

Rapport

Rangeringsprosjekt bildekk/veidekker- støymålinger

Forfattere

Truls Berge

Frode Haukland



SINTEF IKTPostadresse:
Postboks 4760 Sluppen
7465 TrondheimSentralbord: 73593000
Telefaks: 73592730postmottak.ikt@sintef.no
www.sintef.no
Foretaksregister:
NO 948 007 029 MVA

Rapport

Rangeringsprosjekt bildekk/veidekker- støymålinger

EMNEORD:
Akustikk
Støy
Bildekk
Målinger**VERSJON**
01**DATO**
2012-03-05**FORFATTERE**
Truls Berge
Frode Hauklønd**OPPDRAGSGIVER(E)**
Klima- og forurensningsdirektoratet**OPPDRAGSGIVERS REF.**
Svein Klausen**PROSJEKTNR**
90E379**ANTALL SIDER OG VEDLEGG:**
26 + vedlegg**SAMMENDRAG**

Det er foretatt støymålinger (dekk/veibanestøy) av i alt 10 sommerdekk for personbil. Dekkene er målt med CPX-tilhenger på i alt 21 standard, norske veidekker i Region Midt og Region Øst. Veidekkene omfatter både eldre og nylagte (ikke eksponert for vinterforhold). De omfatter veidekker med maksimal steinstørrelse fra 6 til 16 mm. Flest dekker er det med 8 og 11 mm.

For alle bildekkene foreligger det målerverdier fra ISO-dekket i Kloosterzande i Nederland.

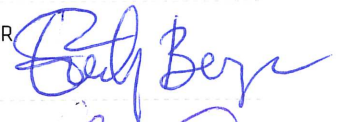
Det er foretatt en lineær regresjonsanalyse for å se om den støymessige rangeringen på de norske veiene skiller seg ut fra rangeringen på ISO-dekket. Analysen viser at det er ingen statistisk signifikant sammenheng mellom støynivå på ISO-dekket og på norske, vanlige veidekker. Denne konklusjonen påvirkes imidlertid av det dekkutvalget som ble benyttet, og det at målingene på ISO-dekket ble gjort i 2009.

Norsk, grove veidekker skiller støymessig vesentlig mindre mellom bildekk, enn et relativt jevnt ISO-dekke.

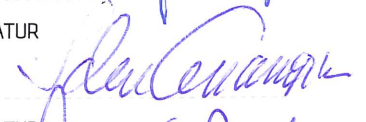
En kombinasjon av et støymessig gunstig bildekk og veidekke ga en reduksjon i rullestøy på mer enn 5 dB(A) i forhold til en ugunstig kombinasjon.

UTARBEIDET AV
Truls Berge

SIGNATUR

**KONTROLLERT AV**
Idar N. Granøien

SIGNATUR

**GODKJENT AV**
Odd Kr. Ø. Pettersen

SIGNATUR

**RAPPORTNR**
SINTEF A22456**ISBN**
978-82-14-05283-1**GRADERING**
Åpen**GRADERING DENNE SIDE**
Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
01	2012-03-05	

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	5
2	Måleopplegg	5
	2.1 Bildekk.....	6
	2.2 Veidekker.....	8
3	Måleresultater	9
	3.1 Temperaturkorreksjon.....	9
	3.2 Region Midt.....	10
	3.3 Region Øst.....	11
4	Analyse	13
	4.1 Regresjonsanalyse.....	13
	4.2 Ab6/Ska6-dekker.....	17
	4.3 Ab8/Ska8-dekker.....	18
	4.4 Ab11/Ska11-dekker.....	19
	4.5 Ab16/Ska16-dekker.....	20
	4.6 Nylagte veidekker.....	21
	4.7 E39, Batnfjordsøra.....	22
	4.8 E18, Mastemyr.....	22
5	Konklusjoner	24
6	Referanser	26

BILAG/VEDLEGG

Vedlegg 1: Bildekk
Vedlegg 2: Veidekker
Vedlegg 3: Regresjonsanalyse

Forord

Prosjektleder ved SINTEF har vært forsker Truls Berge. I tillegg har ing. Frode Haukland medvirket ved gjennomføring av målinger og analyse. Ing. Tim Cato Netland, NTNU, har også bistått ved målinger på veidekker i Trøndelag.

Kontaktperson hos oppdragsgiver har vært seniorrådgiver Svein Klausen.

CPX-tilhengeren m/måleutstyr har velvilligst vært stilt til disposisjon av Statens vegvesen, Vegdirektoratet, TEK-T.

1 Innledning

Regjeringen i Norge har som mål å redusere støyplagen i Norge med 10 % innen 2020, i forhold til 1999. I tillegg skal antall personer utsatt for innendørs støynivå over 38 dB(A) reduseres med 30 % i forhold til 2005.

Et virkemiddel til å oppnå dette målet, kan være å redusere kilde-generert støy fra bildekk/veidekker. I den sammenhengen har Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) initiert et prosjekt der et utvalg bildekk er målt på veidekker i Norge.

Målsettingen med prosjektet har vært å øke kunnskapen om i hvilken grad støynivå for bildekk, målt på et ISO-dekke (brukes ved typegodkjenning av støy fra bildekk) rangeres på lik linje med støynivåene på vanlige, norske veidekker.

I grunnlaget for fastsettelsen av EUs nye støygrenser for bildekk, og for støymerkingen av dekkene, er det referert til undersøkelser som samlet sett viser en tilstrekkelig grad av samvariasjon mellom "ISO-nivåer" og støynivå på vanlige veidekker.

Norske myndigheter har imidlertid et behov for å få et bedre datagrunnlag for å avklare om denne konklusjonen også gjelder for norske veidekker – eller for enkelte typer av veidekker, som også er egnet for norske forhold.

Parallelt med dette prosjektet, er det startet opp nordisk prosjekt, NordTyre, der Statens vegvesen, Vegdirektoratet er norsk deltaker og medfinansierer, sammen med Klif. Første del av prosjektet er utarbeidelse av en statusrapport der sammenhengen mellom typiske nordiske veidekkers egenskaper og bildekkets støyegenskaper vil bli dokumentert. SINTEF har fått oppdraget med å utarbeide denne rapporten og måleresultatene i denne rapporten vil også øke datatilfanget for NordTyre.

2 Måleopplegg

Målingene er gjennomført med CPX-tilhengeren, til Statens vegvesen, se figur 2.1.



Figur 2.1 CPX-tilhenger, Statens vegvesen

Denne tilhengeren muliggjør parallelle målinger med to ulike bildekk (av tilnærmet samme dimensjon), montert på hver side av tilhengeren.

Målingene er gjennomført høsten 2011, under gunstige værforhold, tørre veier og med lufttemperaturer i området +6 + 22 °C.

Det er målt ved 80 km/t, med unntak av E39, Batnfjordsøra, der det pga. hastighetsbegrensninger, bare er målt ved 50 km/t.

2.1 Bildekk

Bildeckkene omfatter bare sommerdekk for personbiler. Appendiks A.1 viser bilder av alle bildeckkene.

Bildeckkene er valgt ut på grunnlag av måledata fra ISO-dekket på testbanen i Kloosterzande, Nederland [Berge, Haukland, Storeheier, 2011].

Bildeckkene dekker en spredning i målte ISO-nivåer (ikke avrundede typegodkjenningsverdier) på ca. 5 dB(A) (se tabell 2.2). Det vil si at dekkpopulasjonen omfatter dekk en kan angi som støysvake, og dekk som kan angis med et relativt høyt støynivå på ISO-dekke.

I tillegg til de 8 "ordinære" bildeckkene, ble også to SRTT-dekk (Uniroyal Tigerpaw) inkludert i målingene. Disse to bildeckkene er valgt som referansedekk i CPX-standard (ISO/WD 11819-2), som anvendes til å karakterisere veidekkets betydning for trafikkstøy. Begge SRTT-dekkene er også benyttet ved målingene på Kloosterzande. Ved å inkludere disse bildeckkene, muliggjør dette en sammenligning av resultater med andre måleprogram, som for eksempel Vegdirektoratets etatsprosjekt "Miljøvennlige vegdekker" [Berge, Haukland, Ustad, 2009].

Dekkenes gummihardhet har betydning for rullestøyen. I snitt er det påvist en økning på ca. 0,1 dB(A) pr enhet Shore A i SILENCE-prosjektet [Sandberg, Glaeser, 2008]. Ved målingene i Kloosterzande ble det målt hardhet på alle bildeckkene. Tilsvarende er det gjort nye målinger av hardhet på de bildeckkene som er anvendt i dette prosjektet.

Tabell 2.1 gir en oversikt over alle bildeckkene, dimensjoner, laste- og hastighetsindeks, samt produksjonsuke/år (DOT-kode).

Tabell 2.1 Oversikt over dekk og tekniske data

Dekk Nr.	Dekk	Dimensjon	Last/Hast. index	Prod. Uke/År
1	Toyo 330	185/65 R15	88 T	4705
2	Michelin Energy Saver	205/65 R15	94 T	1508
3	Conti Premium Contact 2	195/65 R15	91 V	0307
4	Conti EcoContact 3	195/65 R15	91 T	0706
5	Nokian Hakka H	205/55 R16	94 H	3407
6	Michelin Pilot Primacy HP	215/55 R16	93 H	0206
7	Pirelli P7	205/65 R15	94 V	0707
8	Yokohama AVS dBV500	185/65 R15	92 H	1604
9	Uniroyal Tigerpaw SRTT	225/60 R16	97 S	4206
10	Uniroyal Tigerpaw SRTT	225/60 R16	97 S	4206

I tabell 2.2 er alle måleresultatene fra ISO-dekket i Kloosterzande angitt (alle målinger ved 80 km/t). Det er benyttet samme CPX-tilhenger/måleutstyr ved Kloosterzande og ved målingene dokumentert i denne rapporten. I tillegg er målt hardhet vist for 2009 og 2011.

For de fleste av dekkene er det viss økning i hardhet, i størrelsesorden 1-2 enheter. Det er imidlertid grunn til å legge merke til at begge SRTT-dekkene har hatt en betydelig økning, 4-5 enheter. Dette kan i snitt gi opptil 0,5 dB økning i støynivå. Disse dekkene er nå også ca. 5 år gamle og må ansees som for gamle/harde til fortsatt bruk til "standard" CPX-målinger. Det er også grunn til å legge merke til at det mest støysvake bildekket på alle veidekkene på testbanen i Kloosterzande, Yokohama AVS dB V500, nå har en hardhet på 75 Shore A, mens ett av de dekkene fra Kloosterzande, Pirelli P7, nå har en Shore A verdi som ligger ca. 10 enheter lavere enn Yokohama-dekket.

Tabell 2.2 Målt nivå på ISO-dekke ved 80 km/t (i 2009), samt hardhetsmålinger i 2009 og 2011

Dekk Nr.	Dekk	Dimensjon	Målt nivå, ISO, dB(A)	Målt hardhet – Shore A	
				2009	2011
1	Toyo 330	185/65 R15	94,9	70	72
2	Michelin Energy Saver	205/65 R15	96,1	70	70
3	Conti Premium Contact 2	195/65 R15	93,6	70	72
4	Conti EcoContact 3	195/65 R15	93,2	71	72
5	Nokian Hakka H	205/55 R16	92,5	69	72
6	Michelin Pilot Primacy HP	215/55 R16	92,7	68	70
7	Pirelli P7	205/65 R15	96,0	64	65
8	Yokohama AVS dBV500	185/65 R15	91,3	73	75
9	Uniroyal Tigerpaw SRTT(H)	225/60 R16	93,9	65	70
10	Uniroyal Tigerpaw SRTT(V)	225/60 R16	96,4	66	70

2.2 Veidekker

Veidekkene som ble valgt ut til prosjektet omfatter bare ordinære veidekker, i to regioner; Midt og Øst.

I utgangspunktet ønsket man å inkludere så mange dekker med 6 mm maksimal steinstørrelse som mulig, da målingene på Kloosterzande har vist at den støymessige korrelasjonen (og rangeringen) var best mellom ISO-dekket og andre dekker med 4-6 mm maksimal steinstørrelse [Berge, Haukland, Storeheier, 2011]. Imidlertid er et begrenset med veidekker av denne typen på ordinære veier i Norge, så antallet inkludert i dette prosjektet ble 2 stk. med 6 mm. Ut over denne typen, er det inkludert veidekker med fra 8 til 16 mm, både nylagte Ab-dekker, og eldre (både ab- og ska-dekker).

Tabell 2.3 og 2.4 gir en oversikt over alle veidekkene i Region Midt (Nord- og Sør-Trøndelag, Møre- og Romsdal) og Region Øst (Buskerud, Oslo og Hedmark), som inngikk i måleprosjektet. Det er ikke målt over hele strekningene, men minimum i 200 meters lengde. I alt er det målt på 21 ulike veistrekninger.

Tabell 2.3 Oversikt over veidekker i Region Midt

Dekke Nr.	Fylke	Sted	Veinr.	Hp /Felt	km	Lengde, m	Masse-type	Leggeår
1	N-T	Snåsa	E6	19, Felt 1/2	14.665-15.132	467	Ab8	2009
2	N-T	Snåsa	E6	19, Felt 1/2	19.512-21.205	1692	Ab11	2010
3	N-T	Hjellebotn	Fv17	3, Felt 1/2	0 - 8.470	8470	Ab8	2011
4	S-T	Rissa	Fv718	1, Felt 1/2	0 - 2.778	2778	Ab8	2011
5	S-T	Klett	E39	1, Felt 2	0.5 - 1.2	700	Ab11	2011
6	M. og R.	Batnfj.øra	E39	26, Felt 1/2	1.159-6.247	5088	Agb8	2010
7	M. og R.	Batnfj.øra	E39	25/26, Felt 1/2	9.232-1.159	1927	Ab11	2011

Tabell 2.4 Oversikt over veidekker i Region Øst

Dekke Nr.	Fylke	Sted	Veinr.	Hp /Felt	km	Lengde, m	Masse-type	Leggeår
8	Buskerud	Hønefoss	E16	6, Felt 1	1.512-2.066	554	Ab11	2005
9	Buskerud	Hønefoss	E16	6, Felt 1	2.066-2.379	313	Ab6	2005
10	Buskerud	Hønefoss	E16	6, Felt 1	2.379-2.661	282	Ab8	2005
11	Buskerud	Hønefoss	E16	6, Felt 1	2.661-3.659	328	Ab11	2005
12	Buskerud	Hønefoss	E16	6, Felt 1	3.656-4.0	344	Ab11	2002
13	Oslo	Mastemyr	E18	1, Felt 2	1.577-1.294	283	Ska16	2005
14	Oslo	Mastemyr	E18	1, Felt 2	1.294-1.024	270	Ska11	2005
15	Oslo	Mastemyr	E18	1, Felt 2	1.024-0.754	269	Ska8	2005
16	Oslo	Mastemyr	E18	1, Felt 2	0.754-0.510	244	Ska6	2005
17	Oslo	Mastemyr	E18	1, Felt 2	0.510-0.017	493	Ska11	2005
18	Hedmark	Kirkenær	Rv20	3, Felt 1	5.0-6.4	900	Ab11	2011
19	Hedmark	Kirkenær	Rv20	3, Felt 1	6.4-7.030	629	Ab8	2009
20	Hedmark	Kirkenær	Rv20	3, Felt 1	7.030-7.170	140	Agb16	1990
21	Hedmark	Alvdal	Rv3	15, Felt 1	6.5-10.0	3500	Ab11	2011

I tabell 2.5 gis det en oversikt over antall veidekketyper innen de ulike kategorier med maksimal steinstørrelse.

