

# TEKNISK NOTAT

## Effekt af beplantning i støjberegninger - Nord2000-beregninger for Brøndbyskoven

---

### Udført for Gate 21

Sagsnr.: 124-30997

TC-102420

Side 1 af 56

Hørsholm, 7. maj 2026

### Akustik, støj og vibrationer

Kvalitetssikret af

Udfærdiget af

# OVERSIGT

<b>Titel</b>	Effekt af beplantning i støjberegninger - Nord2000-beregninger for Brøndby-skoven
<b>Sagsnr.</b>	124-30997
<b>TC-nr.</b>	102420
<b>Kunde</b>	Gate 21 Liljens Kvt 2 2620 Albertslund Tlf.: +4520557037
<b>Kontaktperson</b>	Camilla Reenberg Eriksen E-mail: <a href="mailto:camilla.reenberg.eriksen@gate21.dk">camilla.reenberg.eriksen@gate21.dk</a>

## Resume

Dette notat beskriver en case for området omkring Brøndbyskoven. Casen omhandler hvor store støjreduktioner at Brøndbyskoven bidrager med i boligområderne nær skoven. I notat er der indledende beskrevet kort om nuværende praksis, beskrivelse af relevante begreber, hvorefter at en egentlig case beskrives.

Indholdet i notatet er:

### 1. Indledning

Beskrivelse af relevante begreber og nuværende praksis for beregning af effekten af beplantning.

### 2. Brøndbyskoven

Kort beskrivelse af områder hvor der anvendt som case for beregning af effekten af skov

### 3. Metode

Kort beskrivelse af metoden til beregning af effekt af beplantning og terrænoverflade, samt beskrivelse af et differenskort.

### 4. Resultater

Gennemgang af resultater for effekt af at støj kortlægge med andre terrænklasser, en typisk skov, en specifik estimeret skov.

### 5. Konklusion

Konklusion og tolkning af resultater

#### Bilag 1

Støj kortlægning af beregning med forskellige terrænoverflader og skov

#### Bilag 2

- Metode til registrering af skov
- Skema til registrering af skov
- Specifikke registrerede data fra skovområder i Brøndbyskoven
- Information om hvordan registreret skovdata er håndteret ifm. beregninger med Nord2000/SoundPLAN

---

**Revisioner**

Originalrapport

---

**Testlokation**

Venlighedsvej 4, 2970 Hørsholm, Danmark

---

**Vores ref.**

JEL/RSHS/pkor

---

Rapporten må kun gengives i sin helhed.

Gengivelse i uddrag kræver skriftlig accept fra FORCE Technology.

Rapporten er kun gyldig med to digitale signaturer fra FORCE Technology. Rapporten forefindes som original i FORCE Technologys database og sendes som elektronisk duplikat til kunden. Den hos FORCE Technology lagrede original har forrang som dokumentation for rapportens indhold og gyldighed.

---

# INDHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Indledning</b> .....	<b>7</b>
1.1	Nationale støjkortlægninger.....	7
1.2	Hvordan beregnes grønne områder/skove på nuværende tidspunkt. ....	7
1.3	Hvorfor er det svært at medregne en skov? .....	8
1.4	Beskrivelse af "ISO skov" .....	8
1.5	Hvad er forskellen på Nord2000 og SoundPLAN? .....	8
1.6	Terrænklasser .....	9
1.7	Nyere danske undersøgelser vedr. beplantning og støj.....	9
<b>2</b>	<b>Brøndbyskoven</b> .....	<b>11</b>
2.1	Registrering af skov .....	11
<b>3</b>	<b>Metode</b> .....	<b>13</b>
3.1	Hvad er et differenskort?.....	13
<b>4</b>	<b>Resultater</b> .....	<b>14</b>
4.1	Oversigt over beregninger:.....	14
4.1.1	Præsentation af resultater .....	14
4.2	Grundscenarie – Terrænklasse D, Ingen skov .....	15
4.3	Forskel mellem forskellige terrænklasser i beplantningsområder D, C, B og A: Scenarie 1 .....	15
4.4	Beregninger af effekt af ISO-skov : Scenarie 2 .....	18
4.5	Beregning af den Specifikke estimerede skov : Scenarie 3 .....	19
4.6	Beregning af den Specifikke estimerede skov i udtyndet version : Scenarie 4 .....	20
4.7	Beregning af den Specifikke estimerede skov i dobbelt tæthed version : Scenarie 5.....	21
<b>5</b>	<b>Konklusion og diskussion</b> .....	<b>23</b>
5.1	Fremtidige undersøgelser .....	24
<b>6</b>	<b>Referencer</b> .....	<b>25</b>
	<b>Bilag 1 Støjkortlægninger</b> .....	<b>26</b>

<b>7</b>	<b>Beregninger af effekt af terrænoverfald (Ground Impedance)</b>	<b>26</b>
7.1	Beregning som national støj kortlægning – scenarie 0 (terrænklasse D)	26
7.2	Beregning af forskellige terrænklasser i beplantningsområder – scenarie 1	27
7.2.1	Differens kort – scenarie 0-1	30
<b>8</b>	<b>Beregning af effekt af skov</b>	<b>33</b>
8.1	Beregninger af effekt af ISO-skov : Scenarie 2	33
8.1.1	Differens kort af effekten af at beregne skov på terræn.	34
8.2	Beregning af den specifikke estimerede skov : Scenarie 3	35
8.2.1	Differens kort af effekten af den specifikke estimerede skov (målt skov)	36
8.2.2	Differens kort af "ISO skov vs. målt skov"	37
8.3	Beregning af den specifikke estimerede skov – (udtyndet til halvdelen): Scenarie 4	38
8.3.1	Differens kort af effekten af udtyndet skov på terræn D	39
8.3.2	Differens kort af effekten af udtynding af skov.	40
8.4	Den specifikke estimerede skov - tæt version, dobbelt antal træer : Scenarie 5	41
8.4.1	Differens kort af effekten af tættere skov på terræn D	42
8.4.2	Differens kort af effekten af fortætning af skov.	43
<b>Bilag 2</b>	<b>Registrering af parametre for skov</b>	<b>44</b>
<b>9</b>	<b>Metode</b>	<b>44</b>
9.1	Skema til registrering af skov	45
<b>10</b>	<b>Registreret skov</b>	<b>47</b>
10.1	Lokation 1	49
10.2	Lokation 2	50
10.3	Lokation 3A	51
10.4	Lokation 3B	52
10.5	Lokation 3C	53
10.6	Lokation 4	54
10.7	Lokation 5	55
<b>11</b>	<b>Registreret skov, input til SoundPLAN Nord2000-beregninger</b>	<b>56</b>

## 1 Indledning

Dette notat beskriver en case for området omkring Brøndbyskoven. Casen omhandler hvor store støjreduktioner at Brøndbyskoven bidrager med i boligområderne nær skoven. I notat er der indledende beskrevet kort om nuværende praksis, beskrivelse af relevante begreber, hvorefter at en egentlig case beskrives.

Indholdet i notatet er:

1. **Indledning**  
Beskrivelse af relevante begreber og nuværende praksis for beregning af effekten af beplantning.
  2. **Brøndbyskoven**  
Kort beskrivelse af området der anvendt som case for beregning af effekten af skov
  3. **Metode**  
Kort beskrivelse af metoden til beregning af effekt af beplantning og terrænoverflade, samt beskrivelse af et differenskort.
  4. **Resultater**  
Gennemgang af resultater for effekt af at støjkortlægge med andre terrænklasser, en typisk skov, en specifik estimeret skov.
  5. **Konklusion**  
Konklusion og tolkning af resultater
- Bilag 1**  
Støjkortlægning af beregning med forskellige terrænoverflader og skov
- Bilag 2**
- Metode til registrering af skov
  - Skema til registrering af skov
  - Specifikke registrerede data fra skovområder i Brøndbyskoven
  - Information om hvordan registreret skovdata er håndteret ifm. beregninger med Nord2000/SoundPLAN

### 1.1 Nationale støjkortlægninger

Der udføres hvert 5. år nationale støjkortlægninger af trafikstøj i det storkøbenhavnske område, Århus, Odense og Ålborg jf. bekendtgørelse BEK nr. 2092 [1]. Kortlægningens resultater sammen med antallet af støjramte personer indrapporteres til EU samtidig med de øvrige medlemslande - næste gang i 2027. Som opfølgning skal de ansvarlige myndigheder udarbejde handlingsplaner for at reducere antallet af støjramte borgere. Der foreslås her støjreducerende tiltag, som kan reducere støjbelastningen af borgerne. Der har været tale om at virkemidler som beplantning kan medtages som et støjreducerende tiltag, men dette har ikke slået igennem, mest fordi beplantningens støjreduktionen af er ret lille. Beplantning kan dog have andre positive virkninger på støjgenen, jf. FAMOS-projektet [6].

### 1.2 Hvordan beregnes grønne områder/skove på nuværende tidspunkt.

Normalt medtages beplantning ikke i beregning af beregning af lydudbredelse. Der er flere grunde hertil:

- Virkningen af beplantning er mangelfuldt dokumenteret
- Beregningerne skal ofte bruges i planlægningen til at sikre, at støjgrænser kan overholdes worst case. Men da viden om beplantningens støjdæmpende egenskaber i de fleste tilfælde er mangelfuld eller meget usikker, vælger man at udelukke denne parameter.
- Beplantning er mangfoldig og ændrer sig med årstider, beskæring, mm.

### 1.3 Hvorfor er det svært at medregne en skov?

En skov er altid under forandring, og derved svært at beskrive objektivt. Nødvendig data for at foretage beregninger af en specifik skov er ikke tilgængelig som f.eks. kortlag fra dataforsyningen, eller rapporter fra de enkelte kommuner eller skovejere. Data for en specifik skov skal derfor registreres til formålet at lave en støjkortlægningen. En sådan registrering vil være et øjeblikbillede eller en nærmere et kvartalsbillede. Herudover er det vigtigt at bemærke at registreringen nødvendigvis vil være en form for stikprøveindsamling.

Hvis der er tilstrækkelig registrering af data for skoven til at man ønsker at foretage beregninger, da skal man afgøre hvilken områdeopdeling af skoven der synes rimelig, og herefter anskueliggøre om der f.eks. er områder i skoven (veje, stier etc.) der skal have tilknyttet andre data fordi at disse forringer skovens dæmpning mellem støjkilde (trafikeret vej) og modtager (boligområder). Yderligere skal man have et blik for hvilket stadium i skovens udvikling at skoven er, samt hvordan den forventes at blive driftet de kommende mange år.

### 1.4 Beskrivelse af "ISO skov"

I Nord2000 støjregningsmodellen [1] er beskrevet hvordan at det er muligt at medregne en skov i støjregningen. Modellen er en statistisk metode der beskriver, hvordan lyden udbreder sig gennem bl.a. skovområder.

Som input til støjmodellen er parametrene der anvendes til at beregne skovens dæmningseffekt

- Længden af udbredelsesvejen gennem skoven
- Skovens middelhøjde
- Middelstammediameter
- Tæthed af træer (træer pr. m<sup>2</sup>)
- Middelabsorptionskoefficient (lydabsorption).

I et forsøg på at beskrive en "standard skov", er der undersøgt hvilke input parametre der skal anvendes, for at opnå de samme effekter som beskrevet i standarden ISO-9613-2[5]. Af denne årsag kaldes "standard-skoven" i denne undersøgelse for "ISO-skoven". Parametre der beskriver skoven er:

- Skovens middelhøjde: 10 m
- Middelstammediameter: 0,15 m
- Tæthed af træer (træer pr. m<sup>2</sup>): 0,2 pr. m<sup>2</sup>
- Middelabsorptionskoefficient (lydabsorption):  $\alpha=0,1$

### 1.5 Hvad er forskellen på Nord2000 og SoundPLAN?

Støjkortlægninger kan være komplicerede, og to af de begreber der ofte forveksles, er Nord2000 og SoundPLAN.

