



Mätning av ljudnivåer i Rakel

Bilaga till:

Rekommendation avseende ljudnivåer i Rakel

Innehållsförteckning

1	Introduktion	3
1.1	Begrepp och akronymer	3
1.2	Grundläggande om ljudstyrka	4
1.3	Absoluta och jämförande värden	4
1.4	EBU R128	5
2	Förberedelser	6
2.1	Anslutning från Rakel till dator	6
2.2	Insignaler och röstprover.....	6
2.3	Program för ljudinspelning och analys	7
2.4	Hantering av ljudprogram.....	7
2.4.1	Inspelningseenhet	7
2.4.2	Inspelningsnivå	8
2.4.3	Projekt och filhantering	8
2.4.4	Inspelning och redigering av ljudspår.....	8
2.4.5	Uppspelning av ljudspår	10
2.4.6	Export av ljudspår	10
2.5	Hantering av analysverktyg	11
2.5.1	Aktivera insticksprogram.....	11
2.5.2	YouLean Loudness Meter	11
2.5.3	MLoudnessAnalyzer.....	13
3	Mätning	14
3.1	Inspelning av Rakel-samtal.....	14
3.1.1	Referensnivå	14
3.1.2	Testnivåer	15
3.2	Analys och åtgärder	16
4	Referenser	17

1 Introduktion

Detta dokument beskriver en metod för att mäta och jämföra ljudnivåer i Rakel. Dokumentet är bilaga till [Ljudrekommendation].

Mätutrustning som behövs är en anslutning till en dator från Rakelnätet samt ett relativt enkelt program för ljudinspelning och analys. I avsnitt 2 nedan beskrivs dessa förutsättningar och andra relevanta förberedelser.

I avsnitt 3 beskrivs mätning av ljud som sänds från Rakelutrustning. Syfte med mätningarna är att få ett konkret och objektiva mått på ljudnivån för den utrustning man mäter på. Uppmätta nivåer relateras till den rekommenderade **nominella nivån**. Det görs genom att jämföra med motsvarande mätningar för en **referensnivå**. Målet bör vara att verifiera att den egna utrustningen sänder på rekommenderad nivå, eller att identifiera anpassningar för att den skall göra det.

1.1 Begrepp och akronymer

AGC	Automatic Gain Control eller Adaptive Gain Control. Dynamiskt anpassad förstärkning som hanterar variationer i insignalens styrka och strävar mot ett givet riktvärde för utsignalens styrka
dBr	Uttrycker "relativa nivåer" i en signalväg, d v s nivåskillnader mellan olika punkter. En specifik punkt anges som nollreferenspunkt, med relativ nivå 0 dBr.
dBm	Mäter storlek ("magnitude") på effekten för en elektronisk signal. En signals "dBm värde" anger dess absoluta nivå satt i relation till referensvärdet 1 mW.
dBm0	Med tillägget "0" till dBm preciseras att "dBm0 värdet" är en signals absoluta nivå mätt i 0 dBr-referenspunkten.
dBov	För talkodare och annan signalbehandlande utrustning uttrycks ofta insignalens styrka i relation till det digitala systemets överstyrningsnivå (overload point). Maximal styrka är 0 dBov.
DWS	Dispatcher Workstation (Airbus produkt)
EBU	European Broadcasting Union
ETSI	European Telecommunication Standards Institute
ITU	International Telecommunication Union
LU	Loudness Units. Skillnader mellan olika värden uppmätta enligt standarden EBU R128 uttrycks i LU. En LU är ekvivalent med en dB.
LUFS	Loudness Unit Full Scale. Ljudstyrkor uppmätta enligt standarden EBU R128 uttrycks i LUFS. ().

1.2 Grundläggande om ljudstyrka

Akustisk ljudstyrka (eng: Loudness) är ett mått på ljudtryck. En uppmätt nivå uttrycks i relation till en referensnivå, i den logaritmiska skalan deciBel (dB). I ett ljudbehandlande system mäts analoga elektriska respektive digitala signaler. Signalstyrka uttrycks även där i dB. Jämförelser kan bara göras mellan värden som mäter samma typ av signal, och som använder samma referensnivå.

I en ljudström, som är en *icke-periodisk vågform*, kan det vara intressant att mäta dels *toppar* (eng: peak value) och framför allt *effektivvärde*. Effektivvärde är ett *kvadratisk medelvärde* (eng: Root Mean Square, RMS) över en given tidsperiod. Vid jämförelser mellan olika effektivvärden bör man beakta att valda tidsperioder är likvärdiga.

1.1 Begrepp och akronymer ovan återger de relevanta decibel-begreppen dBr, dBm, dBm0 och dBov, som definieras i [ITU-T G.100.1].

1.3 Absoluta och jämförande värden

MSB rekommendation bygger på TETRA standarden [TS 100 392-16]. Huvuddragen sammanfattas i [Ljudrekommendation]. ETSI stipulerar en *nominell nivå* för signalstyrka i ”nollreferenspunkten”: PCM-gränssnittet till terminalens talkodare.

Tillverkare av utrustning måste kunna mäta och redovisa noggranna och absoluta värden på insignal och resultat. Det ställer höga krav på metodik och relativt kostsam utrustning och. Med begränsade medel saknas förutsättningar för att mäta med sådan exakthet. Det är heller inte MSB's avsikt att det skall vara nödvändigt.

