



Teknisk Notat

Måling af vejtrafikstøj i Ishøj før og efter opstilling af støjdæmpende autoværn

Udført for NAG1 ApS

TC-101253

Sagsnr.: 116-33725

Side 1 af 13

28. maj 2018

**DELTA – a part of
FORCE Technology**
Venlighedsvej 4
2970 Hørsholm
Danmark

Tlf. +45 72 19 40 00
Fax +45 72 19 40 01
www.delta.dk
CVR nr. 55117314

Titel

Måling af vejtrafikstøj i Ishøj før og efter opstilling af støjdæmpende autoværn

Journal nr.

TC-101253

Sagsnr.

116-33725

Vores ref.

CB/ilk

Rekvirent

NAG1 ApS

Møllevænget 51

2800 Kgs. Lyngby

Rekvirentens ref.

Leon Samsø Pedersen

DELTA – a part of FORCE Technology, 28. maj 2018



Claus Backalarz

Akustik

Indholdsfortegnelse

1. Indledning	4
2. Autoværnet	5
3. Opstilling af autoværnet	6
4. Støjmålinger.....	6
5. Trafikmålinger	7
5.1 Manglende trafikdata	7
5.2 Målte trafikdata.....	7
6. Meteorologi	9
7. Efterbehandling af støjdata.....	9
7.1 Outliers	9
7.2 Korrektion for antal køretøjer	9
7.3 Korrektion for vejrforhold	9
7.4 Lokale forskelle i geometriske forhold	9
7.5 Baggrundsstøj	10
8. Beregning af virkningen af de støjdæpende autoværn.....	10
9. Resultater	11
10. Konklusion og diskussion	12
Bilag 1 – Mikrofonplaceringer	13

1. Indledning

Med tilskud fra bl.a. Markedsmodningsfonden er en teststrækning af et nyudviklet autoværn fra firmaet NAG1 blevet opstillet på en strækning langs Ishøj Stationsvej i Ishøj.

Autoværnet benævnes NAG (Noise Absorbing Guardrail) og er opstillet på en ca. 500 m lang strækning på nordsiden af Ishøj Stationsvej som vist i Figur 1.

Til brug for dokumentation af autoværnets støjdempende virkning er DELTA blevet rekvireret til at måle støjen ved to boliger nord for Ishøj Stationsvej før og efter opsætningen af autoværnet.



Figur 1

Luftfoto over Ishøj Stationsvej med angivelse af de 2 målepunkter og placering af det støjdempende autoværn (markeret med blå).

Markedsmodningsfonden har støttet projektet økonomisk ("Markedsmodning af innovativt støjabsorberende autoværn", j.nr. 2016-2789). Øvrige samarbejdspartnere har været NAG1, Gate21, Ishøj Kommune, Vallensbæk Kommune, Rockwool, Volkmann & Rossbach og Rich. Müller A/S.

Foruden opstillingen i Ishøj er der opstillet en teststrækning i Vallensbæk (som en del af projektet for Markedsmodningsfonden) samt en teststrækning i Pårup i Jylland. Støjmålinger i forbindelse med opstillingen i Pårup er rapporteret i DELTA-rapport: "Måling af vejtrafikstøj i Pårup før og efter opstilling af støjdempende autoværn", TC-101135 Revision 4, 18. oktober 2017.

2. Autoværnet

Autoværnet er konstrueret nogenlunde som et konventionelt autoværn med en vandret skinne monteret på stål-pæle, der er banket ned i underlaget. NAG-skinnen er perforeret, og bag stolperne er der monteret 90 cm høje mineraluldsplader omsluttet af en dug, der beskytter mineralulden mod nedbør og opsprøjt fra vejen. Men samtidig tillades støjen fra vejen at komme igennem til mineralulden, som virker støjabsorberende. Mineralulden og dugen er omsluttet af strækmetal, der beskytter hele den støjabsorberende del af konstruktionen mod mekaniske påvirkninger. Strækmetallets høje ”perforeringsgrad” giver stort set ingen hindring for, at støjen fra trafikken kan nå den beskyttende dug og dermed mineralulden. Med grus eller lignende lagt nedenunder sikres det, at der ikke er passage for støjen under mineraluldspladen.