Nord2000 er en fælles nordisk støjregningsmetode. Metoden beskriver de inputparametre der skal anvendes i beregning med metoden, samt de matematiske beskrivelser af hvordan lyden udbreder sig.

SoundPLAN er et software program der kan anvendes til at lave støjregninger. En af de beregningsmetoder, der kan anvendes i SoundPLAN er Nord2000. SoundPLAN er den eneste softwareleverandør, der har implementeret Nord2000 støjregningsmetoden til trafikstøjregninger. Støjkortlægninger med Nord2000 laves derfor i SoundPLAN.

## 1.6 Terrænklasser

En essentiel parameter ifm. at lyd udbreder sig fra en lydkilde til en modtager, er terrænoverfladens terrænklasse. Terrænoverfladers akustiske egenskaber defineres i Nord2000 ved en parameter, som beskriver den enkelte flades porøsitet, og en anden parameter, som er overfladens ujævnhed ud over de variationer i terrænets højde, som beskrives ved de topografiske oplysninger.

Parameteren, som beskriver porøsiteten, er den specifikke strømningsmodstand. Jo højere strømningsmodstanden er, desto hårdere er overfladen rent akustisk, mens porøsiteten omvendt falder med stigende strømningsmodstand

Terrænklasserne som anvendes i Nord2000 er angivet i Tabel 1.

Ved strategisk støjkortlægning er det tilstrækkeligt blot at skelne mellem en "hård" og en "blød" overflade, hvor "hårde" flader er asfalt, beton og vand, mens de "bløde" flader er græsflader, jordflader, skovbund og lignende. Klasse D anbefales anvendt for "bløde" flader og klasse "G" for hårde flader.

Impedans klasse	Repræsentativ strømningsmodstand $\sigma$ (kPasm <sup>-2</sup> )	Beskrivelse
A	12,5	Meget blød (sne eller mos)
B	31,5	Blød skovbund
C	80	Løs ikke-komprimeret jord (græstørv, græs, løs jord)
D	200	Normal ikke-komprimeret jord (skovbund, græsmark)
E	500	Komprimeret mark og grus (komprimeret græsplæne, parkanlæg)
F	2000	Komprimeret tæt jord (grusvej, parkeringsplads, ISO 10844)
G	20000	Hårde overflader (normal asfalt, beton)
H	200000	Meget hårde og tætte overflader (tæt asfalt, beton, vand)

**Tabel 1** Klassifikation af terrænoverfladetyper i Nord2000. Kilde [4].

## 1.7 Nyere danske undersøgelser vedr. beplantning og støj

Der har i årevis hersket en generel opfattelse af, at beplantning kan reducere støjen – eller i hvert fald støjgenen – fra for eksempel en trafikeret vej. Men videnskabeligt set har det været svært eller umuligt at påvise. Nogle af de store undersøgelser i er udarbejdet i Danmark af Lydteknisk Institut (nu FORCE Technology) for mere end 40 år siden [6][8].

Af nyere danske undersøgelser vedr. effekten af beplantningers effekt på trafikstøj kan nævnes:

FAMOS projekt udført af bl.a. FORCE Technology for CEDR (Conference of European Directors of Roads).  
Analyse af beplantningers effekt på trafikstøj udført af FORCE Technology for Gate 21.

## **FAMOS - FACTors MOderating people's Subjective reactions to noise**

FAMOS-projektet[6] har undersøgt hvilke moderatører der påvirker folks oplevede støjgene.

Betydningen af synlig grøn beplantning har en betydelig effekt. Et områdes visuelle udseende og tilstedeværelse af beplantning har en reducerende virkning på den oplevede støjgene med en effekt udtrykt som geneækvivalente støjniveauændring på 6-10 dB. Denne moderator kan bringes i anvendelse ved at etablere beplantning med træer, buske mv.

### **Kan træer, buske og græs mindske støjgener? - Analyse af beplantningers effekt på trafikstøj**

FORCE Technology har i 2023 udarbejdet en rapport[9] for Gate 21 / Silent City, med analyse af beplantningers effekt på trafikstøj hos beboere tæt ved veje. Rapporten gennemgår relevante parametre, beplantningstyper, samt måle- og beregningsmetoder til at kvantificere den støjdæmpende effekt. Hovedkonklusionerne viser, at:

- Akustisk effekt af beplantning er begrænset: Variationen af den dokumenterede effekt af beplantning er stor, og effekten er ofte vanskelig at måle og beregne og er behæftet med betragtelig usikkerhed og er ofte meget stedspecifik.
- Den psykologisk effekt af beplantning er betydelig. Betydningen af synlig grøn beplantning har en betydelig effekt, hvilket oftest er større end den fysiske støjreduktion.

Herudover gennemgår rapporten en række eksempler på hvordan at beplantning kan måles og beregnes. Rapporten anbefaler at der skabes mere viden om støj og beplantning, og en form for standardisering af hvordan målinger af beplantning og beregning bør udføres.

## 2 Brøndbyskoven

Brøndbyskoven er valgt som case til registrering og beregning af skov. Området har motorring 3 og holbæk-motorvejen som de primære kilder til trafikstøj. Området har forskellige typer af beplantning, som overordnet er grupperet i nogle grupper baseret på luftfoto - se Figur 1.

Inddelingen har til formål at kunne gruppere beplantningsområder ifm. med støjkortlægningen, samt hvilke områder der skal besøges for at lave en registrering af parametre om skoven. Inddelingen er præsenteret for Brøndby kommune forud for beregninger og besigtigelse.

Registrering af data om skoven er udført af FORCE Technology.



**Figur 1** Oversigtskort med opdeling af beplantningsområder baseret på luftfoto

### 2.1 Registrering af skov

Registreringen af skoven er udført af FORCE Technology d. 20. maj 2025. Registreringen er udført i de fem områder markeret på Figur 1.

Metoden har været relativt lavpraktisk, og bestået af at medbringe et skema til at registrere skoven (Bilag 2 afsnit 9.1), tage i de pågældende skovområder og foretage en optælling af et 10x10 m område pr. registrering. Ifm. registreringen har området være afgrænset af snor, og de enkelte træers omkreds er målt med et målebånd.

Udvælgelsen af stikprøverne er foretaget ved at gå et stykke tid ind i skoven, og finde et område der rimeligvis repræsenterer skoven. De specifikke stikprøveplaceringer og optællinger er vist i Bilag 2 afsnit 0.

I Bilag 2 findes:

- Metode til registrering af skov
- Skema til registrering af skov
- Specifikke registrerede data fra skovområder i Brøndbyskoven
- Information om hvordan registreret skovdata er håndteret ifm. beregninger med Nord2000/SoundPLAN

### 3 Metode

De grundlæggende formål med forskellige beregninger er at belyse størrelsesordenen af forskellene ved at:

- Foretage observationer af specifikt terræn, frem for at anvende generiske data
- Medregne skov, frem for alene at foretage beregninger med terrænoverflade
- Anvende data fra den specifikke skov, frem for alene at anvende generiske data for en skov.

Beregning med forskellige terrænklasser er inkluderet i analysen, da der allerede anvendes to typer terrænklasser i beregninger. Det vil derfor vil det være en simpel måde at kunne nuancere støj kortlægningen med en metode der allerede anvendes i praksis. Ved kortlægning skelnes der kun mellem akustisk "blødt" terræn (klasse D) og akustisk "hårdt" terræn (klasse G).

#### 3.1 Hvad er et differenskort?

I denne analyse er det interessante ikke at se hvor meget at det specifikke støjniveau er, men at se hvor stor en ændring der sker f.eks. ved at tilføje en skov i beregningen, eller at ændre i skovens parametre. Til at dokumentere dette anvendes to metoder:

- Specifikke beregningsskemaer i boligområder, hvor man kan beregne en forskel i støjniveau fra det ene scenarie til det andet scenarie – f.eks. af scenarier med og uden skov.
- Differenskort er en grafisk fremstilling af to støj kortlægninger, hvor to scenarier kortlægges og herefter trækkes fra hinanden – f.eks. af scenarie med og uden skov.

Støj kortlægning uden skov	Støj kortlægning med skov	Differenskort = <i>Støj kortlægning uden skov minus Støj kortlægning med skov</i>
Farveskala: L <sub>den</sub> 53-67 dB	Farveskala: L <sub>den</sub> 53-67 dB	Farveskala: L <sub>den</sub> 0-5 dB <i>Grøn farve indikerer ingen/lille støjreduktion. Blå farve indikerer en markant støjreduktion.</i>

**Tabel 2** Princip for beregning af differenskort.

Støjniveauerne på støj kortlægningen er illustreret med en skala i intervallet L<sub>den</sub> 53-67 dB, hvor differens kortet er angivet med en skal på L<sub>den</sub> 0-5 dB. I det konkrete tilfælde vil der være højest støjniveau, når skoven ikke er til stede, mens skovens tilstedeværelse reducerer støjniveauerne, hvorved der er lavere støjniveauer i denne kortlægning. Differens kortet, hvor forskellen mellem *Støj kortlægning uden skov* og *Støj kortlægning med skov* illustreres, vil da vise hvor meget støjreduktion at skoven bidrager med.

I denne undersøgelse er det vigtigt at have øje for hvad støj kortlægningen viser i boligområdet, da det er boligområderne at kommunen skal udarbejde en støj handlingsplan for.

## 4 Resultater

Virkningen af forskellige typer terrænoverflade og skovparametre er undersøgt som defineret i Nord2000-metoden. Effekten er dels undersøgt ved 4 beregningspunkter (boliger), som ligger i umiddelbar nærhed af skove og enge, dels i et netværk af punkter med 10 meters afstand i 1,5 meters højde over hele området i Brøndby.

For den specifikke estimerede skov, er der både udført beregninger som skoven er estimeret, samt med halvdelen af de talte træer og en fordobling af antal træer. Disse to ekstra scenarier har til formål at beskrive hvor stor en fejl der introduceres i støj kortlægningen, hvis stikprøve registreringen af skoven er langt fra de faktiske antal træer i skoven.

Herunder findes en oversigt over de scenarier, der er gennemregnet udført med Nord2000-metoden:

### 4.1 Oversigt over beregninger:

4.1 Grundscenarie – scenarie 0 (terrænklasse D)

#### Beregninger af effekt af terrænoverflade (Ground Impedance)

4.2 Beregning af forskellige terrænklasser (terrænklasse A, B og C) i beplantningsområder : Scenarie 1

*Differenskort – scenarie 0-1*

#### Beregning af effekt af skov

4.3 Beregninger af effekt af ISO skov : Scenarie 2

*Differenskort af effekten af at beregne skov på terrænklasse D.*

4.4 Beregning af den specifikke estimerede skov : Scenarie 3

*Differenskort af "ISO skov vs. Specifik skov"*

4.5 Beregning af den specifikke estimerede skov - udtyndet version, hvor halvdelen af træerne fældes : Scenarie 4

*Differenskort af effekten af udtyndet skov på terrænklasse D.*

*Differenskort af effekten af udtynding skov (ift. målt skov)*

4.6 Den specifikke estimerede skov - tæt version, hvor der antallet af træer fordobles: Scenarie 5

Differenskort af effekten af tættere skov på terrænklasse D.

Differenskort af effekten af fortætning af skov (ift. målt skov).