Istället för att redovisa absoluta värden föreslås att man jämför sina ljudnivåer med en referensnivå, dvs ljudnivå från utrustning som man kan bedöma följer ETSI riktlinjer. Ett par möjliga sådana referensterminaler nämns i 3.1.1 nedan.

1.4 EBU R128

[EBU R128] är en rekommendation framtagen av European Broadcasting Union. Syftet är att harmonisera ljudnivåer i mediautsändningar (TV- och Radio). Även om telefonitillämpningar som TETRA inte är i fokus för EBU R128 är ändå vissa aspekter särskilt användbara i detta sammanhang.

- EBU R128 definierar specifika måttetal:
 - Momentary Loudness* ”Momentant” effektivvärde över ett rullande tidsintervall på 0,4 sekunder
 - Short-term Loudness* Effektivvärde över ett rullande tidsintervall på 3 sekunder
 - Integrated loudness* Sammantaget effektivvärde över ett helt ljudprov, där perioder med tystnad dessutom utesluts (i radio/TV-sammanhang tillämpas det typisk för ett helt program)
- Vid mätningar tillämpas ett s.k. K-filter, som tar hänsyn till akustiska effekter i huvudet, dvs en anpassning till hur den mänskliga hörseln uppfattar ljud.
- EBU R128 är styrande för kommersiell medieproduktion och är implementerad i ett stort antal tillämpningar, som sinsemellan mäter och behandlar ljud likadant i enlighet med standarden.

Ljudstyrkor uppmätta enligt EBU R128 uttrycks i **LUFS** (Loudness Unit Full Scale). Skillnader mellan olika värden uttrycks i **LU** (Loudness Units). En LU är ekvivalent med en dB.

För mer information om EBU R128 se även referenserna [EBU TECH 3341], [ITU-R BS.1770-4] och [Loudness Explained].

2 Förberedelser

2.1 Anslutning från Rakel till dator

Alternativ 1

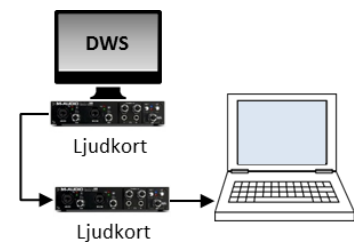
Datorns linjeingång (vanligen märkt med mikrofon- eller headsetsymbol) ansluts till ett lämpligt Rakelmobiltillbehör, avsedd för anslutning av hörsnäcka, med en utgång för en 3,5 mm kontakt.



Figur 1
3,5 mm kabel

Alternativ 2

Anslut mät datorn till en KC-applikation. Då utformningen av KC-lösningar varierar kan inga allmängiltiga instruktioner lämnas. I MSBs egna mätningar används en Airbus Dispatcher Workstation (DWS). Utgången på DWS externa ljudkort ansluts till ingången på ytterligare ett ljudkort kopplat till en dator för inspelning, redigering och analys.



Figur 2
Exempel: MSB anslutningsmetod

2.2 Insignaler och röstprover

TETRA-talkodaren är optimerad för mänskligt tal. Insignaler skall därför vara mänskliga röster. Ljud som vitt brus eller sinustoner ger missvisande resultat.

Insignaler skall vara så lika som möjligt i olika mätningar för att få bra jämförelse mellan de olika ljudnivåerna. Referens [ITU-T P.50 I] rekommenderar särskilda testfraser. Referens [ITU-T P.50 I WAV] tillhandahåller ljudfiler med inspelningar av dessa testfraser.

Som komplement kan man även använda talade röster för att simulera mer verklighetstroga användningsfall. Det kan framför allt vara relevant om utrustningen som utvärderas inte använder Automatic Gain Control (AGC).

Praktiska tips

- Spela upp ITU testfiler genom en PC-högtalare av hygglig kvalitet, med en fast volym som motsvarar normal samtalsnivå vid Rakel-anrop.
- ”Normal volym” kan estimeras efter egen bedömning¹. I dessa mätningar behövs inte sådan noggrannhet som ofta är nödvändig i standardiseringsammanhang².
- Använd olika avstånd mellan högtalare och mikrofon för att variera volymen (istället för att ändra volyminställningar).

¹ I MSBs mätningar bedömdes detta med en ljudmätar-app på en smartphone. Håll mobilen framför högtalaren, spela upp ett röstprov och justera volymen till ett medelvärde kring ca 80-85 dB.

² [TS 100 392-16] hänvisar till standardiserade tester, där exakta nivåer på testsignaler specificeras.

- Spela upp valda fraser efter varandra utan uppehåll emellan till en inspelning (ett PTT).
- MSB har förberett en [ljudfil] med fyra fraser, två kvinnliga och två manliga röster (det är inte nödvändigt att använda alla 16 ITU testfiler).
- Vid inspelning av ”verklig röst” bör man också sträva efter likvärdiga insignaler i olika inspelningar. Upprepa en bestämd fras (någon av ITU fraserna, eller någon annan text). Använd så lika talvolym och handhavande som möjligt.