Figur 2

Øverst det støjabsorberende autoværn NAG opsat ved Pårup. Indsat i billedet ses bagsiden af NAG. Nederste billede er fra opstillingen i Ishøj. Billedet er taget i den østlige del af strækningen, hvor NAG er opsat.

Autoværnets primære funktion er at afskærme omgivelserne fra vejtrafikstøjen. Opstillingen i Ishøj, hvor der kun er NAG i den nordlige side af vejen, beskytter derfor alene området nord for autoværnet på grund af den afskærmende virkning.

Mineralulden og skinnens perforering sørger for, at lydens refleksion i konstruktionen mindskes. Derved mindskes den forøgede støj, som opsætning af støjafskærmninger generelt giver ind mod vejen og videre ud i omgivelserne (i retning mod syd ved opstillingen ved Ishøj).

Ved Ishøj Stationsvej er NAG som nævnt kun opstillet i den nordlige side af vejen, hvorfor den del af støjen, der ikke absorberes (og derfor reflekteres) udbredes mod syd. Denne reflekterede støj dæmpes ikke af et tilsvarende støjværn på sydsiden eller af vejen eller i dennes midterrabat. Området mod syd bliver derfor principielt mere støjbelastet, men i praksis er dette ekstra støjbidrag uhørligt.

Ideelt burde opstillingen i vejens nordside have været suppleret med NAG i begge sider af den ca. 4 m brede midterrabat samt i vejens sydside.

Da NAG med højden 90 cm er et lavt støjværn, er det primært støjen fra dæk/vej, der dæmpes. Det er denne støj, der er dominerende, når hastigheden overskrider 25-40 km/t. Ishøj Strandvej er en bygade med en skiltet hastighedsgrænse på 70 km/t, og NAG er derfor som udgangspunkt velegnet til vejstrækningen.

Den del af personbilernes støj, som kommer fra motor og udstødning, vil også dæmpes af støjværnet. Men udstødningsstøj fra lastbiler med højsiddende afgangsrør vil ikke dæmpes af det lave støjværn.

3. Opstilling af autoværnet

I perioden tirsdag den 5. september til torsdag den 21. september 2017 blev der opstillet NAG, hvilket udelukker brug af støjmålingerne fra denne periode, fordi hastighederne var unormalt lave (den ene af de to nordvestgående vejbaner var afspærret ud for arbejdsstedet), og fordi det ikke er helt klart, hvor langt opstillingen var nået (og dermed om der var opstillet tilstrækkelige længder med NAG ved de enkelte målepunkter).

4. Støjmålinger

Der er målt støj i de to positioner vist i Figur 1 (Landlyst Vænge 27 og 31) i perioden fra tirsdag den 1. august til søndag den 22. oktober 2017. Dog var der på grund af fejl i støjmåleudstyret ikke data for Position 1 (Landlyst Vænge 27) i dagene 1.-3. august og 15.-22. oktober 2017.

Der er målt trafik i perioden fra tirsdag den 1. august til søndag den 22. oktober 2017, dog ikke 28. og 29. august, hvor der ikke foreligger trafikdata.

Det giver 53 hele døgn med både trafik- og støjmålinger for begge støjmålepunkter.

Mikrofonerne var alle opsat på husenes facader ud mod Ishøj Stationsvej i højden ca. 1,5 m over terræn. Mikrofonerne var opsat med membranen så tæt som muligt på en ophængt krydsfinerplade. Pladen og facadens øvrige areal giver en forøgelse af det målte lydtrykkniveau på 6 dB i forhold til målinger i frit felt.