Tabell 2.5 Oversikt over antall veidekker og maksimal steinstørrelse

Max. steinstørrelse	Antall
6 mm	2
8 mm	7
11 mm	10
16 mm	2
Totalt	21

Av de 21 veidekkene, var 6 "nylagte", dvs. ikke utsatt for en vintersesong.

I vedlegg 2 er det vist bilder av de veidekkene, der det av sikkerhetsmessige hensyn var mulig å fotografere disse.

3 Måleresultater

3.1 Temperaturkorreksjon.

Erfaringsmessig er temperaturavhengigheten varierende med type veidekke. Som en generisk korreksjon ved dekkstøymålinger (2001/43/EC) er det angitt en korreksjon på $-0,06 \text{ dB(A)/}^\circ\text{C}$ (lufttemperatur). I Nederland anvendes $-0,05 \text{ dB(A)/}^\circ\text{C}$ som korreksjonsfaktor ved CPX-målinger. Andre undersøkelser, bl.a. [Bendtsen, et al. 2009] har vist en lavere avhengighet for SRTT-dekk, ca. $-0,03 \text{ dB(A)/}^\circ\text{C}$, mens [Bühlmann, 2009] fant en sammenheng på $-0,1 \text{ dB(A)/}^\circ\text{C}$ for SRTT-dekk på Ska11-dekker i Sveits. Det viser at resultatene spriker en god del.

Ved målingene på E18, Mastemyr, ble det målt med SRTT-dekk om morgenen, med en lufttemperatur på

+ 6 °C. Utover dagen steg temperaturen og målinger med de samme dekkene ble gjentatt ved + 14 °C.

På E18 Mastemyr er det bare Ska-dekker, men med varierende maksimal steinstørrelse.

Tabell 3.1 viser resultatene for målinger ved de to temperaturene, med de to SRTT-dekkene, Nr.9 og Nr.10 målt på hhv høyre (H) og venstre side (V) av CPX-tilhengeren.

Tabell 3.2 gir støynivåets temperaturavhengighet for disse to bildekkene, basert på resultatene i tabell 3.1.

Tabell 3.1 E18, Mastemyr, målinger med SRTT-dekk ved to temperaturer

Veidekke Nr.	Masse-type	Lcpx, dB(A), t = 6 °C		Lcpx, dB(A), t =14 °C	
		SRTT(H)	SRTT(L)	SRTT(H)	SRTT(L)
13	Ska6	103,3	103,1	102,6	102,4
14	Ska11	102,5	102,2	101,3	101,2
15	Ska8	100,5	100,3	99,6	99,5
16	Ska6	99,9	99,8	98,8	98,9
17	Ska11	101,4	101,8	100,7	100,8

Tabell 3.2 Temperaturavhengighet, SRTT-dekk

Veidekke Nr.	Masse- type	Temp.avhengighet, dB(A)/°C	
		SRTT(H)	SRTT(L)
13	Ska6	-0,07	-0,07
14	Ska11	-0,12	-0,10
15	Ska8	-0,09	-0,08
16	Ska6	-0,11	-0,09
17	Ska11	-0,07	-0,10

Gjennomsnittsverdien for begge dekk, målt på alle veidekker er – 0,08 dB(A)/°C.
For alle målinger gjort i denne undersøkelsen, er denne korreksjonsfaktoren benyttet.

Det er ikke usannsynlig at denne avhengigheten kan være noe ulik for de andre bildekkene, men i mangel av konkrete måleresultater er den også benyttet for alle bildekkene.

3.2 Region Midt

Tabellene 3.3 og 3.4. viser målte støy nivå (L_{cpx}, dB(A)) vist for alle bildekkene på veidekkene i Region Midt. For Nr.6 og 7 (E39, Batnfjordsøra) er det kun målt ved 50 km/t. For de øvrige er det målt ved 80 km/t.

Tabell 3.3 Måleresultater, Region Midt, Nord-Trøndelag

Dekk Nr.	Dekk	E6, Snåsa, t = 22 °C		Fv17, Hjelleb., t = 22 °C
		Nr.1 Ab8	Nr.2 Ab11	Nr.3 Ab8*)
1	Toyo 330	100,6	101,6	98,1
2	Michelin Energy Saver	-	-	-
3	Conti Premium Contact 2	101,2	101,8	98,2
4	Conti EcoContact 3	101,1	101,3	98,5
5	Nokian Hakka H	100,5	101,3	98,3
6	Michelin Pilot Primacy HP	99,8	100,6	98,0
7	Pirelli P7	99,2	99,7	96,5
8	Yokohama AVS dBV500	100,3	100,6	97,9
9	SRTT(H)	100,1	100,6	-
10	SRTT(V)	100,4	100,4	97,9

*)Nytt dekke, ikke eksponert for vinter

Tabell 3.4 Måleresultater, Region Midt, Sør-Trøndelag

Dekk Nr.	Dekk	Fv718, Rissa, t = 22 °C	E39, Klett, t = 11 °C	E39, Batnfjordsøra**) t = 14 °C	
		Nr.4 Ab8*)	Nr.5 Ab11*)	Nr.6 Agb8	Nr.7 Ab11*)
1	Toyo 330	97,6	98,8	91,5	90,7
2	Michelin Energy Saver	97,7	99,7	92,5	90,4
3	Conti Premium Contact 2	98,2	98,9	91,9	90,4
4	Conti EcoContact 3	98,6	99,1	92,0	90,2
5	Nokian Hakka H	95,9	98,3	91,1	89,7
6	Michelin Pilot Primacy HP	96,2	98,4	90,9	89,1
7	Pirelli P7	96,0	98,1	91,3	90,0
8	Yokohama AVS dBV500	95,5	97,8	91,2	89,7
9	SRTT(H)	97,3	99,1	91,7	90,5
10	SRTT(V)	97,1	98,8	-	-

*)Nytt dekke, ikke eksponert for vinter

**) Målinger ved 50 km/t.

3.3 Region Øst

Måleresultatene fra E16 Hønefoss er vist i tabell 3.5. Videre er måleresultatene fra E18 Mastemyr vist i tabell 3.6.

Tabell 3.5 Måleresultater, E16 Hønefoss

Dekk Nr.	Dekk	E16, Hønefoss, t = 11 °C				
		Nr.8 Ab11	Nr.9 Ab6	Nr.10 Ab8	Nr.11 Ab11	Nr.12 Ab11
1	Toyo 330	100,1	99,4	100,4	100,5	101,0
2	Michelin Energy Saver	101,0	100,5	101,3	101,3	101,8
3	Conti Premium Contact 2	100,6	100,1	101,2	101,0	101,7
4	Conti EcoContact 3	100,8	99,7	100,9	101,1	101,5
5	Nokian Hakka H	99,9	99,5	100,5	100,4	100,7
6	Michelin Pilot Primacy HP	99,6	98,8	99,8	99,9	100,3
7	Pirelli P7	98,8	98,3	99,1	99,3	99,8
8	Yokohama AVS dBV500	99,8	98,8	99,8	100,2	100,6
9	SRTT(H)	99,9	99,4	100,1	100,3	100,8
10	SRTT(V)	100,4	99,5	100,4	100,7	101,1

Tabell 3.6 Måleresultater, E18 Mastemyr

Dekk Nr.	Dekk	E18, Mastemyr, t = 14 °C				
		Nr.13 Ska16	Nr.14 Ska11	Nr.15 Ska8	Nr.16 Ska6	Nr.17 Ska11
1	Toyo 330	102,8	102,0	100,1	99,5	101,4
2	Michelin Energy Saver	103,3	102,7	100,8	100,0	101,9
3	Conti Premium Contact 2	103,0	102,4	100,3	99,7	101,9
4	Conti EcoContact 3	103,0	102,2	100,1	99,5	101,5
5	Nokian Hakka H	102,3	101,6	99,9	99,0	101,1
6	Michelin Pilot Primacy HP	102,0	101,2	99,3	98,6	100,5
7	Pirelli P7	101,4	101,0	99,1	98,3	100,4
8	Yokohama AVS dBV500	101,8	100,7	98,9	98,1	100,0
9	SRTT(H)	102,4	101,2	99,4	98,8	100,8
10	SRTT(V)	102,5	101,2	99,5	98,7	100,6

Måleresultatene fra Rv20, Kirkenær er vist i tabell 3.7 og fra Rv3, Alvdal i tabell 3.8.

Tabell 3.7 Måleresultater, Rv20, Kirkenær

Dekk Nr.	Dekk	Rv20, Kirkenær, t = +8 °C		
		Nr.18 Ab11*)	Nr.19 Ag8	Nr.20 Agb16
1	Toyo 330	98,4	101,6	103,1
2	Michelin Energy Saver	99,5	102,1	104,9
3	Conti Premium Contact 2	97,7	102,3	104,0
4	Conti EcoContact 3	97,8	101,9	104,5
5	Nokian Hakka H	96,8	101,4	103,0
6	Michelin Pilot Primacy HP	97,7	101,3	103,9
7	Pirelli P7	97,0	101,3	102,9
8	Yokohama AVS dBV500	97,5	101,2	103,8
9	SRTT(H)	99,0	100,8	102,5
10	SRTT(V)	98,0	101,0	103,0

*)Nytt dekke, ikke eksponert for vinter

Tabell 3.8 Måleresultater, Rv3, Alvdal

Dekk Nr.	Dekk	Rv3, Alvdal, , t = +5 °C
		Nr.21 Ab11*)
1	Toyo 330	98,1
2	Michelin Energy Saver	100,3
3	Conti Premium Contact 2	98,2
4	Conti EcoContact 3	98,9
5	Nokian Hakka H	96,6
6	Michelin Pilot Primacy HP	97,7
7	Pirelli P7	97,3
8	Yokohama AVS dBV500	97,8
9	SRTT(H)	98,9
10	SRTT(V)	98,8

4 Analyse

4.1 Regresjonsanalyse

Et av hovedformålene med undersøkelsen har vært å undersøke rangeringen av støynivå på vanlige, norske veier, i forhold til rangeringen på ISO-dekke.

Det er derfor foretatt en lineær regresjonsanalyse mellom støynivåene målt på ISO-dekket (Kloosterzande) og de ulike, norske veidekkene. I analysen vil stigningskoeffisienten (regresjonskoeffisienten) si noe om hvor stor reduksjon en kan forvente på det aktuelle veidekket, i forhold til en reduksjon på ISO-dekket. En stigningskoeffisient lik 1,0 gir samme reduksjon, mens verdi $< 1,0$ gir en mindre reduksjon. I tillegg gir korrelasjonen, R^2 , en god indikasjon på om rangeringen er noenlunde lik mellom de to veidekkene som sammenlignes. I denne analysen forutsettes det at parameterne (målte støynivå) er normalfordelt og at sammenhengen med disse kan forklares ved en lineær regresjon. Korrelasjonskoeffisienten, $r = \sqrt{R}$.

Tabell 4.1 gir en sammenfatning av resultatene fra analysen for stigningskoeffisient og korrelasjonskoeffisienten, r .

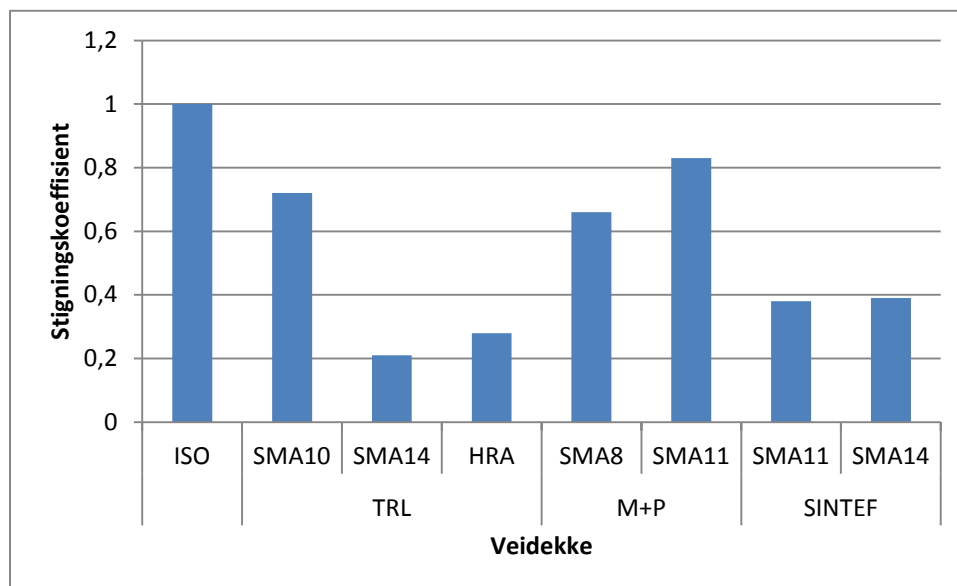
Tabell 4.1 Regresjonsanalyse mot nivå målt på ISO-dekke (80 km/t)

Veidekke Nr.	Massetype	Leggear	Stigningskoeffisient	Korrelasjonskoeff. r
1	Ab8	2009	-0,0133	0,36
2	Ab11	2010	-0,114	0,28
3	Ab8	2011	-0,258	0,61
4	Ab8	2011	0,211	0,34
5	Ab11	2011	0,184	0,57
6	Agb8	2010	0,172	0,47
7	Ab11	2011	0,25	0,69
8	Ab11	2005	-0,008	0,02
9	Ab6	2005	0,068	0,17
10	Ab8	2005	0,005	0,01
11	Ab11	2005	-0,005	0,014
12	Ab11	2002	0,022	0,06
13	Ska16	2005	0,066	0,2
14	Ska11	2005	0,1	0,26
15	Ska8	2005	0,11	0,30
16	Ska6	2005	0,1	0,28
17	Ska11	2005	0,113	0,60
18	Ab11	2011	0,29	0,60
19	Ab8	2009	-0,004	0,014
20	Agb16	1990	-0,096	0,22
21	Ab11	2011	0,28	0,48

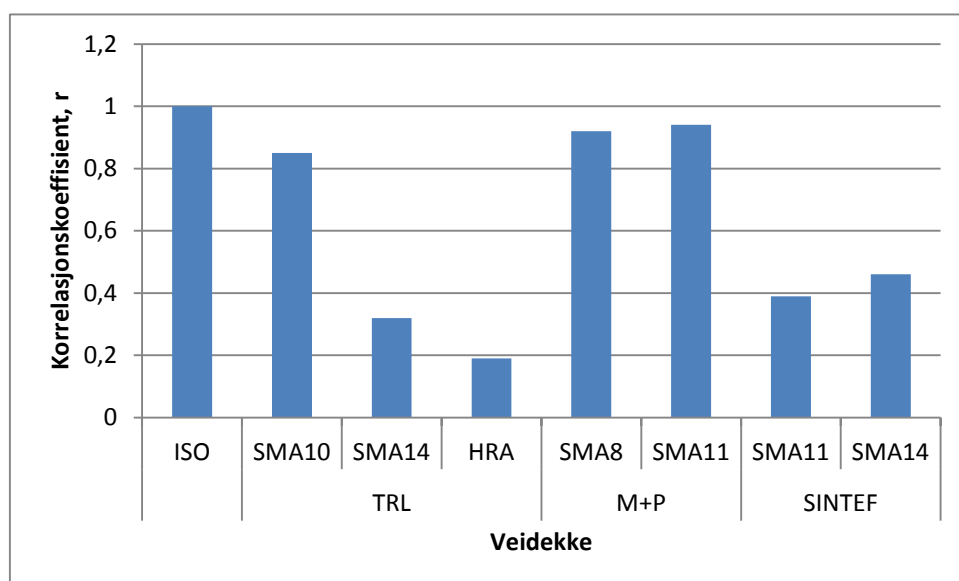
Negativ stigningskoeffisient indikerer en *økning* i nivå på det aktuelle veidekke, ved en reduksjon på ISO-dekket.

