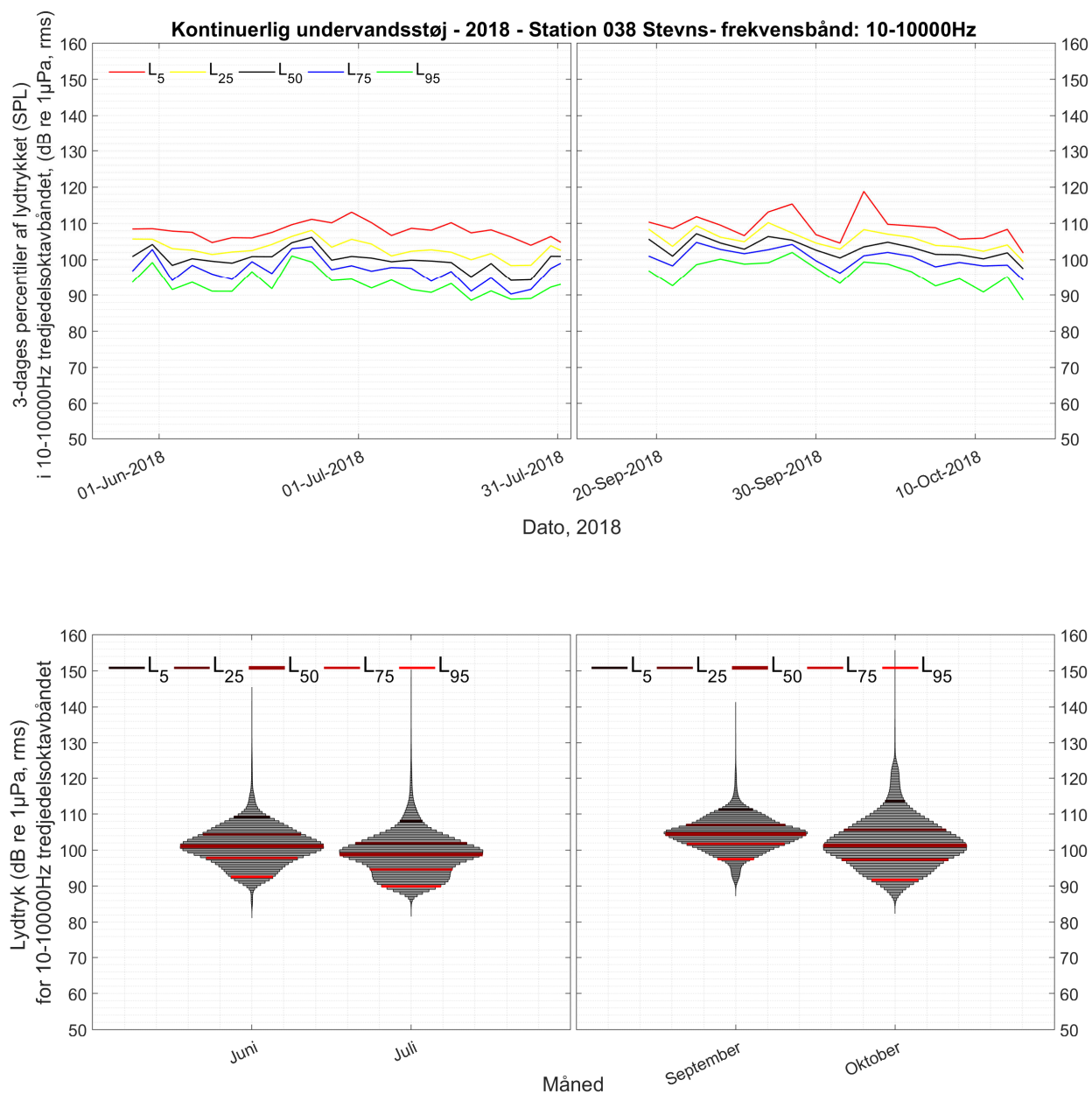


**Figur 5.7.** Årsniveauer for station 35, Lillebælt, angivet som hhv. percentiler over tre døgn og som den månedlige fordeling af alle 20-sekunders gennemsnit illustreret i et violinplot for tredjedelsoktavbåndet 2.000 Hz. Violinens silhuet illustrerer, ligesom percentilerne, andelen af datapunkter (20-sekunders gennemsnit) ved et givent lydtryk (dB re 1 μPa, rms).



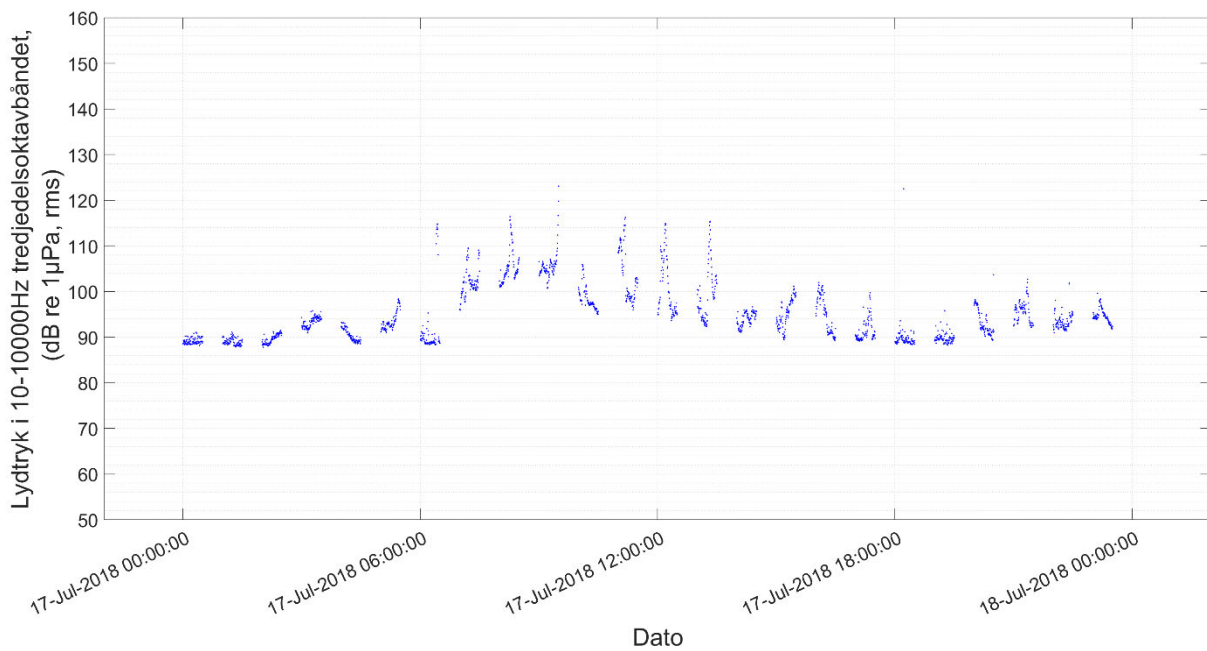
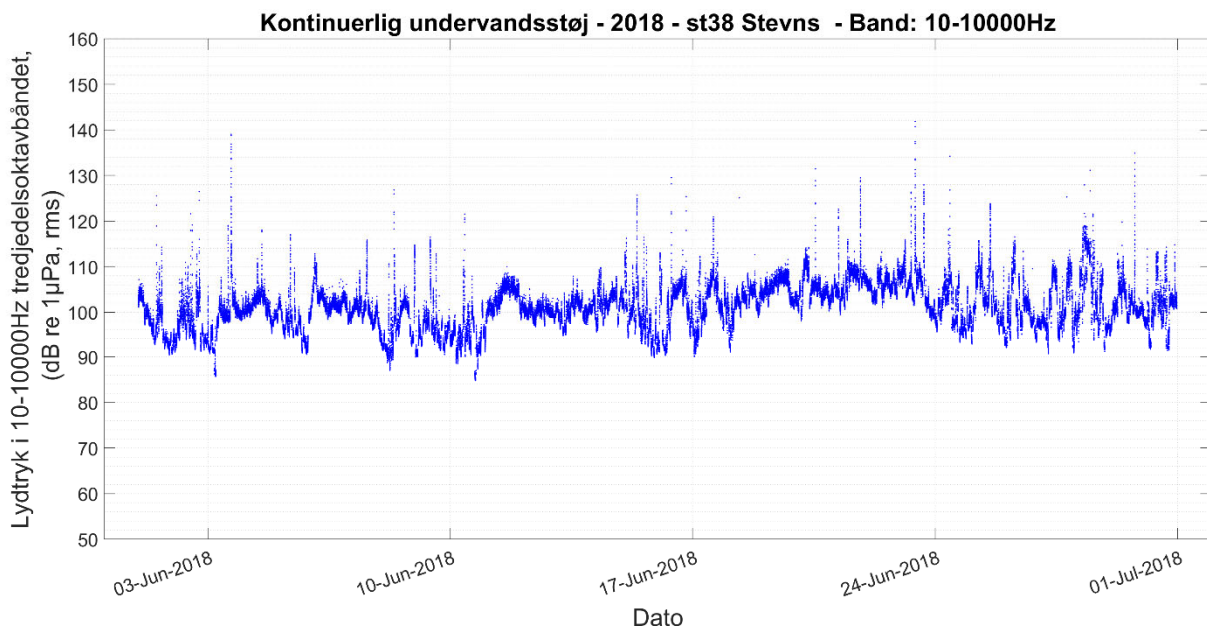
**Figur 5.8.** 2 kHz tredjedelsoktavstøj for juni 2018 (øverst) og for ét enkelt døgn (nederst; 13. juli) på station 35, Lillebælt i 2018. Lydtrykket er angivet som 20-sekunders gennemsnit (dB re 1 µPa, rms) og hullerne i data (der særligt kan ses på den nederste figur) skyldes, at dataloggeren optog 30 minutter hver time.

## Station 38 – Stevns, bredbånd 10 Hz – 10 kHz



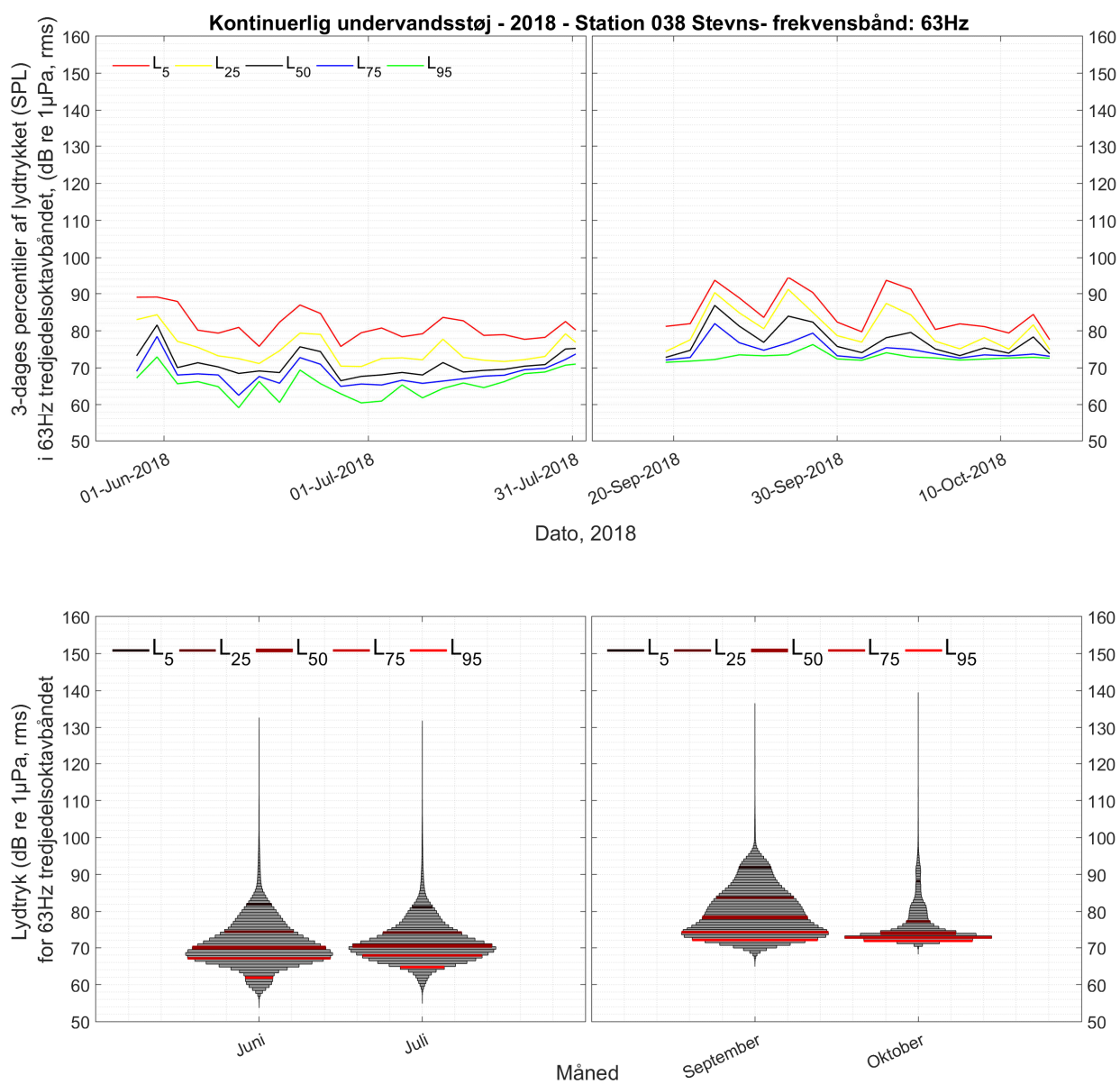
**Figur 5.9.** Årsniveauer for station 38, Stevns, angivet som hhv. percentiler over tre døgn og som den månedlige fordeling af alle 20-sekunders gennemsnit illustreret i et violinplot for tredjedelsoktavbredbåndet 10-10.000 Hz. Violinens silhuet illustrerer, ligesom percentilerne, andelen af datapunkter (20-sekunders gennemsnit) ved et givent lydtryk (dB re 1 $\mu$ Pa, rms).