#### 4.1.1 Præsentation af resultater

Resultaterne bliver i det følgende præsenteres således:

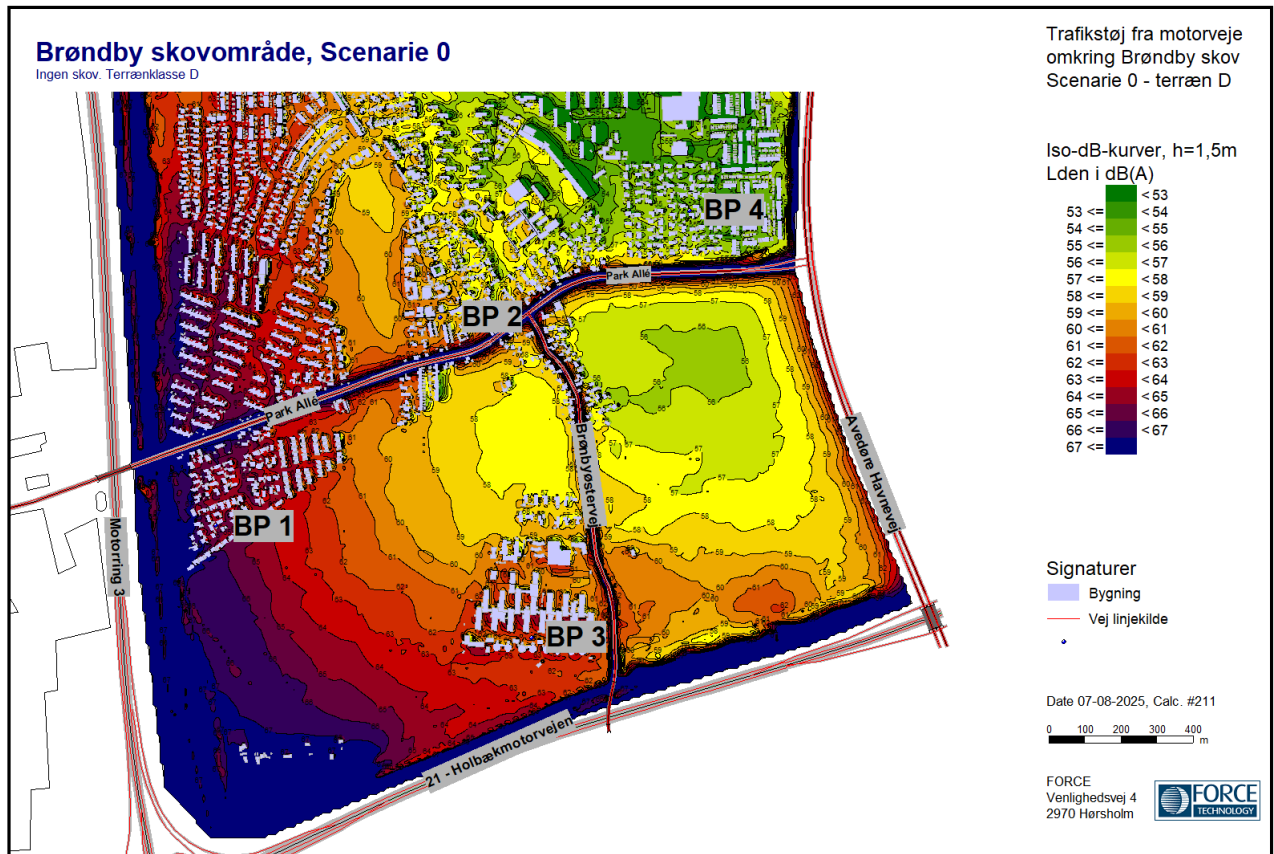
- Tabel der viser forskellen i lydtrykniveau for de enkelte beregningspunkter. Beregningerne viser forskellen fra grundscenariet (scenarie 0).
- Differenskort der viser forskellen mellem grundscenariet og det beregnede scenarie.

I dette afsnit vises ikke den egentlige kortlægning, da disse kort overordnet set ser stort set ens ud. De specifikke kortlægninger kan ses i Bilag 1.

## 4.2 Grundscenarie – Terrænklasse D, Ingen skov

Grundscenariet for analysen er tilsvarende som en national støjkortlægning. Kortlægningen er udført med terrænklasse D, hvor der er skovområder. Der er ikke medregnet en skov i beregningerne.

På figuren er markeret specifikke beregningspunkter 1-4 (forkortet BP).

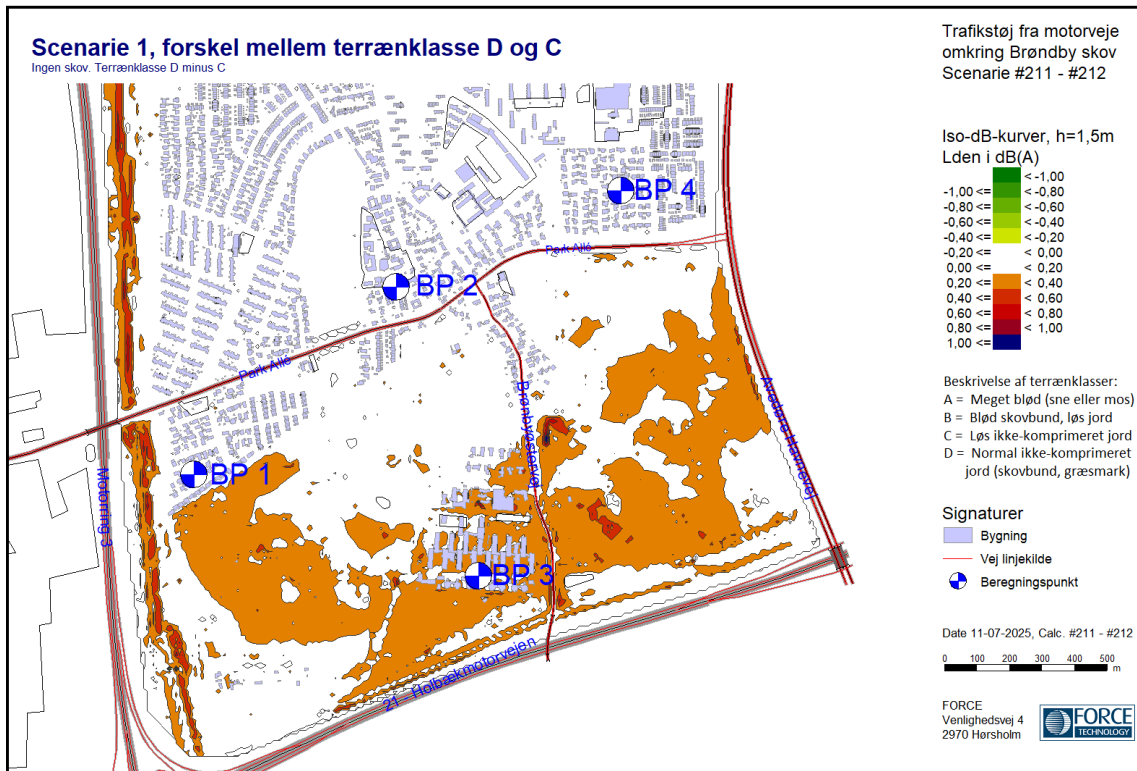


**Figur 2** Støjkortlægning – Grundscenarie : Scenarie 0.

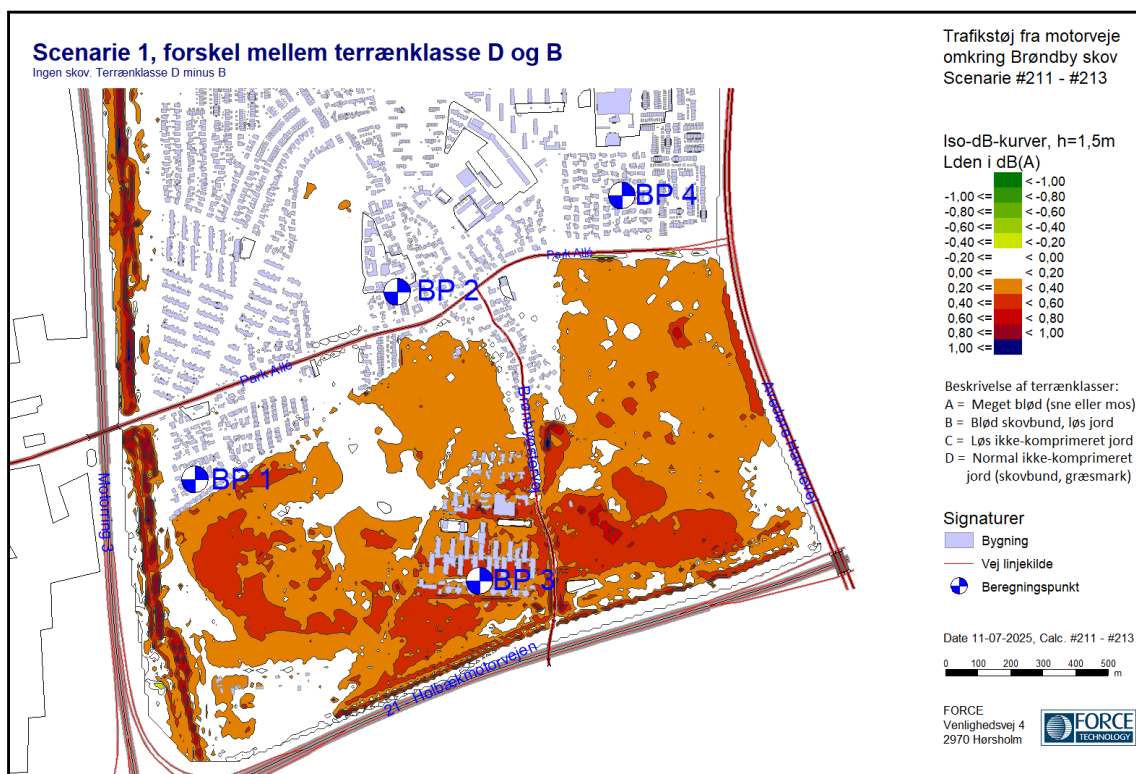
## 4.3 Forskel mellem forskellige terrænklasser i beplantningsområder D, C, B og A: Scenarie 1

Receiver	D - C	D - B	D - A
	Lden	Lden	Lden
<b>BP 1</b>	0,0	0,0	0,0
<b>BP 2</b>	-0,1	-0,1	-0,1
<b>BP 3</b>	0,1	0,2	0,2
<b>BP 4</b>	0,0	0,0	0,0

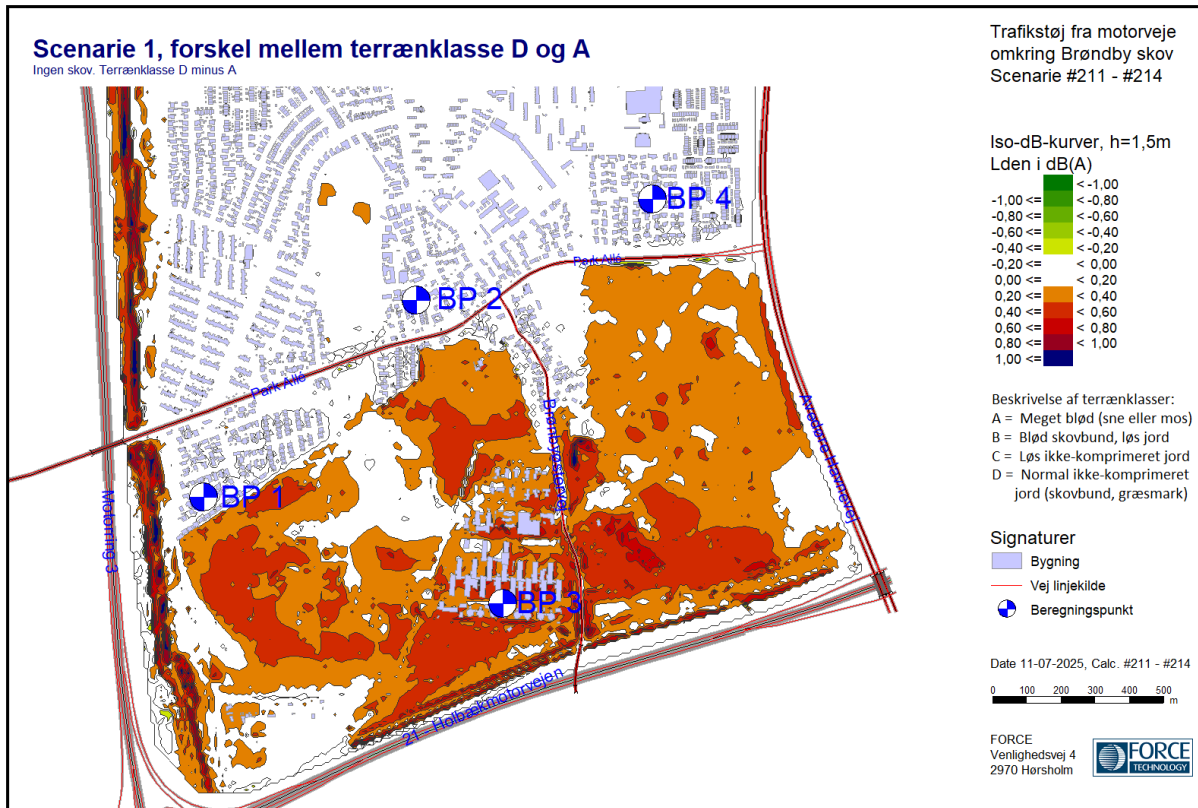
**Tabel 3** Forskel i beregningspunkter 1-4, mellem terrænklasse D, C, B, A.