2.3 Program för ljudinspelning och analys

Det finns ett stort utbud av ljudprogram. För dessa mätningar behövs endast grundläggande funktioner för ljudinspelning, redigering och analys. MSB har använt det kostnadsfria programmet *Audacity*® för inspelning och insticksprogrammet *YouLean Loudness Meter* (också kostnadsfritt) för analys. Även analysverktyget *MLoudnessAnalyzer* har använts vid behov. Verktygen *YouLean Loudness Meter* och *MLoudnessAnalyzer* bygger på EBU R128.

Exempel och metod i detta dokument beskrivs utifrån dessa program.

Ladda ned programmen från nedan länkar:

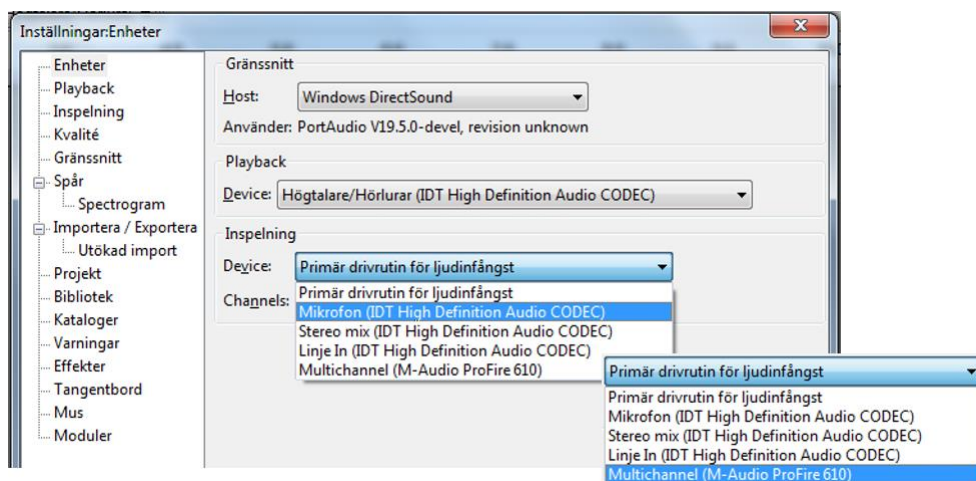
Audacity www.audacityteam.org
Youlean Loudness Meter youlean.co/youlean-loudness-meter
MLoudnessAnalyzer www.meldaproduct.com/MLoudnessAnalyzer

2.4 Hantering av ljudprogram

I det följande beskrivs hantering av ljudprogrammet *Audacity*.

2.4.1 Inspelningsenhet

I *Audacity* specificeras enhet för inspelning i menyval **Redigering > Inställningar** (snabbval **Ctrl+P**) i inställningar för **Enheter**. För anslutningsalternativ 1 (enligt avsnitt 2.1 ovan) anges ”Mikrofon”. Vid alternativ 2 anges aktuellt ljudkort (i exemplet från MSB används ett M-Audio ljudkort).



Figur 3 Enhetsinställningar i Audacity - Exempel inspelningsenhet

2.4.2 Inspelningsnivå

Vid anslutningsalternativ 1 är det viktigt att anpassa inspelningsnivån. Tillbehören är avsedda att driva en hörlurshögtalare, så signalstyrkan är starkare än det datorns ingång är gjord för, dvs för en mikrofon. Om normal inspelningsnivå används resulterar det i överstyrda inspelningar som inte kan användas för jämförelser.

I en Windows dator justeras inspelningsnivån i **Kontrollpanelen > Maskinvara och ljud > Ljud > Hantera ljudenheter**. I fliken **Inspelning** väljs tillämplig enhet, och under **Nivåer** kan signalen dämpas till en nivå som ger en inspelning som inte är överstyrd. Man kan behöva prova några olika inställningar, sannolikt behöver den ställas nära botten.

Vid anslutningsalternativ 2 bör normal ursprungsinställning på datorn kunna användas. Tillämpliga kontroller på den/de ljudkort som används kan behöva ställas in för att ge inspelningar med lämpliga nivåer för jämförelsesyften.