I andre undersøkelser av sammenhenger mellom målt ISO-nivå og nivå på andre veidekker, er også korrelasjonskoeffisienten, r , anvendt som parameter, sammen med stigningskoeffisienten. En

slik analyse er for eksempel presentert i FEHR-rapporten [FEHRL 2006-1]. Figur 4.1 (stigningskoeffisient) og figur 4.2 (korrelasjonskoeffisient) viser resultatene fra målinger gjort av TRL (Transport Research Laboratory) i England, av M+P i Nederland og av SINTEF (i 2004).

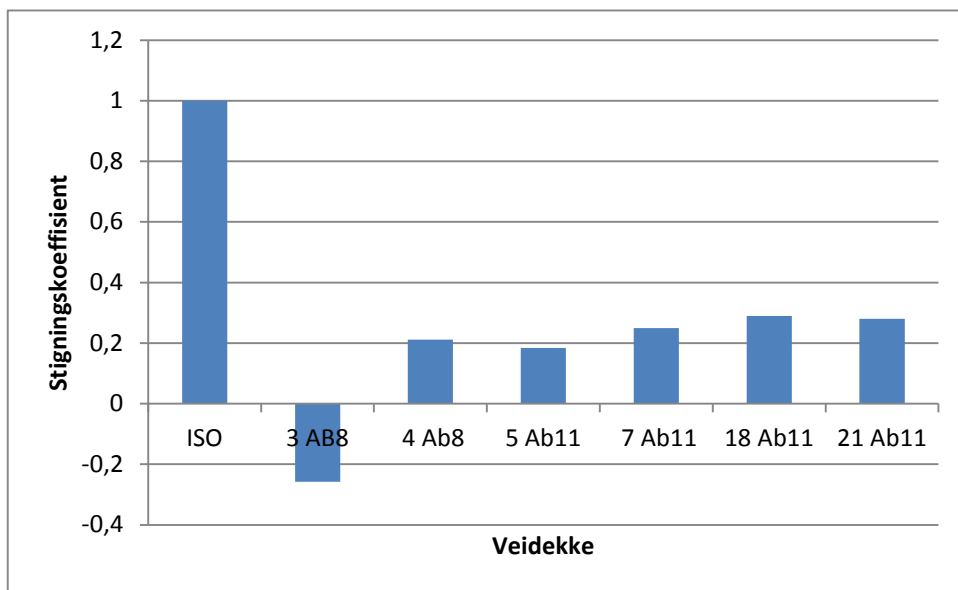


Figur 4.1 Stigningskoeffisient fra ulike målinger[FEHRL, 2006-1]

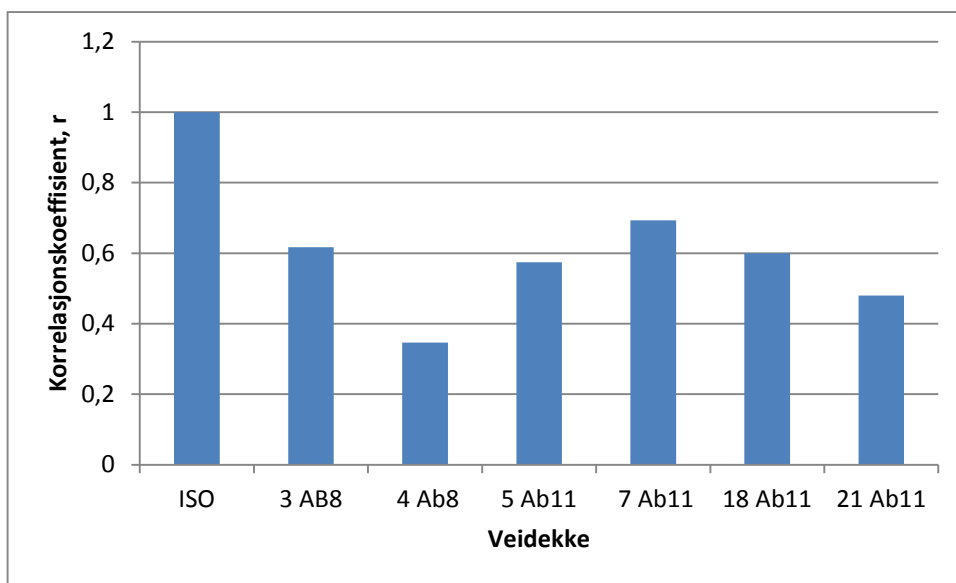


Figur 4.2 Korrelasjonskoeffisient fra ulike målinger[FEHRL, 2006-1]

I figur 4.3 og 4.4 er tilsvarende koeffisienter vist for sammenhengen mellom ISO-nivå og de nylagte (ikke utsatt for piggdekkslitasje) veidekkene i tabell 4.1 (veidekker nr. 3, 4, 5, 7, 18 og 21).

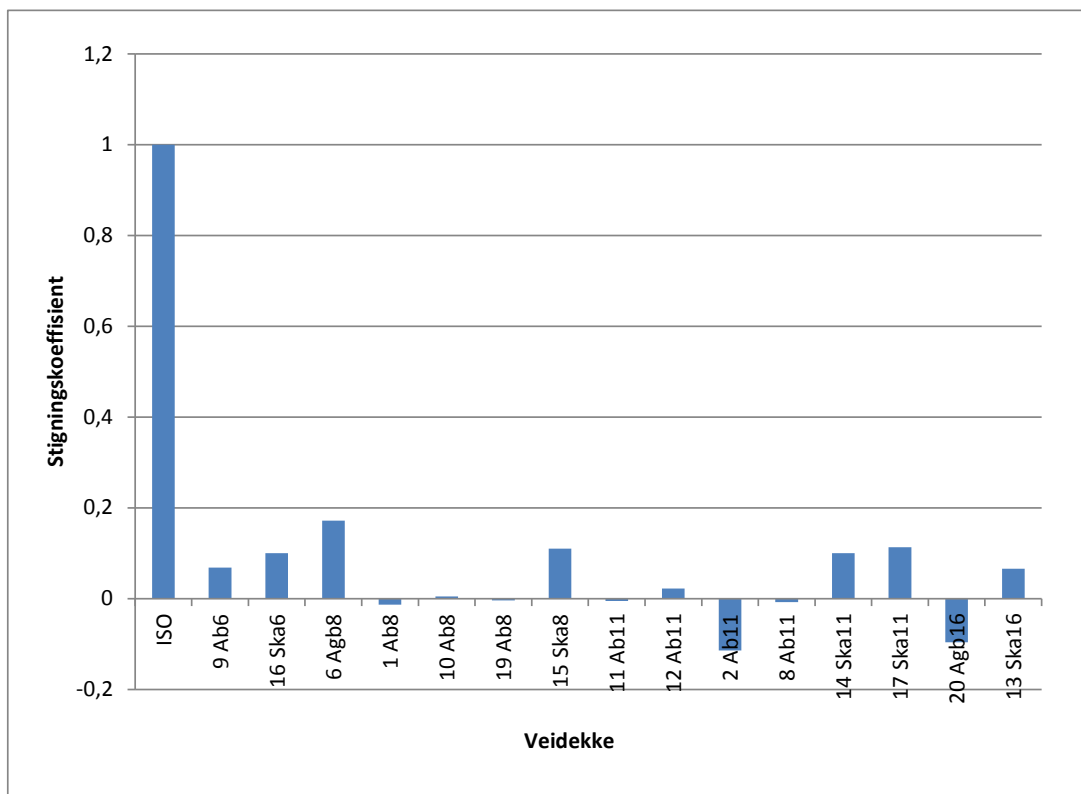


Figur 4.3 Stigningskoeffisient for nylagte veidekker

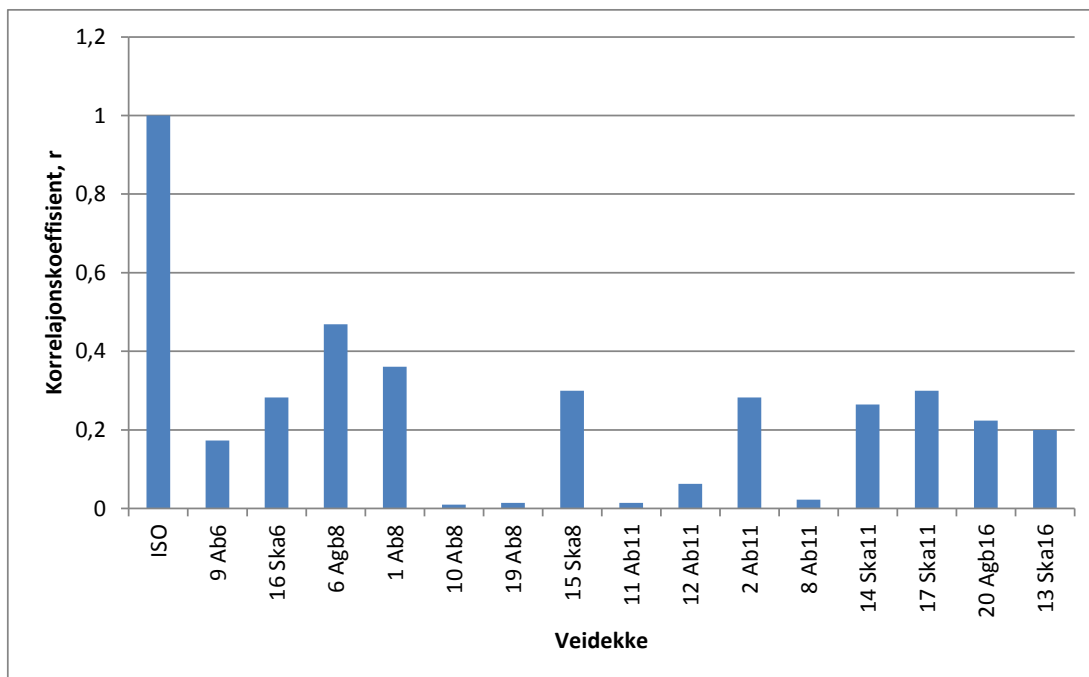


Figur 4.4 Korrelasjonskoeffisient for nylagte veidekker

Tilsvarende resultater for de eldre veidekkene (tabell 4.1) er vist i figurene 4.5 og 4.6



Figur 4.5 Stigningskoeffisient for eldre veidekker



Figur 4.6 Korrelasjonskoeffisient for eldre veidekker

I vedlegg 3 er resultatene fra regresjonsanalysen vist grafisk.

Som både tabellene, figurene og den grafiske analysen i vedlegg 1 viser, er det svært liten sammenheng mellom den støymessige rangeringen av disse bildekkene på ISO-dekket og på de norske veidekkene. Ingen statistisk signifikante korrelasjoner er funnet.

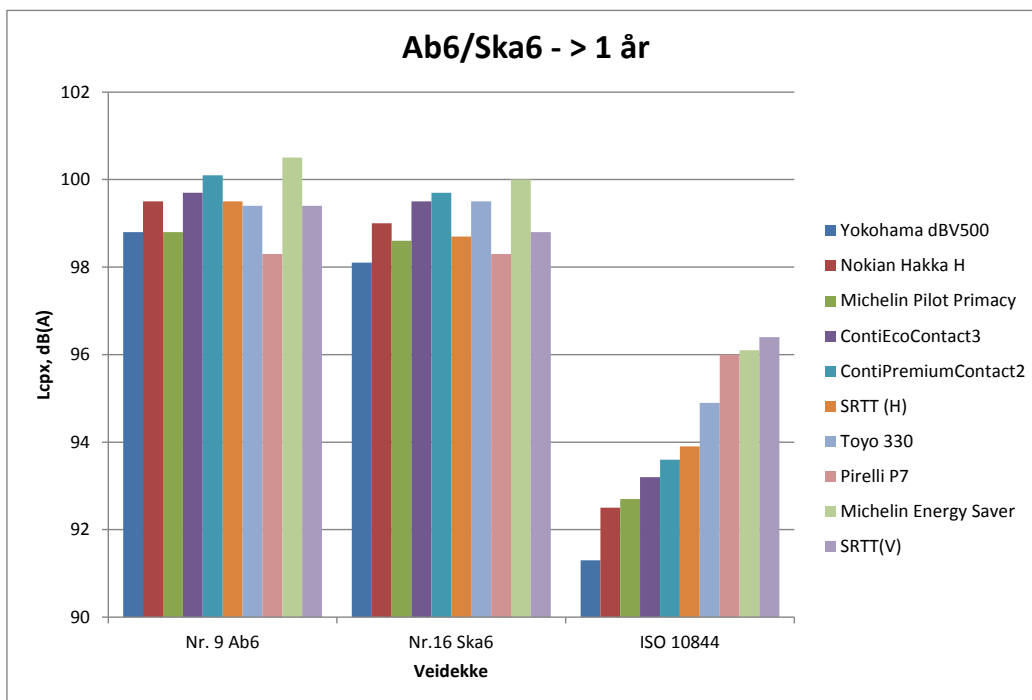
Det er imidlertid tydelig at det er noe bedre sammenheng mellom ISO-nivåer og nivåer målt på nylagte dekker (som nr. 7 Ab11). Likevel er det noe overaskende at analysen ikke ga bedre sammenhenger for disse veidekkene, som ikke er eksponert for piggdekk/vinterforhold, og da spesielt for veidekkene med mindre steinstørrelse som 6 eller 8 mm.

For de aller fleste av veidekkene, er forskjellen mellom dekk med lavest og høyest rullestøy i størrelsesorden 2 dB(A), mens den på ISO-dekket er ca. 5 dB(A). For noen av de nylagte, er differansene noe høyere, i størrelsesorden 3 dB(A).

I den videre analysen er resultatene vist separat for veidekker med lik maksimal steinstørrelse. I tillegg er resultatene fra E39 Batnfjordsøra og E18 Mastemyr også vist separat.

