

MOTORSPORTENS AKUSTIKLABORATORIUM

Idrættens Hus, Sektion C, 3. sal, DK-2605 Brøndby, Danmark

Certificeret til ”Miljømåling – ekstern støj” – Certificeringsnummer 24061

Dato: 19. juli 2016
J. nr. MA 2016-DMU-01/01
Ref.: OD

Miljømåling – Ekstern støj

Måling af støjemission fra 3 motocross klasser:
85 ccm 2T, 250 ccm 4T og 450 ccm 4T

Rekvirent: Danmarks Motor Union, Brøndby Stadion 20, 2605 Brøndby.

Opgave: Måling af støjemission for motocrossmaskiner.

Resume: Der er målt immissionsrelevant støjemission (kildestyrke) for 3 klasser motocrossmaskiner. Kildestyrken er for alle klasser målt både ved fuldlast og ved dellast. Det samlede energiækvivalente A-vægtede lydeffektniveau er for de forskellige klasser bestemt til:
for 85 ccm 2T 116,9 dB ved fuldlast og 99,3 dB ved dellast,
for 250 ccm 4T 122,4 dB ved fuldlast og 101,3 dB ved dellast og
for 450 ccm 4T 121,7 dB ved fuldlast og 109,1 dB ved dellast,
alle re. 1 pW.

Ubestemtheden på de angivne værdier er bestemt til 3 dB.

Rapporten indeholder værdier for støjemissionen pr. 1/1-oktav frekvensbånd til brug ved beregning af støj fra kørsel med disse MX klasser.

Generelt: Alle lydtrykniveau er i rapporten angivet i dB re. 20 µPa og alle lydeffektniveau i dB re. 1 pW.

Resumeeet eller rapporten må gengives i sin helhed, uddrag efter skriftlig aftale

Indhold

1.	Indledning	2
2.	Målested	2
3.	Meteorologiske forhold	2
4.	Driftsforhold og støjkilder	2
5.	Måleopstilling og akustiske forhold på målestedet	2
6.	Instrumenter og edb software	3
7.	Bestemmelse af støjemission	3
8.	Målinger	4
9.	Resultater	5
10.	Usikkerhed	5

1. Indledning

Den tekniske udvikling i de forskellige motorcykelklasser har blandt andet medført ændringer, der indebærer bedre dæmpning af udstødningsstøjen, og Danmarks Motor Union (DMU) har derfor ønsket at få målt kildestyrken på en række af de motorcykelklasser, der er godkendt af DMU til motorcykelsport, blandt andet med henblik på, at dette kan danne grundlag for en opdatering af Bilag 1 til Miljøstyrelsens Motorbanevejledning [2]. Målingerne er udført af Motorsportens Akustiklaboratorium (MA) som ejes af Dansk Automobil Sports Union (DASU), som i den anledning har foretaget målinger af den immissionsrelevante støjemission for tre motocross (MX) klasser. Rapporten indeholder resultaterne angivet som lydeffektniveauet for klasserne 85 ccm 2T, 250 ccm 4T og 450 ccm 4T, dels total og dels i 1/1 oktavbåndene fra 63 Hz til 8 kHz både for kørsel med fuldlast og for kørsel med dellast.

2. Målested

Målingerne blev foretaget på Slagelse Motocross Arena, Jættehøjvej 8B, 4200 Slagelse, lørdag den 18. juni 2016 i tidsrummet 10 – 11.

3. Meteorologiske forhold

I måleperioden var der på banen ingen regn, 0/8 skyet, 18°C og ingen vind.

De meteorologiske forhold er ikke tillagt indflydelse på lydudbredelsen og måleresultaterne.

4. Måleopstilling og akustiske forhold på målestedet

Målestrækningen var en 40 m lang lige strækning med fast grusbelægning, der ved starten og slutningen var markeret med en kegle. Midt på målestrækningen var der med 2 kegler markeret en 1 m bred port, der, af hensyn til at opnå en veldefineret afstand til målemikrofonen, skulle gennemkøres under målingerne. Målepositionen er placeret 1,7 meter over terræn 4 m fra midten af den 1 m brede port på midten af målestrækningen. Terrænet under målepositionen var græs. Mellem kilde og måleposition udbreder lyden sig frit over terræn. Der var ingen lydreflekterende eller skjærmende objekter af betydning for målingen i nærheden af målepositionen. Baggrundsstøjen bestemtes ved en orienterende måling til ca. 55 dB(A).