**Figur 3** Differenskort – Forskel mellem terrænklasse D og C



**Figur 4** Differenskort – Forskel mellem terrænklasse D og B

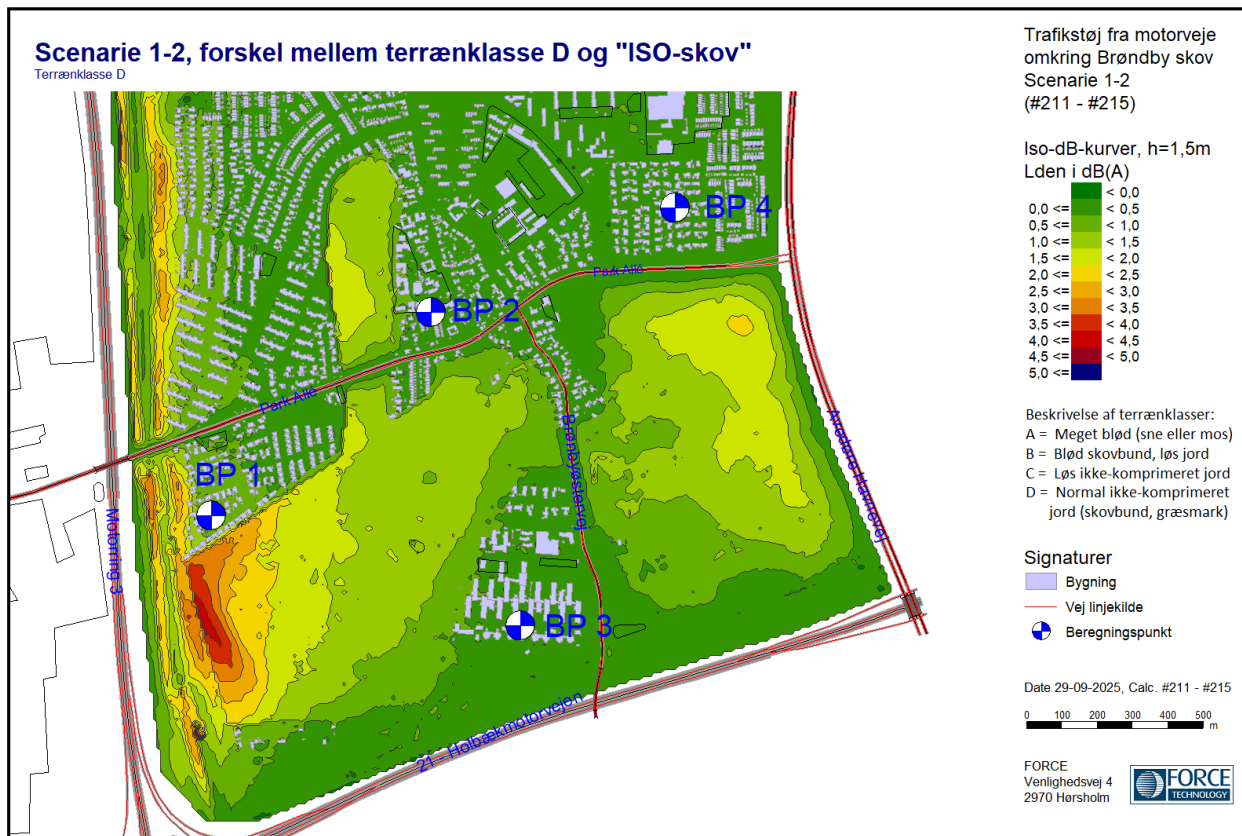


**Figur 5** Differens kort – Forskel mellem terrænklasse D og A

#### 4.4 Beregninger af effekt af ISO-skov : Scenarie 2

Receiver	D – ISO-skov
	<b>Lden</b>
<b>BP 1</b>	0,9
<b>BP 2</b>	0,2
<b>BP 3</b>	0,2
<b>BP 4</b>	0,2

**Tabel 4** Forskel i beregningspunkter 1 til 4, mellem terrænklasse D og ISO-skov med terrænklasse D.

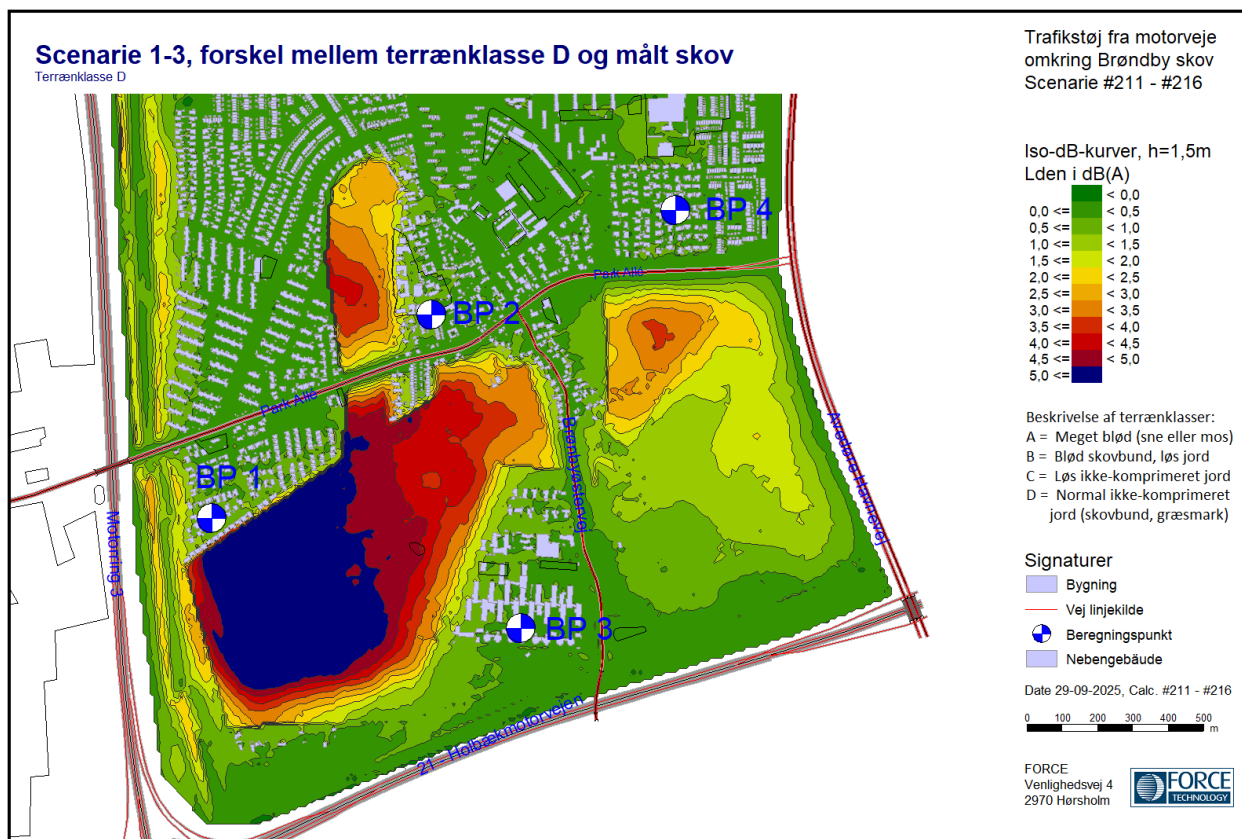


**Figur 6** Differenskort – Forskel mellem terrænklasse D og ISO-skov med terrænklasse D

#### 4.5 Beregning af den Specifikke estimerede skov : Scenarie 3

Receiver	D – Specifik estimeret skov
	Lden
<b>BP 1</b>	0,7
<b>BP 2</b>	0,2
<b>BP 3</b>	0,2
<b>BP 4</b>	0,5