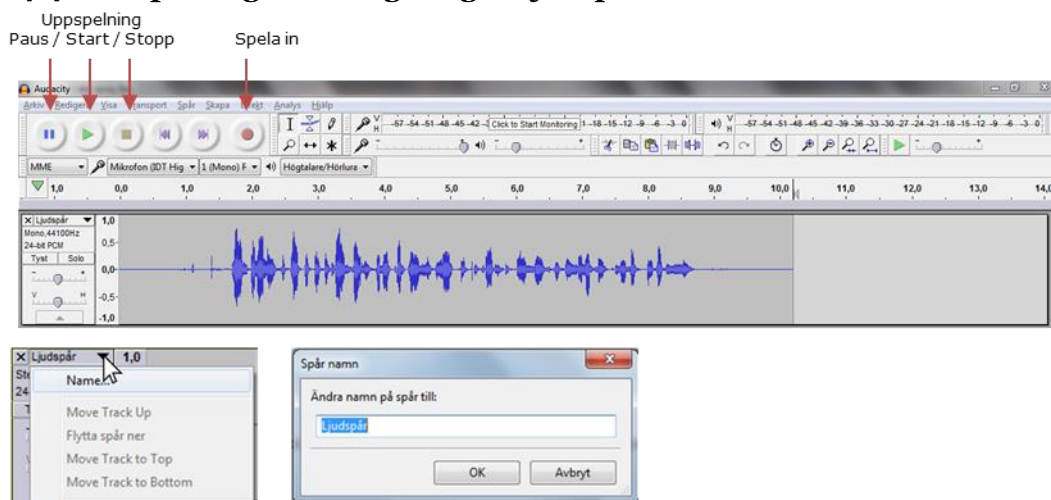
2.4.3 Projekt och filhantering

I *Audacity* arbetar man med en uppsättning ljudspår i ”projekt”. Inspelningar som hör ihop samlas lämpligen i ett sådant projekt. Projekt sparas (**Arkiv > Spara projekt som...**) som en *Audacity* projektfil med filändelse .aup samt en datafolder med samma namn, med tillägget _data. Dessa skall ligga tillsammans i samma dokumentmapp.

Namn	Senast ändrad	Typ
Ljudmätning_data	2017-12-13 12:26	Filmapp
Ljudmätning	2017-12-13 12:26	Audacity Project File

Figur 4 Exempel: Audacity projektfil och tillhörande datafolder

2.4.4 Inspelning och redigering av ljudspår



Figur 5 Exempel: Kontrollknappar och inspelning i Audacity

Varje inspelning skapar ett nytt ljudspår. Inspelningar namnges lämpligen för särskilja dem från varandra.

Redigeringstips

Senaste åtgärd kan alltid ångras (**Ctrl+Z** eller **Redigera > Ångra...**).

Delar av ett ljudspår kan redigeras bort (till exempel långa stycken med tystnad) genom att markera den oönskade delen och använda Delete-tangenten.

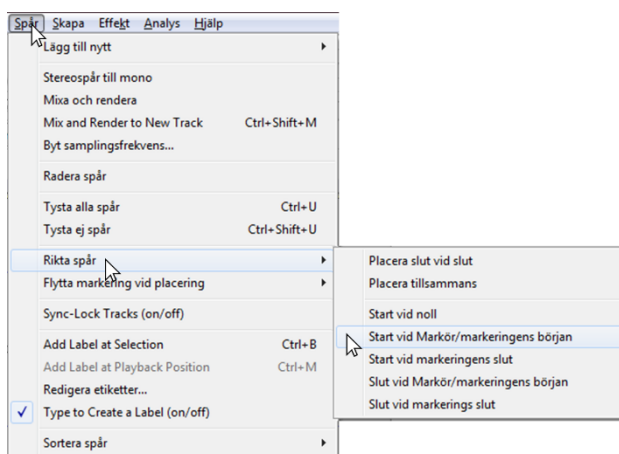
Startpunkt kan flyttas med

Spår > Rikta spår.

Användbara alternativ är

Start vid noll och **Start vid**

Markör/markeringens början.

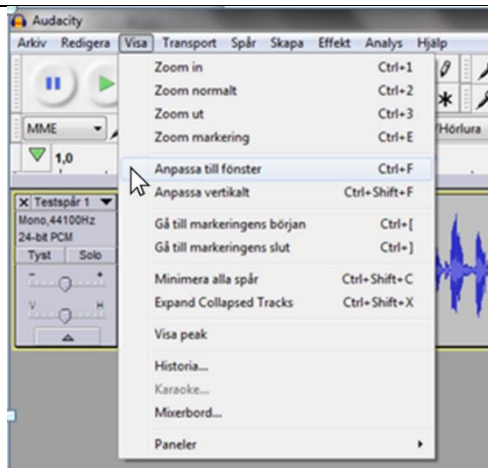


Figur 6 Exempel meny Spår > Rikta spår

Praktiska funktioner under meny **Visa**:

Anpassa till fönster - zoomar ut horisontellt så att alla spår visas från start till slut i fönstret

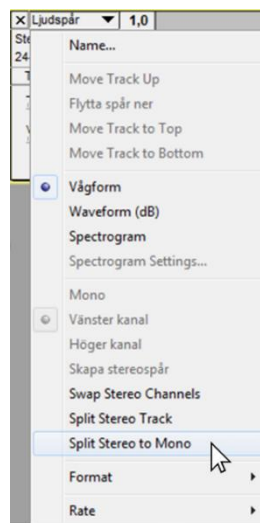
Anpassa vertikalt - ändrar höjd på spår så att alla (eller så många som möjligt) syns samtidigt i fönstret. Notera att minskad höjd på ett spår medför att viss information i spårhuvudet döljs.



Figur 7 Exempel meny Visa

Om inspelningen skett i stereo kan den göras om till två mono-spår, och det ena spåret tas bort. Det förbättrar överblicken i Audacity projektet.