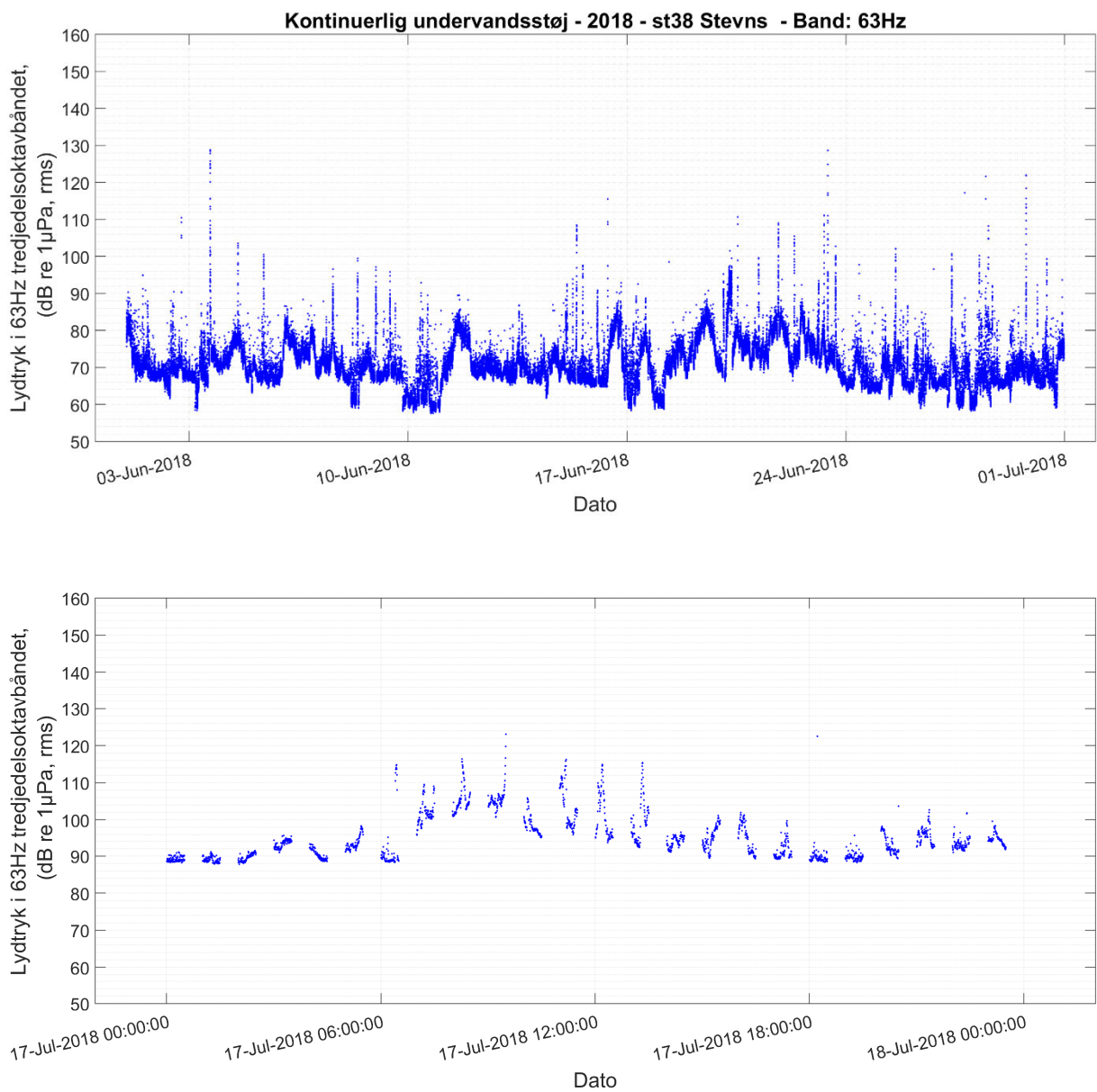


**Figur 5.10.** 10-10.000 Hz tredjedelsoktavbredbåndsstøj for juni 2018 (øverst) og for ét enkelt døgn (nederst; 17. juli) på station 38, Stevns i 2018. Lydtrykket er angivet som 20-sekunders gennemsnit (dB re 1  $\mu$ Pa, rms) og hullerne i data (der særligt kan ses på den nederste figur) skyldes, at dataloggeren optog 30 minutter hver time.

## Station 38 – Stevns, 63 Hz

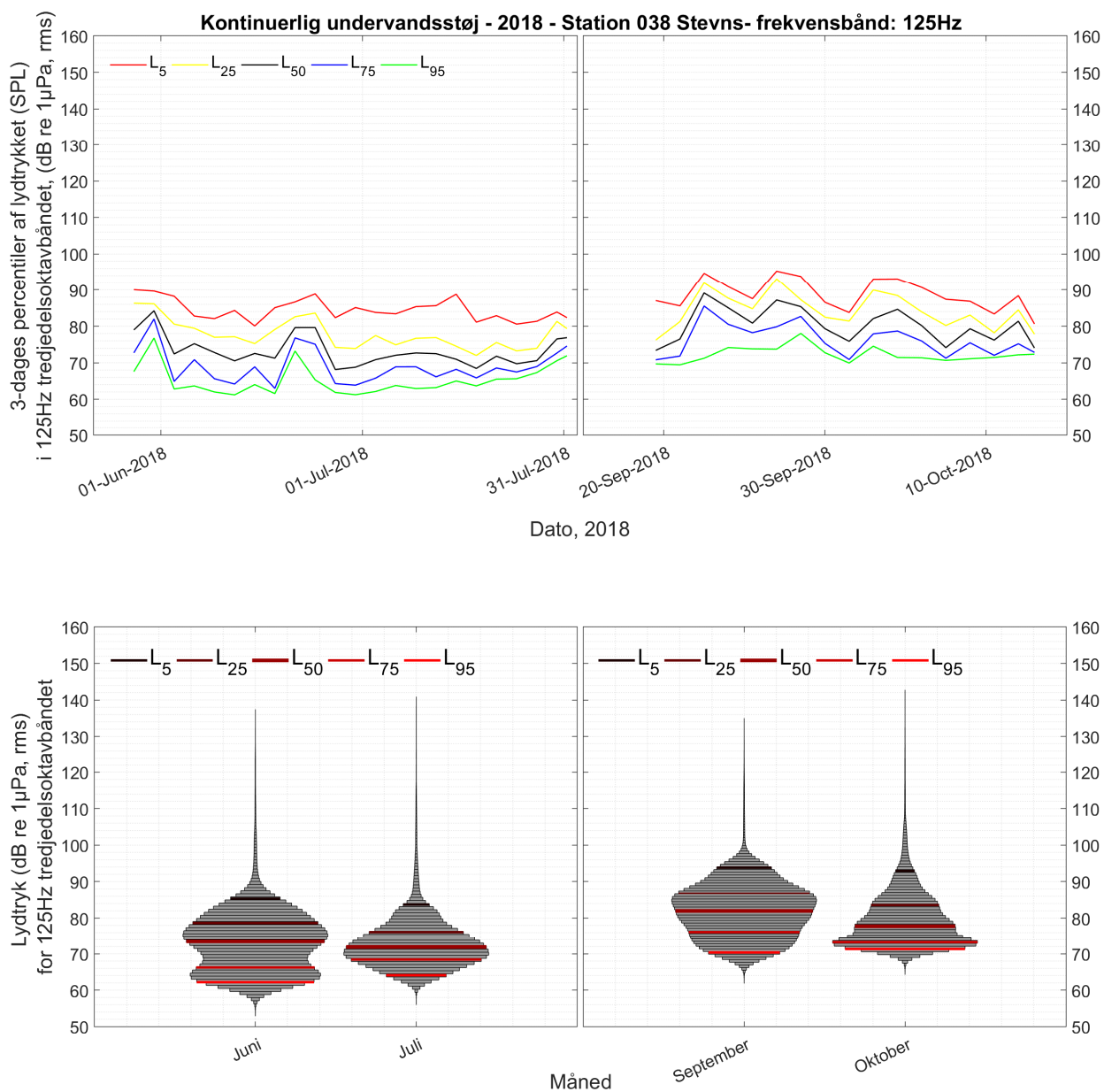


**Figur 5.11.** Årsniveauer for station 38, Stevns, angivet som hhv. percentiler over tre døgn og som den månedlige fordeling af alle 20-sekunders gennemsnit illustreret i et violinplot for tredjedelsoktavbåndet 63 Hz. Violinens silhuet illustrerer, ligesom percentilerne, andelen af datapunkter (20-sekunders gennemsnit) ved et givent lydtryk (dB re 1  $\mu$ Pa, rms).

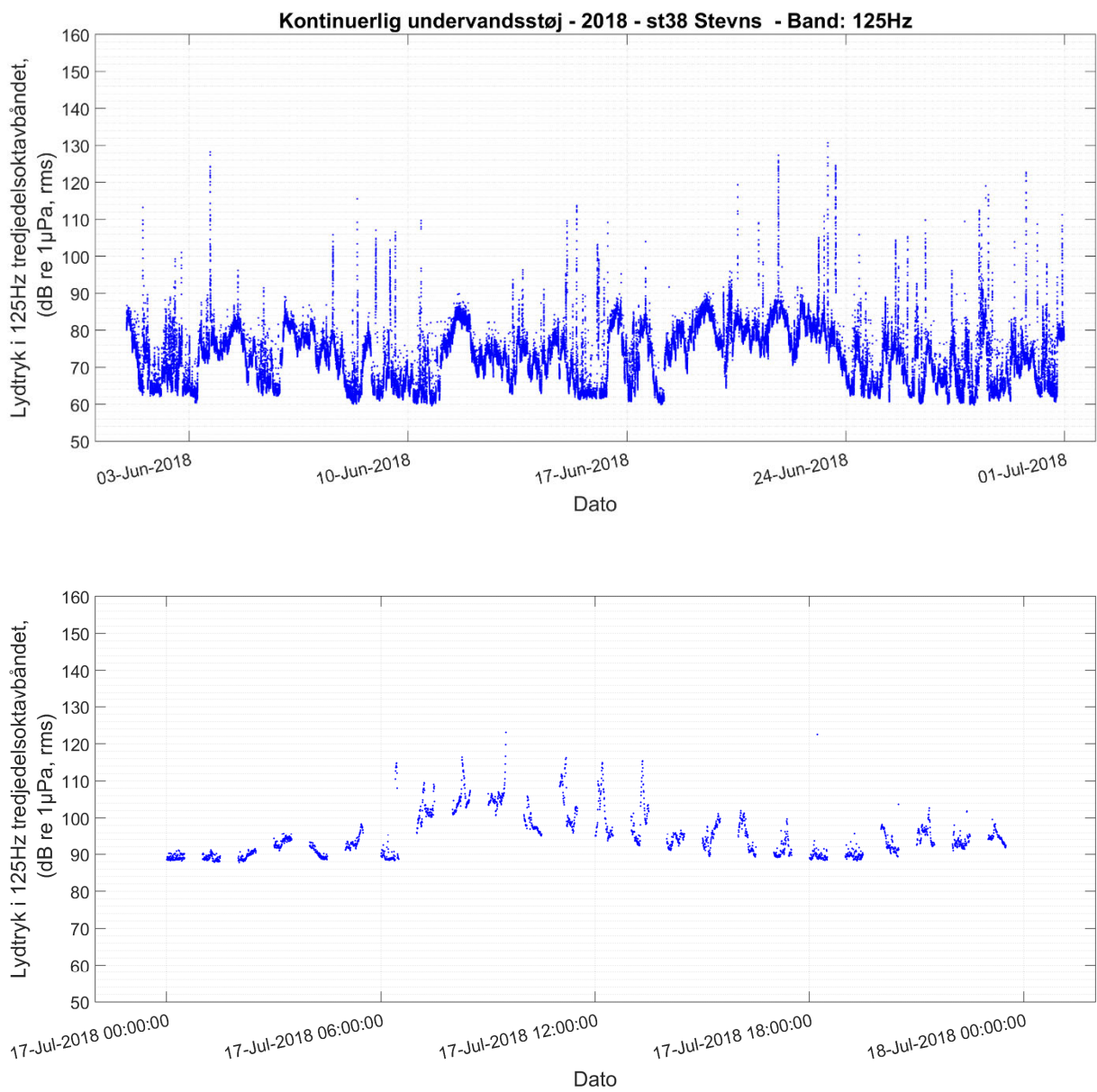


**Figur 5.12.** 63 Hz tredjedelsoktavstøj for juni 2018 (øverst) og for ét enkelt døgn (nederst; 17. juli) på station 38, Stevns i 2018. Lydtrykket er angivet som 20-sekunders gennemsnit (dB re 1 μPa, rms) og hullerne i data (der særligt kan ses på den nederste figur) skyldes, at dataloggeren optog 30 minutter hver time.