5. Driftsforhold og støjkilder

Målingerne blev foretaget på en tør bane af komprimeret grusmateriale.

Under fuldlastmålingerne var driftsbetingelserne således, at de svarer til maksimal støjemission på målestrækningen, idet MX'erne kørte med langsom fart frem til starten på målestrækningen, hvor de så accelererede maksimalt og derefter gennemkørte målestrækningen med højst mulig hastighed.

Under dellastmålingerne fortsatte MX'erne gennem hele målestrækningen med den samme langsomme fart, som de havde før indkørslen på målestrækningen.

Under hvert måleforløb er der målt på 3 stk. af hver MX klasse og hver maskine har gennemkørt målestrækningen 10 gange, skiftevis i hver retning. Der er således målt ligeligt på begge side af køretøjerne. De udførte målinger med 3 repræsentative køretøjer i hver klasse med i alt 30 forbikørsler opfylder netop kravene til Miljøstyrelsens Deklarationsmetode som beskrevet i Motorbanevejledningen [2].

Der var ikke andre støjkilder af betydning for målingerne.

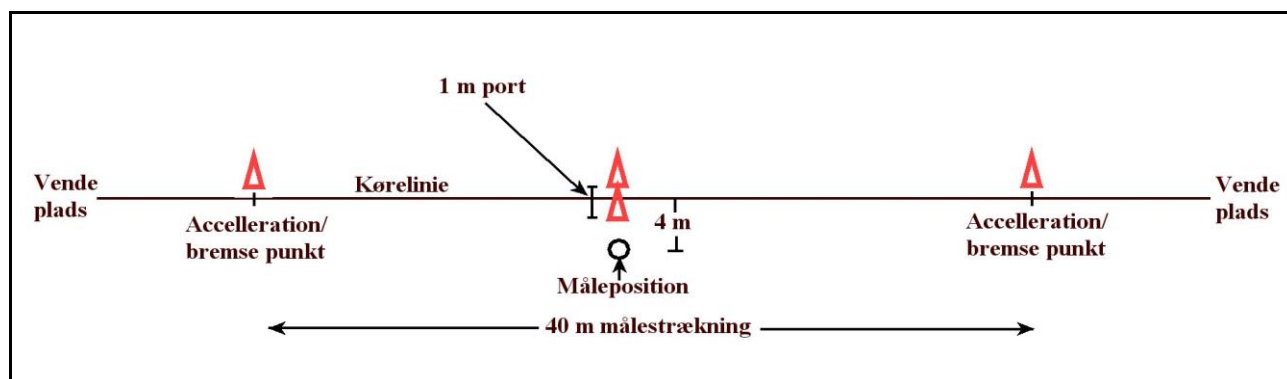


Fig 1 Principskitse af måleopstillingen



Fig 2 Måleopstillingen

6. Instrumenter og edb software

Til målingerne blev de i tabel 1 viste instrumenter anvendt:

Instrument edb program	Fabrikat	Type	Serie nummer	Kalibrerings-laboratorium	Seneste sporbare kalibrering
Lydtrykmåler	Brüel & Kjær	2260	2120210	Brüel & Kjær	17. juli 2015
Målemikrofon	Brüel & Kjær	4176	2316689	Exova Metech	6. juli 2015
Akustisk kalibrator	Brüel & Kjær	4231	2123005	Exova Metech	01. marts 2016
Evaluator	Brüel & Kjær	v.3.31	-	-	-

Tabel 1 Oversigt over måleinstrumenter

De oplagrede måleresultater i lydtrykmåleren er overført til PC med Brüel og Kjær's edb program Evaluator v.3.31, som har genereret udskrifterne i bilag 3.1 – 3.6 Udskrifter fra lydtrykmåler.

7. Bestemmelse af støjemission

På basis af det målte lydtrykniveau L_{eq} , MX'ernes hastighed og afstanden fra køresporet til mikrofonpositionen, kan lydeffektniveauerne bestemmes. Metoden der benyttes er den i Motorbanevejledningen [2] beskrevne deklarationsmetode, som er gengivet nedenstående:

Ved deklarationsmetoden bestemmes den gennemsnitlige støjemission for ét køretøj ud fra måling af flere passager af et antal køretøjer, fx under løb. Denne metode er beregnet på at bestemme nye – eller ajourførte – værdier af den typiske støjemission (kildestyrke) for en type eller klasse af motorkøretøjer til brug for beregninger af støjen i omgivelserne.