Da alle målinger er benyttet ved beregninger af lydniveauet før og efter opsætningen af autoværnet i form af subtraktion, er målingerne ikke korrigeret til frit felt.

I Bilag 1 er der fotos fra hver af de fire målepunkter.

Målingerne af støj er foregået i perioder på 1 minut, dvs. at der er måleresultater for hvert minut i ca. 53 døgn i 2 punkter. Resultaterne foreligger som lineære (dvs. ikke-A-vægtede) 1/3-oktavspektre fra 25 Hz til 20 kHz samt totalniveauet $L_{Aeq,1minut}$. Desuden foreligger der statistiske støjparametre for hvert minut.

Alle analyser er foretaget på grundlag af $L_{Aeq,1minut}$, som er energimiddelværdien for hvert minut. De mange øvrige støjdata er ikke benyttet i indeværende undersøgelse.

5. Trafikmålinger

Trafikdata er som nævnt målt i perioden fra tirsdag den 1. august til søndag den 22. oktober 2017. Der foreligger dog ikke trafikdata for 28. og 29. august, hvilke mangler i de fremsendte data.

Målingerne er foretaget med gummislanger lagt over Ishøj Stationsvejs to nordvestgående vejbaner, der ligger tættest på målepunkterne. Desværre viste det sig efter målingerne, at der ikke var talt trafik for de to sydøstgående vejbaner.

5.1 Manglende trafikdata

På grund af de manglende trafikdata for de to sydøstgående vejbaner før og efter opsætningen af NAG blev det undersøgt, om der skulle foreligge trafiktællinger for Ishøj Stationsvej, der omfattede samtidige målinger i både de to nordvestgående og de to sydøstgående vejbaner. Det viste sig, at der i marts og november 2017 var foretaget sådanne målinger over 9 dage (23.03 – 31.03.2017 og 02.11 – 10.11.2017). Dermed var det muligt at danne sig et billede af fordelingen af trafikken time for time mellem de to retninger.

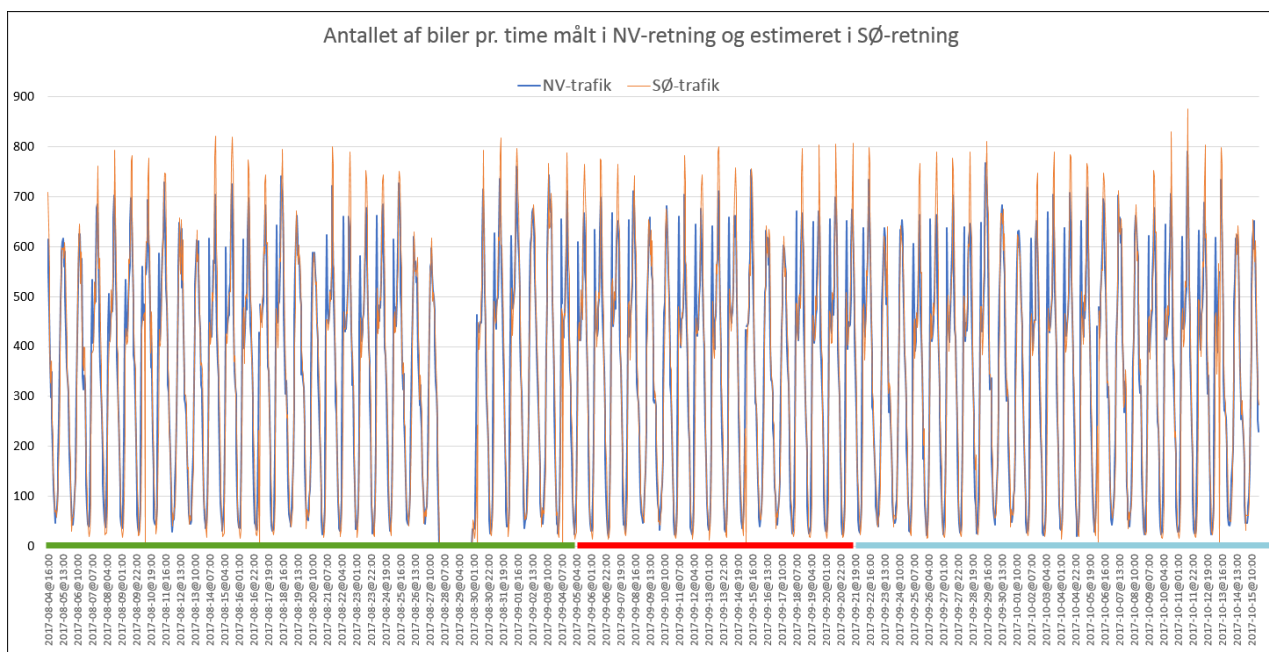
På grundlag af målingerne i marts og november 2017 kunne det konkluderes: 1) Trafikken mellem ca. kl. 03 til 08 på hverdage er større i NV-retning (mod motorvejen E20) end i SØ-retning; 2) Kl. 23 til 02 er der en tendens til det modsatte, altså mere trafik mod SØ end mod NV og 3) I de øvrige tidsrum er trafikintensiteten omtrent ens i begge retninger.