## Station 38 – Stevns, 125 Hz

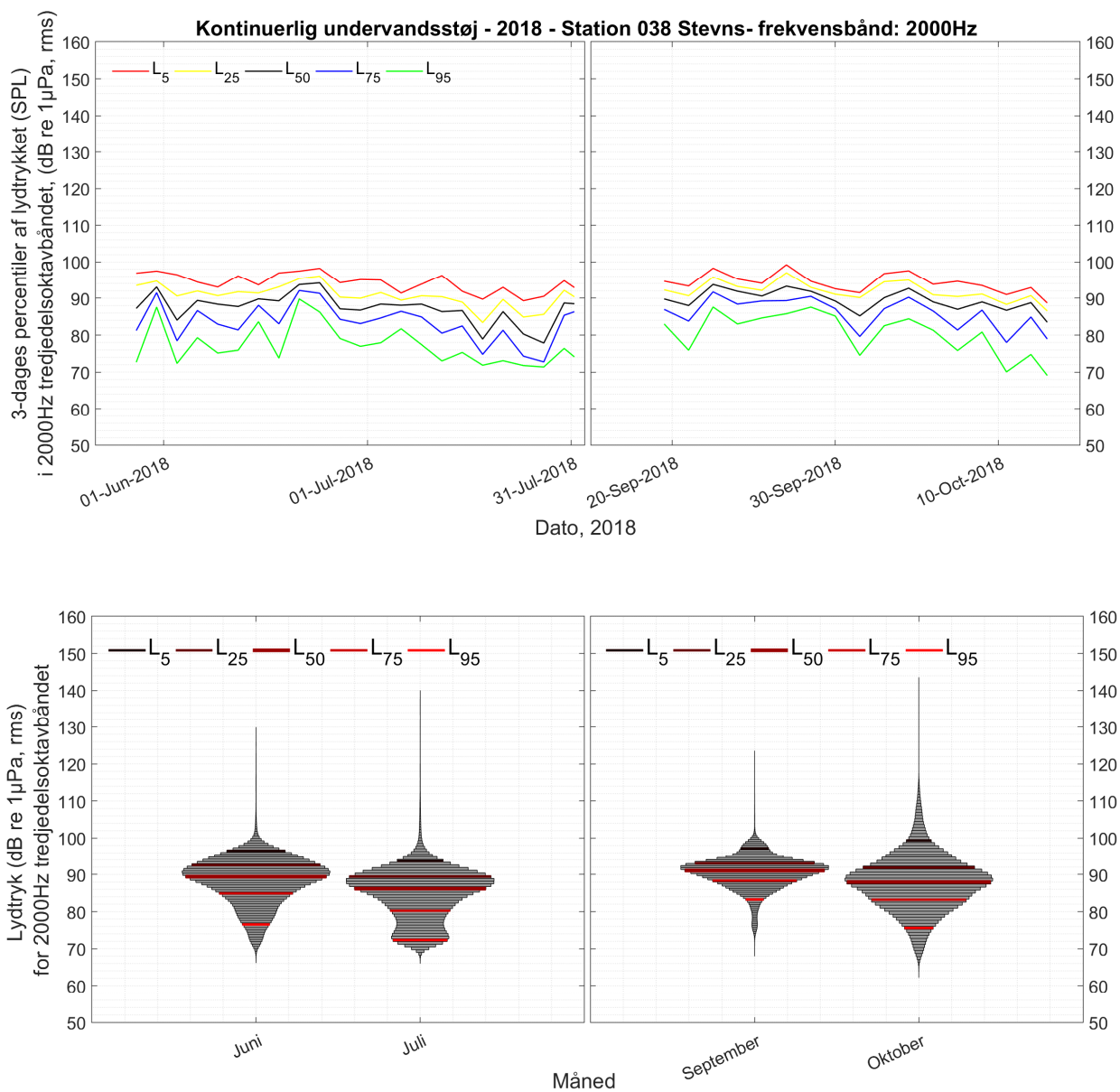


**Figur 5.13.** Årsniveauer for station 38, Stevns, angivet som hhv. percentiler over tre døgn og som den månedlige fordeling af alle 20-sekunders gennemsnit illustreret i et violinplot for tredjedelsoktavbåndet 125 Hz. Violinens silhuet illustrerer, ligesom percentilerne, andelen af datapunkter (20-sekunders gennemsnit) ved et givent lydtryk (dB re 1µPa, rms).

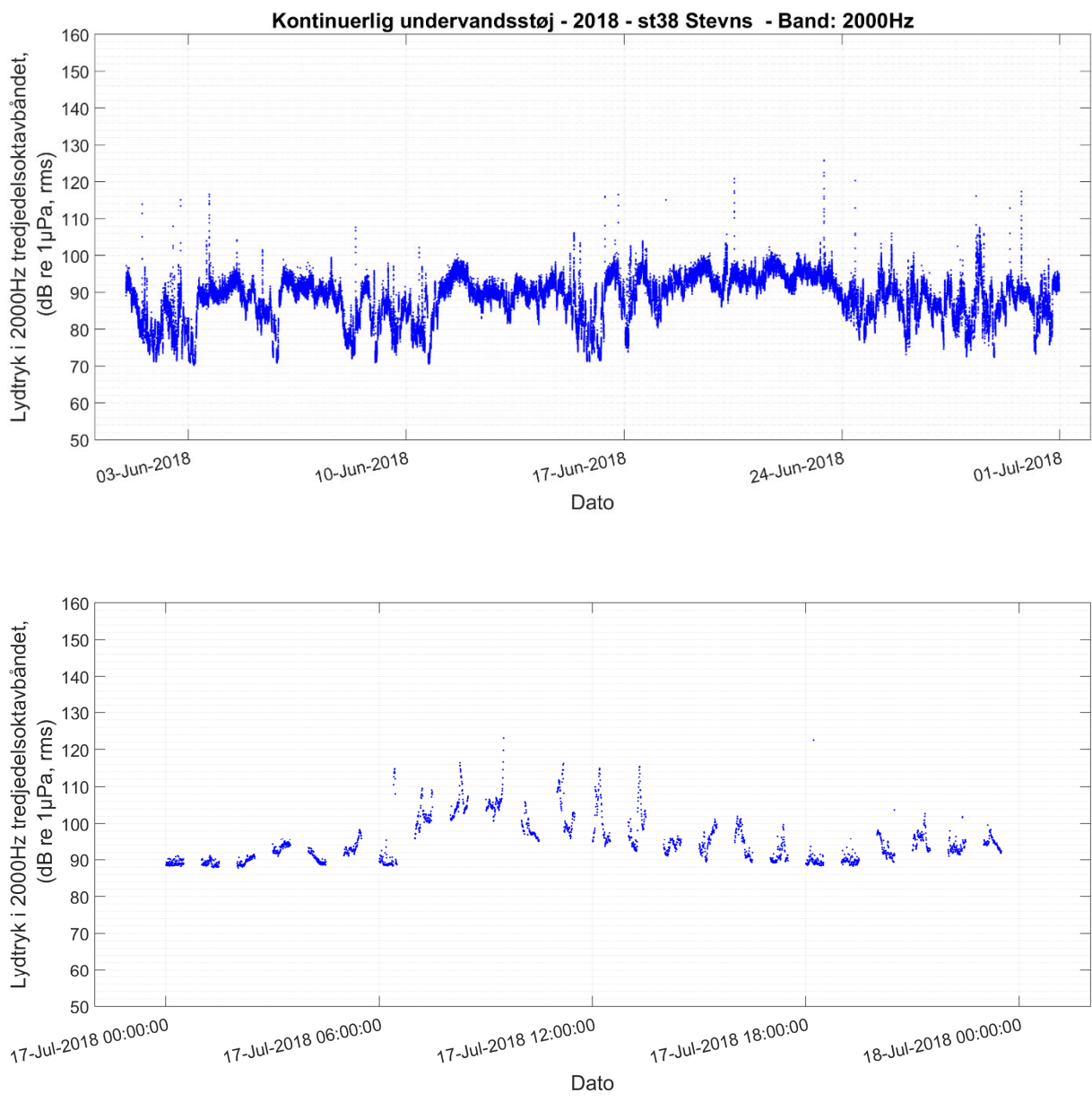


**Figur 5.14.** 125 Hz tredjedelsoktavstøj for juni 2018 (øverst) og for ét enkelt døgn (nederst; 17. juli) på station 38, Stevns i 2018. Lydtrykket er angivet som 20-sekunders gennemsnit (dB re 1  $\mu$ Pa, rms) og hullerne i data (der særligt kan ses på den nederste figur) skyldes, at dataloggeren optog 30 minutter hver time.

## Station 38 – Stevns, 2000 Hz

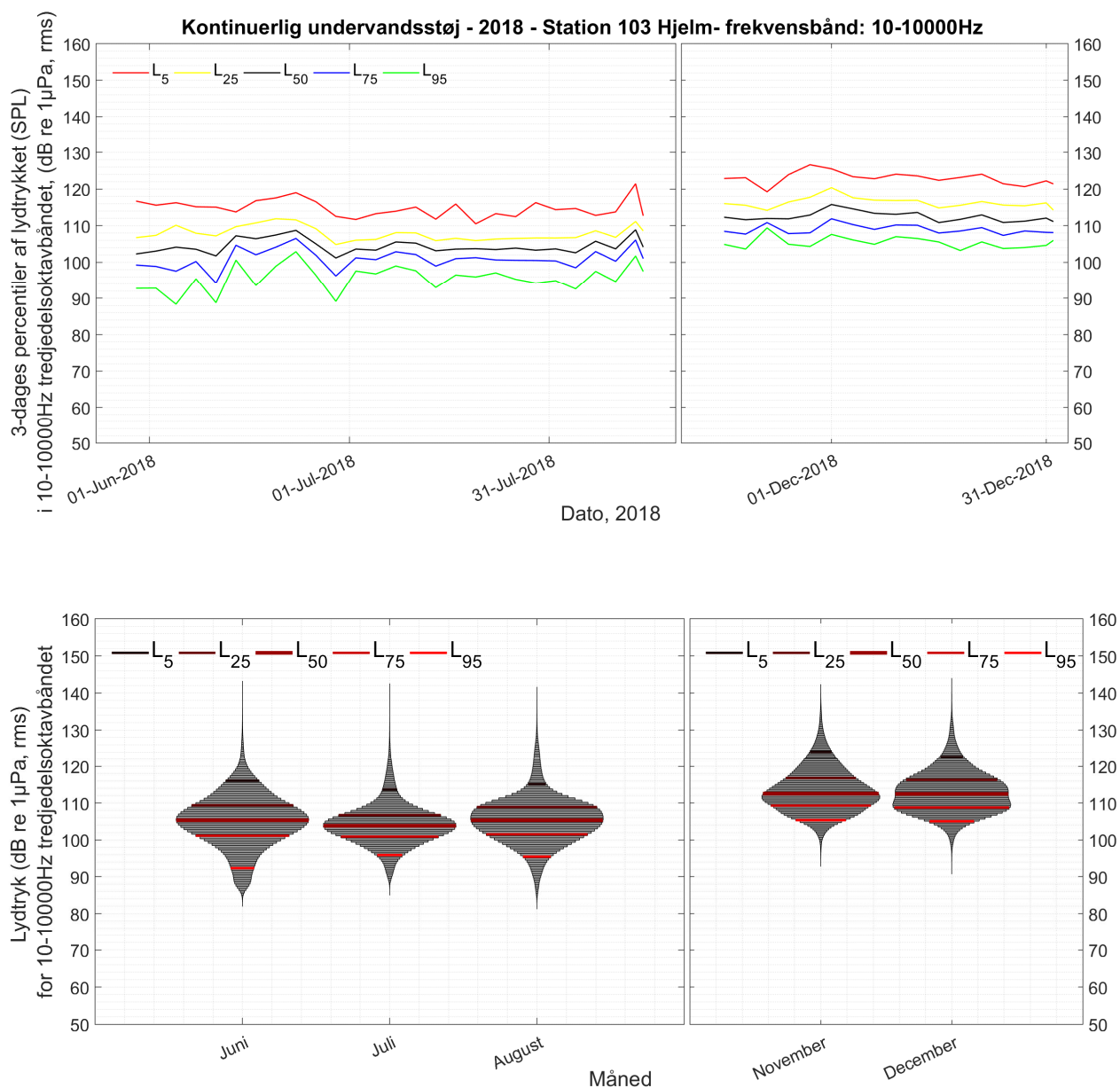


**Figur 5.15.** Årsniveauer for station 38, Stevns, angivet som hhv. percentiler over tre døgn og som den månedlige fordeling af alle 20-sekunders gennemsnit illustreret i et violinplot for tredjedelsoktavbåndet 2000 Hz. Violinens silhuet illustrerer, ligesom percentilerne, andelen af datapunkter (20-sekunders gennemsnit) ved et givent lydtryk (dB re 1µPa, rms).



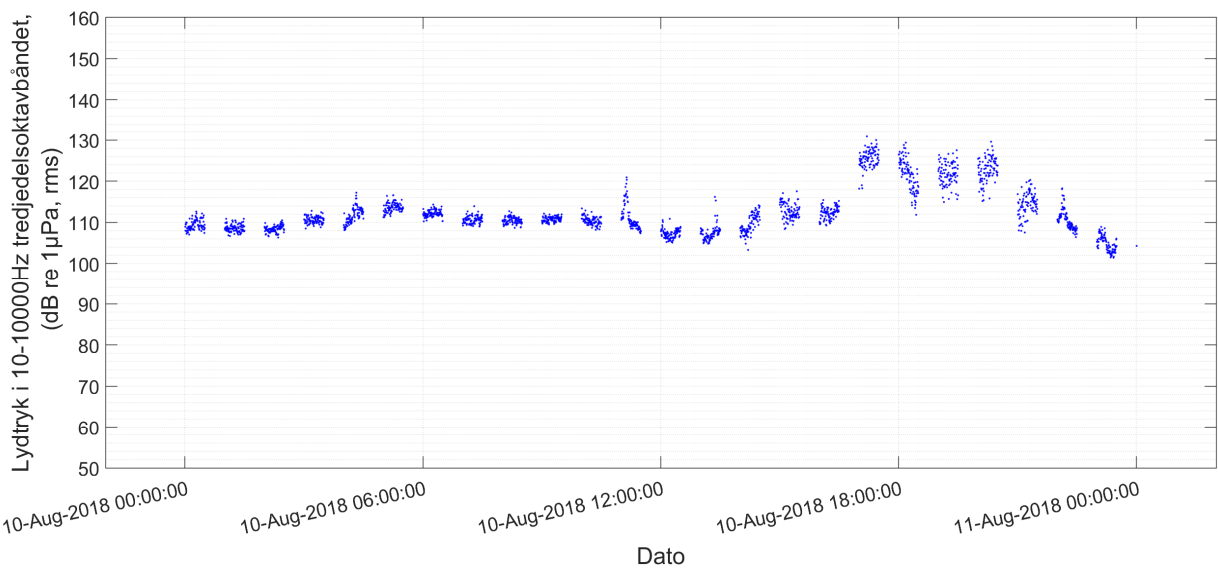
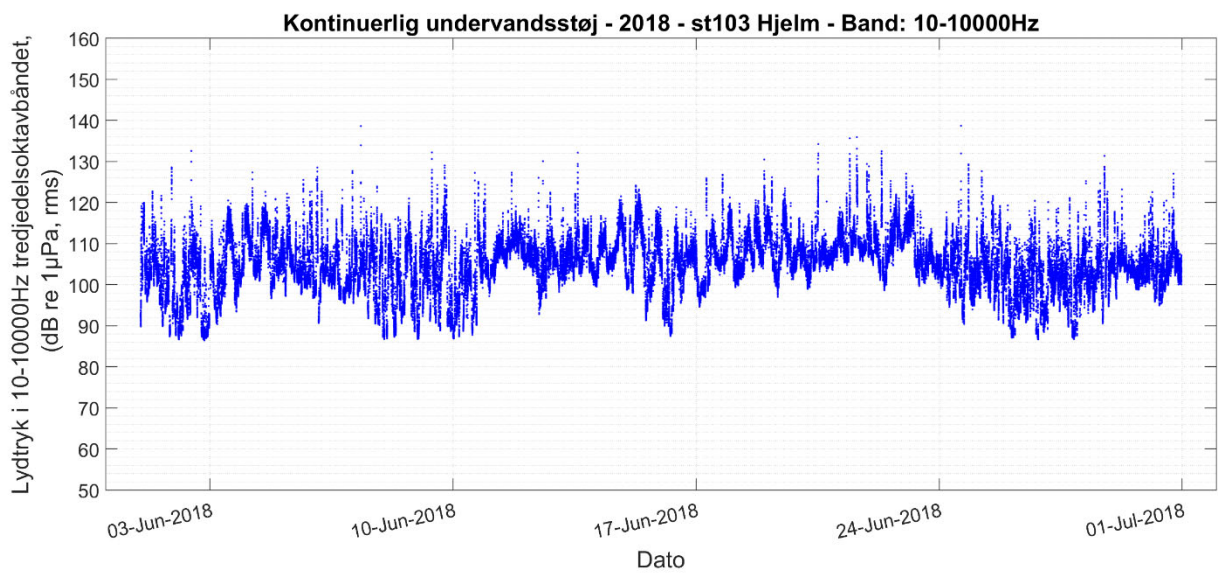
**Figur 5.16.** 2 kHz tredjedelsoktavstøj for juni 2018 (øverst) og for ét enkelt døgn (nederst; 17. juli) på station 38, Stevns i 2018. Lydtrykket er angivet som 20-sekunders gennemsnit (dB re 1 µPa, rms) og hullerne i data (der særligt kan ses på den nederste figur) skyldes, at dataloggeren optog 30 minutter hver time.

