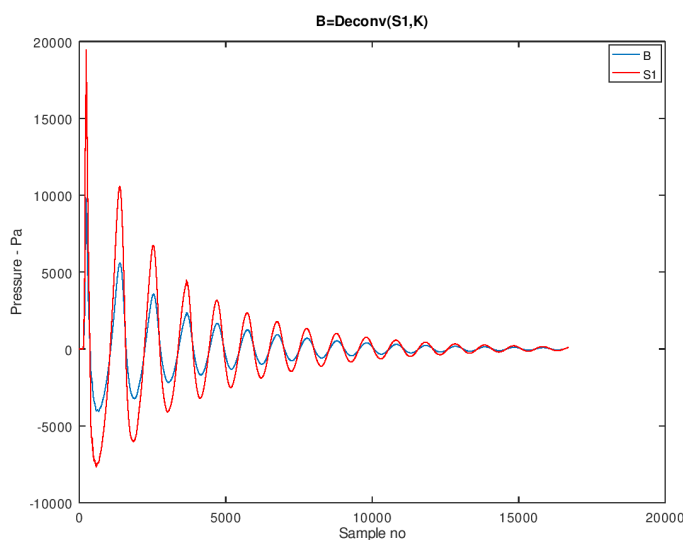


Dekonvolusjon av Erwin-bursten 9/9-2019

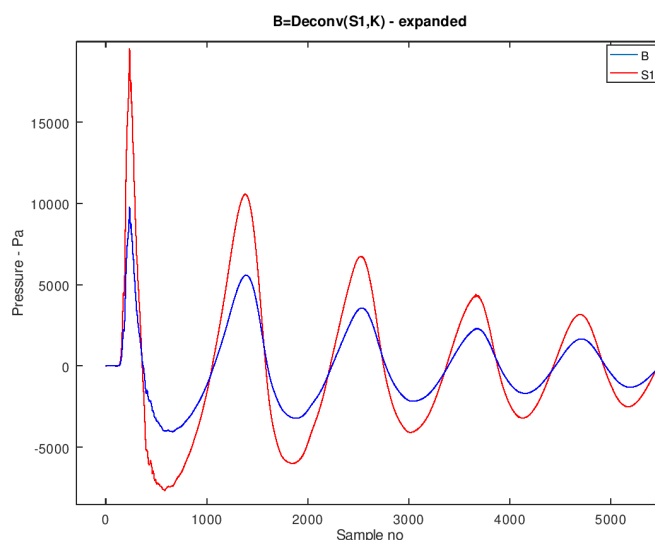
Etter diskusjonen idag (fin forresten!) ble første skritt å prøve å regenerere den egentlige pulsen lydkanonen genererer ved å forsøke å fjerne den delen som må komme reflektert fra overflaten. Følgende antagelser er gjort: Avstand mellom hydrofon og kilde, direkte $r_1=0.5$ m, avstand fra speilkilde til hydrofon $r_2=(2+2.5)\text{m}=4\text{m}$. Lydhastighet 1500 m/s (antagelig godt nok) gir tidsdifferanse $T=(r_2-r_1)/c/dt=174.76$, men er egentlig bare interessert i indeksverdien, så $T=155$. $dt=1/fs$.

Ut fra dette lages en vektor K som har amplitude $1/r_1$ i første indeks og $-1/r_2$ indeks T , med 0 i de mellomliggende indeksene. Erwinsignalet hentes fra `Erwin_p_ref_0_5m_8bar.mat`, som `S=Channel_7_Data'`; Overflaterrefleksjonskoeffisient er antatt -1.0 .

S er unødvendig langt, og derfor kuttes til lengde 20000 indekser. Også i begynnelsen fjernes 3300 elementer, selv om dette strengt tatt ikke er nødvendig. Dette signalet kalles $S1$. Nå er vi rede til å dekonvolvare: $[B,r]=\text{deconv}(S1,K)$. Resultatet er plottet i Figur1, og i forstørret utgave i Figur2.



Figur1



Figur2

Den røde kurven er $S1$, Erwins burst, mens den blå (B) er den som representerer originalbursten, som bør brukes i de videre beregningene.

Maksimalverdien av B er 9728 Pa, som er ganske nøyaktig halvparten av $S1$ s. Med B finner jeg $SEL=494475.4$ og $SEL,dB=176.9$ dB. For $S1$ finner jeg $SEL1dB=182.59$ dB, som er 5.65 dB høyere (ikke 6 dB som vi skulle vente hvis signalet B var nøyaktig halvparten av $S1$).