På dette grundlag blev der udregnet en procentvis fordeling af trafikken mod NV og SØ time for time i døgnets 24 timer mandag til søndag. Disse procentfordelinger er benyttet til at beregne en forventet trafik i SØ-retningen på grundlag af målingerne foretaget i NV-retningen i perioden 1. august til 22. oktober 2017.

5.2 Målte trafikdata

Der blev alene målt antallet af biler pr. time og bilernes hastighedsfordeling på ugebasis. Der er ikke en opdeling i køretøjstyper som fx Person- og varebil, Varebiler, Bus, Sololastbil/Sættevogn, Lastbil med påhæng og Sættevognstog som for målingerne i Pårup.

I Figur 3 er vist trafikmængden pr. time i NV- og SØ-retning. Figur 4 viser fordelingen af hastigheder på en typisk uge. Ca. 93 % af bilerne overholder den skilte hastighed på 70 km/t.



Figur 3
 Antallet af biler pr. time på Ishøj Stationsvej i NV-retning (blå kurve, målt) og SØ-retning (orange kurve, estimeret). Det højeste antal forekommer ca. kl. 16 på hverdage og ca. kl. 12 i weekender. Det mindste antal forekommer kl. 03-04 om natten.

Mastra			Hastighedsklassifikation				Side		1 af 1						
			Hovedresultater				Udskr.		07.11.2017 11:10						
							Resultater for		År						
Målested	11000526	GPS 55.616571,12.349887					Årsdøgn	7.817							
Bestyrer	183	Ishøj					Julidøgn	8.150							
Vej	150526-0H	Ishøj Stationsvej					Hverdagsdøgn	8.171							
Lokalitet	1/100	Nordvestgående retning - Lige ud for udkørsel fra Circle K					Æ10høj	514							
RetningSpor	U1	Kanal 1, mod nordvest					Æ10lav	243							
Køretøjsart	MOTORKTJ	Motorkøretøjer					Talte dage	82,5							
Periode	10.08-17.08.2017 (evr_v11_ek, HK-12 60)						Trafiktype	Regionaltrafik							
Kommentar															
Hast.grænse	70	km/t													
Kun fuldt talte døgn indgår															
Hastigheds-interval	Hverdage (pr.døgn)			Lørdage (pr.døgn)			Søndage (pr.døgn)			Helligdage (pr.døgn)			Ugedøgn (5*Hvd+Lør+søn)/7		
	Døgn	antal	akk.%	Døgn	antal	akk.%	Døgn	antal	akk.%	Døgn	antal	akk.%	antal	%	akk.%
0 - 40	4	360	4	1	365	5	1	287	4	4	350	4	4	4	4
40 - 45	4	361	4	8	359	4	9	285	4	8	350	4	8	4	8
45 - 50	17	801	9	17	846	11	20	679	9	17	790	10	18	10	18
50 - 55	20	1.743	20	37	1.712	22	42	1.559	22	39	1.712	20	38	20	38
55 - 60	26	2.236	26	63	2.008	26	68	1.819	25	64	2.144	26	64	26	64
60 - 65	19	1.665	19	82	1.312	17	85	1.396	19	83	1.576	19	83	19	83
65 - 70	10	885	10	92	656	9	94	682	10	93	823	10	93	10	93
70 - 75	5	409	5	97	285	4	98	298	4	97	375	4	97	4	97
75 - 80	2	148	2	99	103	1	99	139	2	99	140	2	99	2	99
80 - 85	0	59	0	99	42	0	99	41	0	99	54	0	99	0	99
85 - 90	1	27	1	100	25	1	100	23	1	100	26	1	100	1	100
90 - 180	0	27	0	100	18	0	100	23	0	100	25	0	100	0	100
85% fraktil km/t	66,4			64,9			65,9						66,1		
Gennemsnit km/t	57,3			56,3			57,2						57,2		
I alt antal	8.721			7.731			7.231						8.365		