Ved måling efter deklarationsmetoden måles ækvivalentniveauet ($L_{eq,t}$ pr. 1/1-oktav) over et passende langt tidsrum, mens et antal køretøjer passerer målestedet en eller flere gange. Kildestyrken L_w er:

$$L_w = L_{eq,t} + 10 \log 4vat - \Delta L_{gd} - 10 \log N,$$

hvor

- L_w er kildestyrken pr. 1/1-oktav frekvens i dB re. 1pW.
- $L_{eq,t}$ er det målte ækvivalentniveau pr. 1/1-oktav frekvens i dB re. 20μPa, målt over tidsrummet (integrationstiden) t.
- v er den gennemsnitlige fart af køretøjerne, målt i m/s.
- a er den korteste afstand fra mikrofonen til midten af køresporet (måleafstanden), målt i m. Afstanden fra mikrofonen til de enkelte køretøjer kan variere op til ±10%.
- t er integrationstiden i sekunder.
- N er antallet af forbikørsler.
- ΔL_{gd} er terrænkorraktionen til brug for deklarationsmetoden. Den er anført i Tabel 4.1.

Målestedet skal vælges ved en lige banestrækning, hvor køretøjerne kører med maksimal motorydelse, fx efter et sving.

Målestrækningen skal være så lang som praktisk muligt, gerne mindst 10 gange måleafstanden.

Måleafstanden skal være i intervallet 4 – 10 m, og mikrofonen skal være 1,5 – 1,8 m over terræn.

Der må ikke være genstande, som giver væsentlig skærmning eller betydende refleksioner i nærheden af målestedet.

Mikrofonposition:	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
porøst terræn	5,2 dB	4,7 dB	2,3 dB	-1,1 dB	1,4 dB	1,2 dB	0,4 dB	1,3 dB

Tabel 4.1. Terrænkorraktion til brug for deklarationsmetoden, ΔL_{gd} , for grusbaner (MX).

Ubestemtheden på målemetoden afhænger af antallet af forbikørsler. Med 30 passager er ubestemtheden 3 dB. Hvis måleresultatet skal benyttes som typisk værdi for en klasse eller type af køretøjer, skal der måles mindst 10 passager fra mindst 3 forskellige køretøjer, som hver vurderes at være typiske for den pågældende klasse.

8. Målinger

Måling af det ækvivalente lydtryk $L_{eq,t}$ i måleperioden t er udført med en Brüel & Kjær lydtrykmåler type 2260 monteret med 10 m forlænger-kabel mellem lydtrykmåler og mikrofon.

Måleresultaterne er lagret internt i lydtrykmåleren, udskrifter herfra er vist i bilagene 3.1 – 3.6.

Lydtrykmåleren er kalibreret inden målingerne startede og efter de var afsluttede. Der blev kalibreret til 94,0 dB. Kalibreringen holdt sig konstant.

Målingerne er foretaget under en speciel arrangeret måleseance, hvor alle de deltagende maskiner gennemkører målestrækningen således, at der ved fuldlastmålingerne køres langsomt, med en hastighed der svarer til hastigheden ved kørsel i banens sving, frem til keglen ved målestrækningens start, hvor der gives fuld gas og derefter køres hurtigst muligt med fuld gas og acceleration gennem hele målestrækningen til keglen ved afslutningen, hvor gassen tages af og der bremses og ventes i tomgang indtil alle maskiner har gennemkørt målestrækningen, hvorefter målestrækningen gennemkøres den modsatte vej på samme måde. I alt 5 fremkørsler og 5 tilbagekørsler med 3 MXer.

Ved dellastmålingerne køres ligeledes langsomt frem til keglen ved målestrækningens start, igen med en hastighed der svarer til hastigheden ved kørsel i banens sving, men kørslen fortsættes gennem hele målestrækningen med samme lave hastighed. Igen 5 fremkørsler og 5 tilbagekørsler med 3 MXer.