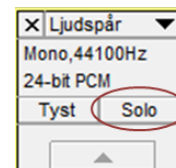
(Det finns ingen anledning att ha inspelningar av Rakel-anrop i stereo)



Figur 8 Exempel split Stereo to Mono

2.4.5 Uppspelning av ljudspår

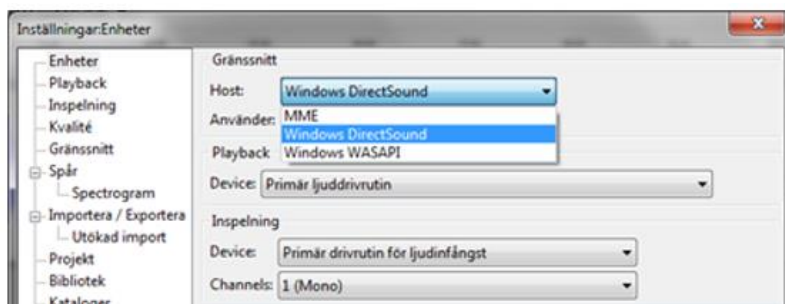
I Audacity spelas alla aktiva spår samtidigt. Funktionen **Solo** används för att isolera ett spår för uppspelning. Om funktionen inte är synlig behöver höjden på spåret ökas tills den dyker upp.



Figur 9 "Solo" funktion

Om inget ljud hörs vid uppspelning kan uppspelningsenhet och/eller audio API behöva ändras (menyval **Redigering > Inställningar** eller **Ctrl+P**, inställningar för **Enheter**).

Uppspelningsenhet väljs i **Playback Device**. Audio API väljs i **Host**.



Figur 10 Exempel - Ange audio API

2.4.6 Export av ljudspår

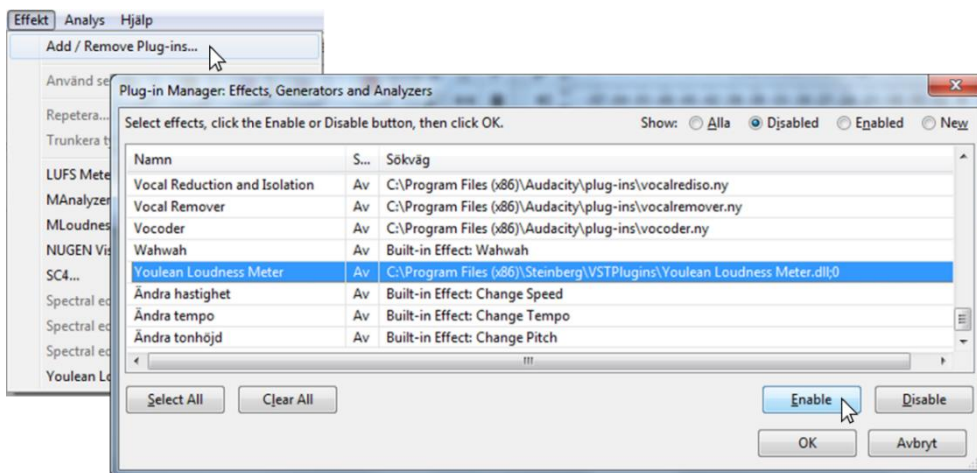
Inspelade ljudprover kan exporteras till externt ljudformat, vanligen MP3 eller WAV filer. Detta kan vara användbart för att kunna lyssna på en inspelning på en dator där Audacity-applikationen inte är installerad. Sådan export görs med menyval **Arkiv > Export Audio** eller **Ctrl+Shift+E**.

2.5 Hantering av analysverktyg

Analysverktygen *YouLean Loudness Meter* och *MLoudnessAnalyzer* används för att undersöka ljudnivån (loudness) av inspelade ljudspår.

2.5.1 Aktivera insticksprogram

Verktygen är insticksprogram³ som integreras med *Audacity* när de installeras på datorn. De behöver först aktiveras, vilket utförs i Audacity med menyval **Effekt > Add / Remove Plug-ins...**



Figur 11 Exempel - aktivera insticksprogram

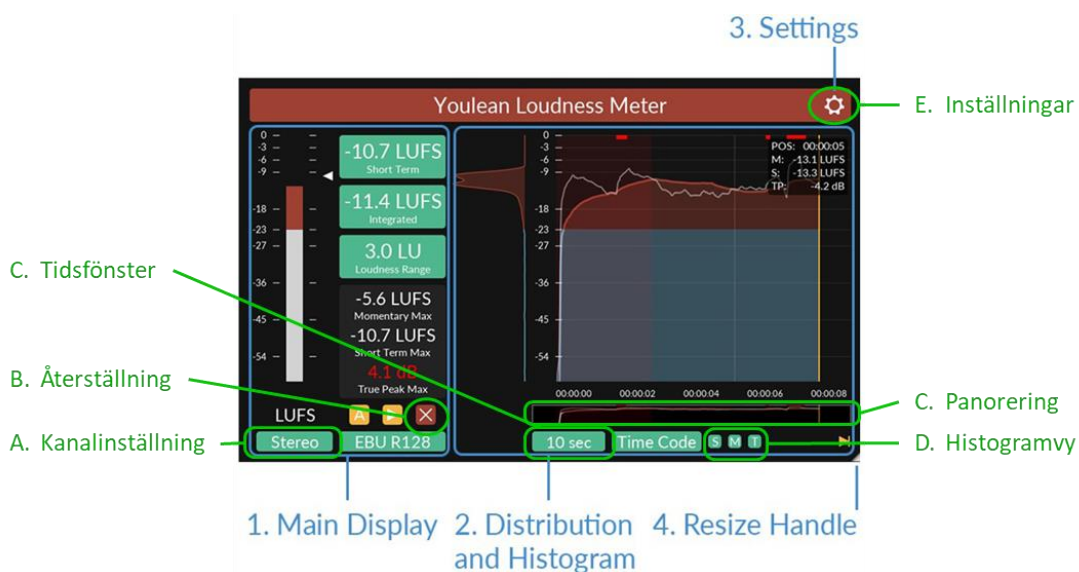
Efter aktivering är analysverktygen tillgängliga i meny **Effekt** (inte i meny **Analys**, vilket skulle kunna tyckas vara logiskt). Endast ett av verktygen *YouLean Loudness Meter* och *MLoudnessAnalyzer* kan vara igång i taget, och bara i ett *Audacity* projekt åt gången.