Som en sjekk på beregningene her har jeg gått motsatt vei, beregnet $\text{conv}(B,K)$, som gjenfinner $S1$ med høy presisjon. Jeg tar ikke med plott av denne – den skiller seg ikke fra originalen. For ordens skyld har jeg her benyttet `conv`- og `deconv`-rutinene i octave (Matlab), ikke min egen foldingsrutine (som ikke har noen tilhørende defoldingsrutine).

Jeg har forsøkt å assosiere det lille rusket som er noen steder i $S1$ med ankomst fra speilkilden, men de passer ikke inn. Det er mulig de henger sammen med luftboblen som dannes av luftkanonen. De er uansett små, og jeg har ingen problemer med å overse dem. Det finnes rester av dem i B også.

Vi kan nå gå videre i prosessen. Siden signalene S1 og B (det gjenfundne) er kalibrert i Pa er det undødvendig å utføre normaliseringen med rms-verdien av signalet. Det er rett fram å finne Sound pressure exposure (som du kalte SEL). Men la oss først sjekke noen definisjoner. Ifølge ISO18405 kan vi ha bruk for følgende:

Mean square sound pressure $\overline{p^2} = \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} p^2 dt, T = t_2 - t_1$. Kvadratroten av denne er forresten rms-

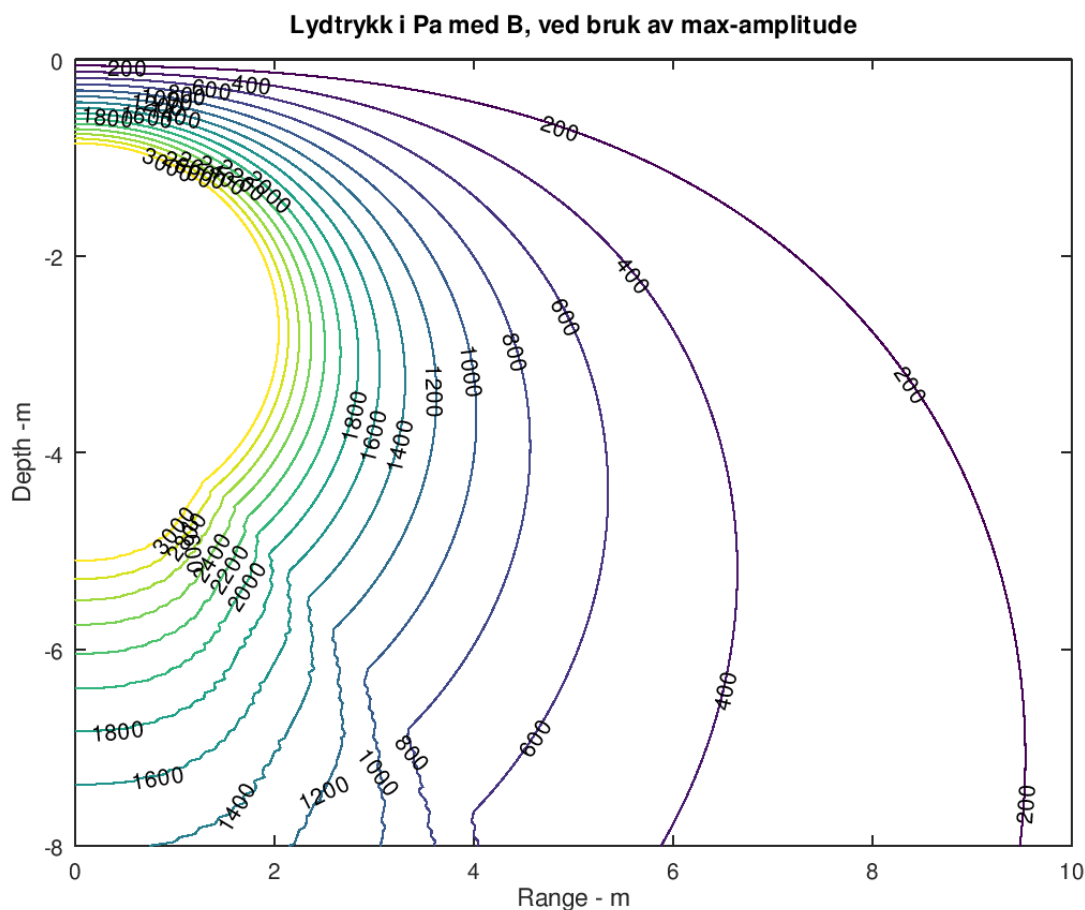
verdien av p2. Videre har vi Sound pressure exposure, $E_{p,T} = \int_{t_1}^{t_2} p^2 dt$. Denne er den samme som

du kalte SEL, og vi ser den tette relasjonen mellom denne og mean square pressure: sistnevnte er tidsmidlet av SEL. Tar vi kvadratroten av mean square pressure finner vi rms-verdien! Hvis p er i form av en vektor plukket med plukkeintervall dt er $\int p^2 dt = dt * \sum p^2 = E_{p,T}$, Derfor har vi

$$p_{rms} = \sqrt{\overline{p^2}} = \sqrt{\frac{E_{p,T}}{T}} = \sqrt{\frac{E_{p,T}}{N dt}}, \text{ eller omvendt: } E_{p,T} = dt * N * p_{rms}^2.$$