4.2 Ab6/Ska6-dekker

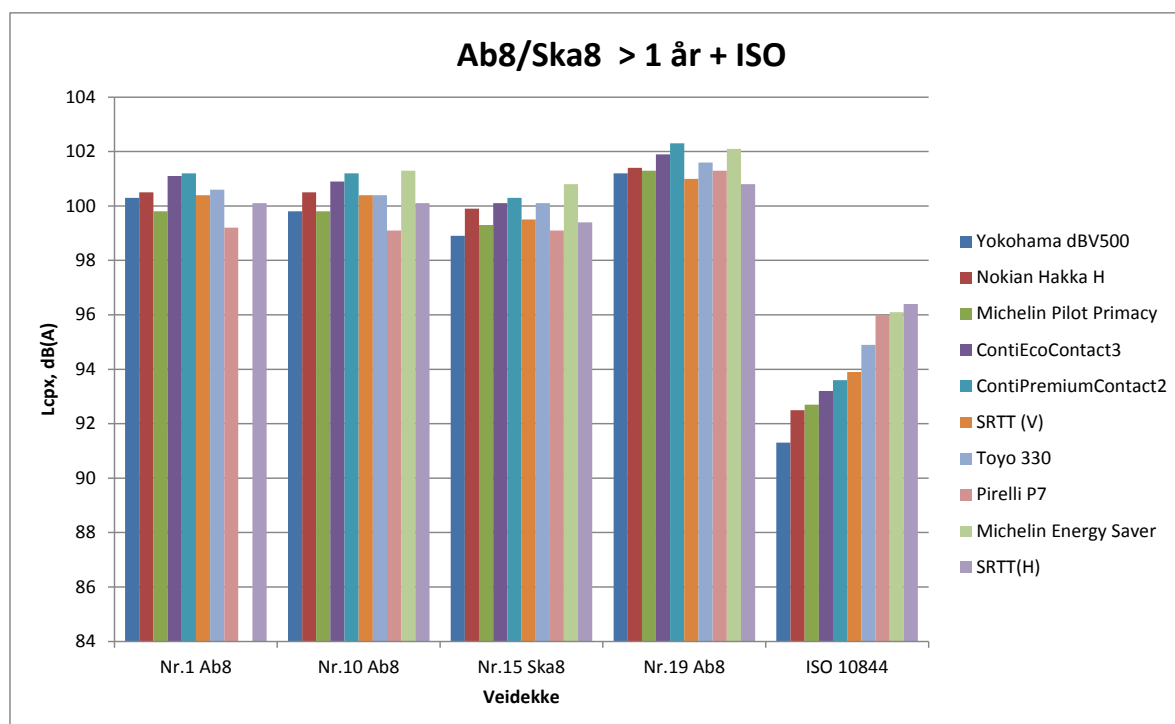
I figur 4.7 er nivåene målt på de to veidekkene med 6 mm maksimal steinstørrelse vist. Bildekkene er sortert slik at det med lavest rullestøynivå fra ISO-dekket (Yokohama AVS dBV500) er vist til venstre, og det med høyest nivå (SRTT(H)) til høyre.



Figur 4.7 LcpX, dB(A) målt på Ab6 og Ska6-dekke+ ISO

4.3 Ab8/Ska8-dekker

I figur 4.8 er resultatene fra Ab8/Ska8-dekker som alle er eksponert for vinterforhold vist og sammenlignet med ISO-nivåer (ISO-dekket er i prinsippet et Ab8-dekke).

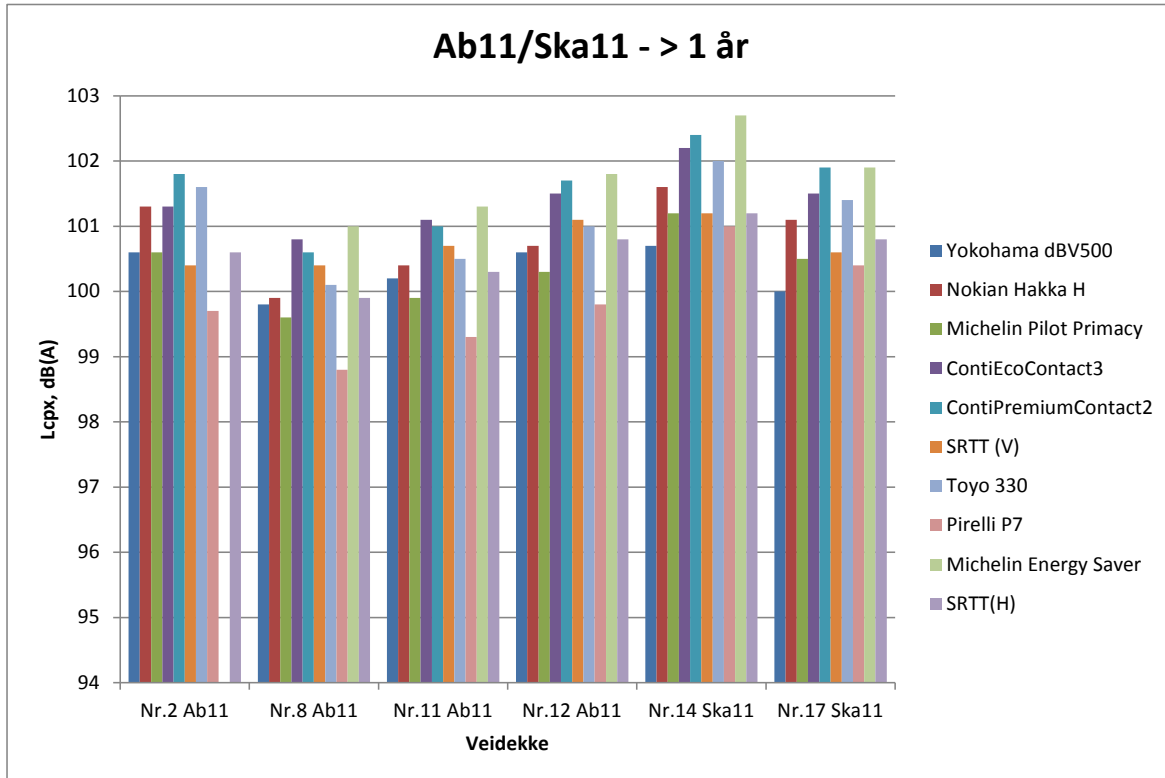


Figur 4.8 LcpX, dB(A) målt på Ab8 og Ska8-dekkre, samt ISO-dekke

Det er ingen sammenheng mellom rangeringen på ISO-dekket og på disse veidekkene med 8 mm maksimal steinstørrelse.

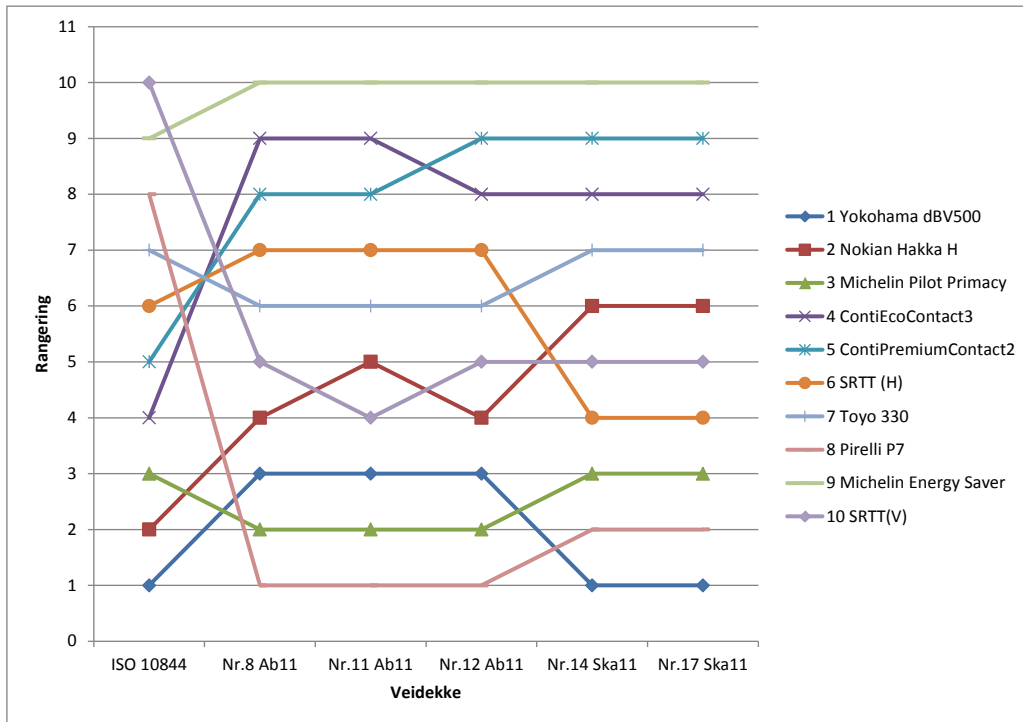
4.4 Ab11/Ska11-dekker

Dette er de mest vanlig brukte veidekkene i Norge. Resultatene fra målinger på slike veidekker, som alle er eksponert for vinterforhold er vist i figur 4.9. Som i figurene 4.7 og 4.8 er dekkene sortert etter ISO-nivåene ved 80 km/t.



Figur 4.9 LcpX, dB(A) målt på Ab11 og Ska11-dekker

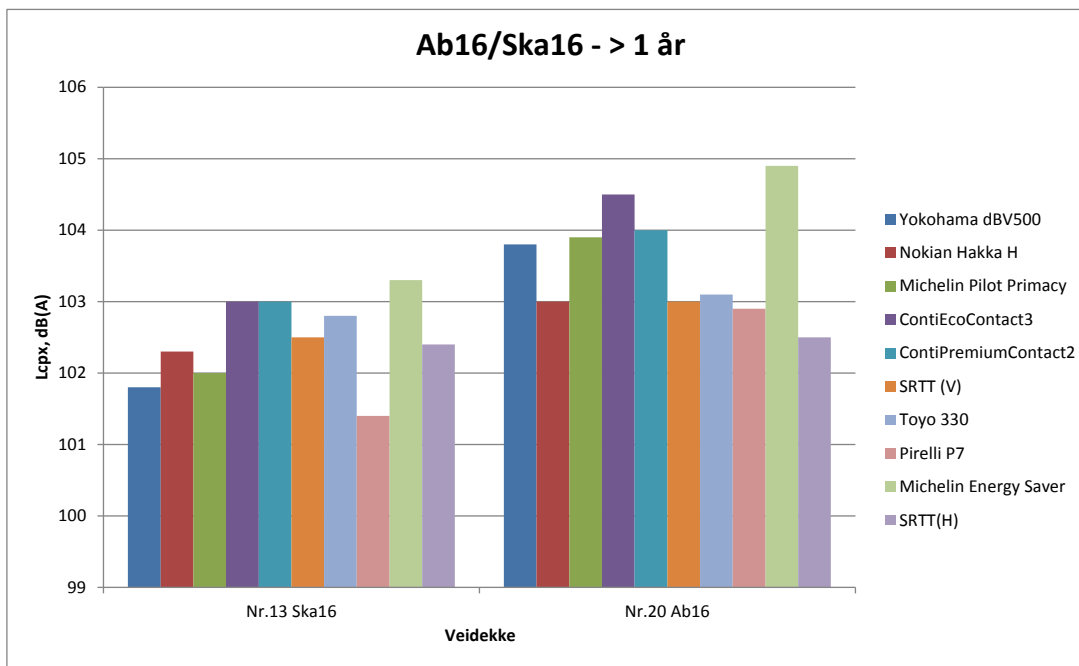
I figur 4,10 er rangeringen vist for alle bildekkene på Ab11/Ska11-dekkene 8,11,12,14 og 17, sammenlignet med rangeringen på ISO-dekket. Spesielt stor forandring i rangering er det for dekk nr. 2 (Nokian Hakka H) og dekk nr. 8 (Pirelli P7).



Figur 4.10 Rangering på ISO-dekke og Ab11/Ska11-dekker mer enn ett år gamle

4.5 Ab16/Ska16-dekker

Det er målt bare på to veidekker med 16 mm og resultatene fra målingene på disse er vist i figur 4.11.

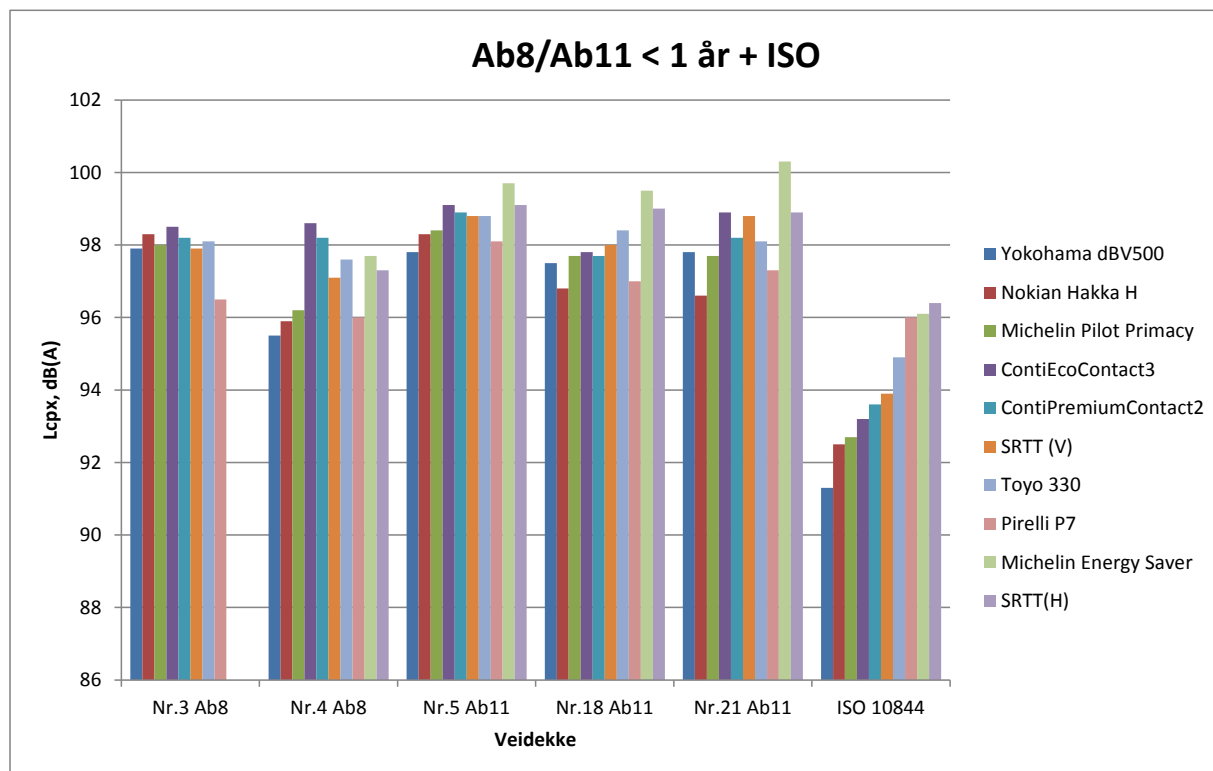


Figur 4.11 LcpX, dB(A) målt på Ab16 og Ska16-dekke

4.6 Nylagte veidekker

I figur 4.12 er nivåene målt på "nylagte" veidekker (nylagte i den forstand at de ikke er eksponert for vinterforhold). Alle veidekkene hadde ligget i minst 2-3 uker fra leggedato, før målingene ble gjennomført.

Her er Ab8 og Ab11-dekker slått sammen. Også ISO-nivåer er inkludert.