## Station 103 - Hjelm, 10-10000 Hz



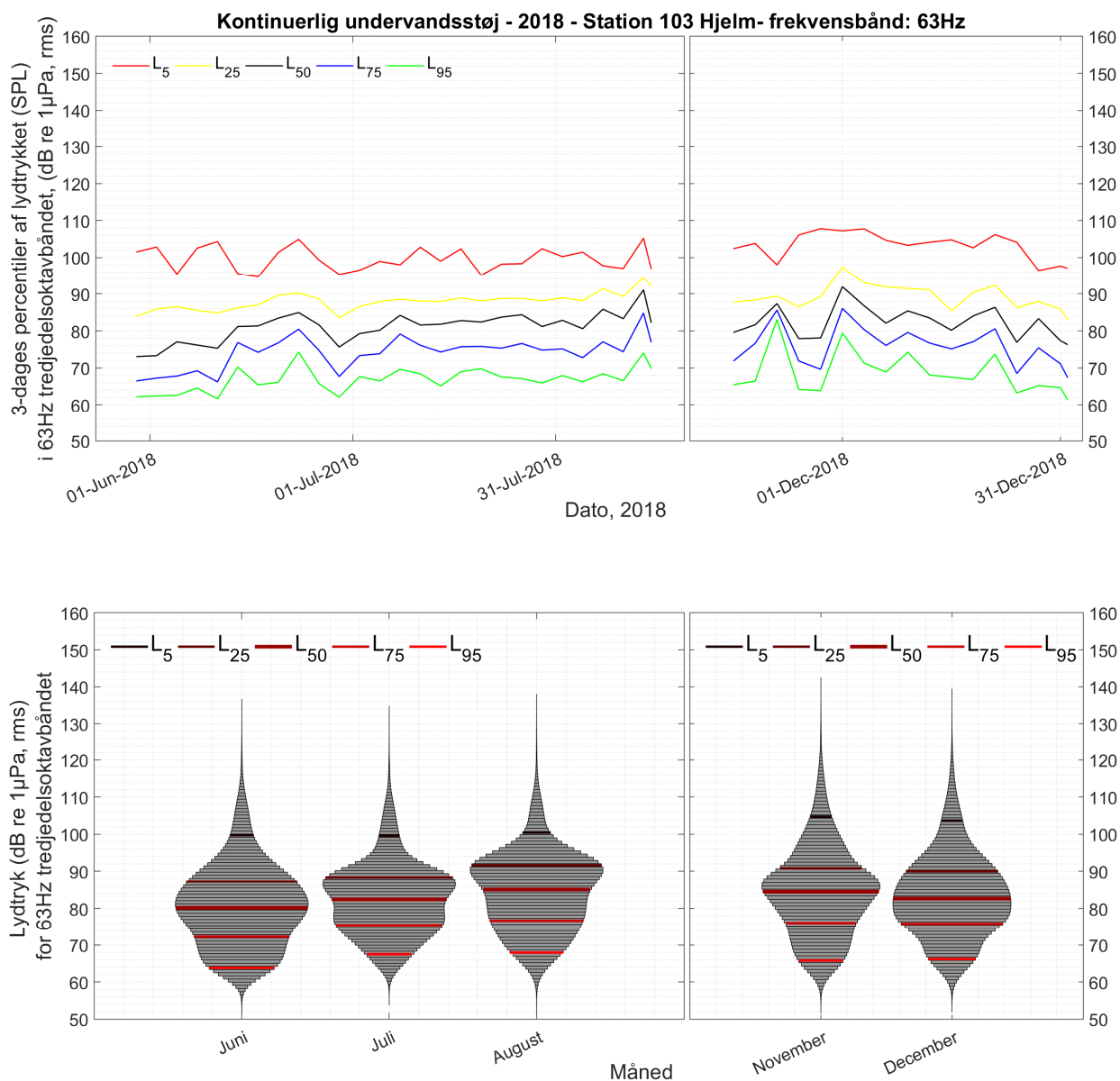
**Figur 5.17.** Årsniveauer for station 103, Hjelm, angivet som hhv. percentiler over tre døgn og som den månedlige fordeling af alle 20-sekunders gennemsnit illustreret i et violinplot for tredjedelsoktavbredbåndet 10-10.000 Hz. Violinens silhuet illustrerer, ligesom percentilerne, andelen af datapunkter (20-sekunders gennemsnit) ved et givent lydtryk (dB re 1µPa, rms). Alle violinplot indeholder datapunkter fra hele måneder, bortset fra august (1.-14. august) og november (13.-30. november).



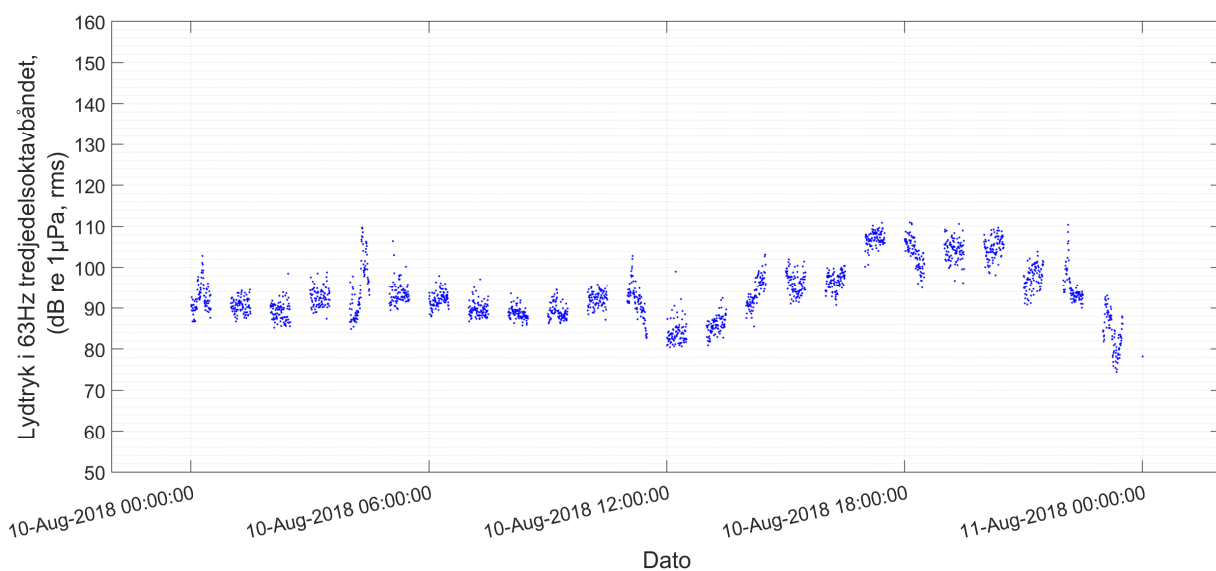
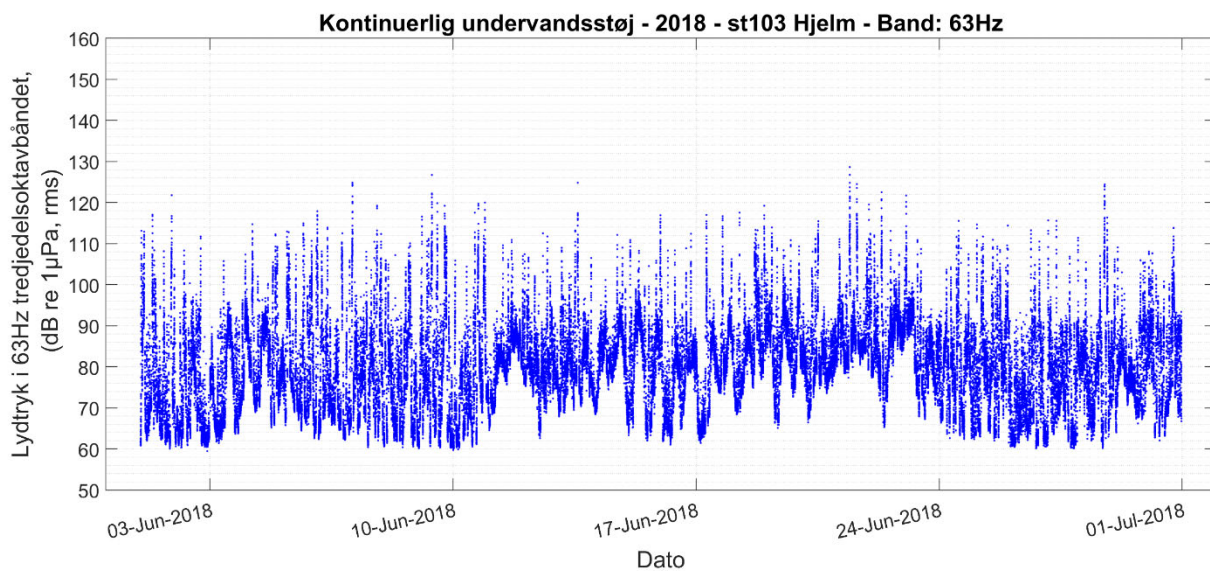


**Figur 5.18.** 10-10.000 Hz tredjedelsoktavbredbåndsstøj for juni 2018 (øverst) og for ét enkelt døgn (nederst; 10. august) på station 103, Hjelm i 2018. Lydtrykket er angivet som 20-sekunders gennemsnit (dB re 1 µPa, rms) og hullerne i data (der særligt kan ses på den nederste figur) skyldes, at dataloggeren optog 30 minutter hver time.

## Station 103 - Hjelms, 63 Hz

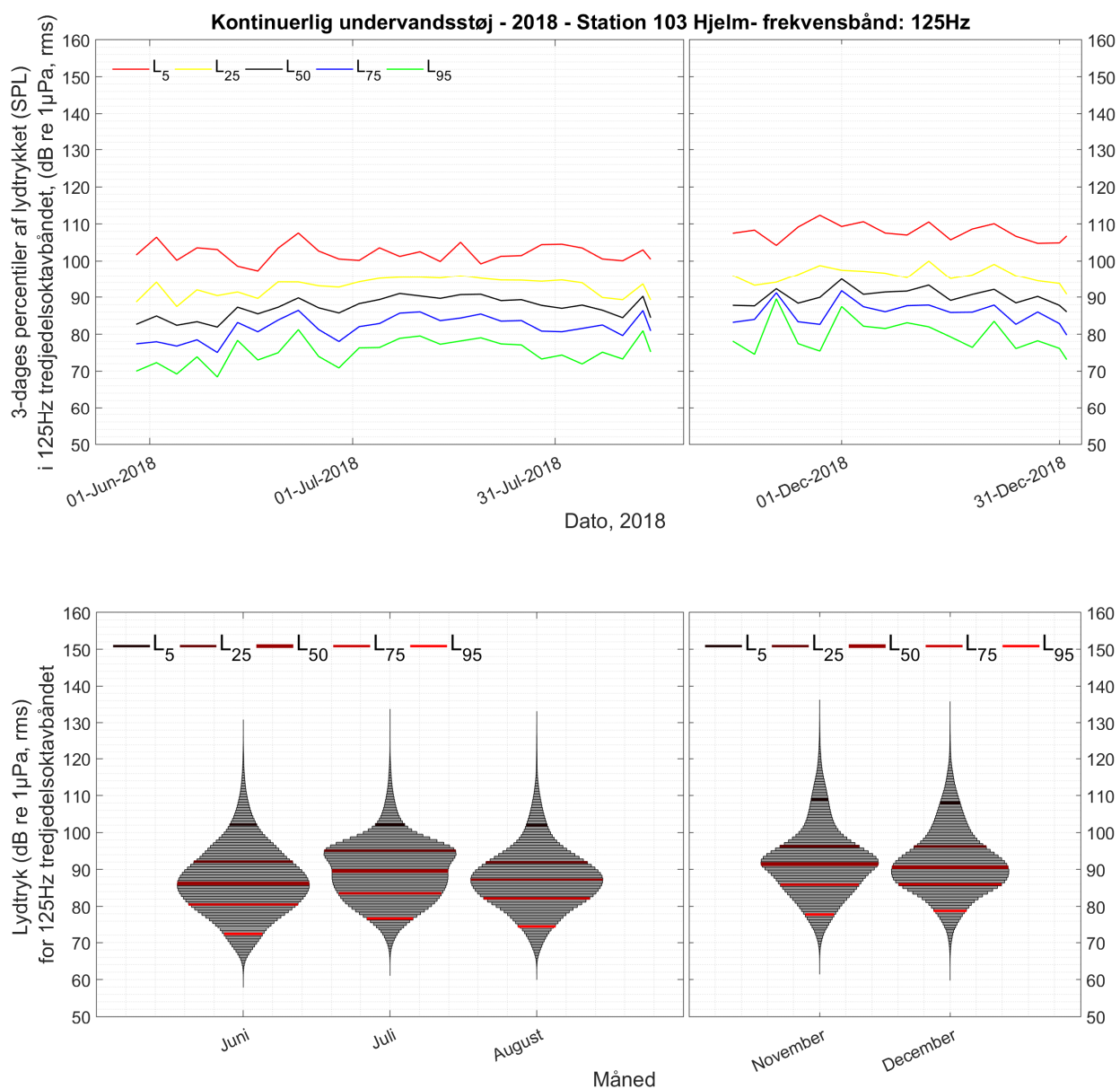


**Figur 5.19.** Årsniveauer for station 103, Hjelms, angivet som hhv. percentiler over tre døgn og som den månedlige fordeling af alle 20-sekunders gennemsnit illustreret i et violinplot for tredjedelsoktavbåndet 63 Hz. Violinens silhuet illustrerer, ligesom percentilerne, andelen af datapunkter (20-sekunders gennemsnit) ved et givent lydtryk (dB re 1µPa, rms). Alle violinplot indeholder datapunkter fra hele måneder, bortset fra august (1.-14. august) og november (13.-30. november).