Figur 4
 Eksempel på en typisk fordeling af hastigheder over en uge. Hovedparten af bilerne kører med en hastighed på 55-60 km/t. 93 % af bilerne kører på eller under den skilte hastighed på 70 km/t.

6. Meteorologi

Der er ikke målt meteorologi under trafik- og støjmålingerne. Fra DMI's vejrarkiv er der efterfølgende hentet data om Københavns og Nordsjællands gennemsnitlige vindretning og -hastighed på dagsbasis.

7. Efterbehandling af støjdata

7.1 Outliers

Støjdata i form af $L_{Aeq,1minut}$ er kontrolleret minut for minut i begge punkter, og outliers er fjernet, dvs. minutter med unormalt høje støjniveauer, der ikke kunne forklares med trafikmængden, er fjernet fra datagrundlaget. Derefter er $L_{Aeq,1minut}$ -værdierne midlet på energibasis til 60-minutters perioder i samme intervaller som trafiktællingerne foreligger. Der er også midlet i situationer, hvor der har været færre end 60 $L_{Aeq,1minut}$ -værdier til rådighed på grund af frasorteringen af outliers.

7.2 Korrektion for antal køretøjer

Ved beregningen af virkningen af autoværnet er der foretaget en simpel korrektion for antallet af bilpassager ifølge formlen

$$\Delta L_{\text{antal biler}} = 10 \cdot \log(\text{Antal}/100)$$

Korrektionen er foretaget for antallet af bilpassager for hver time. Derved er alle målinger normeret til 100 biler pr. time, og det er muligt at sammenligne den målte støj pr. time før og efter opsætningen af NAG, selvom antallet af bilpassager ikke har været identisk i disse timer.

Da trafikmålingerne på timebasis ikke indeholder information om hastigheder og køretøjs typer, har det ikke været muligt at kompensere for disse variable.

7.3 Korrektion for vejrforhold

Der foreligger kun meget overordnede meteorologidata. Ved sammenligningen af støjmålingerne før og efter NAG blev opstillet er disse forsøgt sammenstillet i grupper målt under vindretning nord, nordøst, øst, sydøst, syd, sydvest, vest og nordvest. Før- og eftermålinger, der begge ligger i samme vindretningsgruppe, er sammenlignet, men der er også foretaget sammenligninger af alle før- og eftermålinger uanset vindretningen.

7.4 Lokale forskelle i geometriske forhold

Geometrien mellem Ishøj Stationsvej og de to målepunkter er af naturlige grunde ikke ens. Afstanden fra målepunktet til vejmidte er henholdsvis ca. 28 m og 61 m for målepunkterne ved Landlyst Vænge nr. 27 og 31, og skærmvirkninger og refleksioner fra nabohusene er forskellige. Disse og andre geometriske forhold påvirker, i hvor høj grad en støjbarriere dæmper støjen.