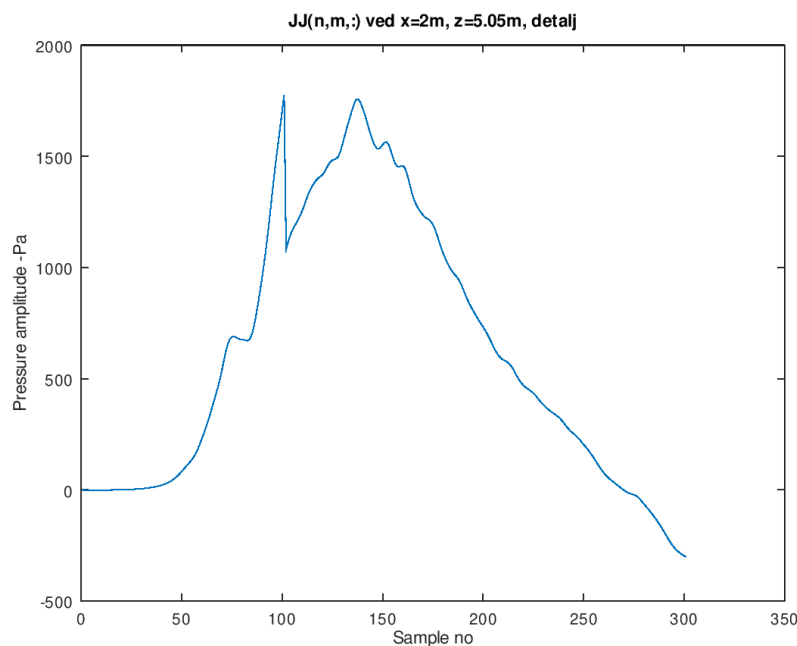
Dette er ensbetydende om at det å bruke rms-verdien for å plukke ut amplituden av det sammensatte signalet fra kilden og speilkilden er helt relevant! Vi var enige om at for å gå videre med å finne aksellerasjon, partikkelhastighet og forskyvning måtte vi ha en representativ verdi for trykket i hvert punkt. Du foreslo peakverdien, som jeg er litt reservert imot. Istedet kan vi beregne SEL direkte, og fra denne finne p_{rms} , eller beregne p_{rms} , og derfra finne SEL. Det skal bli samme resultat.

Jeg har beregnet og tatt vare på resultantsignalet i hvert punkt i feltet. Selv etter at jeg innskrenket meg til å beholde første del av signalet (3000 plukk) fikk matrisen størrelse 683 MB! Men det gir anledning til å se akkurat hva som foregår. Først viser jeg resultatet for trykkfordelingen når jeg bruker det nye signalet (B) og plukker ut maksimalverdien (Figur3):

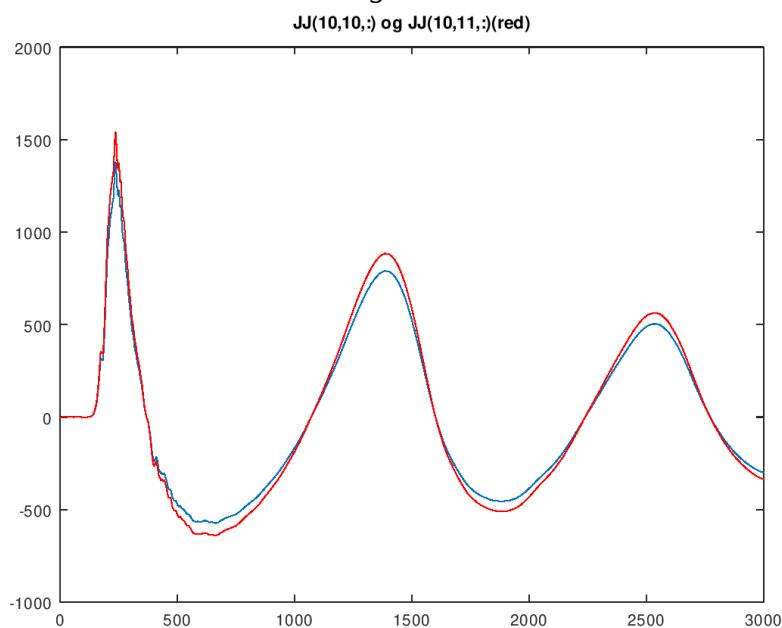


Figur 3.