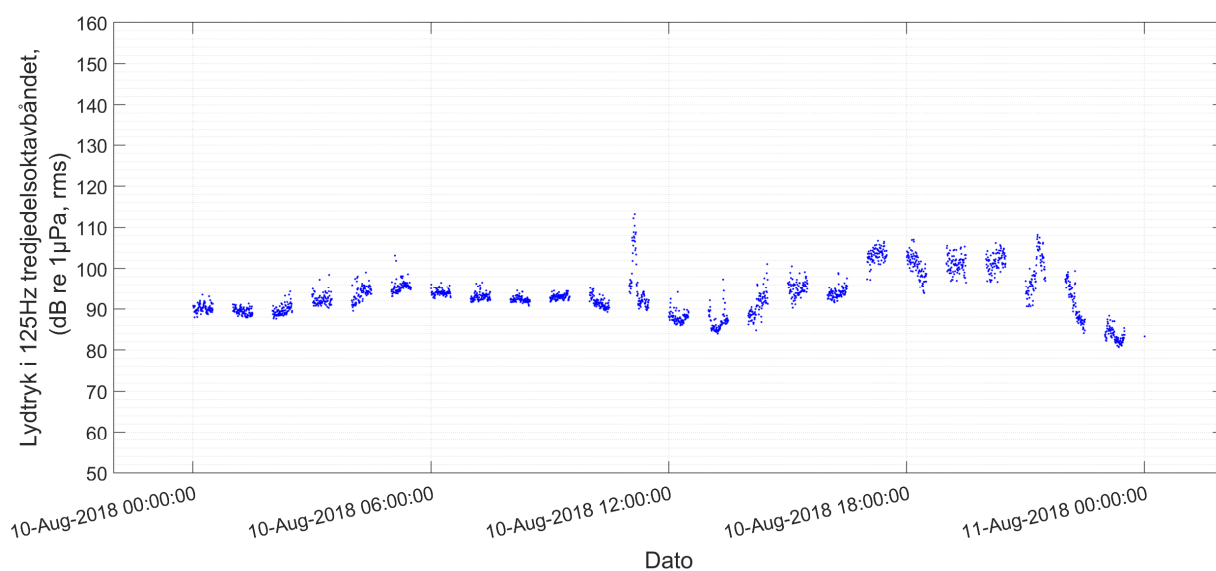
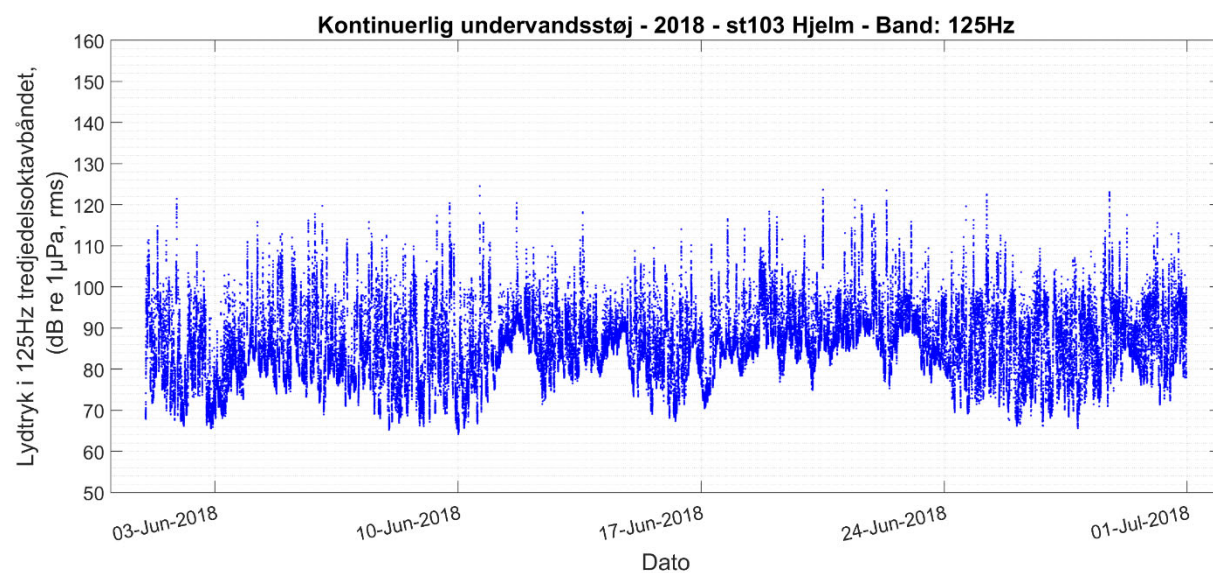


**Figur 5.20.** 63 Hz tredjedelsoktavstøj for juni 2018 (øverst) og for ét enkelt døgn (nederst; 10. august) på station 103, Hjelm i 2018. Lydtrykket er angivet som 20-sekunders gennemsnit (dB re 1  $\mu$ Pa, rms) og hullerne i data (der særligt kan ses på den nederst figur) skyldes, at dataloggeren optog 30 minutter hver time.

## Station 103 – Hjelm, 125 Hz

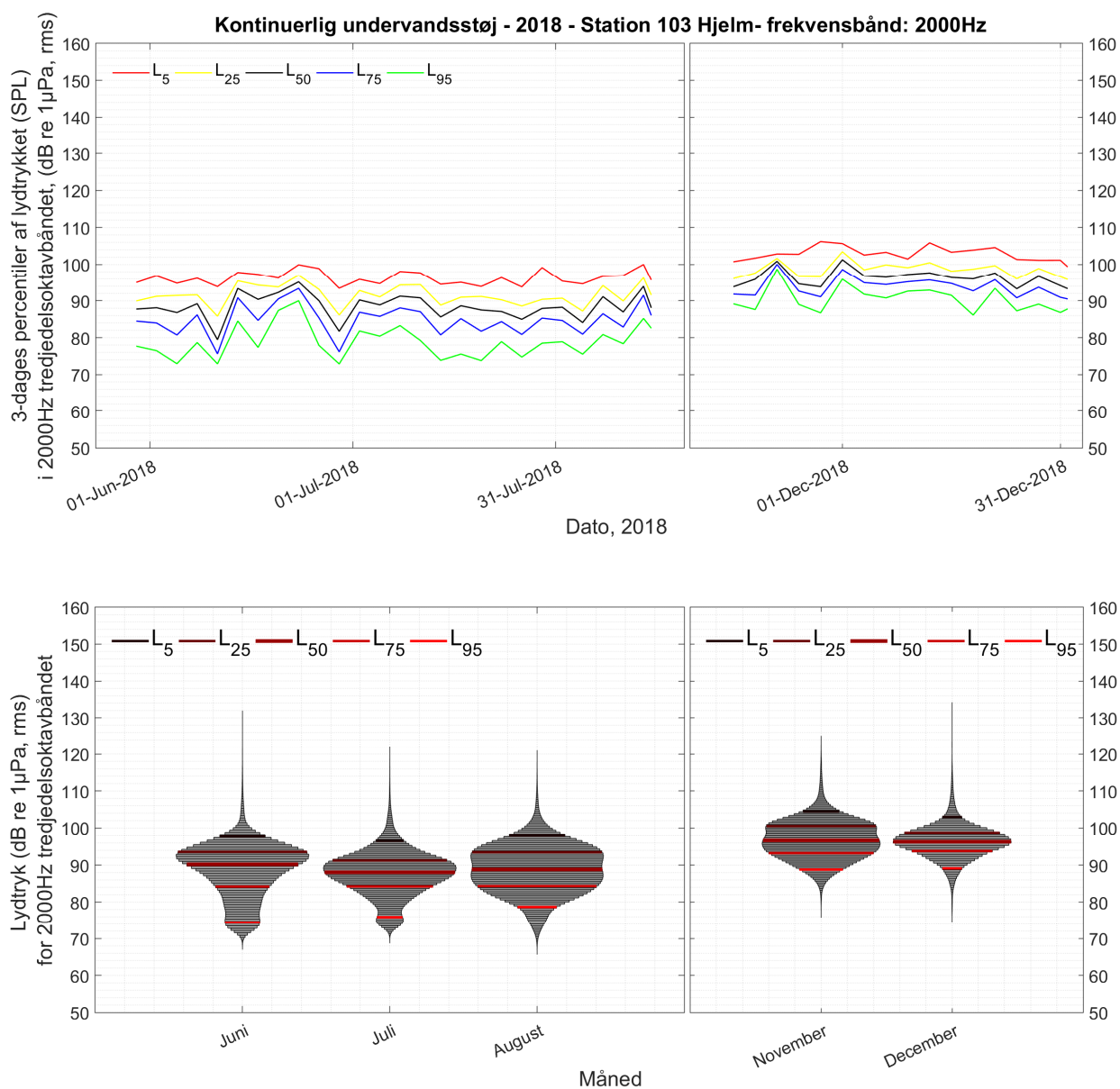


**Figur 5.21.** Årsniveauer for station 103, Hjelm, angivet som hhv. percentiler over tre døgn og som den månedlige fordeling af alle 20-sekunders gennemsnit illustreret i et violinplot for tredjedelsoktavbåndet 125 Hz. Violinens silhuet illustrerer, ligesom percentilerne, andelen af datapunkter (20-sekunders gennemsnit) ved et givent lydtryk (dB re 1µPa, rms). Alle violinplot indeholder datapunkter fra hele måneder, bortset fra august (1.-14. august) og november (13.-30. november).

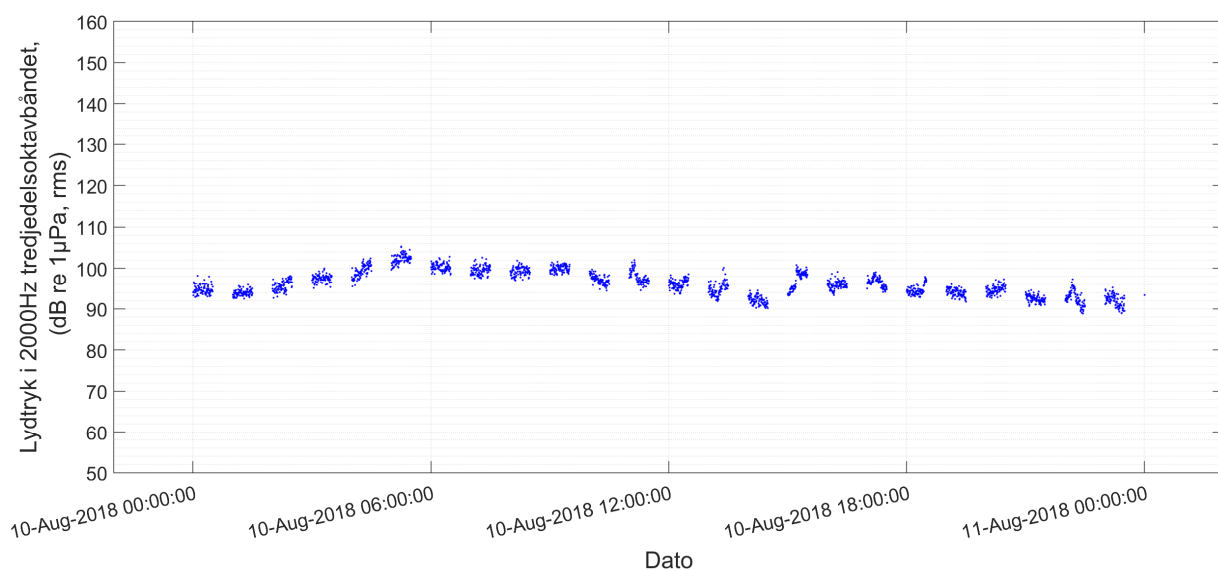
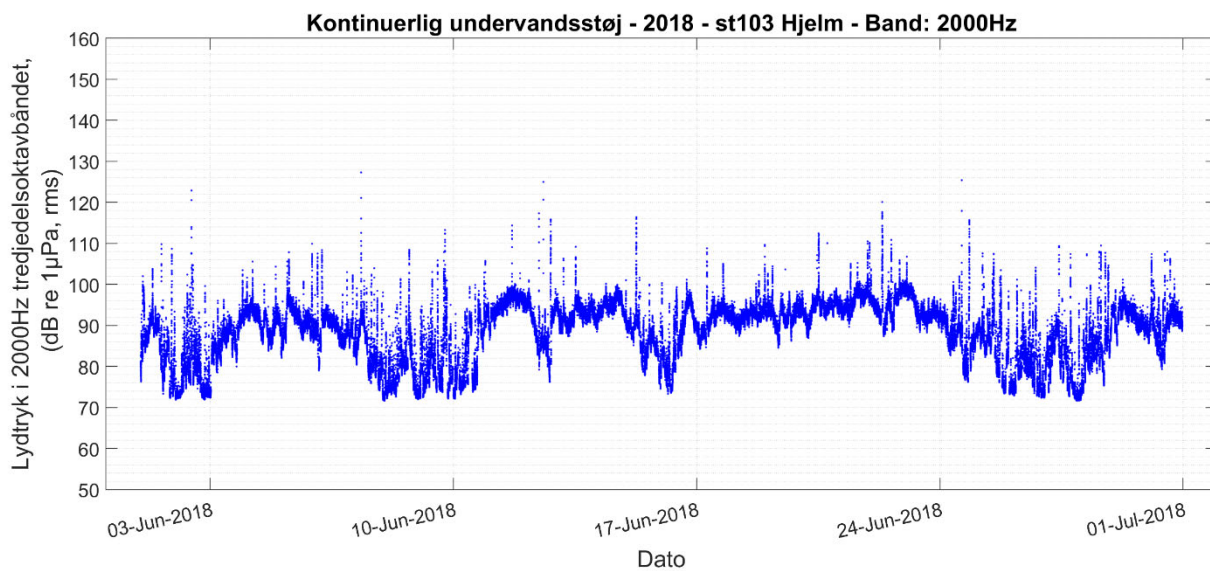