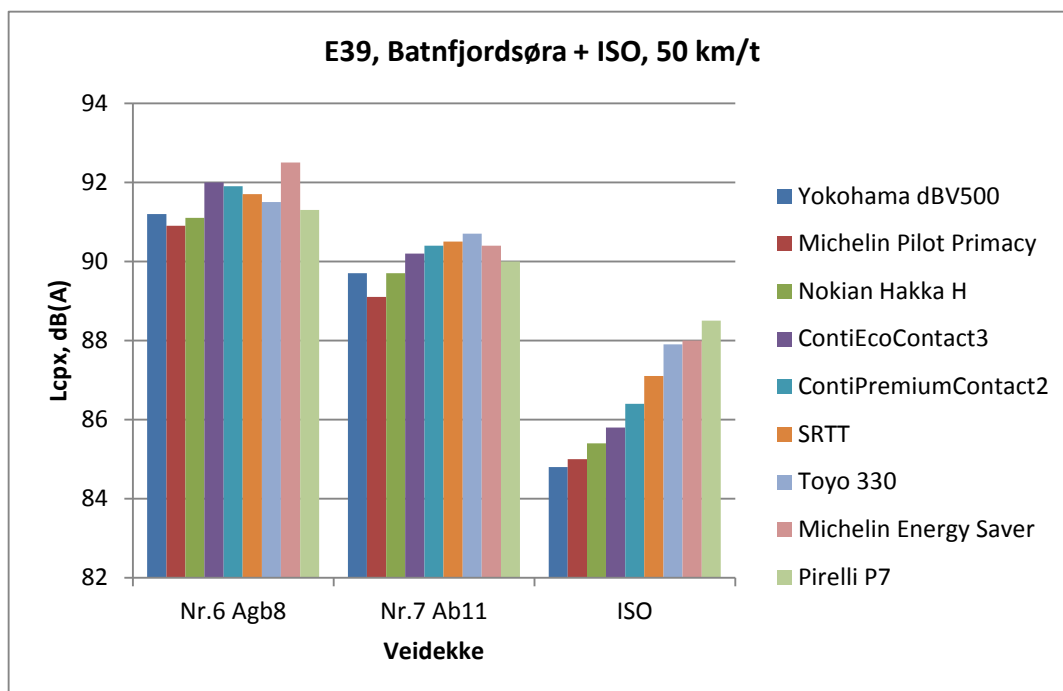


Figur 4.12 LcpX, dB(A) målt på nylagte Ab8 og Ab11, samt ISO

Som tabell 4.1 viser, er det en viss korrelasjon mellom rangeringen på ISO-dekket og veidekkene nr.5 og nr.18.

4.7 E39, Batnfjordsøra

Pga. skiltet hastighet lavere enn 80 km/t, ble det bare målt ved 50 km/t på de to veidekkene på dette stedet. Resultatene presenteres derfor separat, sammen med målte ISO-verdier fra Kloosterzande (også ved 50 km/t), se figur 4.13.

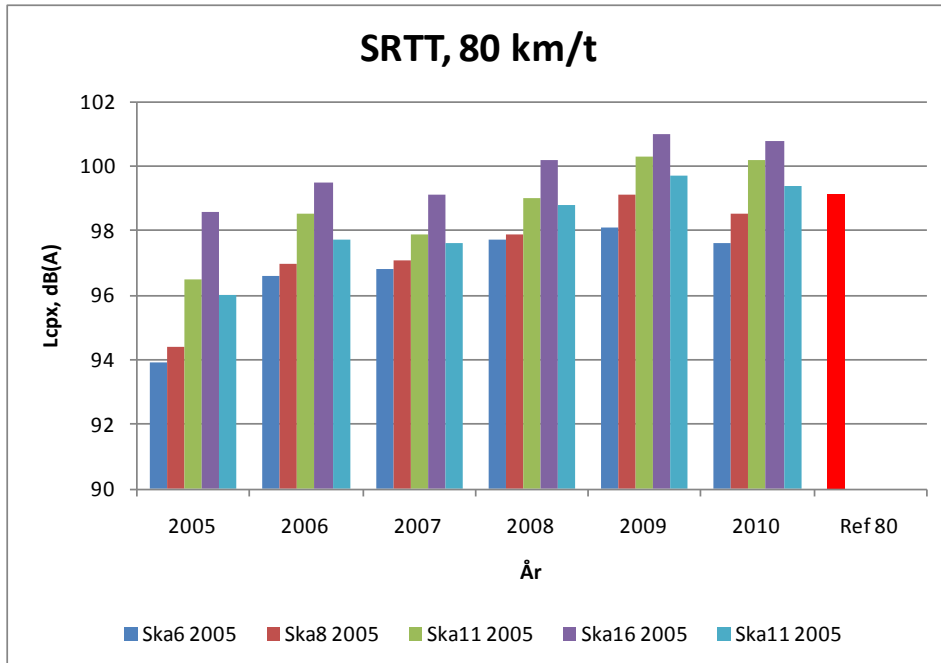


Figur 4.13 LcpX, dB(A) for målinger på 2 veidekker, E39, Batnfjordsøra, samt ISO-nivåer

Som også tabell 4.1 viser, er det noe bedre korrelasjon med veidekke Nr.7 (nylagt Ab11) enn for Agb8. Men igjen er det vesentlig mindre støymessig forskjell mellom dekkene på veidekkene her (1.6 dB(A) mot 3.7 dB(A) på ISO-dekket).

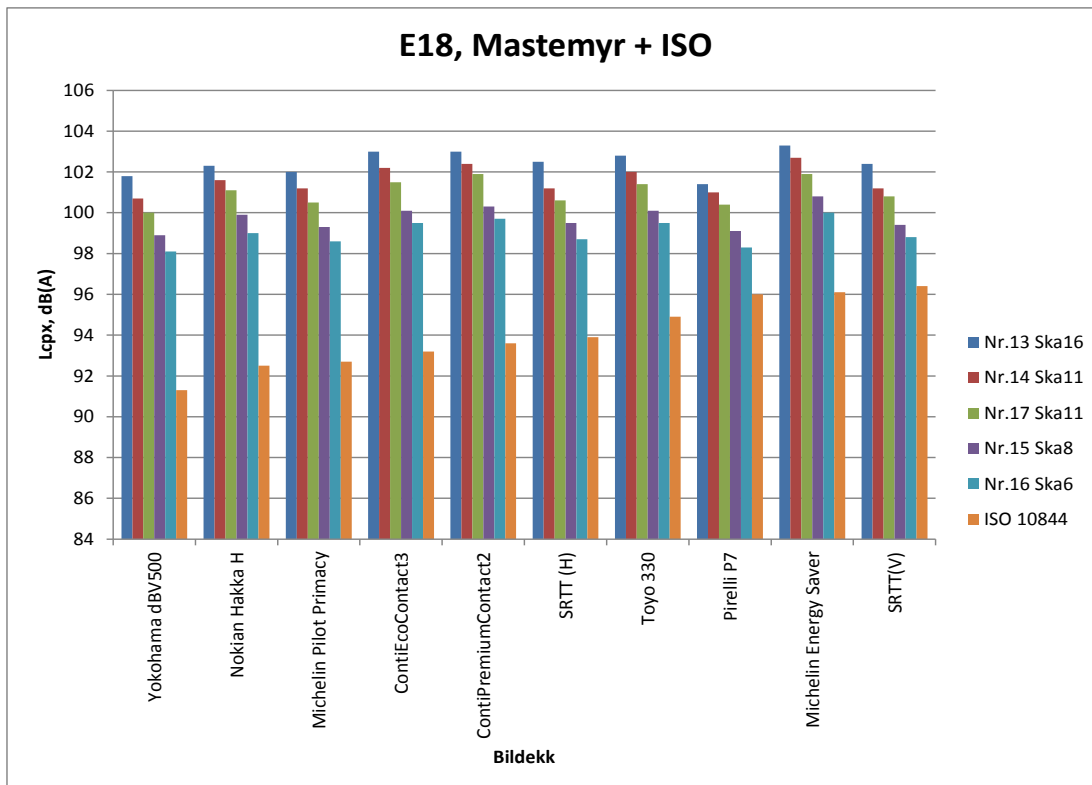
4.8 E18, Mastemyr

Veidekkene på E18 ved Mastemyr (tabell 2.4) inngikk også som forsøksfelt i Vegdirektoratets etatsprosjekt "Miljøvennlige vegdekker". Veidekkene ble lagt i 2005, og er blitt fulgt opp med støymålinger (CPX) hvert år siden 2005. Resultatene, målt med SRTT-dekk, er vist i figur 4.14 [Berge, 2010]. Selv om støynivåene har økt med 2-4 dB(A) over en 5 årsperiode, så viser disse resultatene at maksimal steinstørrelse har stor betydning for støynivået.



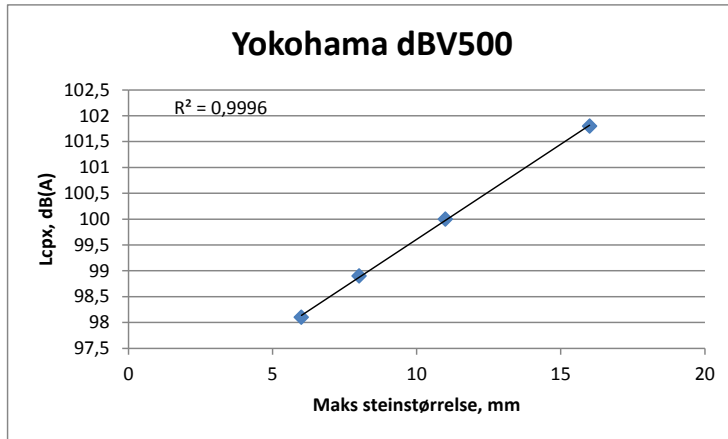
Figur 4.14 LcpX, dB(A) målt med SRTT-dekk på E18, Mastemyr i perioden 2005-2010 [Berge, 2010]

I figur 4.15 er resultatene fra målingene med de 10 bildekkene på de samme veidekkene vist, sammen med resultatene fra ISO-dekket.



Figur 4.15 LcpX, dB(A) for målinger på E18, Mastemyr, samt ISO-nivåer

For alle bildekkene er det en sterk sammenheng mellom maksimal steinstørrelse og støynivå. I figur 4.16 er denne sammenhengen vist for ett av bildekkene, Yokohama AVS dBV500. Også for de andre bildekkene ligger R^2 mellom 0,97 og 0,99.



Figur 4.16 Sammenheng mellom Lcpx og maksimal steinstørrelse for veidekkene på E18, Mastemyr. Dekk; Yokohama dBV500

Måleresultatene fra Mastemyr viser at en kombinasjon av et veidekke med 6 mm maksimal steinstørrelse (Ska6) og et "støysvakt" bildekk (i dette tilfelle Yokohama AVS dBV500) gir 5.2 dB(A) lavere rullestøy enn kombinasjonen av det bildekket med høyest støynivå (Michelin Energy Saver) på Ska16-dekket.

Mellom det veidekket med de høyeste nivåene (Nr.20 Agb16, Kirkenær – se tabell 3.7) og det veidekket med de laveste nivåene (bortsett fra nylagte) (Nr.16 Ska6, Mastemyr) er den forskjellen ennå større i kombinasjon dekk og veidekke; 6.8 dB(A),

Det antyder noe om potensialet for reduksjon av dekk/veibanestøy ved en kombinasjon av mer støysvake bildekk og veidekker med redusert maksimal steinstørrelse.

5 Konklusjoner

Målingene av et utvalg personbildekk på vanlige, norske veidekker; både relativt nylagte og eldre dekker har vist en svært liten sammenheng mellom rangering av støynivå på disse veidekkene forhold til målte ISO-nivåer.

Det må imidlertid understrekes at antallet bildekk som inngår i denne undersøkelsen er svært få, bare 10 stykker. Det gir stor statistisk usikkerhet i analysen.

En annen faktor som klart påvirker resultatene er bildekkenes alder. Det går ikke på kjørelengde, men alder i forhold til produksjonsuke/år. Som tabell 2.2 viser, har en god del av bildekkene blitt vesentlig hardere med årene. Enkelte dekk har økt Shore A verdien med 4-5 enheter bare i løpet av en 3-års periode.

Mens dekk nr.7, Pirelli P7, var ett av de dekkene med høyest støynivå på ISO-dekket (se tabell 2.2), er faktisk dette bildekket av de mest stillegående på Ska16-dekket på Mastemyr (se figur 4.15). Som tabell 2.2 viser, har dette dekket omtrent samme hardhet som i 2009. Dette bildekket påvirker klart regresjonsanalysen, i hvert fall på enkelte nylagte veidekker. Dersom man for eksempel tar ut dette dekket fra analysen på veidekke nr.18 (Rv20 Kirkenær) så endrer stigningskoeffisienten seg fra 0,29 til 0,43 og r fra 0,36 til 0,89 (se tabell 4.1 og figur A.47)

I figur 4.4 ser vi også at på Ab16-dekket er nå Yokohama-dekket nå det med nest høyest støynivå. Og dette bildekket var det mest stillegående på nesten alle veidekker det har blitt testet på før, både på Kloosterzande-banen og på andre veidekker i Norge. Også på en del av de andre veidekkene som omfattes av denne undersøkelsen, så er nå Yokohama-dekket av de som har høyest støynivå. Det kan ha sammenheng med at dette bildekket nå var ca. 7 år gammelt, og at Shore A-verdien nå er ca. 75. Det faktum at bildekkene kan ha hatt endringer i gummikvaliteten siden målingene i 2009, på ISO-dekket, kan ha vært en medvirkende årsak til den dårlige sammenheng mellom rangering på ISO-dekke og rangering på de norske veidekkene, særlig de med 6 mm maksimal steinstørrelse, og de nylagte.

Ideelt sett burde denne undersøkelsen ha vært gjort med helt nye dekk (bare innkjørt minimum 100 km), og i tillegg ha gjennomført målinger på ISO-dekke innenfor samme tidsrom. Det lot seg imidlertid ikke gjøre innenfor kostnadsrammen for prosjektet.

Disse resultatene viser også at dersom det skal gjennomføres et større måleprogram av en kombinasjon av bildekk/veidekker innenfor det nordiske prosjektet NordTyre, så må det gjøres med nye dekk.

En annen usikkerhetsfaktor er dekkenes temperaturavhengighet, som påvirker støynivået. En del av målingene forgikk med lufttemperaturer i området 5-11 °C. Det er som nevnt i kapittel 3.1 benyttet en generisk korreksjon på $-0,08 \text{ dB(A)/}^\circ\text{C}$, basert på målte gjennomsnittsverdier for SRTT-dekkene. Ved 5 °C gir det en korreksjon på $-1,2 \text{ dB(A)}$ til + 20 °C. Dersom for eksempel ett dekk bare har en avhengighet på $-0,02 \text{ dB/}^\circ\text{C}$, gir det en korreksjon på bare $-0,3 \text{ dB(A)}$, mens en avhengighet på $-0,12 \text{ dB(A)/}^\circ\text{C}$ gir en korreksjon på $-1,8 \text{ dB(A)}$. En kan dermed ha en variasjon på opptil 2 dB(A), bare knyttet til denne temperaturavhengigheten, som ikke er kjent for andre dekk i denne undersøkelsen, enn SRTT-dekkene. Hardere gummi kan sannsynligvis medføre en høyere innflytelse av temperatur enn dekk med mykere gummi.