2.5.2 YouLean Loudness Meter

Referens [Youlean Manual] redogör för funktionerna i verktyget *YouLean Loudness Meter*. I det följande lämnas några kompletterande kommentarer till manualen.

Ett ljudspår mäts genom att markera aktuellt spår (ställ markören i början av spåret) och starta uppspelning. Alternativt, för att studera ett avgänsat avsnitt av ett spår, markera avsnittet och starta uppspelning. Mätresultatet visas i verktygsfönstret enligt bild nedan, hämtad från verktygsmanualen.

³ Verktögen är av typen **Virtual Studio Technology (VST)** plugin. VST är ett gränssnitt för integrera tilläggfunktionalitet från tredjepart i ljudprogram som stödjer denna branschstandard. Många VST plugin-program fungerar bara på Windows.



Figur 12 Illustration från manual för verktyget Youlean Loudness Meter. Områden markerade med grönt kommentaras specifikt i detta dokument

A. Kanalinställning

Inspelningar av röstprover behöver inte vara stereo, kanalinställningen *Mono* kan användas. Inställning *Stereo* fungerar också. Var dock medveten om att mätvärden kan bli olika. Absoluta värden är inte avgörande för analysen, men relationen mellan olika värden är det. Vid jämförelser mellan olika ljudprover måste därför samma inställning användas.

B. Återställning

Mellan mätningar nollställs verktyget med återställningsfunktionen **X**. Utan nollställning kommer nästa mätning läggas till på föregående.

C. Tidsfönster

Tidsfönster är storlek (längd) på det som visas i histogrammet. Initialt är det satt till 10 sekunder. Om ett ljudprov är längre så kan tidsfönstret utökas för att omfatta hela provet. Tidsfönstret ökas genom att hålla nere musknappen och samtidigt föra musen uppåt (nedåt för att minska).

D. Panorering

Med panoreringsfönstret väljs vilken del av ljudprovet som skall visas i histogrammet (när hela inte ryms).

E. Histogramvvy

S, **M** och **T** visar (grönt) eller döljer (rött) värden för *Short-term loudness*, *Momentary loudness* och *True Peak* i histogrammet.

F. Inställningar

Split delar grafen visuellt med olika färg över och under det satta split-värdet. Initialt är det satt till -23 LUFS, som är EBU R128 riktvärde för genomsnittlig ljudstyrka vid medieutsändningar. Detta riktvärde har inte samma betydelse för ljudnivåer i Rakel.

Offset används för att förskjuta grafen uppåt eller nedåt.

Range anger styrkeomfånget för histogram-grafen. Ett stort omfång behövs för att analysera ljud med mycket dynamik, dvs stora skillnader mellan svaga och starka delar. Vid analys av tal i Rakel kan Range ofta minskas (till exempel ca 40 dB).

True Peak anger vid vilket gränsvärde verktyget skall markera toppvärden. Relevant vid musikproduktion men inte lika viktigt för analys av ljudnivåer i Rakel.

Relative Scale anger om skalan i analysfönstret visar absoluta värden (av) eller relativa värden (på). Absoluta värden anges i LUFS. Relativa värden anges i LU i relation till -23 LUFS, dvs riktvärdet för EBU R128.



Figur 13 Inställningsmeny

2.5.3 MLoudnessAnalyzer

MLoudnessAnalyzer är ett kompletterande verktyg vid behov. ovan beskrivna *Youlean Loudness Meter* är i regel tillräcklig för att utföra nödvändiga analyser och jämförelser, där det är mest intressant att studera *Momentary Loudness* och, framför allt, *Short-term Loudness*. Det kan vara intressant att även titta på *Integrated Loudness*, dvs medelvärde över ett helt ljudprov. Detta också skall gå att utläsa i *Youlean Loudness Meter*, men ibland uteblir dock detta värde från mätningarna (orsak ej utredd). *MLoudnessAnalyzer* kan då användas för det syftet.

Mätningar utförs på samma sätt som ovan, genom att markera aktuellt spår eller avsnitt av ett spår och starta uppspelning.



Figur 14 Exempel - MLoudnessAnalyzer

Mätvärdet för *Integrated Loudness* pekas ut i bilden ovan. Var medveten om att värdet visas i relativ skala, dvs i relation till riktvärdet -23 LUFS. *MLoudnessAnalyzer* visar övriga värden på ett mindre tillgängligt vis än *Youlean Loudness Meter*. Notera att man även i detta verktyg nollställer mellan mätningar.