**Figur 5.22.** 125 Hz tredjedelsoktavstøj for juni 2018 (øverst) og for ét enkelt døgn (nederst; 10. august) på station 103, Hjelm i 2018. Lydtrykket er angivet som 20-sekunders gennemsnit (dB re 1  $\mu$ Pa, rms) og hullerne i data (der særligt kan ses på den nederste figur) skyldes, at dataloggeren optog 30 minutter hver time.

## Station 103 – Hjelm, 2000 Hz

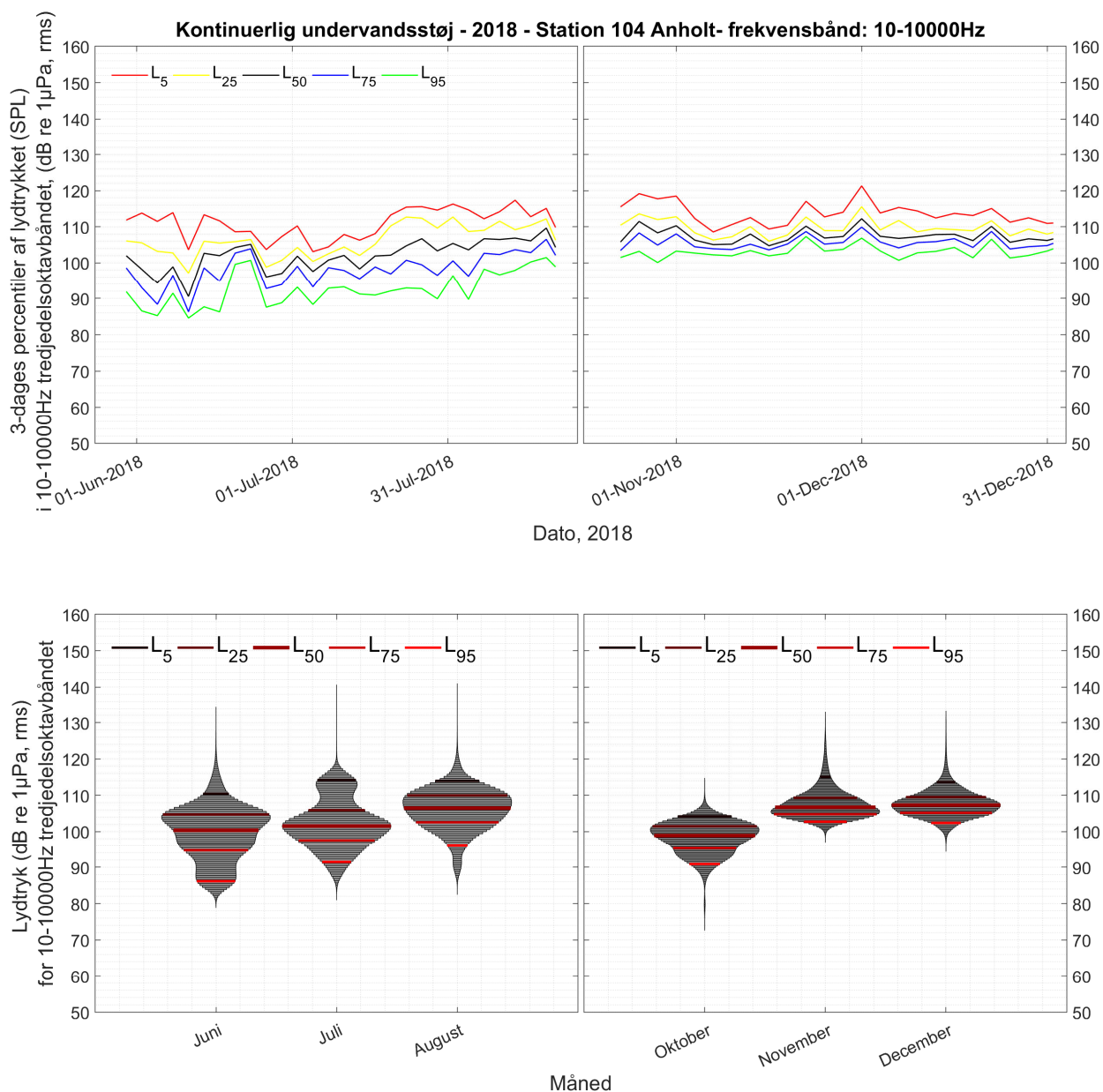


**Figur 5.23.** Årsniveauer for station 103, Hjelm, angivet som hhv. percentiler over tre døgn og som den månedlige fordeling af alle 20-sekunders gennemsnit illustreret i et violinplot for tredjedelsoktav-båndet 2 kHz. Violinens silhuet illustrerer, ligesom percentilerne, andelen af datapunkter (20-sekunders gennemsnit) ved et givent lydtryk (dB re 1 μPa, rms). Alle violinplot indeholder datapunkter fra hele måneder, bortset fra august (1.-14. august) og november (13.-30. november).



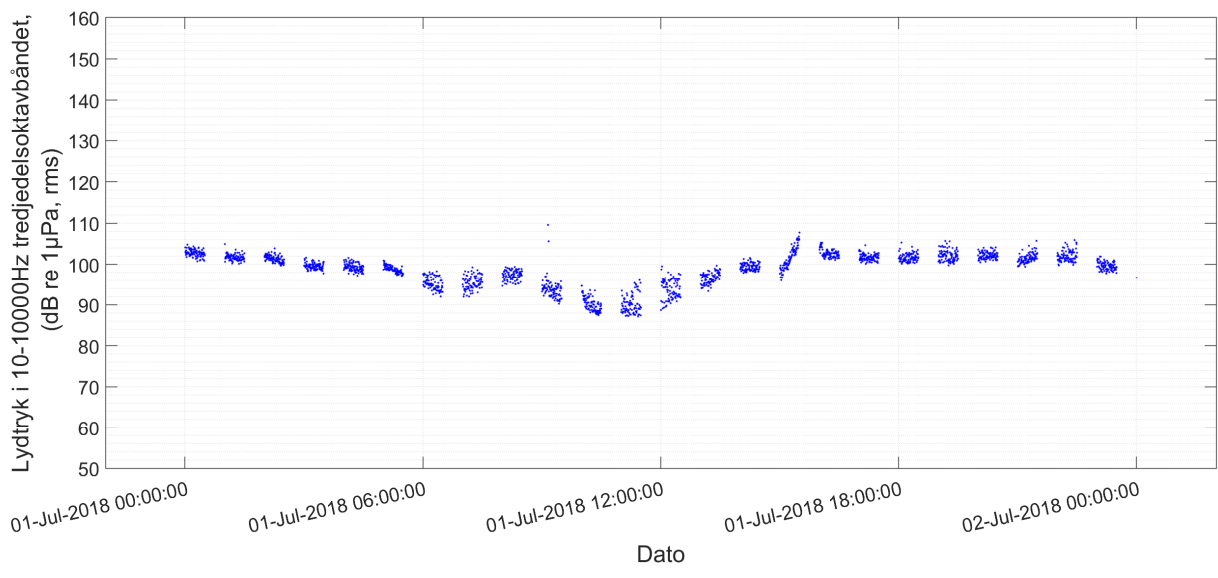
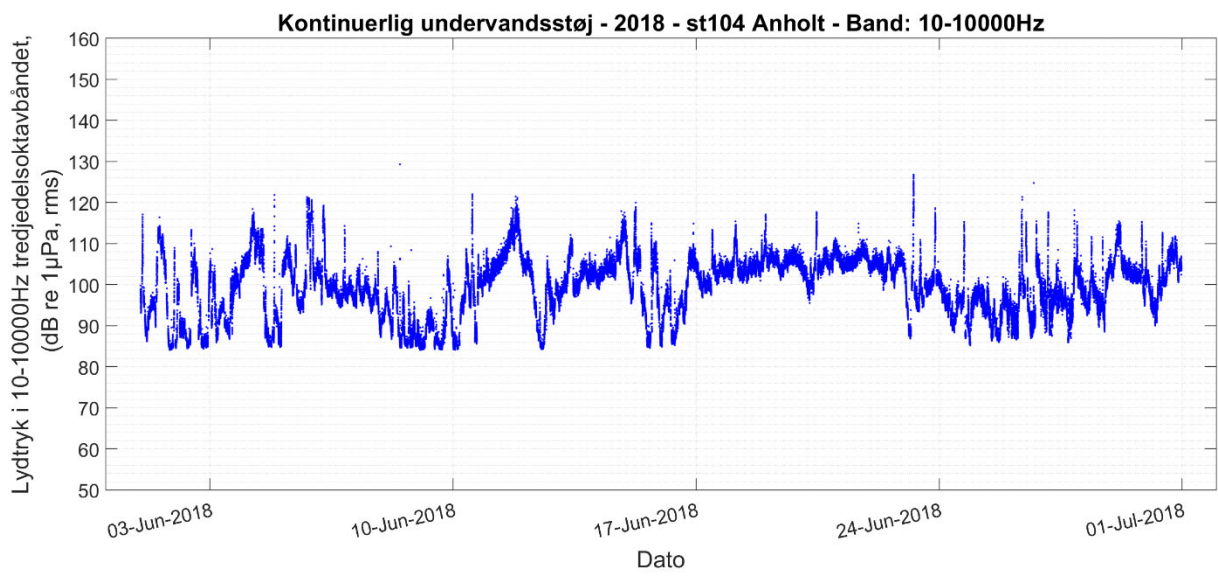
**Figur 5.24.** 2.000 kHz tredjedelsoktavstøj for juni 2018 (øverst) og for ét enkelt døgn (nederst; 10. august) på station 103, Hjem i 2018. Lydtrykket er angivet som 20-sekunders gennemsnit (dB re 1  $\mu$ Pa, rms) og hullerne i data (der særligt kan ses på den nederste figur) skyldes, at dataloggeren optog 30 minutter hver time.

## Station 104 - Anholt, 10-10000 Hz



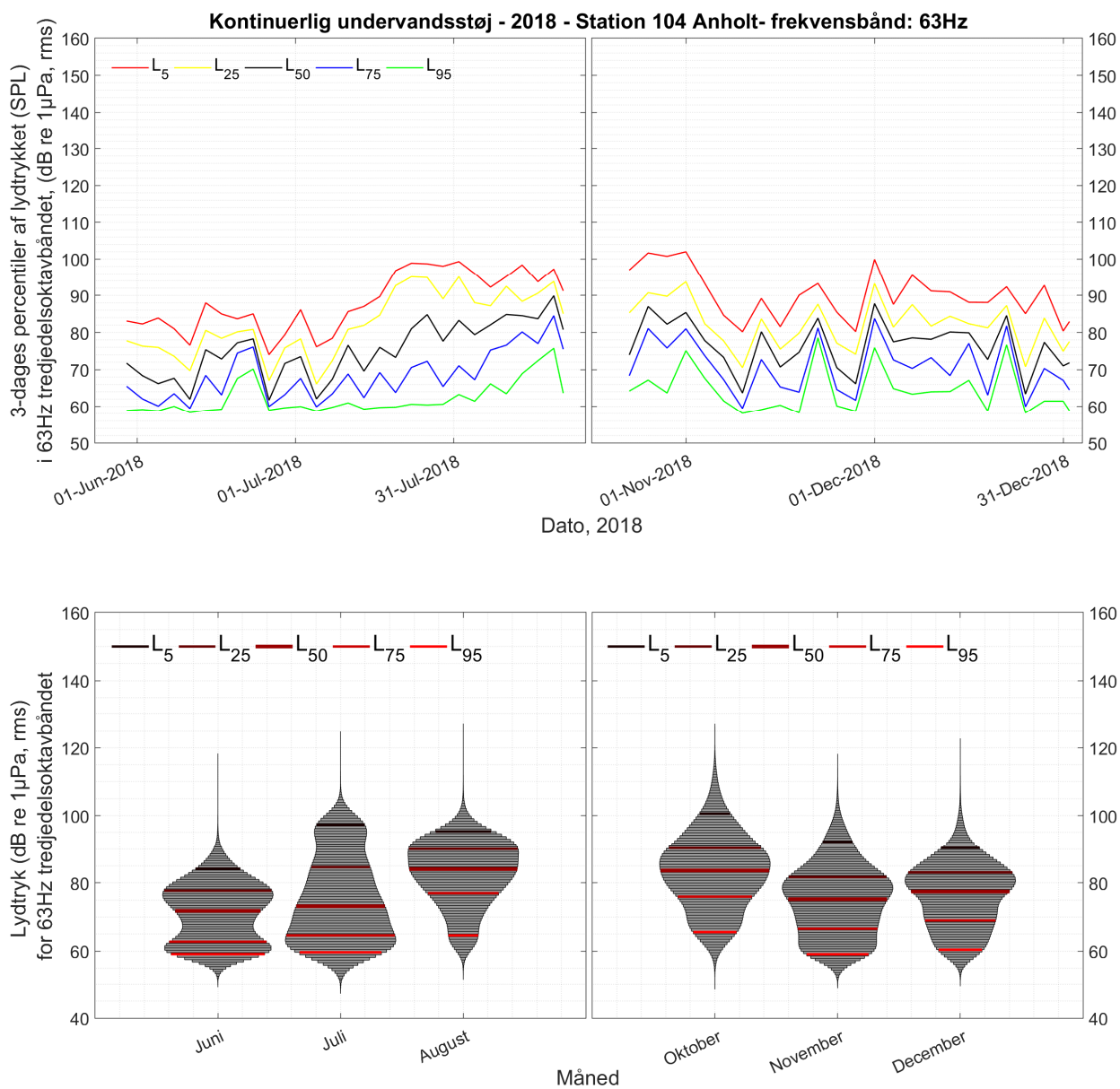
**Figur 5.25.** Årsniveauer for station 104, Anholt, angivet som hhv. percentiler over tre døgn og som den månedlige fordeling af alle 20-sekunders gennemsnit illustreret i et violinplot for tredjedelsoktavbredbåndet 10-10.000 kHz. Violinens silhuet illustrerer, ligesom percentilerne, andelen af datapunkter (20-sekunders gennemsnit) ved et givent lydtryk (dB re 1  $\mu$ Pa, rms). Alle violinplot indeholder datapunkter fra hele måneder, bortset fra august (1.-20. august) og oktober (20.-31. oktober).