**Tabel 5** Forskel i beregningspunkter 1-4, mellem terrænklasse D og Specifik estimeret skov

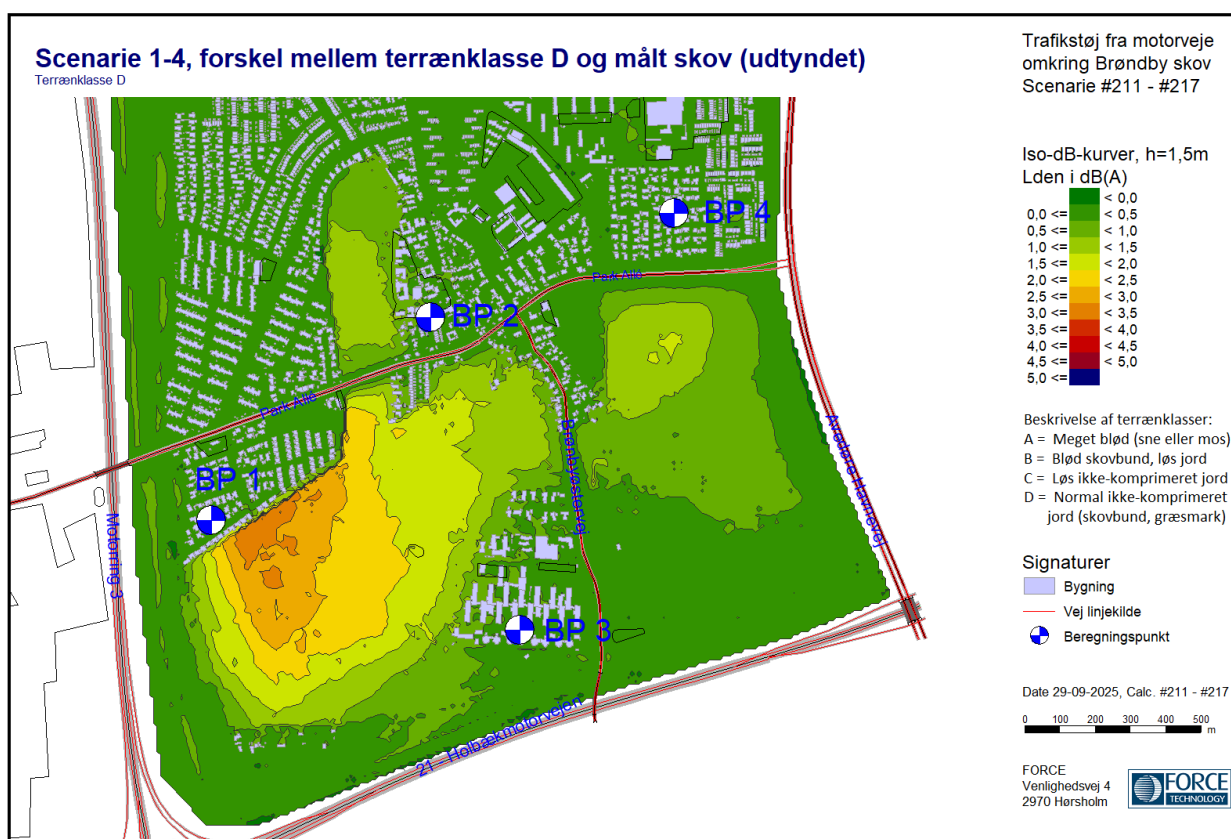


**Figur 7** Differenskort – Forskel mellem terrænklasse D og Specifik estimeret skov

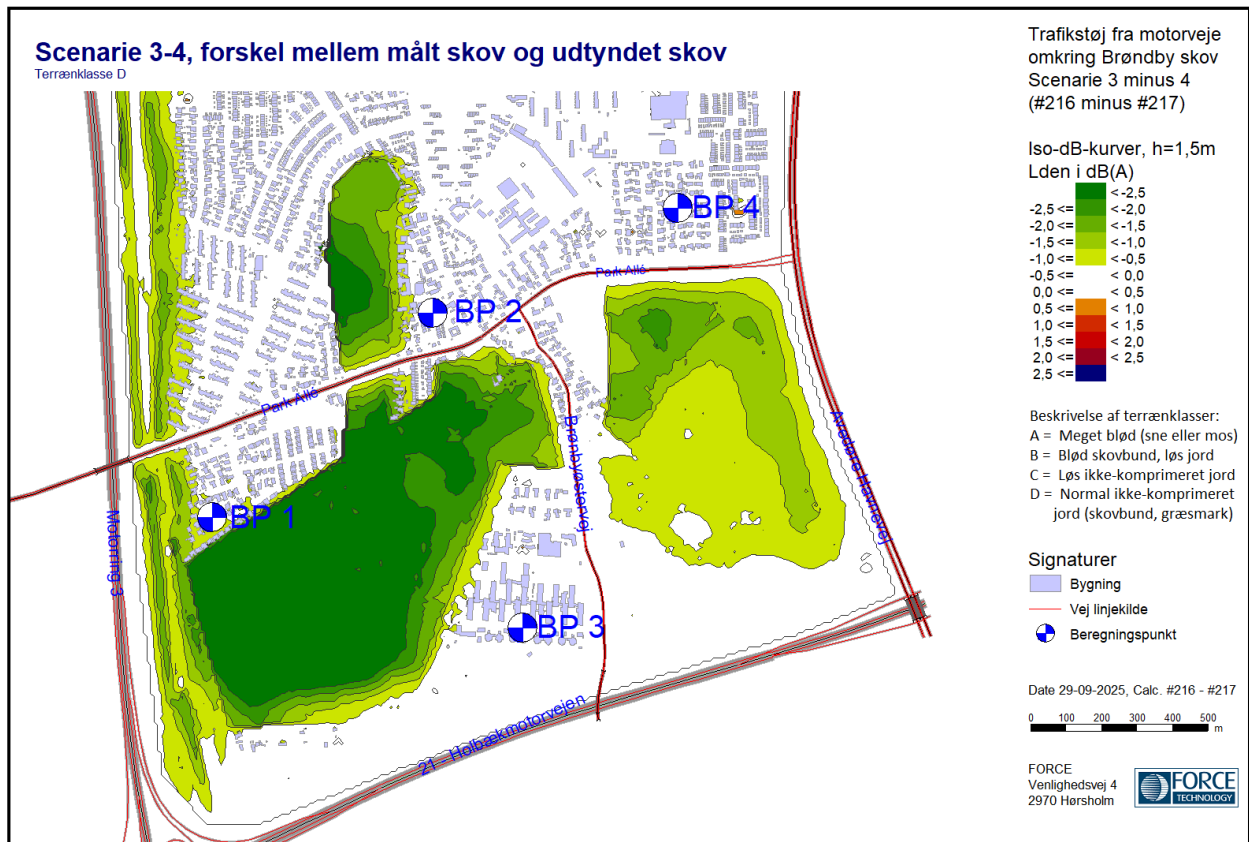
#### 4.6 Beregning af den Specifikke estimerede skov i udtyndet version : Scenarie 4

Receiver	D – Specifik estimeret skov (udtyndet)	Specifik estimeret skov - Specifik estimeret skov (udtyndet)
	Lden	Lden
BP 1	0,2	-0,5
BP 2	0,1	-0,1
BP 3	0,2	0,0
BP 4	0,3	-0,1

**Tabel 6** Forskel i beregningspunkter 1-4, mellem Terrænklasse D og Specifik estimeret skov (udtyndet), samt forskel mellem Specifik estimeret skov og Specifik estimeret skov(udtyndet).



**Figur 8** Differenskort – Forskel mellem terrænklasse D og Specifik estimeret skov (udtyndet).

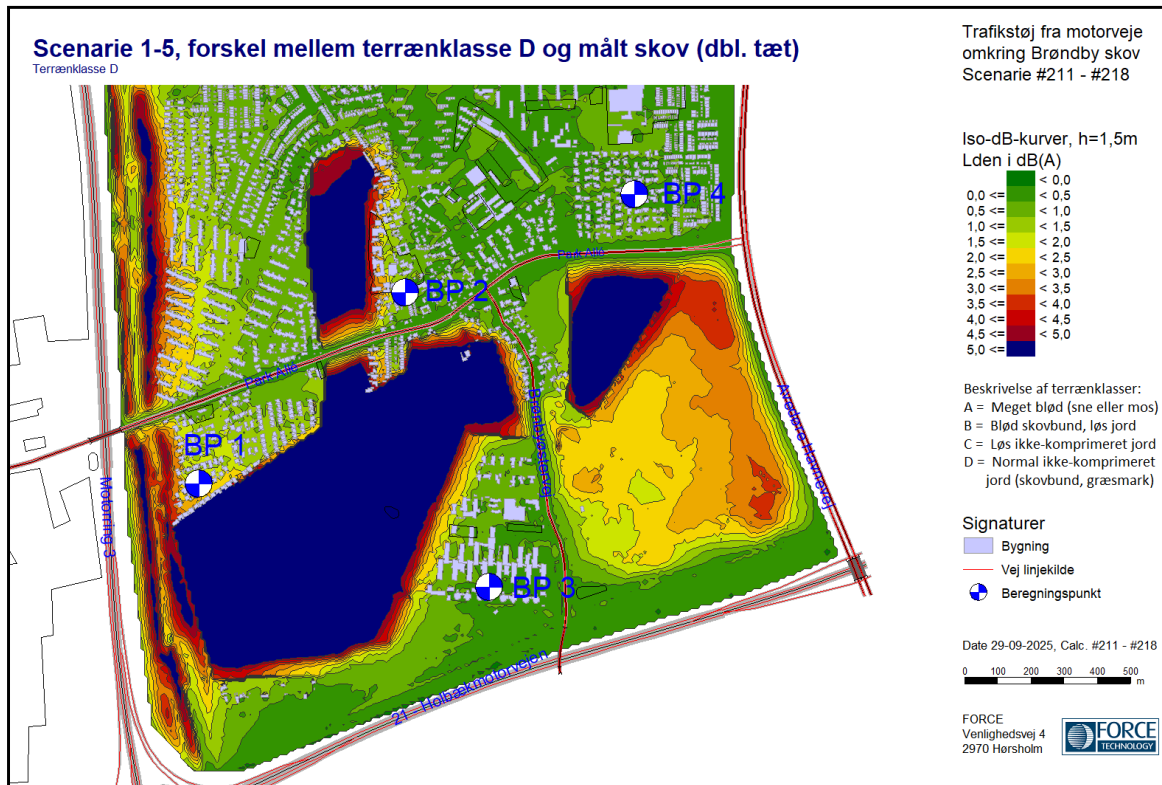


**Figur 9** Differens kort – Specifik estimeret skov og Specifik estimeret skov (udtyndet)

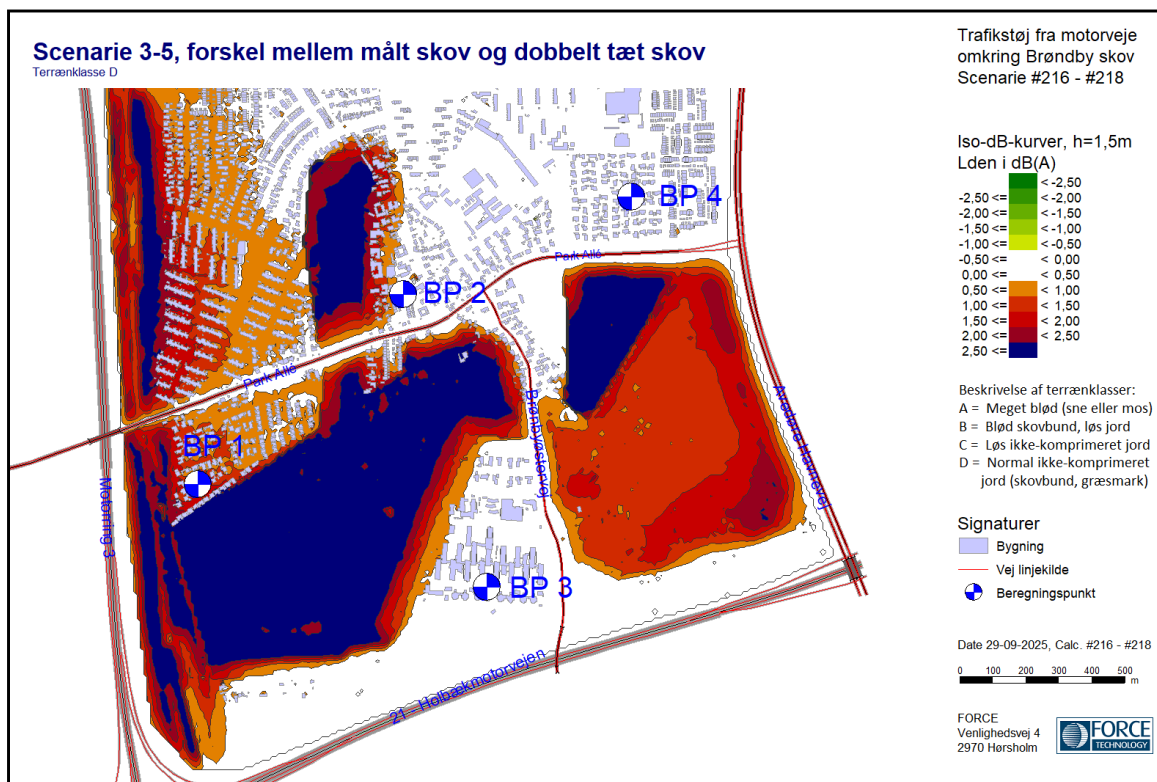
#### 4.7 Beregning af den Specifikke estimerede skov i dobbelt tæthed version : Scenarie 5

Receiver	D – Specifik estimeret skov (dobbelt tæthed)	Specifik estimeret skov - Specifik estimeret skov (dobbelt tæthed)
	Lden	Lden
<b>BP 1</b>	1,7	1,0
<b>BP 2</b>	0,5	0,2
<b>BP 3</b>	0,3	0,0
<b>BP 4</b>	0,4	0,1

**Table 7** Forskel i beregningspunkter 1-4, mellem Terrænklasse D og Specifik estimeret skov(dobbelt tæthed), og forskel mellem Specifik estimeret skov og Specifik estimeret skov(dobbelt tæthed).



**Figur 10** Differenskort – Forskel mellem terrænklasse D og Specifik estimeret skov (dobbel tæthed).



**Figur 11** Differenskort – Specifik estimeret skov og Specifik estimeret skov (dobbel tæthed).

## 5 Konklusion og diskussion

I denne undersøgelse er der udført beregninger af støjdbredelsen fra vejtrafikstøj til et bolig- og skovområde i Brøndby. Området er omkranset af motorveje på 2 sider. Virkningen af forskellige typer terrænoverflader og skovparametre er undersøgt som defineret i metoden Nord2000. Effekten er dels undersøgt ved 4 boliger, som ligger i umiddelbar nærhed af skove og enge, dels i et netværk af punkter med 10 meters afstand over hele området i Brøndby. Ved boligerne ses kun små ændringer mellem de forskellige terræntyper og skovparametre. Inde i selve skoven ses en langt større virkning for de skovparametre, der er anvendt i støjmodellen. At der udenfor skoven ses en betydelig mindre støjdemping end inde i skoven skyldes blandt andet at en del af støjen bevæger sig hen over skoven, og derved ikke bliver begrænset af skoven. I det kortlagte område, løber vejen Park Allé gennem, hvilket betyder at der i området nær Park Allé ikke forventes en effekt af beplantning fra Brøndbyskoven.