3 Mätning

3.1 Inspelning av Rakel-samtal

Varje inspelning av ett röstprov görs i stegen:

- 1) Starta inspelning i *Audacity*
- 2) Starta anrop (PTT)
- 3) Spela upp eller läs upp röstprov
- 4) Stoppa inspelning
- 5) Namnge det inspelade spåret och utför eventuell efter-bearbetning

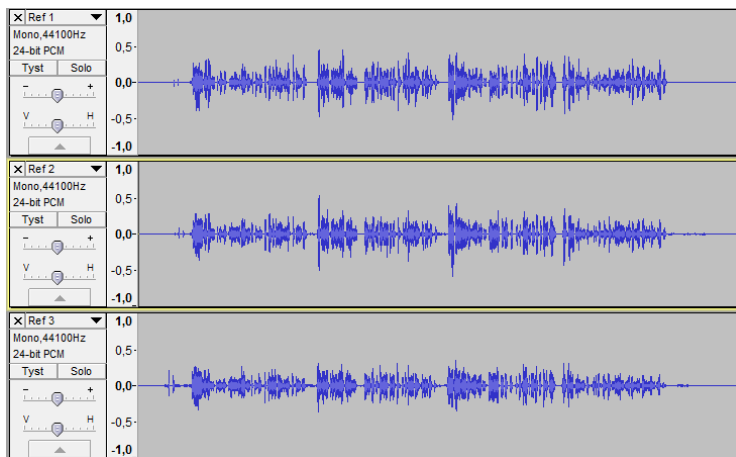
3.1.1 Referensnivå

Som utgångspunkt för jämförelser behövs inspelningar från utrustning som håller rekommendationens nominella nivå. MSB har verifierat ljudnivåer med bland annat terminalerna Sepura STP9000 och Motorola MTP3500.

Det kan i princip räcka med en inspelning med en referensterminal, utförd med normal talvolym och avstånd till mikrofon enligt leverantörens rekommendationer. För att få ett något bredare underlag föreslås en mätserie med några olika representativa avstånd till mikrofon (exempelvis 5–15–25 cm).

Som nämns i ovan avsnitt 2.2 föreslås att förinspelade röster används. Jämförelser underlättas om samma röstprover används vid samtliga inspelningar. Komplettera eventuellt med inspelning av verklig röst.

I exemplet nedan ses 3 olika inspelningar med en referensterminal. Samma ljudström, bestående av fyra olika röstprover, uppspelade på 3 olika avstånd mellan högtalare och mikrofon. De ser väsentligen lika ut, vilket är en väntad effekt av terminalens AGC funktion.

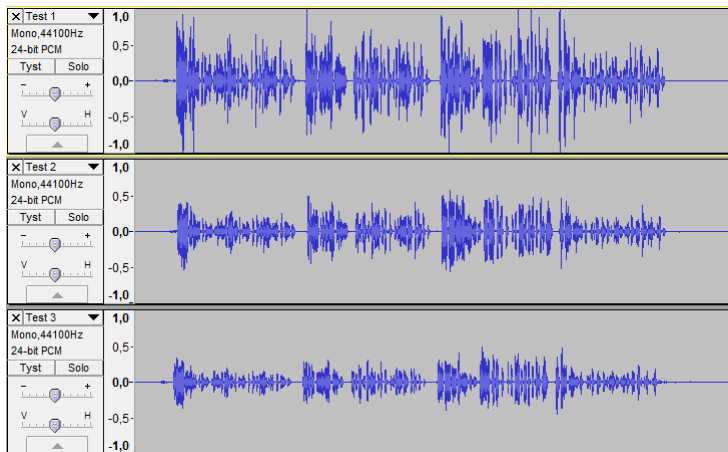


Figur 15 Exempel på inspelningsserie för referensterminal i Audacity

3.1.2 Testnivåer

Med den utrustning som ska utvärderas, använd samma insignal som för referensmätningarna och motsvarande avstånd från mikrofon. Upprepa för varje aktuell konfiguration, dvs med eventuella tillbehör (ofta monofon). Anpassa avstånden efter hur mikrofonerna är avsedda användas (exempelvis 5–15–25 cm för en Rakelmobil men 2–5–10 cm för headset till KC).

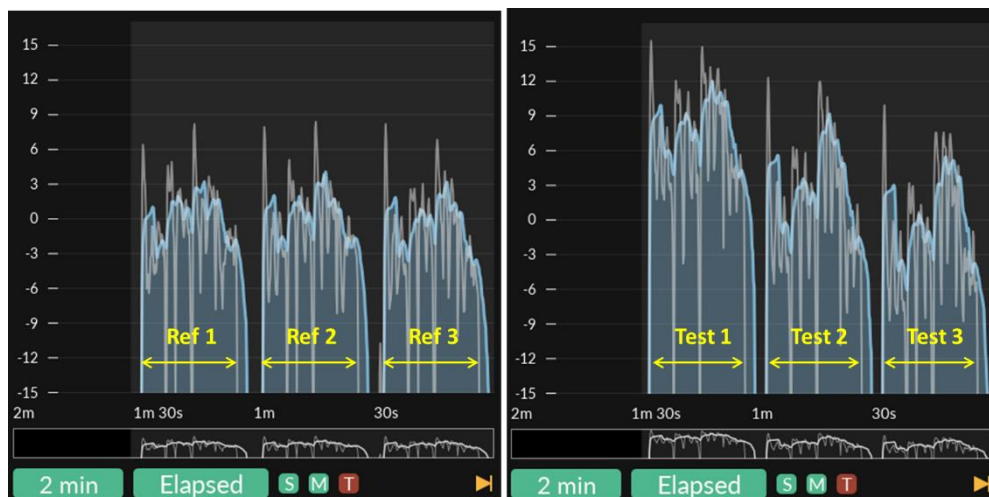
Exemplet nedan visar inspelningar med en terminal utan AGC. Samma ljudström och samma avstånd som i exemplet ovan för referensterminalen.