Hastigheden af MX'erne blev bestemt ved tidtagning med stopur på den 40 m lang målestrækning.

Der er udført 6 måleserier på 3 MX klasser.

9. Resultater

Den immissionsrelevante støjemission L_w , er bestemt efter deklarationsmetoden ved en måling af ækvivalentniveauet integreret over et måleforløb for hver MX type. Der er udført i alt 6 målinger på 3 MX typer. De A vægtede lydeffektniveauerne i de enkelte oktavniveauer for de tre MX typer er vist i tabel 2.

		63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	total
MX 85 ccm 2T	Fuldlast	62,1	85,1	108,0	109,2	110,0	108,5	110,4	108,4	116,9
	Dellast	63,4	76,7	90,6	96,1	90,8	89,9	88,8	84,1	99,3
MX 250 ccm 4T	Fuldlast	81,6	99,6	115,1	115,9	117,2	115,7	109,9	102,9	122,4
	Dellast	76,3	92,5	96,2	95,6	91,9	91,7	88,2	81,6	101,3
MX 450 ccm 4T	Fuldlast	82,4	101,8	114,1	115,9	116,0	113,9	111,3	106,0	121,7
	Dellast	79,7	94,9	99,7	104,6	102,2	100,9	99,6	92,0	109,1

Tabel 2 Immissionsrelevant A-vægtet lydeffektniveau pr. 1/1-oktav i dB re. 1pW.

10. Usikkerhed

Ifølge metodebeskrivelsen [1] er den udvidede usikkerhed, d.v.s. usikkerheden henregnet til et 90% konfidensinterval, 3 dB på de opnåede resultater.

14. juni 2014



Otto Dyrnum

Referencer

- [1] Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen Nr. 47, 2003, , Motor Racing Vehicles - Measurement Methods, Development of Noise Emission Measurement Methods for Motor Racing Vehicles, Ingemansson Technology AB.
- [2] Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 2/2005, Støj fra motorsportsbaner.

Bilag

- 2.1 – 2.6 Måle- og beregningsdata
- 3.1 – 3.6 Udskrifter fra lydtrykmåler

Bilag 2.5 Måle- og beregningsdata

Målested Slagelse Motocross Arena
 Dato 18. juni 2016 kl. 10.00 – 11.00
 MX klasse: MX 450 ccm 4T - Fuldlast
 Logfil 005.S1B

Beregningsdata

Beregnet ud fra 1/1 oktav målinger							
Deklarationsmetode, Asfaltbane, mikrofon på græs							
v (m/s)=	24,43	a (m)=	8	t (sec)=	355	N (#)=	180
Frekvens	Målt	10*log4vat	10 log N	delta Lgd	tot. lineær	A-vægte	total a-vægt
63	82,55	46,0	-14,8	-5,2	108,6	-26,2	82,4
125	91,41	46,0	-14,8	-4,7	117,9	-16,1	101,8
250	93,76	46,0	-14,8	-2,3	122,7	-8,6	114,1
500	86,74	46,0	-14,8	1,1	119,1	-3,2	115,9
1.000	86,2	46,0	-14,8	-1,4	116,0	0,0	116,0
2.000	82,72	46,0	-14,8	-1,2	112,7	1,2	113,9
4.000	80,19	46,0	-14,8	-1,1	110,3	1,0	111,3
8.000	76,32	46,0	-14,8	-0,4	107,1	-1,1	106,0
tot-a							121,7

Bilag 3.1 Udskrifter fra lydtrykmåler

Målested Slagelse Motocross Arena
Dato 18. juni 2016 kl. 10.00 – 11.00
MX klasse: MX 85 ccm 2T - Fuldlast
Logfil 001.S1B

Instrument: 2260
Application: BZ7210 version 1.0
Start Time: 18-06-2016 09:51:10
End Time: 18-06-2016 09:54:34
Elapsed Time: 0:03:24
Bandwidth: 1/1 Octave
Peaks Over: 140,0 dB
Range: 29,8-109,8 dB

	Time	Frequency
Broad-band measurements:	S F I	A L
Broad-band statistics:	F	L

Instrument Serial Number: 2120210
Microphone Serial Number: 2096975
Input: Microphone
Pol. Voltage: 0 V
S. I. Correction: Frontal