Det rare knekket vi ser i bunnen av figuren er ufysikalsk. Jeg har plottet ut signalene (i matrisen JJ) rundt noen kritiske punkter, dvs. Ved $x=2\text{m}$ og $z=5\text{m}$ og rundt der, Figur 4. Her ser vi en liten peak like før det brede maksimumet i signalet. Denne peaken øker i amplituden når vi øker dypet, og forsvinner etterhvert når vi går mot overflaten. Akkurat her er de nesten like store.



Figur 4.



Figur 5.

slipper å ta vare på alle signalene (som ved første forsøk kjørte PC-en min i senk).

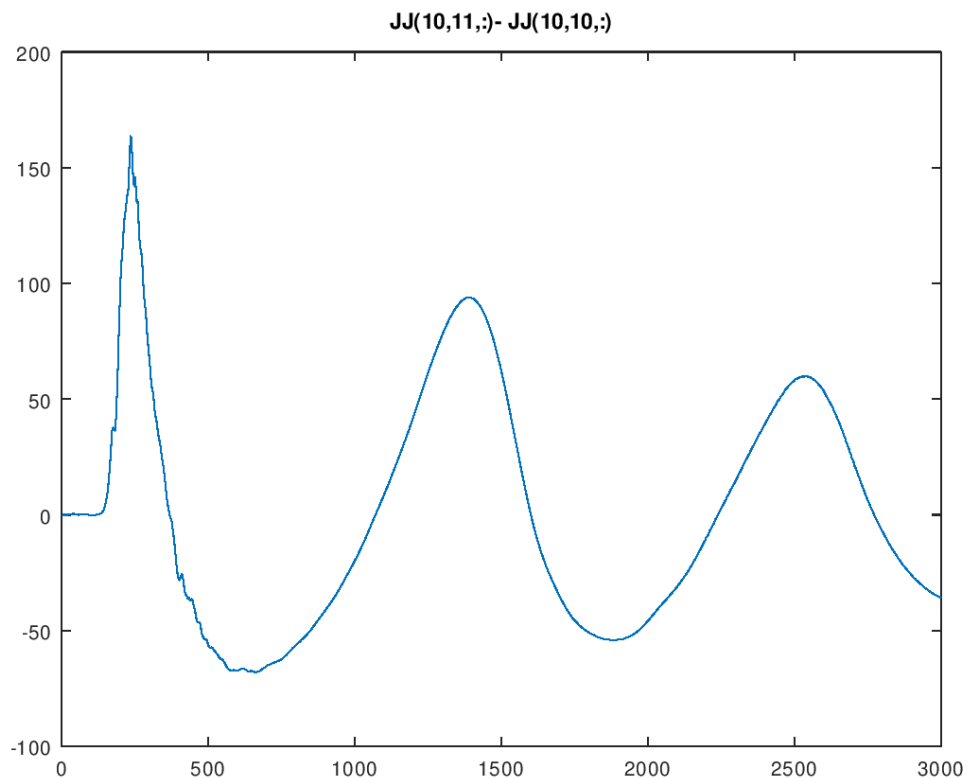
Vi kan dessuten beregne det effektive lydnivået direkte fra rms-verdien av trykket. Jeg mener altså at vi er på trygg grunn om vi bruker rms-verdien, slik jeg opprinnelig foreslo.

Hvis vi skulle prøve å beregne aksellerasjonen på grunnlag av trykksignalene får vi et spesielt problem, iallefall i prinsippet. Vi må ta differansen mellom trykket i to ulike posisjoner. Da er det ikke bare amplitudene i de to signalene som er ulike (som vi er på jakt etter), men de ankommer til litt ulike tider, så signalene er tidsforskjøvet i forhold til hverandre.

Heldigvis, siden endringen i posisjon er ganske liten i forhold til bølgelengden betyr dette ganske lite. Jeg har sjekket for gradienter i x - og z -retningen. Fig. 5 viser et eksempel i z -retningen.

Posisjonen er $x=0.45\text{m}$ og $z=0.45:0.5\text{ m}$. Selv ikke lengst vekk fra origo er det noen merkbar tidsforskyvning mellom signalene. Tar vi differansen finner vi noe som er proporsjonalt med z -komponenten av aksellerasjonen. Differansen av signalene i figur 5 er vist i figur 6.