Figur 16 Exempel på inspelningsserie för testnivåer i Audacity

3.2 Analys och åtgärder

De inspelade ljudproverna mäts med *YouLean Loudness Meter* enligt avsnitt 2.5.2, eventuellt kompletterat med *MLoudnessAnalyzer* enligt 2.5.3.



Figur 17 Loudnessmätningar av referens- och testinspelningar, exempel

Av mätningarna kan man studera specifika värden och profil på histogram-graferna och jämföra de olika inspelningarna. Exemplet ovan visas med relativ skala, med nollreferens -23 LUFS (se avsnitten 1.4 och 2.5.2).

- För referensterminalen visar mätningarna
 - Ljudnivåerna är likvärdiga för de olika avstånden. Detta är väntat då referensterminalen har AGC funktion.
 - Short-term loudness (ljusblå kurva) har ett maxvärde på ca 3 LU (= 3dB) över EBU R128 nollreferens.
 - Integrated loudness är ca 0-1 LU (=0-1 dB) över nollreferensen (detta framgår inte av Figur 17, men ges mätning av samma ljudprov med *MLoudnessAnalyzer*)
- För testinspelningarna visar mätningarna
 - Ljudnivåerna varierar för de olika avstånden. Man kan också se att skillnaderna är större inom ett röstprov. Det är väntat, då terminalen saknar AGC.
 - Maxvärden för short-term loudness är, relativt nollreferensen:
 - ca +12 LU/dB vid avstånd 1
 - ca +9 LU/dB vid avstånd 2
 - ca +5 LU/dB vid avstånd 3
 - Integrated loudness är, relativt nollreferensen:
 - ca +9 LU/dB vid avstånd 1
 - ca +5 LU/dB vid avstånd 2
 - ca +2 LU/dB vid avstånd 3

- Slutsatser som kan dras från exempelmätningarna:
 - Testinspelningarna ligger högt i förhållande till referensterminalen.
 - Ljudnivån bör sänkas (dämpas). Hur stor dämpningen bör vara beror på hur terminalen brukar/är tänkt att användas. Om avstånd 2 är ett typiskt avstånd ligger nivån ca 5-6 dB för högt.
 - Eftersom AGC saknas bör användare göras medvetna om hur deras handhavande påverkar ljudnivån.

4 Referenser

[Ljudrekommendation]	MSB rekommendation avseende ljudnivåer i Rakel
[Ljudfiler]	www.msb.se/rakel/ljudniva
[TS 100 392-16]	EUROPEAN TELECOMMUNICATIONS STANDARDS INSTITUTE; Terrestrial Trunked Radio (TETRA); Voice plus Data (V+D); Part 16: Network Performance Metrics. Technical Specification, v1.2.1, September 2006
[ITU-T G.100.1]	INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION; SERIES G: TRANSMISSION SYSTEMS AND MEDIA, DIGITAL SYSTEMS AND NETWORKS; International telephone connections and circuits – Transmission planning and the E-model; The use of the decibel and of relative levels in speechband telecommunications; 06/2015
[ITU-T P.50 I]	INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION; SERIES P: TELEPHONE TRANSMISSION QUALITY, TELEPHONE INSTALLATIONS, LOCAL LINE NETWORKS; Objective measuring apparatus; Artificial voices; Appendix I: Test signals"; 02/98; www.itu.int/rec/T-REC-P.50/en Svenska fraser på sid 46-47
[ITU-T P.50 I WAV]	handle.itu.int/11.1002/2000/4412 ; Ljudfiler med inspelningar av testfraser definierade i ovan [ITU-T P.50 I]; filen SWEDISH.zip innehåller samtliga svenska testfraser, inspelade med olika mans- och kvinnoröster.
[EBU R128]	EUROPEAN BROADCASTING UNION; EBU Recommendation: Loudness Normalisation And Permitted Maximum Level Of Audio Signals; June 2014
[EBU TECH 3341]	EUROPEAN BROADCASTING UNION; Loudness Metering: 'Ebu Mode' Metering To Supplement EBU R128 Loudness Normalization"; VERSION 3.0; January 2016

[ITU-R BS.1770-4]	INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION- RADIOCOMMUNICATION SECTOR; BS Series Broadcasting service (sound): Algorithms to measure audio programme loudness and true-peak audio level; 10/2015
[Loudness Explained]	http://www.tcelectronic.com/loudness/loudness-explained/
[Youlean Manual]	https://youlean.co/wp-content/uploads/2017/09/Youlean-Loudness-Meter-Manual.pdf