Det har imidlertid ikke ligget inden for denne opgave at undersøge og redegøre for sådanne forskelle i geometri og de akustiske følger heraf.

7.5 Baggrundsstøj

Baggrundsstøjen under målingerne kan groft opdeles i kortvarig støj fra lokale forhold og mere konstant støj fra vegetation og fjernereliggende veje, herunder motorvej E20, der ligger ca. 410 m nordvest for målepunkterne.

De kortvarige tilfælde af forstyrrende baggrundsstøj er frasorteret som tidligere omtalt, og forventes derfor ikke at påvirke resultaterne.

Der er ikke foretaget en egentlig undersøgelse af de mere konstante bidrag til baggrundsstøjen, men observationer foretaget under DELTA's besøg i området (både før, under og efter opsætningen af NAG) indikerer, at støjen fra andre veje i området giver et vist støjbidrag i målepunkterne i perioder med mindre trafik på Ishøj Stationsvej. Der er ikke observeret betydelig støj fra virksomheder eller andre aktiviteter i området.

Vegetationsstøjen kan påvirke resultaterne, hvis der har været perioder med megen blæst. Alle målinger er foretaget i perioder med løv på træer og buske, hvorved vegetationsstøjen er noget højere end i vinterhalvåret. Der har været enkelte dage med blæst, hvor støjen fra vegetationsstøj kan have været betydende.

Det kan ikke afvises, at baggrundsstøjen kan have påvirket nogle af måleresultaterne.

8. Beregning af virkningen af de støjdæpende autoværn

Ud over forudsætningerne, der er redegjort for i afsnit 7, er der yderligere følgende forudsætninger ved beregningen af den støjdæpende virkning:

- Positionerne 1 og 2 er betragtet hver for sig.
- For hver time i perioderne før og efter etableringen af NAG (men ikke under montagen) er der beregnet støjniveauer, der er korrigeret for antallet af biler i den pågældende time.

$$\begin{aligned}L_{\text{før,korr}} &= L_{\text{før,målt}} + \Delta L_{\text{antal biler,før}} \\L_{\text{efter,korr}} &= L_{\text{efter,målt}} + \Delta L_{\text{antal biler,efter}}\end{aligned}$$

- Alle $L_{\text{før,korr}}$ er inden for hver af de 8 vejgrupper (se afsnit 7.3) midlet på energibasis, ligesom alle $L_{\text{før,korr}}$ er midlet uden hensyntagen til meteorologien. Det samme gælder $L_{\text{efter,korr}}$. Derved fås $L_{\text{før,korr,midlet}}$ og $L_{\text{efter,korr,midlet}}$.
- Virkningen af NAG er beregnet dels inden for de 8 vejklasser beskrevet i afsnit 7.3, dels uden hensyntagen til meteorologien efter formlen.

$$\text{Dæmpning} = L_{\text{før,korr,midlet}} - L_{\text{efter,korr,midlet}}$$

9. Resultater

Resultaterne er angivet i Tabel 1.

På grund af udfald i måleudstyret i Position 1 er der ikke helt samme antal brugbare måletimer i Position 1 og 2, som det fremgår af tabellen.

Position 1, nr. 27	Nord	Nordøst	Øst	Sydøst	Syd	Sydvest	Vest	Nordvest	Alle data
Antal timer før	24	0	0	72	127	158	192	168	741
Antal timer efter	48	0	168	24	0	118	168	54	580
$L_{\text{før,korr,midlet}}$ [dB]	69,6	-	-	70,0	68,9	69,6	70,3	70,6	70,3
$L_{\text{efter,korr,midlet}}$ [dB]	68,4	-	68,7	68,1	-	70,7	70,8	69,7	69,9
Forskel før-efter [dB]	1,1	-	-	1,9	-	-1,1	-0,5	0,9	0,4