Det er ikke sikkert at dette hadde påvirket rangeringen av dekkene i særlig grad for alle veidekkene. For eksempel er målingene på veidekke nr. 3 og 4 gjort ved + 22 °C, slik at korreksjonen til + 20 °C uansett hadde blitt svært liten. Og heller ikke på disse to veidekkene er det noen sammenheng mellom ISO-rangeringen, og målte Lcpx-nivåer.

Det bør også nevnes at målingene på ISO-dekket på Kloosterzande for de to SRTT-dekkene viste en forskjell på hele 2.5 dB(A) ved 80 km/t. Denne forskjellen baserer seg på bare en måleserie. Det ble målt ved lavere hastigheter og da fant en ikke denne forskjellen i nivå. Senere målinger med de samme to SRTT-dekkene både i Danmark og i Norge [Berge, 2010] viste ingen slike støymessig forskjell. Ideelt sett burde en da hatt flere repetisjoner av målingene på ISO-dekket, for å avklare om det kan ha vært andre faktorer som påvirket resultatene. Imidlertid vil ikke selve hovedkonklusjonene fra rangeringsanalysen påvirkes vesentlig om en antar at begge SRTT-dekkene har omtrent det samme støynivå på ISO-dekket.

6 Referanser

Bendtsen, H.; Kohler, E.; Lu, Q.; Rymer, B. (2009): "Temperature influence on noise measurements".

Proceedings of Euronoise conference, Edinburgh, UK, 26-28 October 2009.

Berge, Truls; Haukland, Frode; Storeheier, Svein Å. (2011): "Noise measurements of passenger car tyres at the Kloosterzande test track. Noise ranking, frequency and texture analysis". SINTEF Report A19446. 2011-05-19.

Berge, Truls; Haukland, Frode; Ustad, Asbjørn (2009) (1): "Environmentally friendly pavements; Results from noise measurements 2005-2008". SINTEF Report A9721, February 2009.

Berge, Truls (2010): "CPX-målinger på forsøksdekker 2010". SINTEF Notat 90E354.01/TB, 2010-11.24

Bühlmann, Erik (2011): "Temperature Effects on Tyre/Road Noise – CPX-measurements. Grolimund & Partner AG, Rapport til ISO/TC43/SC1/WG27 ("Temperature Effects") møte i London, 6-7 April 2011.

FEHRL (2006-1): "Study S12.408219 Tyre/Road Noise - Volume 1: Final Report". FEHRL, Brussels, Belgium. (<http://ec.europa.eu/geninfo/query/resultaction.jsp?Page=2>)

Sandberg, U.; Glaeser, K-P. (2008): "Effect of Tyre Wear on Noise Emission and Rolling Resistance".

Proceedings of INTER-NOISE conference, Shanghai, China, Portugal, 26-29 October 2008.

Vedlegg 1: Bildekk

Figurene A1-A.9 viser bilder av mønsteret til alle bildekkene som var med i undersøkelsen.



Figur A.1 Dekk nr.1: Toyo 330



Figur A.2 Dekk nr.2: Michelin Energy Saver



Figur A.3 Dekk nr.3: Conti PremiumContact2



Figur A.4 Dekk nr.4: Conti EcoContact3



Figur A.5 Dekk nr.5: Nokian Hakka H



Figur A.6 Dekk nr.6: Michelin Pilot Primacy HP



Figur A.7 Dekk nr.7: Pirelli P7



Figur A.8 Dekk nr.8: Yokohama AVS dB V500



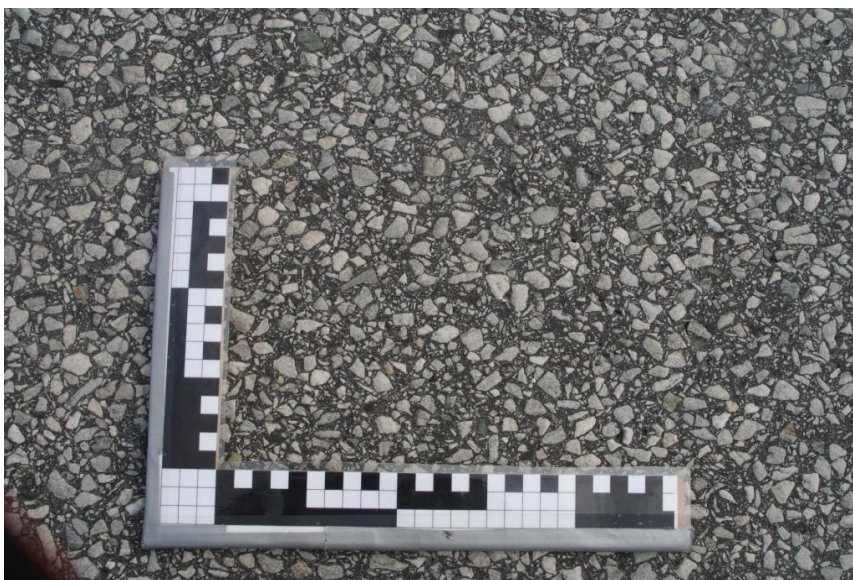
Figur A.9 Dekk nr.9 og 10: Uniroyal Tigerpaw, SRTT

Vedlegg 2: Veidekker

Nord-Trøndelag:



Figur A.10 E6, Snåsa. Veidekke nr.1



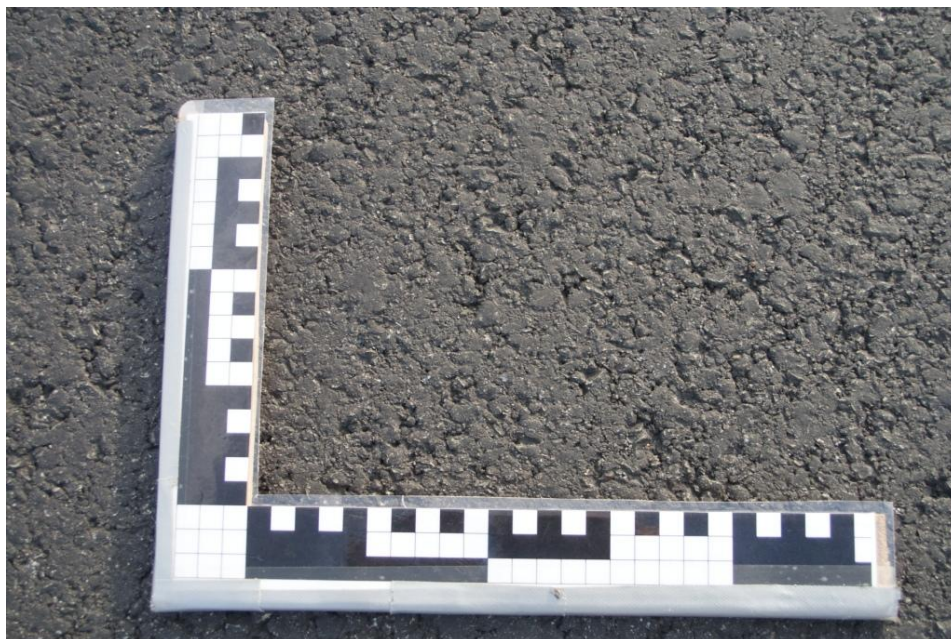
Figur A.11 Nr.1 Ab8 2009 – E6 Snåsa



Figur A.12 Nr.2 Ab11 2010 - E6 Snåsa



Figur A.13 Fv17 Hjellebotn (Korsen). Veidekke nr.3

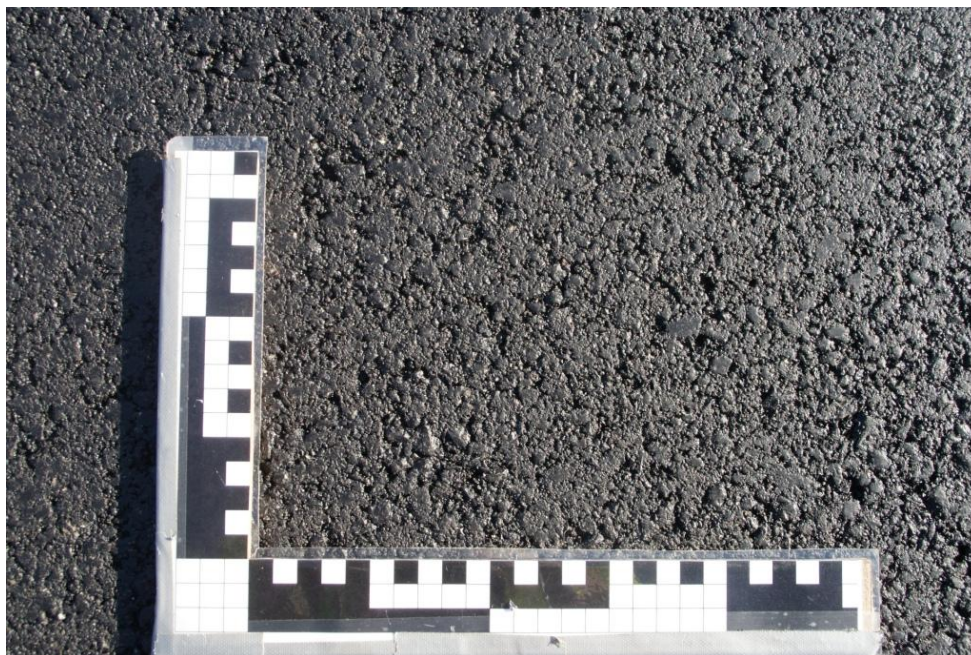


Figur A.13 Nr.3 Ab11 2011 – Fv17 Hjellebotn

Sør-Trøndelag:



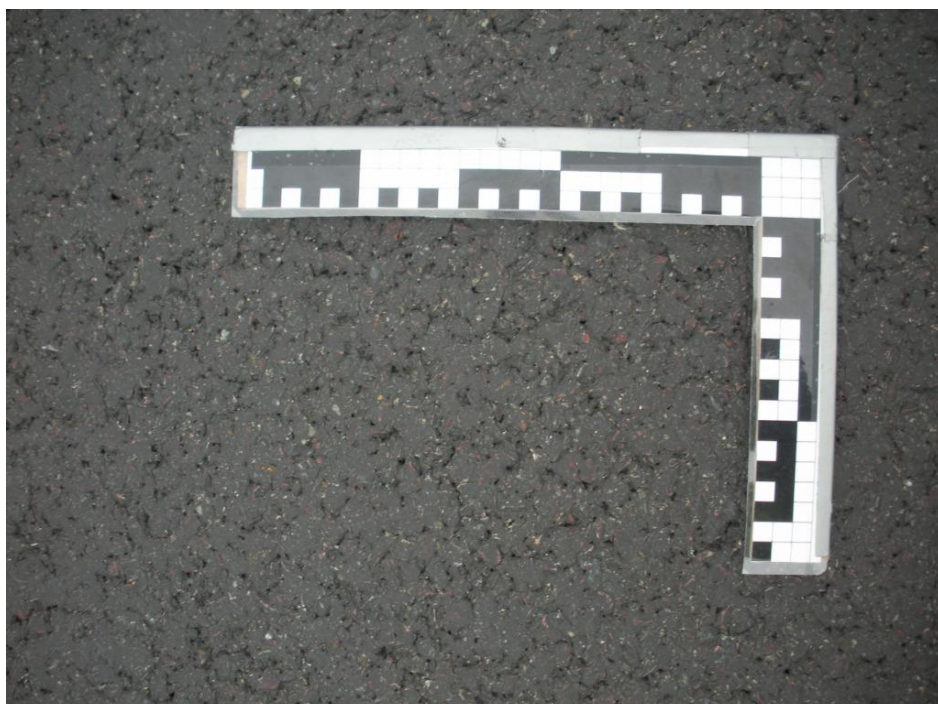
Figur A.14 Fv718 Rissa. Veidekke nr.4



Figur A.15 Nr.4 Ab11 2011 – Fv718 Rissa



Figur A.16 E39, Klett. Veidekke Nr.5



Figur A.17 Nr.5 Ab11 2011 – E39 Klett

Møre- og Romsdal:



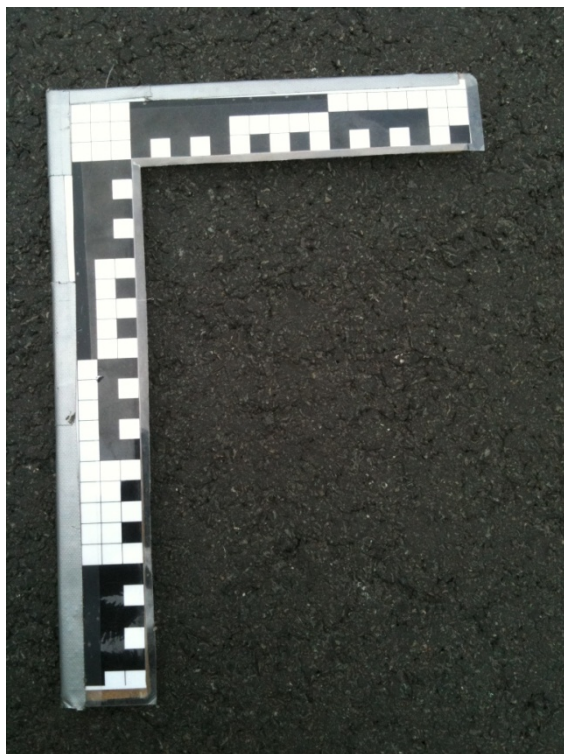
Figur A.18 E39, Batnfjordsøra. Veidekke nr.6



Figur A.19 Nr.6 Agb8 2010 – E39 Batnfjordsøra



Figur A.20 E39 Batnfjordsøra. Veidekke nr.7



Figur A.21 Nr.7 Ab11 2011 – E39 Batnfjordsøra

Buskerud:



Figur A.22 E16 Hønefoss. Veidekke nr.10



Figur A.23 Nr.10 Ab8 2005 - E16 Hønefoss



Figur A.24 E16 Hønefoss. Veidekke nr.11



Figur A.25 Nr.11 Ab11 2005 - E16 Hønefoss

Hedmark:



Figur A.26 Rv20 Kirkenær. Veidekke nr.18



Figur A.27 Nr.18 Ab11 2011 - Rv20 Kirkenær



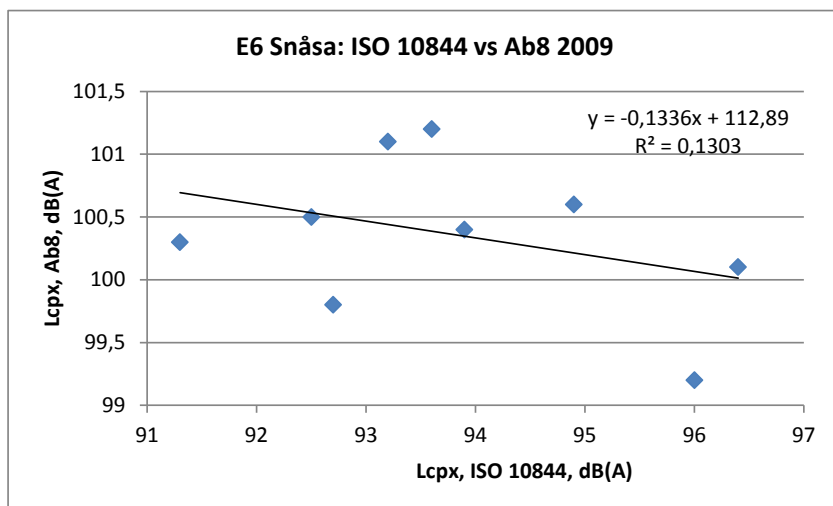
Figur A.28 Rv3 Alvdal. Veidekke nr.21



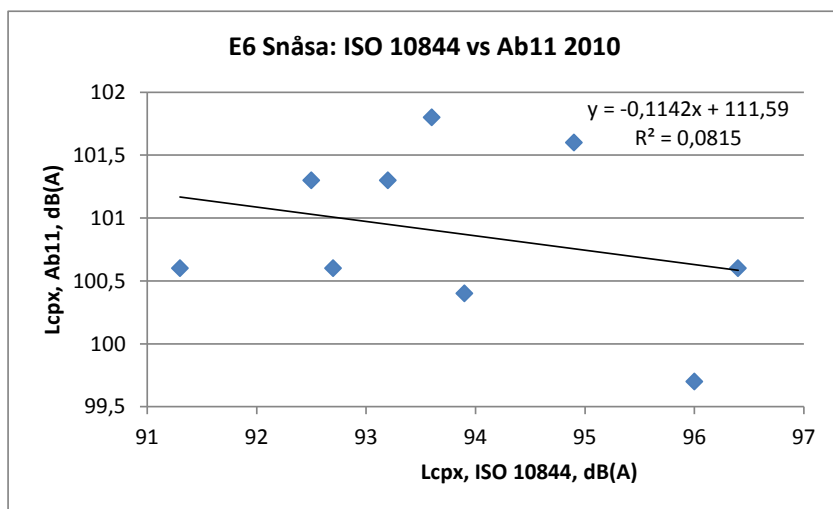
Figur A.29 Nr.21 Ab11 2011 – Rv3 Alvdal

Vedlegg 3: Regresjonsanalyse

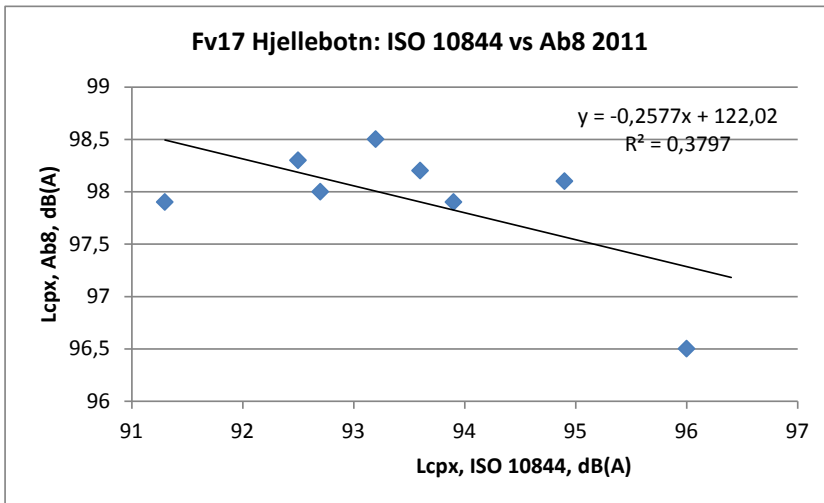
Figurene A.30 til A.50 viser en grafisk framstilling av sammenhengen mellom målte rullestøynivåer på ISO-dekket og på de øvrige, norske veidekkene.



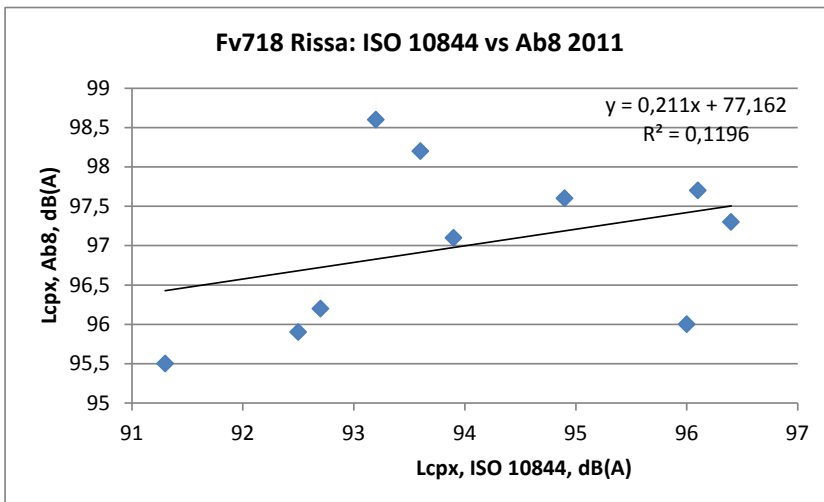
Figur A.30 Lineær regresjon; ISO og veidekke nr.1 Ab8 2009



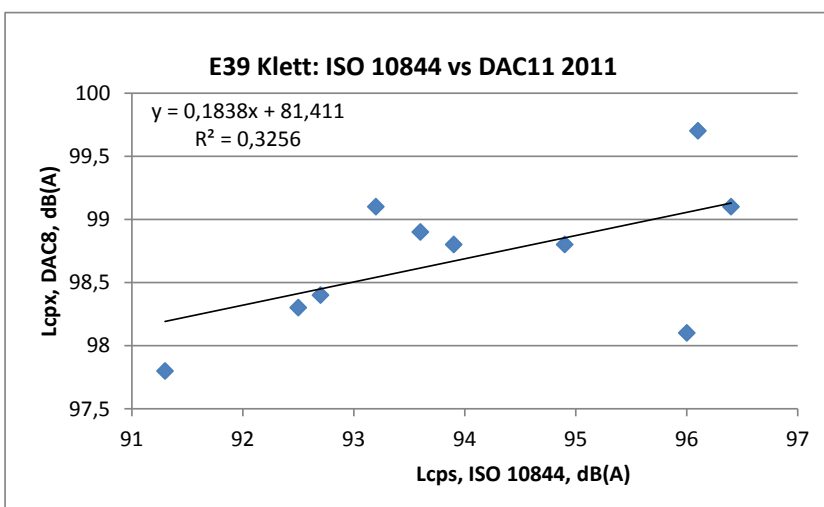
Figur A.31 Lineær regresjon; ISO og veidekke nr.2 Ab11 2010



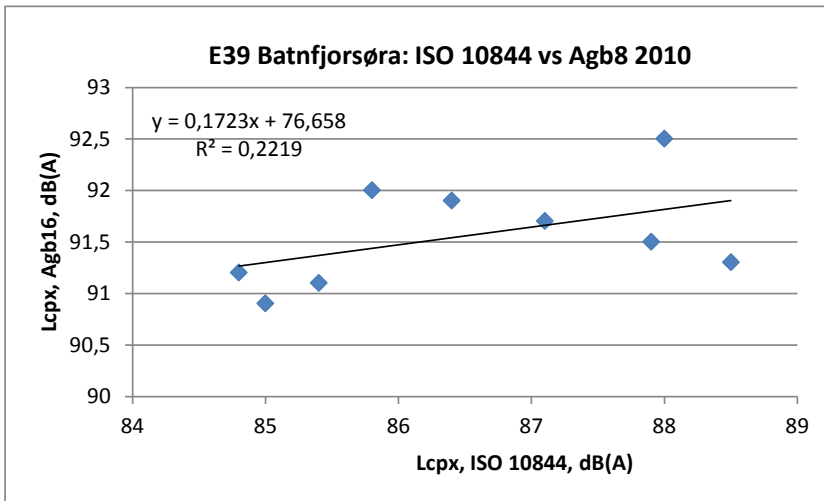
Figur A.32 Lineær regresjon; ISO og veidekke nr.3 Ab8 2011



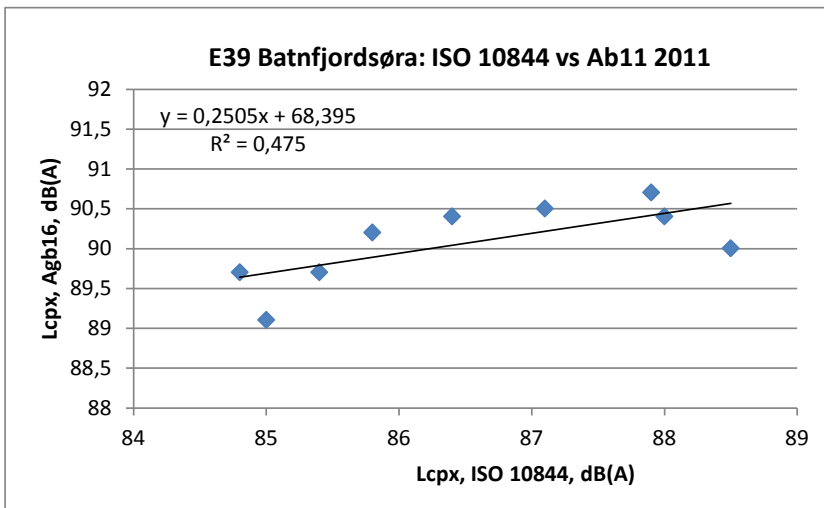
Figur A.33 Lineær regresjon; ISO og veidekke nr.4 Ab8 2011



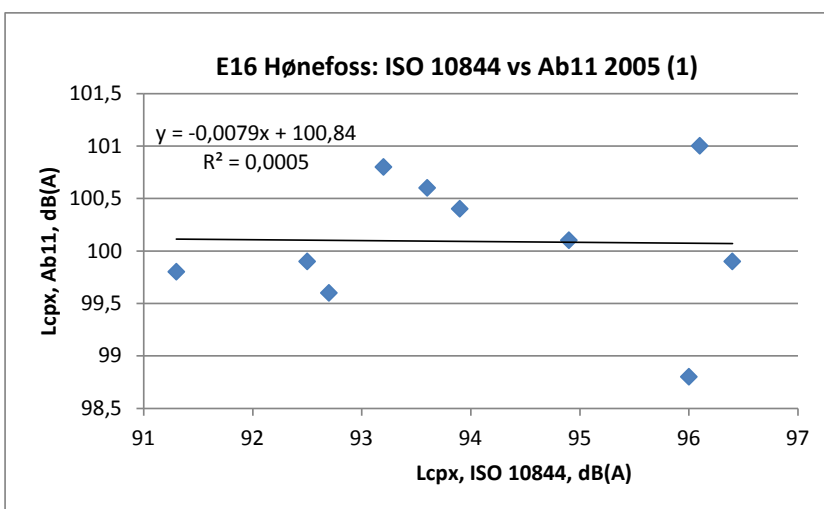
Figur A.34 Lineær regresjon; ISO og veidekke nr.5 Ab11 2011



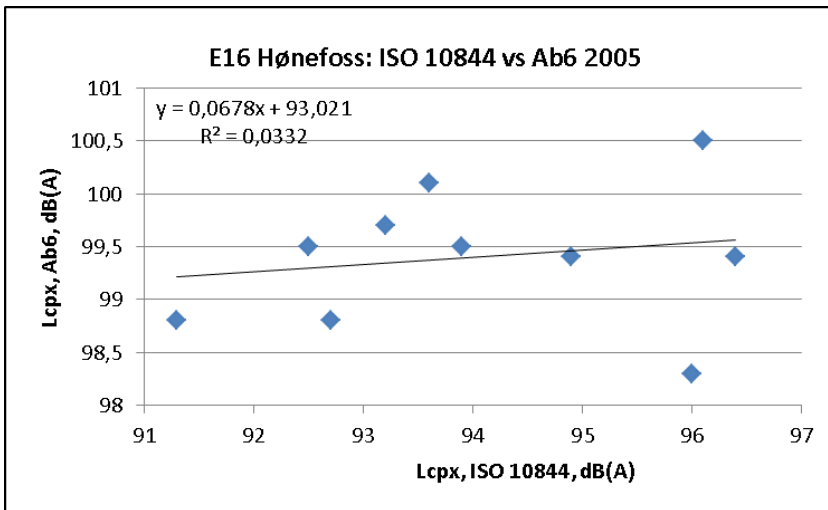
Figur A.35 Lineær regresjon; ISO og veidekke nr.6 Agb8 2010



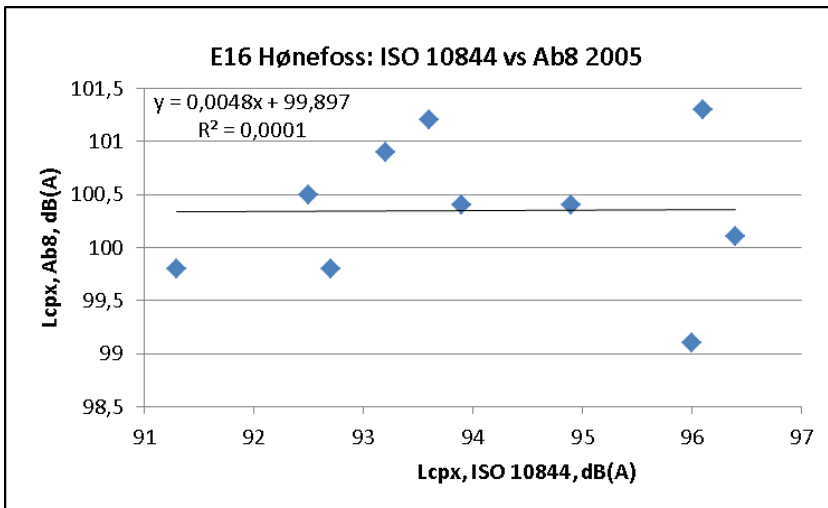
Figur A.36 Lineær regresjon; ISO og veidekke nr.7 Ab11 2011



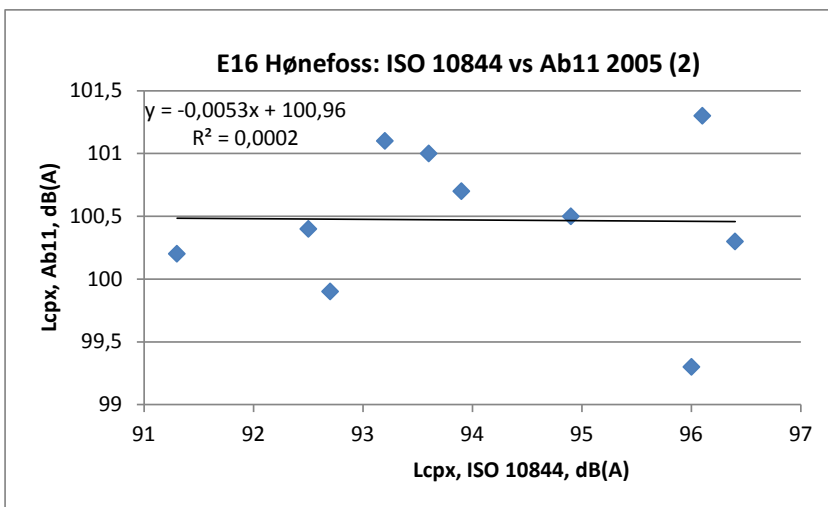
Figur A.37 Lineær regresjon; ISO og veidekke nr.8 Ab11 2005