Den nuværende metode til at udføre beregninger, hvor skoven ikke medregnes, kan betragtes som worst-case beregninger, idet at de ikke medregner skovens demping og derfor overestimerer støjniveauet. Hvis skoven i virkeligheden har den effekt, der beregnes iht. beregningsmetoden, da oplever borgerne i virkeligheden marginalt lavere støjniveauer – se Tabel 8.

Størrelsesordenen af dempingeffekten i de fire boligområder, af at beregne med

Andre terræntyper er -0,06 til +0,18 dB.

ISO-skov er +0,17 til +0,85 dB

Målt skov er +0,23 til 0,68 dB

Målt skov (udtyndet til halv tæthed) er -0,51 til -0,03 dB ift. målt skov

Målt skov (dobbelt tæthed) er +0,03 til +1,03 dB ift. målt skov

Disse tal beskriver størrelsesordenen for dempingen ved de 4 boliger tæt på skoven i det undersøgte område. Dempingen, som kan opleves inde i selve skoven, er dog større ca. 1,5 til 4 dB (for ISO-skoven).

### *For terrænoverflader:*

I scenariet for brøndbyskoven vil der være en meget begrænset effekt af de beregnede støjniveauer, hvis man tager ud i området og forsøger at estimere hvilken specifik terrænoverflade der er på stedet, og medregner den i stedet for terrænklasse D.

### *For skove:*

I scenariet for brøndbyskoven vil der være en effekt på mindre end 1 dB af de beregnede støjniveauer, hvor der inkluderes en typisk skov (ISO-skov), i stedet for blot at beregne med terrænklasse D som er nuværende praksis.

I scenariet for brøndbyskoven vil der være en effekt på mindre end 1 dB af de beregnede støjniveauer, hvis man tager ud i skoven og indsamler inputdata (stikprøver) for den specifikke skov, i stedet for blot at beregne med terrænklasse D som er nuværende praksis.

For at give en idé om præcisionen af at indsamle stikprøver er der udført beregninger, hvor den målte skov er hhv. fordoblet eller halveret i tæthed (antal træer pr. m<sup>2</sup>). Størrelsesordenen er størst i punkt 1, hvor effekten er -0,51 til +1,03 dB set i forhold til den målte specifikke skov. Dette vil sige at hvis stikprøverne afviger +/- 50 % fra gennemsnittet af trætætheden, da vil fejlen der introduceres være fra -0,5 dB til 1 dB.

En betragtning ift. støjkortlægning af en skov kan derfor være, at man først laver en grov betragtning om data for den specifikke skov forventes at afvige markant fra ISO-skoven. Hvis det ikke skønnes at afvige markant, da kan man lave en støjkortlægning med ISO-skoven, og herefter se på effekten af, at fortætte

eller udtynde skoven. På basis af dette kan det vurderes om en kortlægning af den specifikke skov vil kunne ændre eller nuancere den samlede konklusion af støj kortlægningen.

Samlet sammenligning af beregnings-scenarier i 4 beregningspunkter:

Scenarium	BP 1	BP 2	BP 3	BP 4
Terræn D	-	-	-	-
Terræn C	0,01	-0,06	0,14	-0,01
Terræn B	0,03	-0,05	0,16	0,03
Terræn A	0,02	-0,06	0,18	0,03
Iso-skov	0,85	0,17	0,21	0,19
Målt skov	0,68	0,24	0,23	0,26
Sammenligning med målt skov				
Målt skov (udtyndet)	-0,51	-0,12	-0,03	-0,11
Målt skov (dbl. tæt)	1,03	0,23	0,03	0,11

**Tabel 8** Samlet oversigt over forskellen mellem nuværende beregningspraksis (Terræn D) og alternative scenarier, hvor der beregnes med andre terrænklasser og skove, i de fire beregningspunkter (BP) placeret i boligområder tæt på skoven.

Forbehold for konklusionerne:

Der er tale om en statistisk metode til beregning af effekten af skoven, hvilket kun er baseret på et relativt begrænset datagrundlag. Undersøgelsen tager ikke stilling til om den statistiske model der indgår i beregningsmetoden, regner korrekt ift. de undersøgte skovtyper.

### 5.1 Fremtidige undersøgelser

Beplantningseffekt er generelt relativt begrænset dokumenteret. Ligeledes er metoder til beregning af beplantnings effekt relativt begrænset dokumenteret. Der er derfor mange oplagt muligheder for fremtidige analyser som vil kunne belyse emnet yderligere – nogle af punkterne er:

- Case hvor der laves fysiske målinger af støj dæmpning i skovområder og at disse sammenlignes med beregnede effekter (beregnet med Nord 200).
- Eksempelsamling for en række "ideelle" scenarier med en lige vej og et beplantningsbælte. Scenarierne bør regnes med forskellige variation af terræn mellem vej og beboelse, med forskellig bredde af beplantning og forskellige variationer af beplantningens tæthed, højde mm. Eksempelsamlingens formål vil være at give en idé om størrelsesordenen af forventelige effekter.

## 6 Referencer

- [1] Bekendtgørelse BEK nr. 2092: Bekendtgørelse om kortlægning af ekstern støj og udarbejdelse af støj-handlingsplaner, 18/11/2021.
- [2] User's Guide Nord2000 Road, DELTA. Rapport nr. AV 1171/06
- [3] Nord2000. Comprehensive Outdoor Sound Propagation Model. Part 1: Propagation in an Atmosphere without Significant Refraction, DELTA. Revised 31-12-2001.
- [4] Praktisk anvendelse af Nord2000 til støjberegninger. Orientering nr. 39 fra Referencelaboratoriet.
- [5] DS/ISO 9613-2:1997. Akustik. Måling og beskrivelse af ekstern støj. Lydudbredelsesdæmpning uden-dørs. Del 2: Generel beregningsmetode
- [6] FAMOS Project Report, "Factors MOderating people's Subjective reactions to noise"  
Se: <https://famos-study.eu>
- [7] Lydteknisk laboratorium, rapport 14, 1979, "Bevoksningers støj dæmpning".
- [8] Lydteknisk laboratorium, rapport 30, 1982, "Bevoksningers støj dæmpning III".
- [9] FORCE Technology Rapport TC-102119, 2023, Analyse af beplantningers effekt på trafikstøj

# Bilag 1 Støjkortlægninger

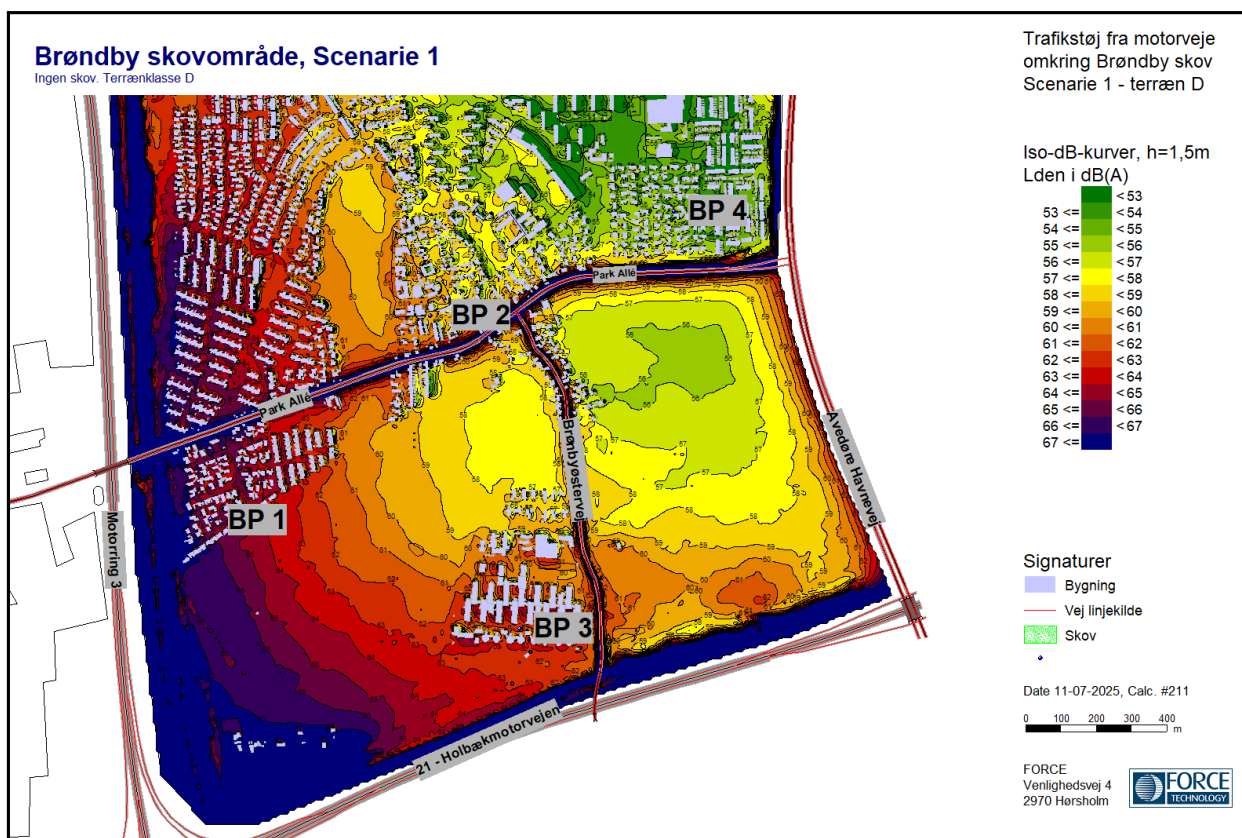
I det følgende afsnit vises de beregnede støjniveauer, støjkort og differensberegninger og -kort, for hver af scenarierne.

## 7 Beregninger af effekt af terrænoverfalde (Ground Impedance)

### 7.1 Beregning som national støjkortlægning – scenarie 0 (terrænklasse D)

Scenarie	Calc. nr.					
<b>D</b>	#201	Receiver	<b>Lden</b>	<b>Ld</b>	<b>Le</b>	<b>Ln</b>
		BP 1	64,72	61,03	58,78	57,35
		BP 2	58,76	55,55	52,67	51,24
		BP 3	62,28	59,66	56,70	54,44
		BP 4	55,00	51,89	49,02	47,43

**Tabel 9** Støjniveau  $L_{den}$  beregnet i 4 boligområder beliggende tæt ved skovområder. Udført med **terrænklasse D** anvendt for skovområderne.