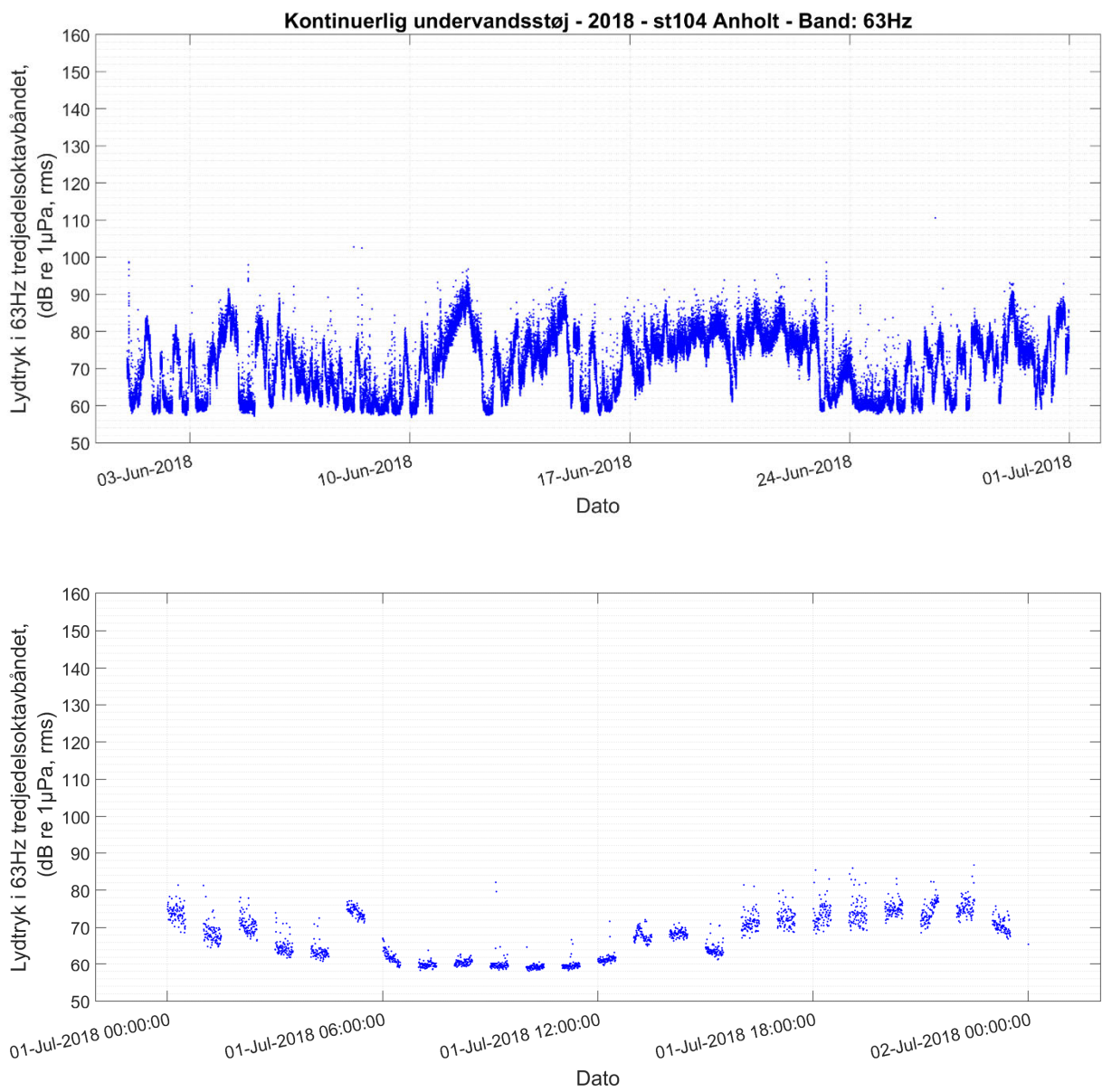


**Figur 5.26.** 10-10.000 Hz tredjedelsoktavbredbåndsstøj for juni 2018 (øverst) og for ét enkelt døgn (nederst; 7. juli) på station 104, Anholt i 2018. Lydtrykket er angivet som 20-sekunders gennemsnit (dB re 1 µPa, rms) og hullerne i data (der særligt kan ses på den nederste figur) skyldes, at dataloggeren optog 30 minutter hver time.

## Station 104 - Anholt, 63 Hz

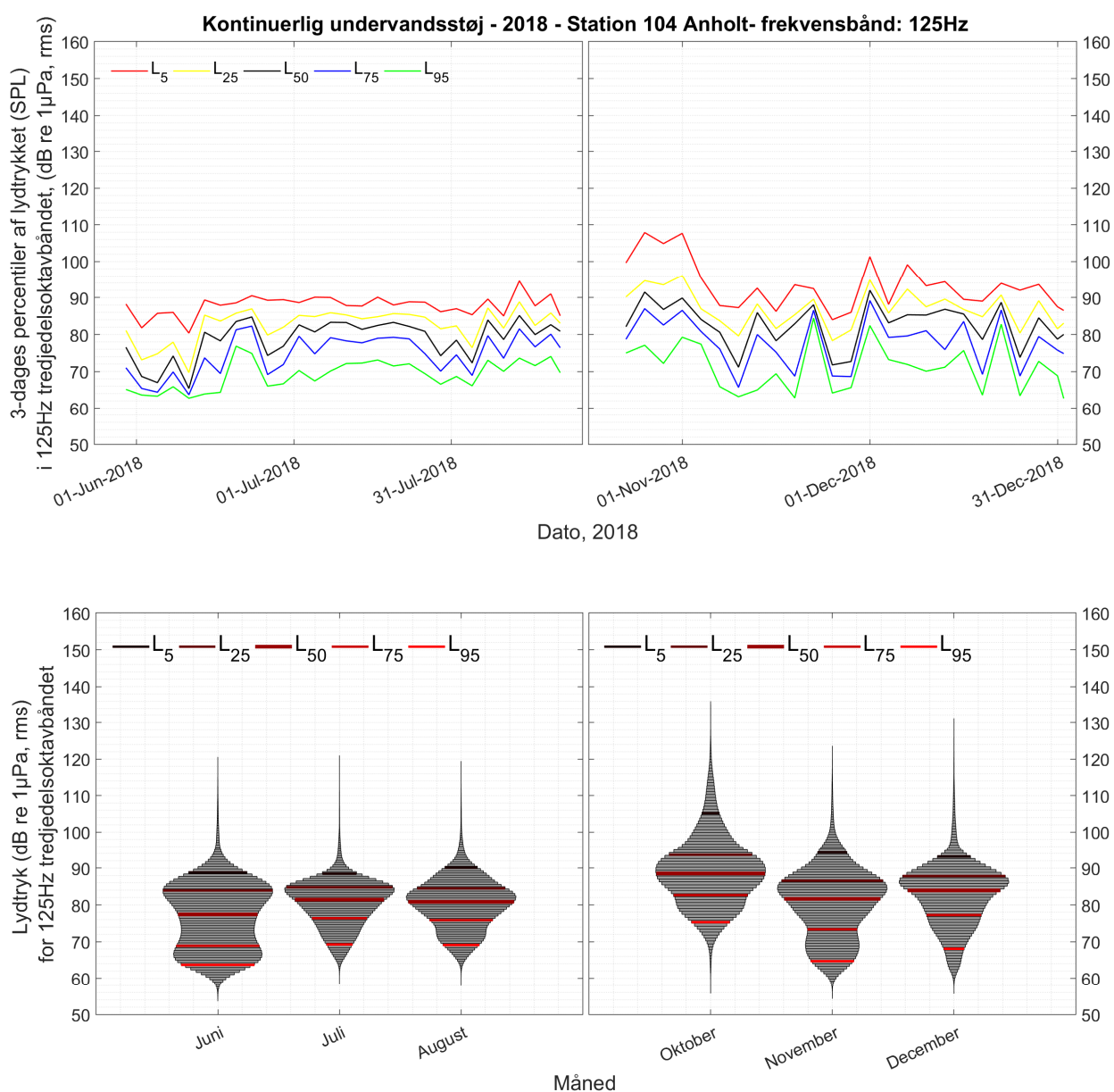


**Figur 5.27.** Årsniveauer for station 104, Anholt, angivet som hhv. percentiler over tre døgn og som den månedlige fordeling af alle 20-sekunders gennemsnit illustreret i et violinplot for tredjedelsoktavbåndet 63 Hz. Violinens silhuet illustrerer, ligesom percentilerne, andelen af datapunkter (20-sekunders gennemsnit) ved et givent lydtryk (dB re 1µPa, rms). Alle violinplot indeholder datapunkter fra hele måneder, bortset fra august (1.-20. august) og oktober (20.-31. oktober).

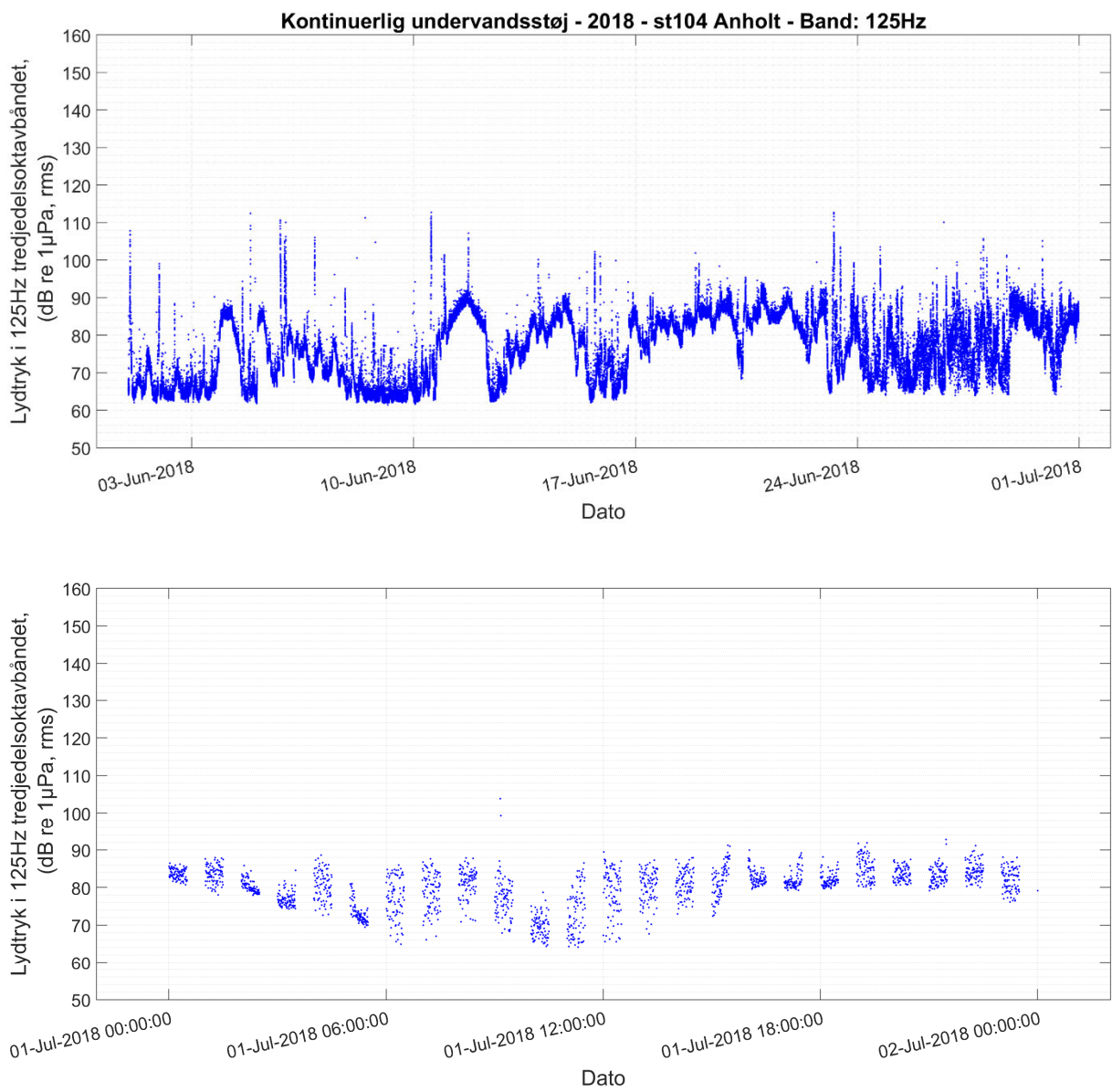


**Figur 5.28.** 63 Hz tredjedelsoktavstøj for juni 2018 (øverst) og for ét enkelt døgn (nederst; 7. juli) på station 104, Anholt i 2018. Lydtrykket er angivet som 20-sekunders gennemsnit (dB re 1 μPa, rms) og hullerne i data (der særligt kan ses på den nederste figur) skyldes, at dataloggeren optog 30 minutter hver time.