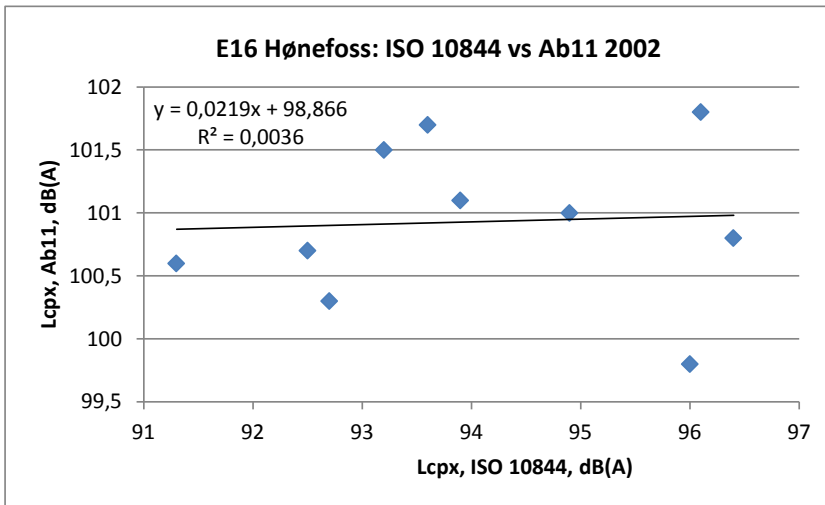
Figur A.38 Lineær regresjon; ISO og veidekke nr.9 Ab6 2005



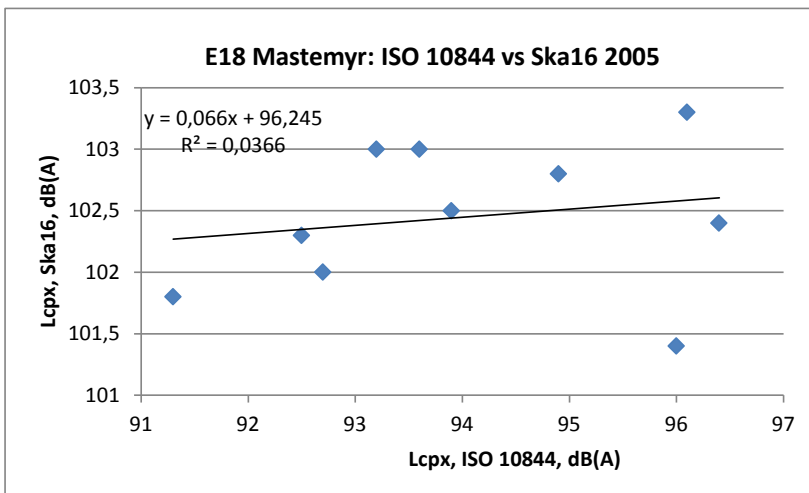
Figur A.39 Lineær regresjon; ISO og veidekke nr.10 Ab8 2005



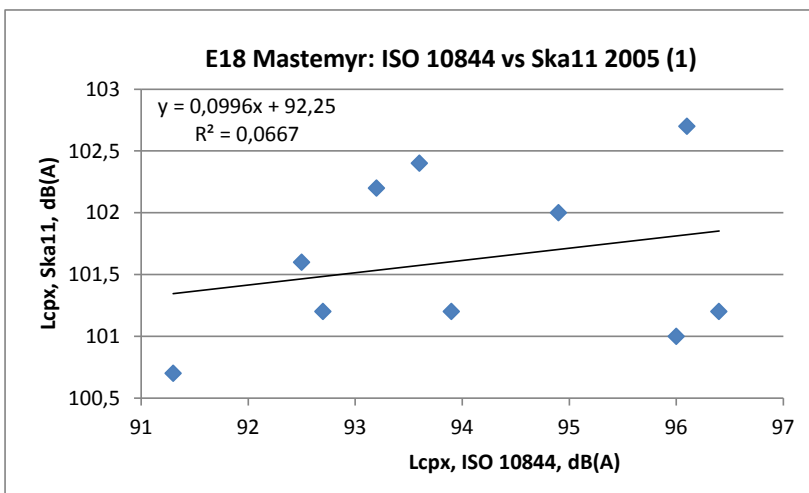
Figur A.40 Lineær regresjon; ISO og veidekke nr.11 Ab11 2005



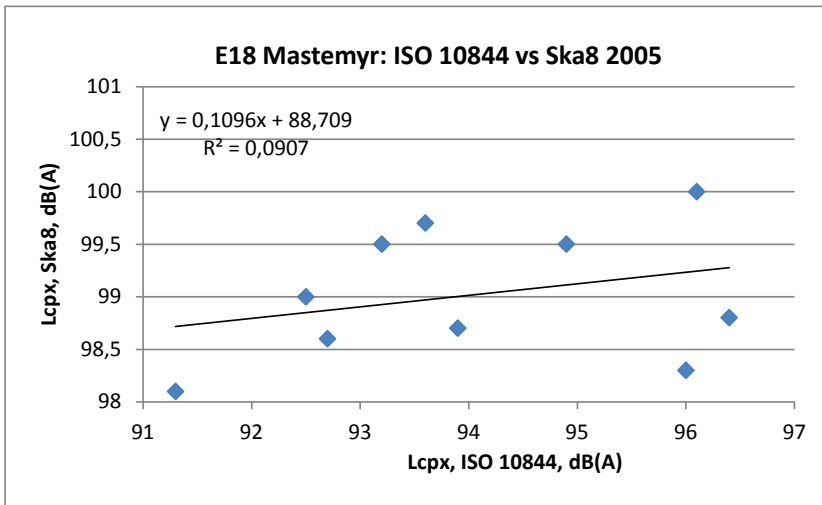
Figur A.41 Lineær regresjon; ISO og veidekke nr.12 Ab11 2002



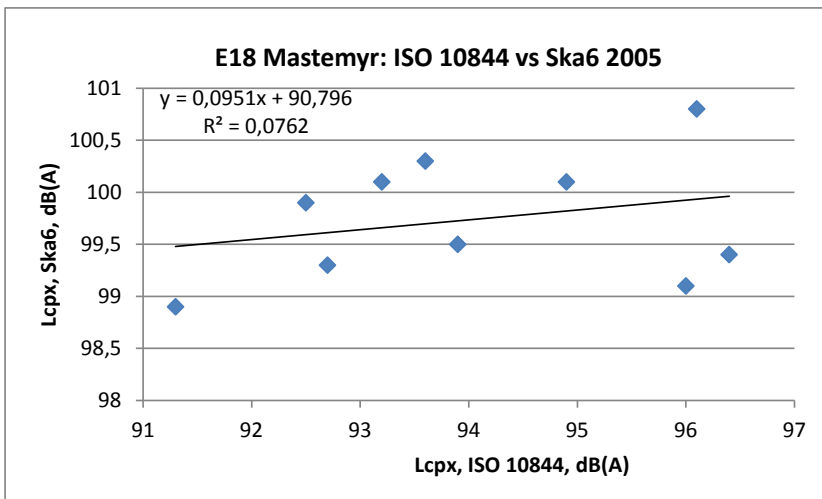
Figur A.42 Lineær regresjon; ISO og veidekke nr.13 Ska16 2005



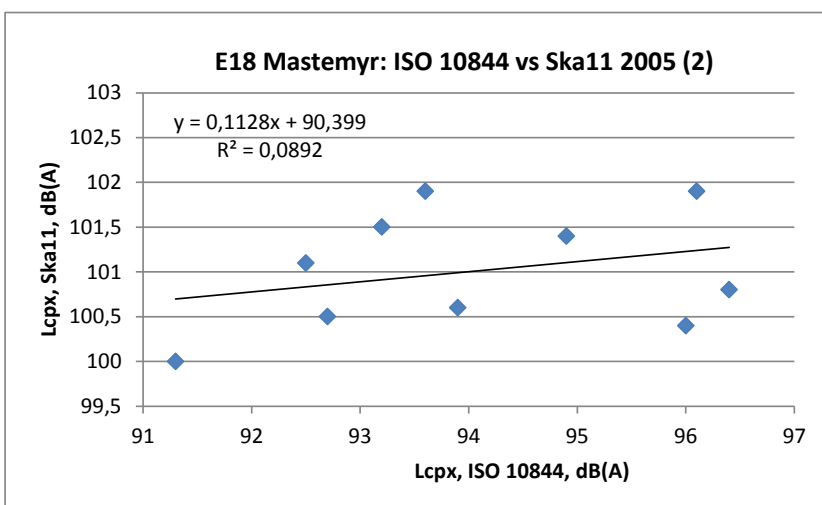
Figur A.43 Lineær regresjon; ISO og veidekke nr.14 Ska11 2005



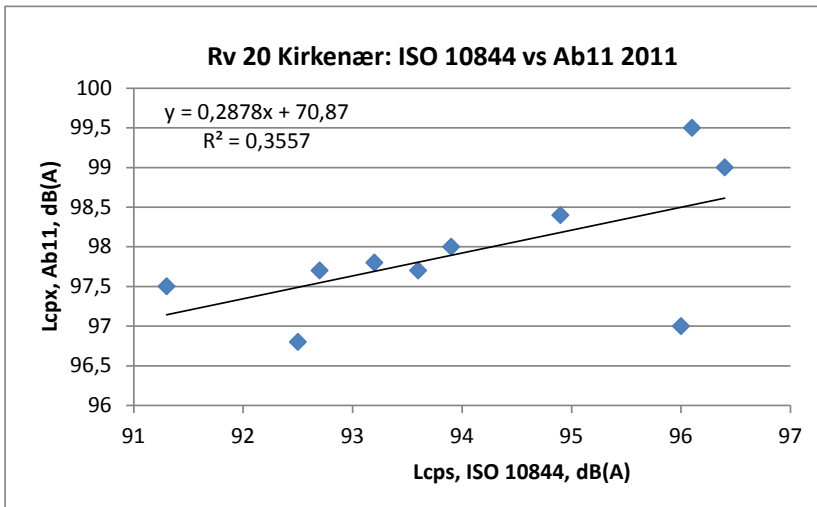
Figur A.44 Lineær regresjon; ISO og veidekke nr.15 Ska8 2005



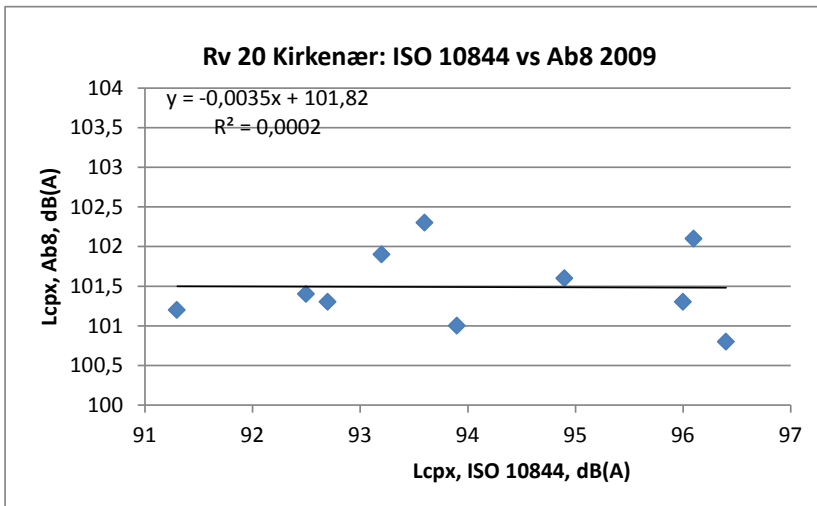
Figur A.45 Lineær regresjon; ISO og veidekke nr.16 Ska6 2005



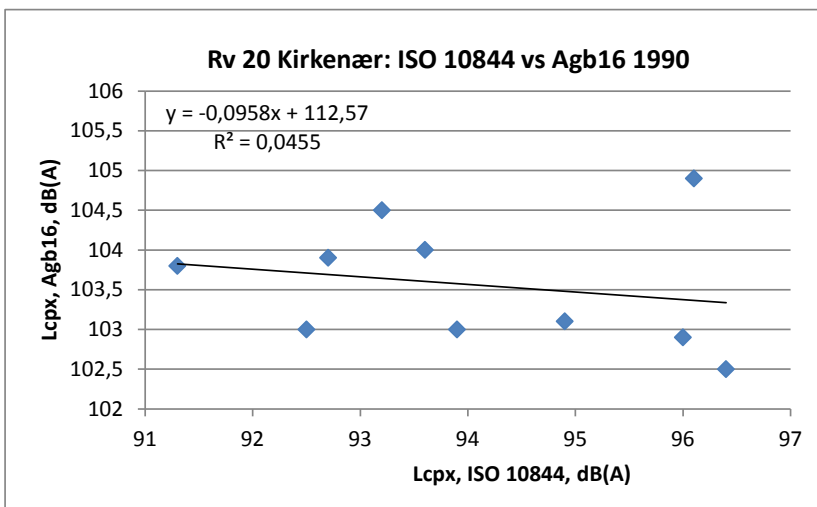
Figur A.46 Lineær regresjon; ISO og veidekke nr.17 Ska11 2005



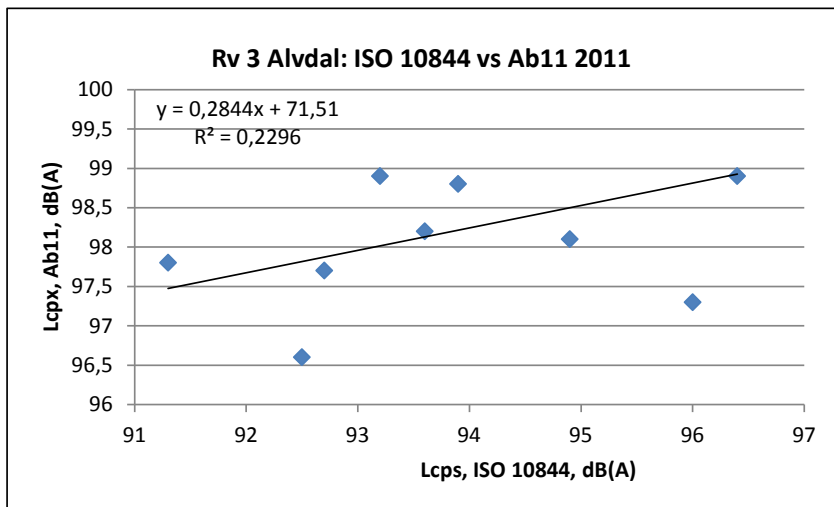
Figur A.47 Lineær regresjon; ISO og veidekke nr.18 Ab11 2011



Figur A.48 Lineær regresjon; ISO og veidekke nr.19 Ab8 2009



Figur A.49 Lineær regresjon; ISO og veidekke nr.20 Agb16 1990



Figur A.50 Lineær regresjon; ISO og veidekke nr.21 Ab11 2011



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no