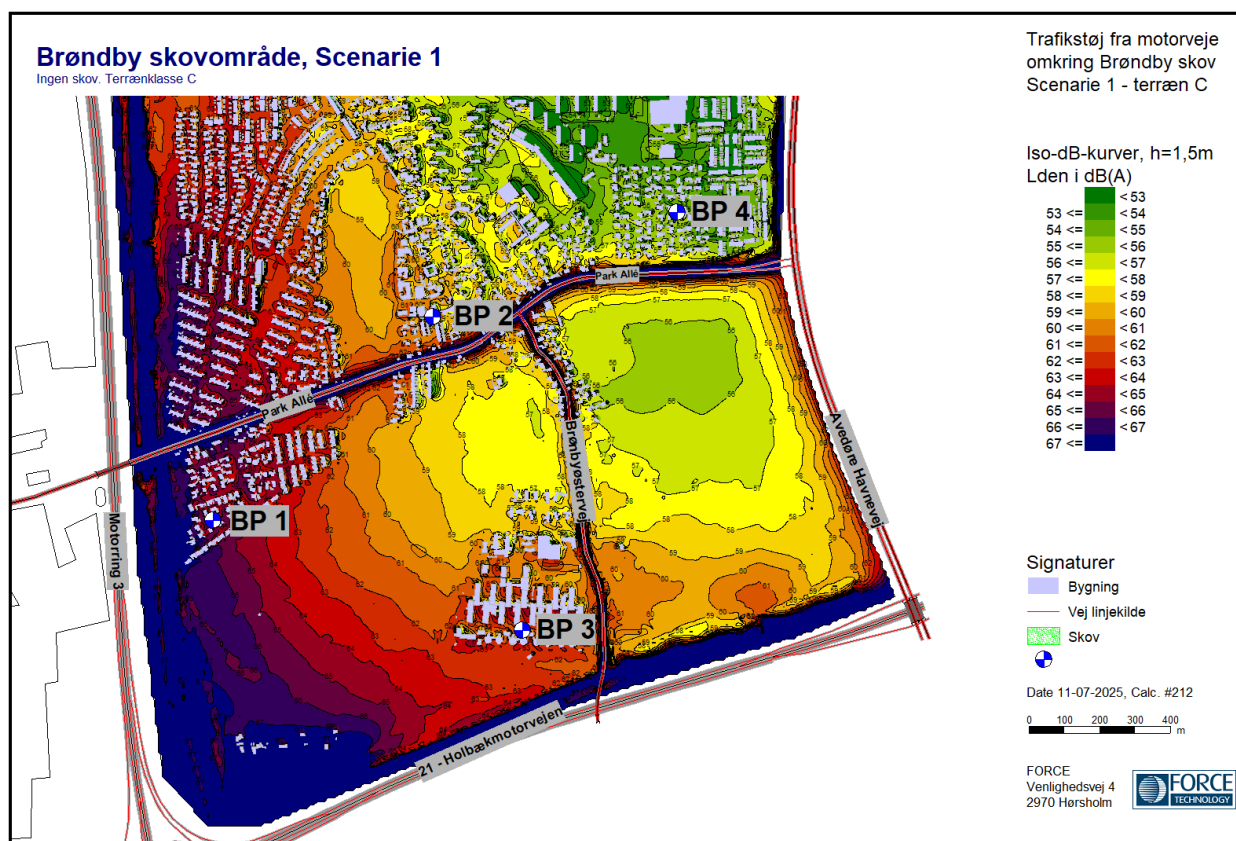


**Figur 12** Støjudbredelsen beregnet i hele Brøndbyskoven, vist som iso-dB-kurver med 1 dB spring. Udført med **terrænklasse D** anvendt for skovområderne.

## 7.2 Beregning af forskellige terrænklasser i beplantningsområder – scenarie 1

Scenarie	Calc. nr.					
1C	#202	Receiver	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)
		BP 1	64,71	61,03	58,77	57,33
		BP 2	58,82	55,61	52,74	51,3
		BP 3	62,14	59,5	56,55	54,31
		BP 4	55,01	51,9	49,03	47,44

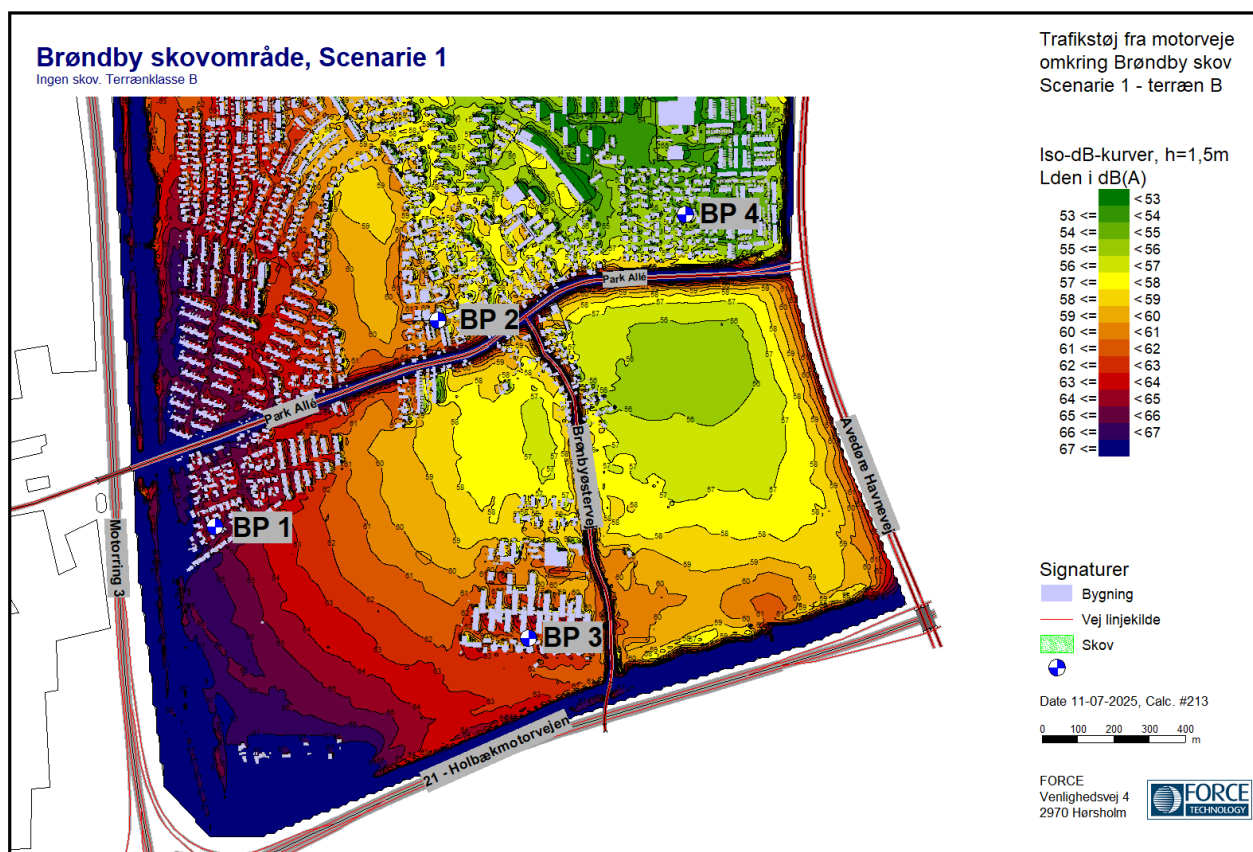
**Tabel 10** Støjniveau  $L_{den}$  beregnet i 4 boligområder beliggende tæt ved skovområder. Udført med **terrænklasse C** anvendt for skovområderne.



**Figur 13** Støjbredelsen beregnet i hele Brøndbyskoven, vist som iso-dB-kurver med 1 dB spring. Udført med **terrænklasse C** anvendt for skovområderne.

Scenarie	Calc. nr.					
1B	#203	Receiver	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)
		BP 1	64,69	61,01	58,75	57,31
		BP 2	58,81	55,61	52,73	51,29
		BP 3	62,12	59,5	56,53	54,29
		BP 4	54,97	51,86	48,98	47,39

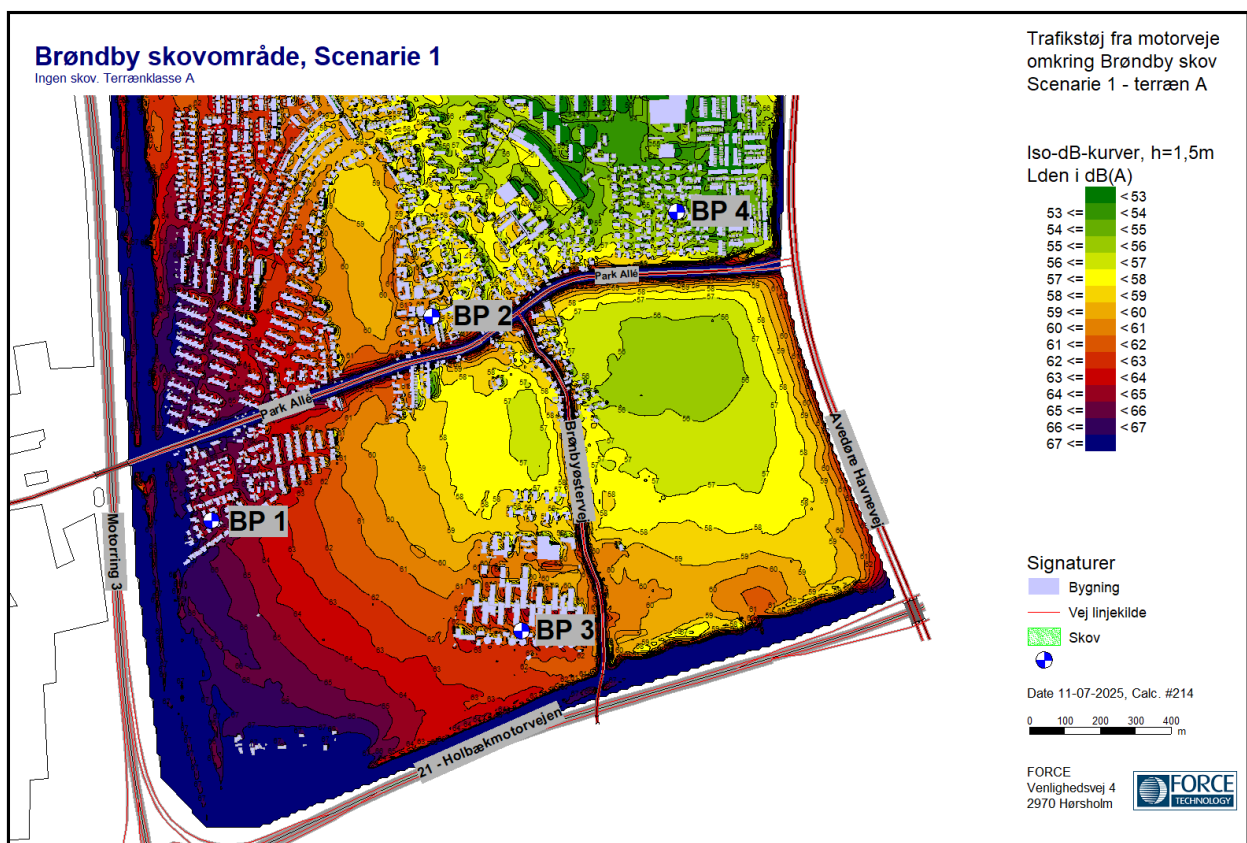
**Tabel 11** Støjniveau  $L_{den}$  beregnet i 4 boligområder beliggende tæt ved skovområder. Udført med **terrænklasse B** anvendt for skovområderne.



**Figur 14** Støjudbredelsen beregnet i hele Brøndbyskoven, vist som iso-dB-kurver med 1 dB spring. Udført med **terrænklasse B** anvendt for skovområderne.

Scenarie	Calc. nr.					
1A	#204	Receiver	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)
		BP 1	64,7	61,02	58,76	57,32
		BP 2	58,82	55,61	52,73	51,29
		BP 3	62,1	59,48	56,52	54,27
		BP 4	54,97	51,87	48,99	47,39

**Tabel 12** Støjniveau  $L_{den}$  beregnet i 4 boligområder beliggende tæt ved skovområder. Udført med **terrænklasse A** anvendt for skovområderne.