Calibration Time: 18-06-2016 09:08:32
Calibration Level: 94,0 dB
Sensitivity: -25,9 dB
ZF0023: Not used

18-06-2016 09:51:10 - 09:54:34

Hz	LLeq	LLFMax	LLFMin
31,50	63,600000	79,560000	51,060000
63	61,910000	72,550000	51,730000
125	74,240000	88,290000	55,200000
250	87,250000	101,040000	44,620000
500	79,640000	92,710000	40,480000
1000	79,730000	96,120000	41,030000
2000	76,880000	91,240000	37,530000
4000	78,840000	93,300000	35,090000
8000	78,230000	92,750000	---
A	86,040000	100,540000	47,810000
L	90,110000	103,670000	65,230000

Bilag 3.2 Udskrifter fra lydtrykmåler

Målested Slagelse Motocross Arena
Dato 18. juni 2016 kl. 10.00 – 11.00
MX klasse: MX 85 ccm 2T - Dellast
Logfil 002.S1B

Instrument: 2260
Application: BZ7210 version 1.0
Start Time: 18-06-2016 10:03:52
End Time: 18-06-2016 10:09:59
Elapsed Time: 0:06:07
Bandwidth: 1/1 Octave
Peaks Over: 140,0 dB
Range: 29,8-109,8 dB

	Time	Frequency
Broad-band measurements:	S F I	A L
Broad-band statistics:	F	L

Instrument Serial Number: 2120210
Microphone Serial Number: 2096975
Input: Microphone
Pol. Voltage: 0 V
S. I. Correction: Frontal

Calibration Time: 18-06-2016 09:08:32
Calibration Level: 94,0 dB
Sensitivity: -25,9 dB
ZF0023: Not used

18-06-2016 10:03:52 - 10:09:59

Hz	LLeq	LLFMax	LLFMin
31,50	70,370000	88,600000	48,290000
63	65,200000	79,970000	44,420000
125	67,880000	78,590000	43,300000
250	71,870000	83,950000	39,790000
500	68,570000	80,830000	40,130000
1000	62,610000	76,580000	41,120000
2000	60,240000	74,250000	37,680000
4000	59,310000	72,260000	34,220000
8000	55,950000	72,220000	---
A	70,160000	81,460000	46,010000
L	86,000000	101,700000	63,180000

Bilag 3.3 Udskrifter fra lydtrykmåler

Målested Slagelse Motocross Arena
Dato 18. juni 2016 kl. 10.00 – 11.00
MX klasse: MX 250 ccm 4T - Fuldlast
Logfil 003.S1B

Instrument: 2260
Application: BZ7210 version 1.0
Start Time: 18-06-2016 10:14:41
End Time: 18-06-2016 10:18:49
Elapsed Time: 0:04:08
Bandwidth: 1/1 Octave
Peaks Over: 140,0 dB
Range: 29,8-109,8 dB

	Time	Frequency
Broad-band measurements:	S F I	A L
Broad-band statistics:	F	L

Instrument Serial Number: 2120210
Microphone Serial Number: 2096975
Input: Microphone
Pol. Voltage: 0 V
S. I. Correction: Frontal

Calibration Time: 18-06-2016 09:08:32
Calibration Level: 94,0 dB
Sensitivity: -25,9 dB
ZF0023: Not used

18-06-2016 10:14:41 - 10:18:49

Hz	LLeq	LLFMax	LLFMin
31,50	70,420000	86,460000	50,640000
63	79,970000	96,430000	51,290000
125	87,440000	102,320000	48,240000
250	93,020000	107,860000	42,510000
500	85,000000	101,630000	43,140000
1000	85,570000	103,300000	42,510000
2000	82,690000	97,710000	38,290000
4000	77,060000	91,710000	32,640000
8000	71,420000	86,120000	---
A	90,980000	106,160000	46,930000
L	95,970000	109,530000	63,860000

Bilag 3.4 Udskrifter fra lydtrykmåler

Målested Slagelse Motocross Arena
Dato 18. juni 2016 kl. 10.00 – 11.00
MX klasse: MX 250 ccm 4T - Dellast
Logfil 004.S1B

Instrument: 2260
Application: BZ7210 version 1.0
Start Time: 18-06-2016 10:19:33
End Time: 18-06-2016 10:25:05
Elapsed Time: 0:05:32
Bandwidth: 1/1 Octave
Peaks Over: 140,0 dB
Range: 29,8-109,8 dB