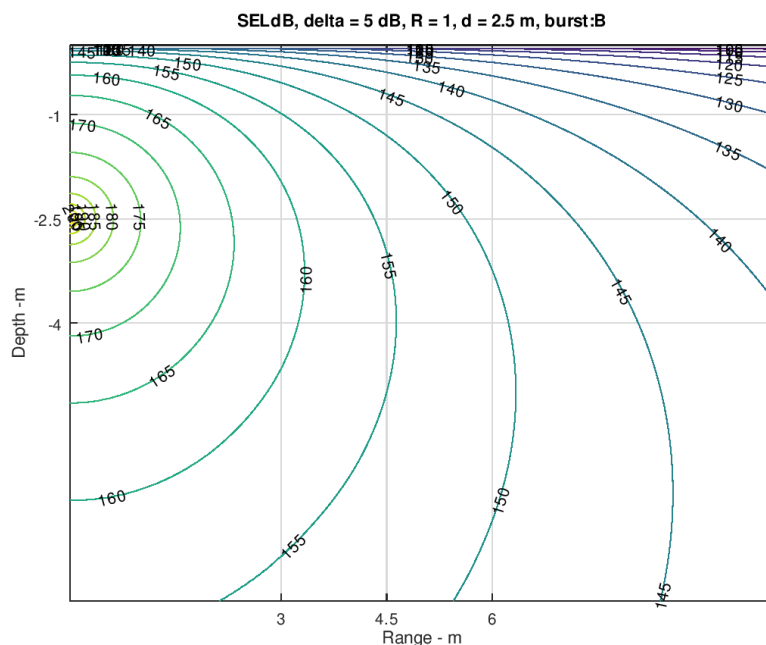
Skal man plote fordelingen av aksellerasjon i rommet trenger vi en representativ verdi, og jeg mener fremdeles at det beste vi kan bruke er rms-verdien av aksellerasjonen, som vi kan finne direkte ved å finne rms-verdien av trykket, og



Figur 6.

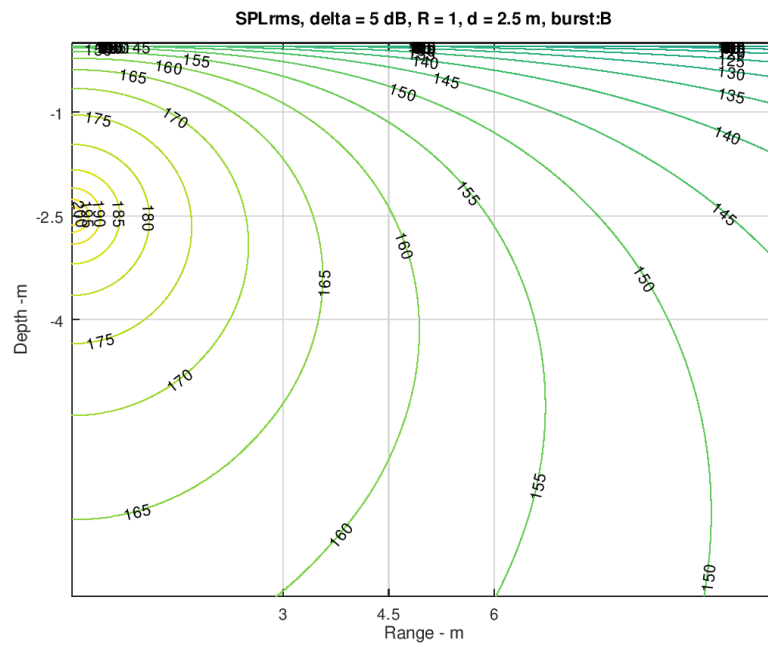
12/9

Jeg har modifisert programmet til å beregne både E_p (Sound pressure exposure) og p_{rms} , samtidig. Figur 7 viser konturplott av $10 \cdot \lg(E_p/1e-12)$. Konturer i dB re $1 \mu Pa^2 s$.



Figur 7.

Figur 8 viser tilsvarende plott av SPL, dvs. $L_{p,rms}$, som er $20 \cdot \lg(p_{rms}/1e-6)$ i dB. Som vi ser er nivåene høyere her – det er nok å vente. Jeg har også beregnet SPL fra E_p . Denne viser jeg ikke fordi den er identisk med Figur 8.



Figur 8.

Neste skritt er å beregne verdier i måleposisjonene, samt finne vertikal og horisontal aksellerasjon.