## Station 104 - Anholt, 125 Hz

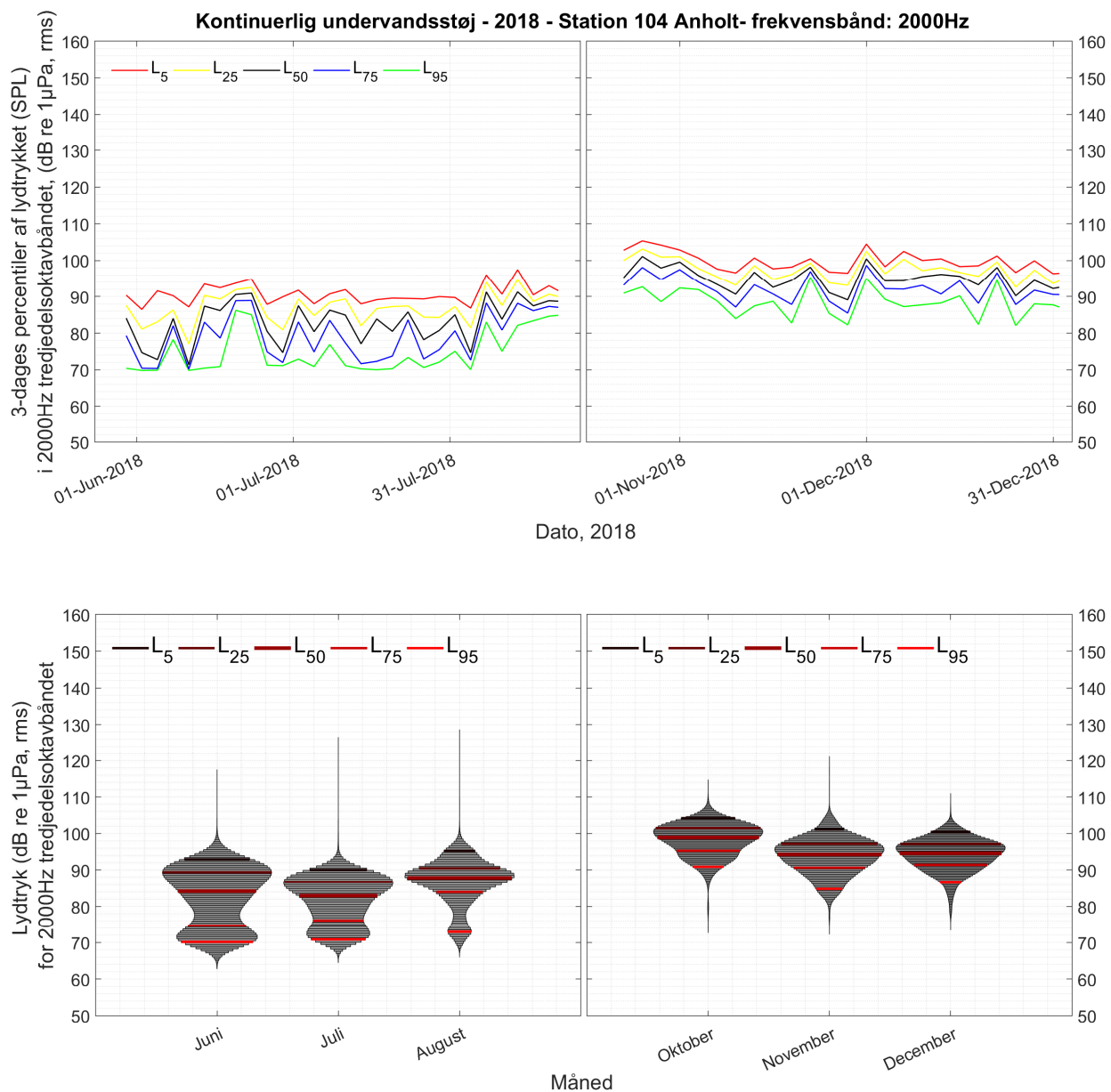


**Figur 5.29.** Årsniveauer for station 104, Anholt, angivet som hhv. percentiler over tre døgn og som den månedlige fordeling af alle 20-sekunders gennemsnit illustreret i et violinplot for tredjedelsoktavbåndet 125 Hz. Violinens silhuet illustrerer, ligesom percentilerne, andelen af datapunkter (20-sekunders gennemsnit) ved et givent lydtryk (dB re 1µPa, rms). Alle violinplot indeholder datapunkter fra hele måneder, bortset fra august (1.-20. august) og oktober (20.-31. oktober).

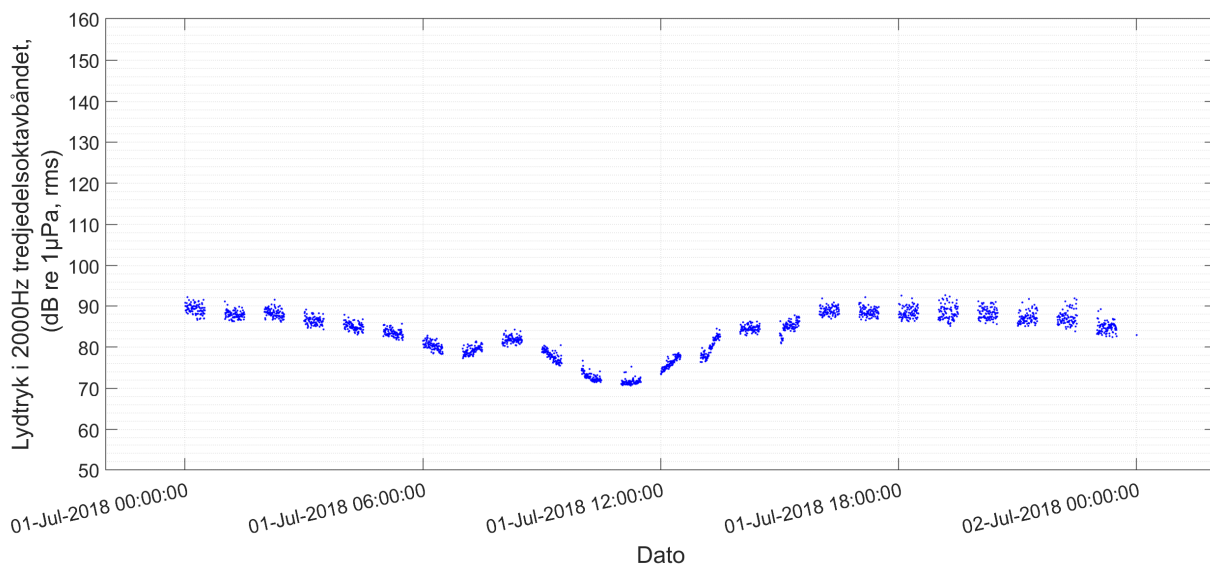
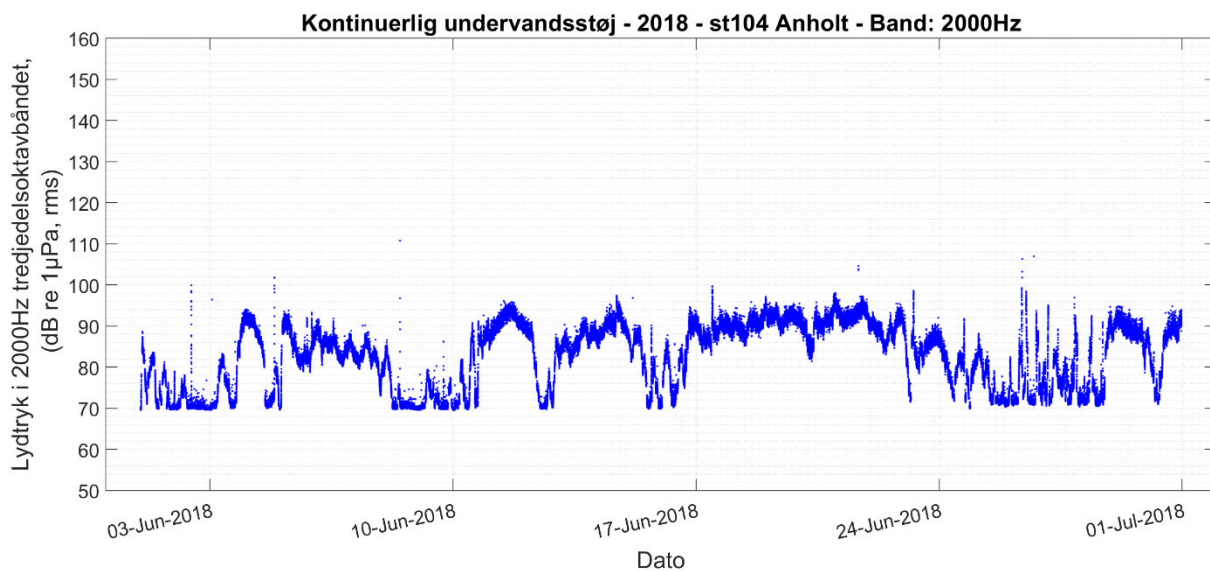


**Figur 5.30.** 125 Hz tredjedelsoktavstøj for juni 2018 (øverst) og for ét enkelt døgn (nederst; 7. juli) på station 104, Anholt i 2018. Lydtrykket er angivet som 20-sekunders gennemsnit (dB re 1  $\mu$ Pa, rms) og hullerne i data (der særligt kan ses på den nederste figur) skyldes, at dataloggeren optog 30 minutter hver time.

## Station 104 - Anholt, 2000 Hz



**Figur 5.31.** Årsniveauer for station 104, Anholt, angivet som hhv. percentiler over tre døgn og som den månedlige fordeling af alle 20-sekunders gennemsnit illustreret i et violinplot for tredjedelsoktavbåndet 2 kHz. Violinens silhuet illustrerer, ligesom percentilerne, andelen af datapunkter (20-sekunders gennemsnit) ved et givent lydtryk (dB re 1 μPa, rms). Alle violinplot indeholder datapunkter fra hele måneder, bortset fra august (1.-20. august) og oktober (20.-31. oktober).



**Figur 5.32.** 2 kHz tredjedelsoktavstøj for juni 2018 (øverst) og for ét enkelt døgn (nederst; 7. juli) på station 104, Anholt i 2018. Lydtrykket er angivet som 20-sekunders gennemsnit (dB re 1  $\mu$ Pa, rms) og hullerne i data (der særligt kan ses på den nederste figur) skyldes, at dataloggeren optog 30 minutter hver time.

## 6. Referencer

Betke, K., T. Folegot, R. Matuchek, J. Pajala, L. Persson, J. Tegowski, J. Tougaard, and M. Wahlberg. 2015. BIAS standards for signal processing. Aims, processes and recommendations. Amended version. Stockholm.

Dekeling, R. P. A., M. L. Tasker, A. J. Van der Graaf, M. A. Ainslie, M. H. Andersson, M. André, J. F. Borsani, K. Brensing, M. Castellote, D. Cronin, J. Dalen, T. Folegot, R. Leaper, J. Pajala, P. Redman, S. P. Robinson, P. Sigray, G. Sutton, F. Thomsen, S. Werner, D. Wittekind, and J. V. Young. 2014. Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas, Part I: Executive Summary, JRC Scientific and Policy Report EUR 26557 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg.

EU Kommissionen. 1992. Rådets direktiv 92/43/EØF af 21. maj 1992 om bevaring af naturtyper samt vilde dyr og planter.

EU Kommissionen. 2008. Europa-parlamentets og Rådets direktiv 2008/56/EF af 17. juni 2008 om fastlæggelse af en ramme for Fællesskabets havmiljøpolitiske foranstaltninger (havstrategirammedirektivet).

EU Kommissionen 2017. Kommissionens afgørelse (EU) 2017/848 af 17. maj 2017 om fastlæggelse af kriterier og metodiske standarder for god miljøtilstand i havområder samt specifikationer og standardmetoder for overvågning og vurdering og om ophævelse af afgørelse 2010/477/EU.HELCOM. 2018.

HELCOM 2018. Guidelines for monitoring continuous noise. HELCOM secretariat, Helsinki.

Sørensen, P. M. & Tougaard, J. 2019. Undervandsstøj i Indre danske Farvande 2017. Havstrategidirektivets indikator 11.2. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 22 s. Teknisk rapport nr. 138  
<http://dce2.au.dk/pub/TR138.pdf>

Tougaard, J., Hermannsen, L., Elmegaard, S. & Wahlberg, M. 2017. Undervandsstøj i Indre Danske Farvande 2014-2016. Havstrategidirektivets Indikator 11.2l. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 48 s. - Teknisk rapport fra DCE -Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 109  
<http://dce2.au.dk/pub/TR109.pdf>

Tougaard, J. 2019. Kontinuerlig undervandsstøj. Teknisk anvisning M32. DCE/Aarhus Universitet, Roskilde.



[Tom side]

# UNDERVANDSSTØJ I INDRE DANSKE FARVANDE 2018

Havstrategidirektivets kriterium D11C2

Havstrategidirektivet pålægger EU's medlemslande at overvåge havmiljøet og sikre, at der opretholdes eller opnås god miljøtilstand i vores farvande. Denne rapport beskriver overvågningen af undervandsstøj fra skibstrafik (Havstrategidirektivets Indikator 11.2) i Indre Danske Farvande i 2018 (Målt ved station Anholt, Hjelm, Lillebælt og Stevns). Rapporten omfatter de målinger, der er foretaget som led i Miljøstyrelsens overvågningsprogram (2018).