Position 2, nr. 31	Nord	Nordøst	Øst	Sydøst	Syd	Sydvest	Vest	Nordvest	Alle data
Antal timer før	24	13	0	72	127	240	192	168	836
Antal timer efter	48	0	248	24	23	168	192	54	757
$L_{\text{før,korr,midlet}}$ [dB]	65,7	67,7	-	67,3	66,3	67,2	68,9	68,3	69,4
$L_{\text{efter,korr,midlet}}$ [dB]	66,3	-	65,2	65,3	64,5	68,8	69,3	68,7	69,1
Forskel før-efter [dB]	-0,5	-	-	2,0	1,8	-1,5	-0,4	-0,3	0,3

Tabel 1

Virkning af NAG opsat i den nordlige side af Ishøj Stationsvej i de to målepositioner på Landlystvænge 27 og 31. I kolonnerne Nord, Nordøst, ..., Nordvest er der for disse vindretninger angivet antallet af timer før og efter opsætningen af NAG, hvori der foreligger støjdata samt energimiddelværdien af de målte og trafikkorrigerede timeværdier. For de vindretninger, hvor der foreligger støjmålinger både før og efter opsætningen af NAG, er ændringen i energimiddelværdierne $L_{\text{før,korr,midlet}}$ og $L_{\text{efter,korr,midlet}}$ angivet. I kolonnen længst til højre er angivet ændringen beregnet på grundlag af alle måledata uanset vindretning.

10. Konklusion og diskussion

Det fremgår af Tabel 1, at ændringerne i de målte gennemsnitlige trafikkorrigerede støjniveauer er ganske små og i nogle vindretninger ligefrem negative. Overordnet er ændringerne mindre end ubestemtheden ved målingerne, så opstillingen af NAG ved Ishøj Stationsvej har ikke haft en målbar effekt.

Dette svarer ikke til erfaringerne ved opstillingen i Pårup, hvor der var en målbar effekt, der viste en støjdemning på ca. 2 til 5 dB.

Der er flere mulige forklaringer på den ringe effekt ved opstillingen i Ishøj, der er målt:

- Ishøj Stationsvej er firesporet med en samlet bredde på ca. 25 m inklusive asfalterede vejrabatter. Midterrabbatten er græsbeklædt og ca. 5 m bred. Det betyder, at trafikstøjen genereres i afstande op til 25 m fra NAG. På grund af disse forholdsvise store afstande er virkningen af NAG betydelig mindre end i Pårup, hvor vejen sammenlagt er ca. 7 m bred.
- I Pårup er NAG placeret umiddelbart op ad vejbanen, ca. 1 m fra vejmarkeringen. I Ishøj er NAG placeret ca. 3 m fra vejmarkeringen på grund af et bredt asfalteret vige spor. Denne længere afstand mellem nærmeste støjkilde (højre vejbane i nordvestgående retning) og NAG i Ishøj giver end mindre støjdempende effekt end i Pårup.
- Supplerende opstilling af NAG på Ishøj Stationsvej i begge sider af midterrabbatten ville alt andet lige have givet en øget effekt.
- Trafik- og vejrdato for målingerne i Ishøj er mindre detaljerede, og det har derfor kun været muligt at foretage grove korrektioner for det samlede antal biler og meget overordnede vejrdato. For målingerne i Pårup forelå der målte vejrdato fra en nærliggende vejstation, og for trafikdato lå der detaljerede oplysninger for hvert kvarter om gennemsnitlig hastighed og trafiktyper. Dermed kunne der korrigeres mere detaljeret ved Pårup-målingerne.
- Topografien – og dermed geometrien for lydets udbredelse mellem kilder og modtagere – er forskellige i Ishøj og Pårup. I Pårup ligger vejen på store dele af strækningen, hvor NAG er opsat på en dæmning i forhold til målepunkterne. Dette er i mindre grad tilfældet i Ishøj.

Bilag 1 – Mikrofonplaceringer