	Time	Frequency
Broad-band measurements:	S F I	A L
Broad-band statistics:	F	L

Instrument Serial Number: 2120210
Microphone Serial Number: 2096975
Input: Microphone
Pol. Voltage: 0 V
S. I. Correction: Frontal

Calibration Time: 18-06-2016 09:08:32
Calibration Level: 94,0 dB
Sensitivity: -25,9 dB
ZF0023: Not used

18-06-2016 10:19:33 - 10:25:05

Hz	LLeq	LLFMax	LLFMin
31,50	71,820000	84,340000	55,650000
63	78,090000	88,370000	65,580000
125	83,720000	92,520000	68,970000
250	77,550000	86,780000	62,010000
500	68,090000	82,770000	52,820000
1000	63,700000	80,560000	47,850000
2000	62,110000	73,730000	45,290000
4000	58,760000	70,510000	40,820000
8000	53,480000	70,030000	---
A	73,330000	84,750000	58,820000
L	86,580000	96,920000	72,300000

Bilag 3.5 Udskrifter fra lydtrykmåler

Målested Slagelse Motocross Arena
Dato 18. juni 2016 kl. 10.00 – 11.00
MX klasse: MX 450 ccm 4T - Fuldlast
Logfil 005.S1B

Instrument: 2260
Application: BZ7210 version 1.0
Start Time: 18-06-2016 10:37:15
End Time: 18-06-2016 10:39:59
Elapsed Time: 0:02:44
Bandwidth: 1/1 Octave
Peaks Over: 140,0 dB
Range: 29,8-109,8 dB

	Time	Frequency
Broad-band measurements:	S F I	A L
Broad-band statistics:	F	L

Instrument Serial Number: 2120210
Microphone Serial Number: 2096975
Input: Microphone
Pol. Voltage: 0 V
S. I. Correction: Frontal

Calibration Time: 18-06-2016 09:08:32
Calibration Level: 94,0 dB
Sensitivity: -25,9 dB
ZF0023: Not used

18-06-2016 10:37:15 - 10:39:59

Hz	LLeq	LLFMax	LLFMin
31,50	72,150000	85,280000	43,930000
63	82,550000	97,010000	45,700000
125	91,410000	103,730000	42,290000
250	93,760000	107,750000	38,630000
500	86,740000	100,480000	35,730000
1000	86,200000	101,490000	38,520000
2000	82,720000	96,480000	34,840000
4000	80,190000	93,920000	30,900000
8000	76,320000	93,100000	---
A	92,230000	105,710000	43,450000
L	97,340000	109,910000	54,580000

Bilag 3.6 Udskrifter fra lydtrykmåler

Målested Slagelse Motocross Arena
Dato 18. juni 2016 kl. 10.00 – 11.00
MX klasse: MX 450 ccm 4T - Dellast
Logfil 006.S1B

Instrument: 2260
Application: BZ7210 version 1.0
Start Time: 18-06-2016 10:40:31
End Time: 18-06-2016 10:43:21
Elapsed Time: 0:02:50
Bandwidth: 1/1 Octave
Peaks Over: 140,0 dB
Range: 29,8-109,8 dB

	Time	Frequency
Broad-band measurements:	S F I	A L
Broad-band statistics:	F	L

Instrument Serial Number: 2120210
Microphone Serial Number: 2096975
Input: Microphone
Pol. Voltage: 0 V
S. I. Correction: Frontal

Calibration Time: 18-06-2016 09:08:32
Calibration Level: 94,0 dB
Sensitivity: -25,9 dB
ZF0023: Not used

18-06-2016 10:40:31 - 10:43:21

Hz	LLeq	LLFMax	LLFMin
31,50	77,690000	89,660000	48,990000
63	81,070000	92,960000	47,980000
125	85,630000	98,020000	44,680000
250	80,590000	93,120000	37,730000
500	76,650000	88,260000	34,140000
1000	73,520000	90,260000	38,060000
2000	70,900000	82,540000	32,850000
4000	69,620000	82,540000	---
8000	63,500000	76,430000	---
A	79,940000	92,210000	42,110000
L	89,300000	99,490000	64,450000