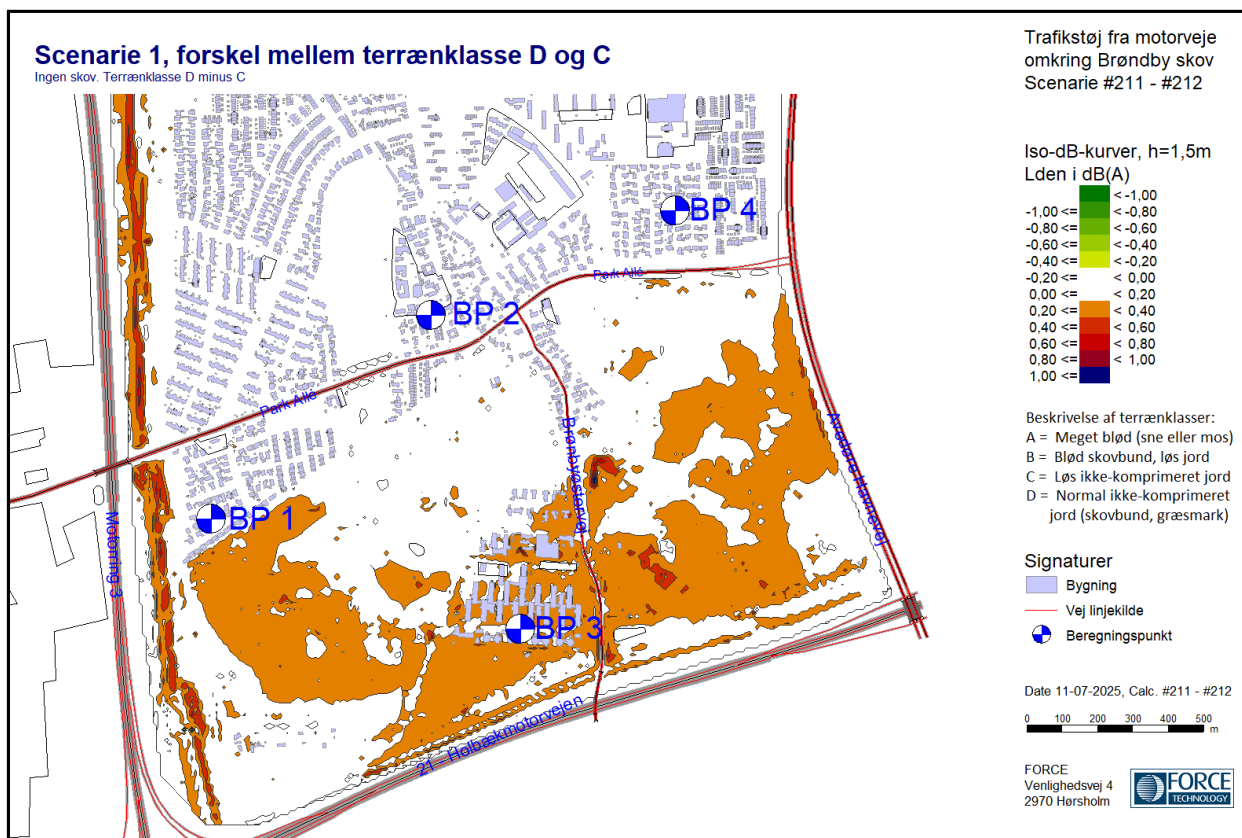


**Figur 15** Støjudbredelsen beregnet i hele Brøndbyskoven, vist som iso-dB-kurver med 1 dB spring. Udført med **terrænklasse A** anvendt for skovområderne.

### 7.2.1 Differenskort – scenarie 0-1

Scenarie	Calc. nr.					
Terræn- klasse D-C	#202	Receiver	D (= #201) minus C			
			Lden	Ld	Le	Ln
		BP 1	0,0	0,0	0,0	0,0
		BP 2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
		BP 3	0,1	0,2	0,2	0,1
		BP 4	0,0	0,0	0,0	0,0

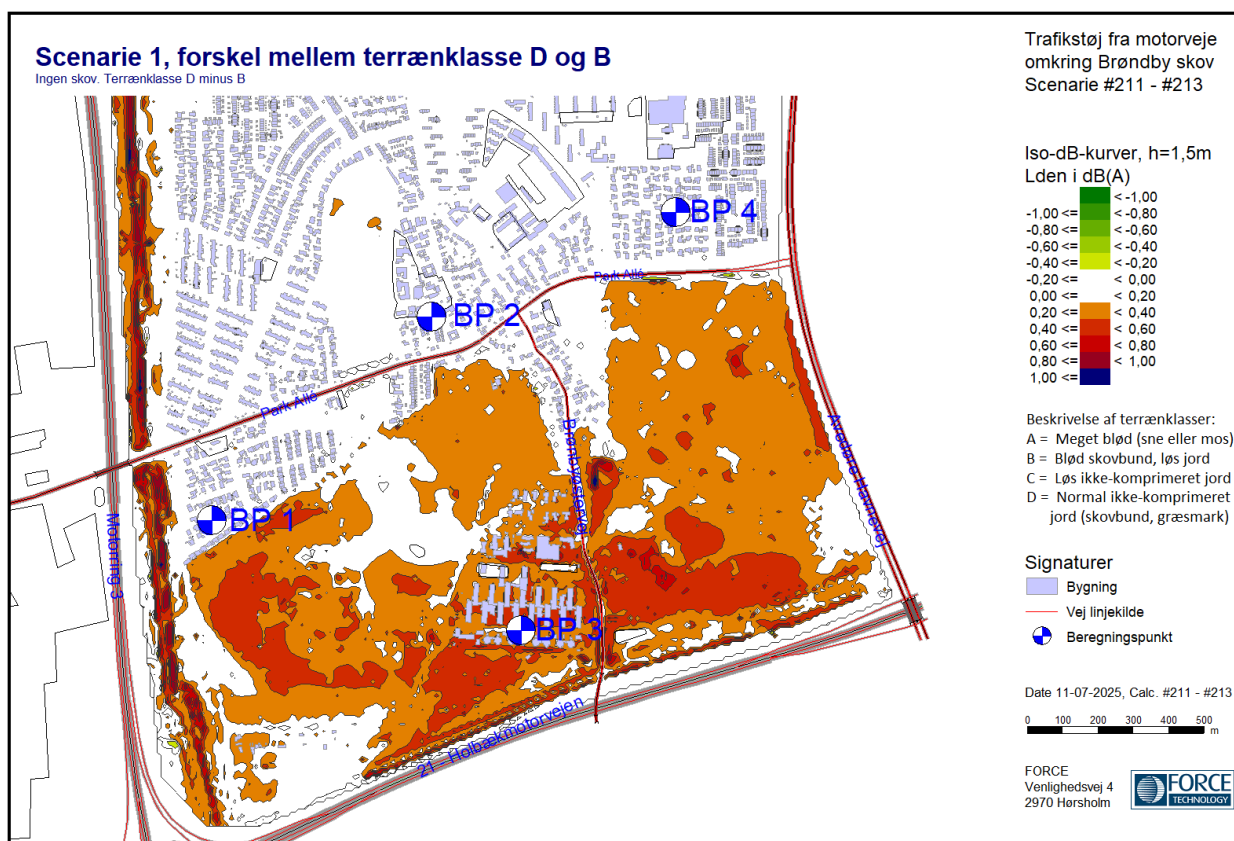
**Tabel 13** Forskel i støjniveau  $L_{den}$  beregnet i 4 boligområder beliggende tæt ved skovområder: **terrænklasse D** minus **terrænklasse C**.



**Figur 16** Forskel i støjdbredelsen  $L_{den}$  beregnet med **terrænklasse D** og **Terrænklasse A**, vist som iso-dB-kurver med 0,2 dB spring

Scenarie	Calc. nr.	Receiver	D minus B			
Terræn- klasse D-B	#202		Lden	Ld	Le	Ln
		BP 1	0,0	0,0	0,0	0,0
		BP 2	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
		BP 3	0,2	0,2	0,2	0,1
		BP 4	0,0	0,0	0,0	0,0

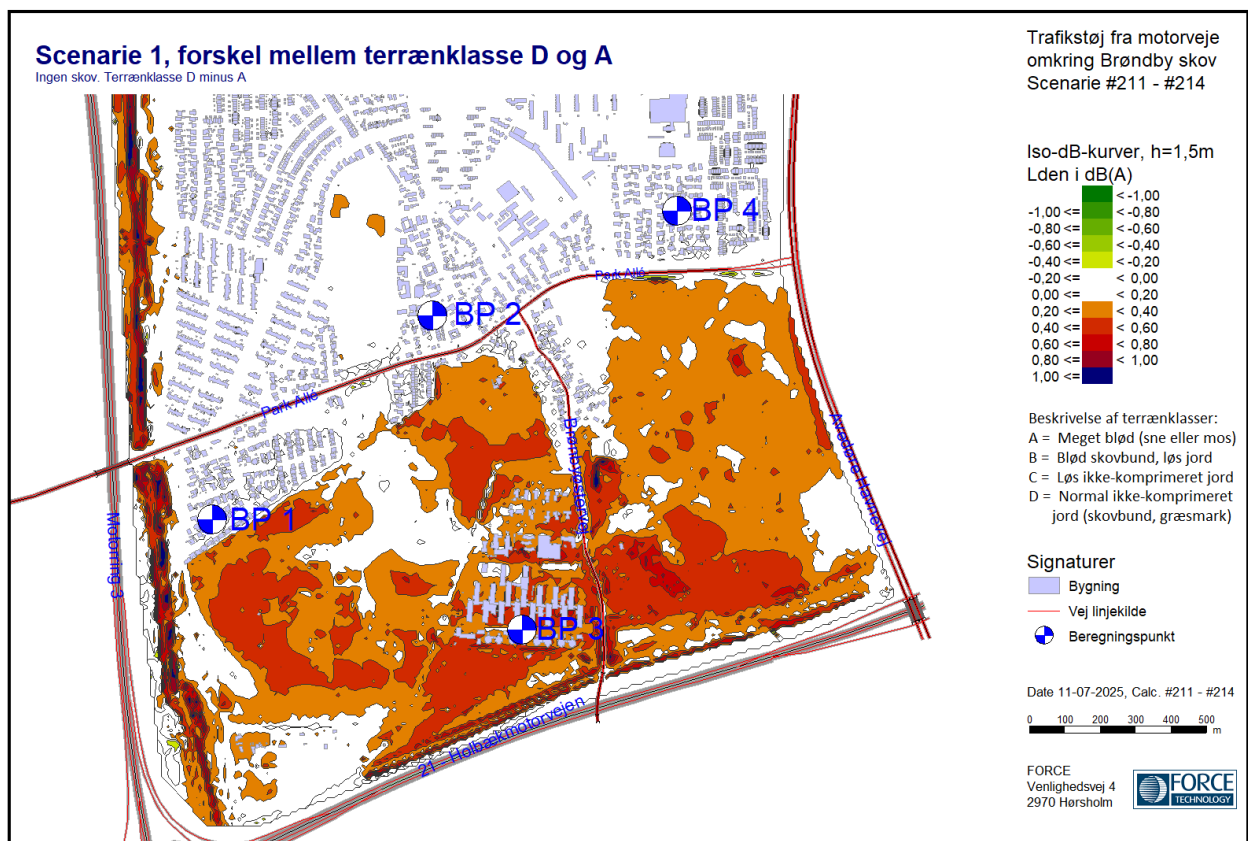
**Tabel 14** Forskel i støjniveau  $L_{den}$  beregnet i 4 boligområder beliggende tæt ved skovområder:  
**Terrænklasse D minus terrænklasse B.**



**Figur 17** Forskel i støjdbredelsen  $L_{den}$  beregnet med **terrænklasse D** og **Terrænklasse B**, vist som iso-dB-kurver med 0,2 dB spring.

Scenarie	Calc. nr.	Receiver	D minus A			
Terræn-klasse D-A	#202		Lden	Ld	Le	Ln
		BP 1	0,0	0,0	0,0	0,0
		BP 2	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
		BP 3	0,2	0,2	0,2	0,2
		BP 4	0,0	0,0	0,0	0,0

**Tabel 15** Forskel i støjniveau  $L_{den}$  beregnet i 4 boligområder beliggende tæt ved skovområder: **terrænklasse D minus terrænklasse A.**



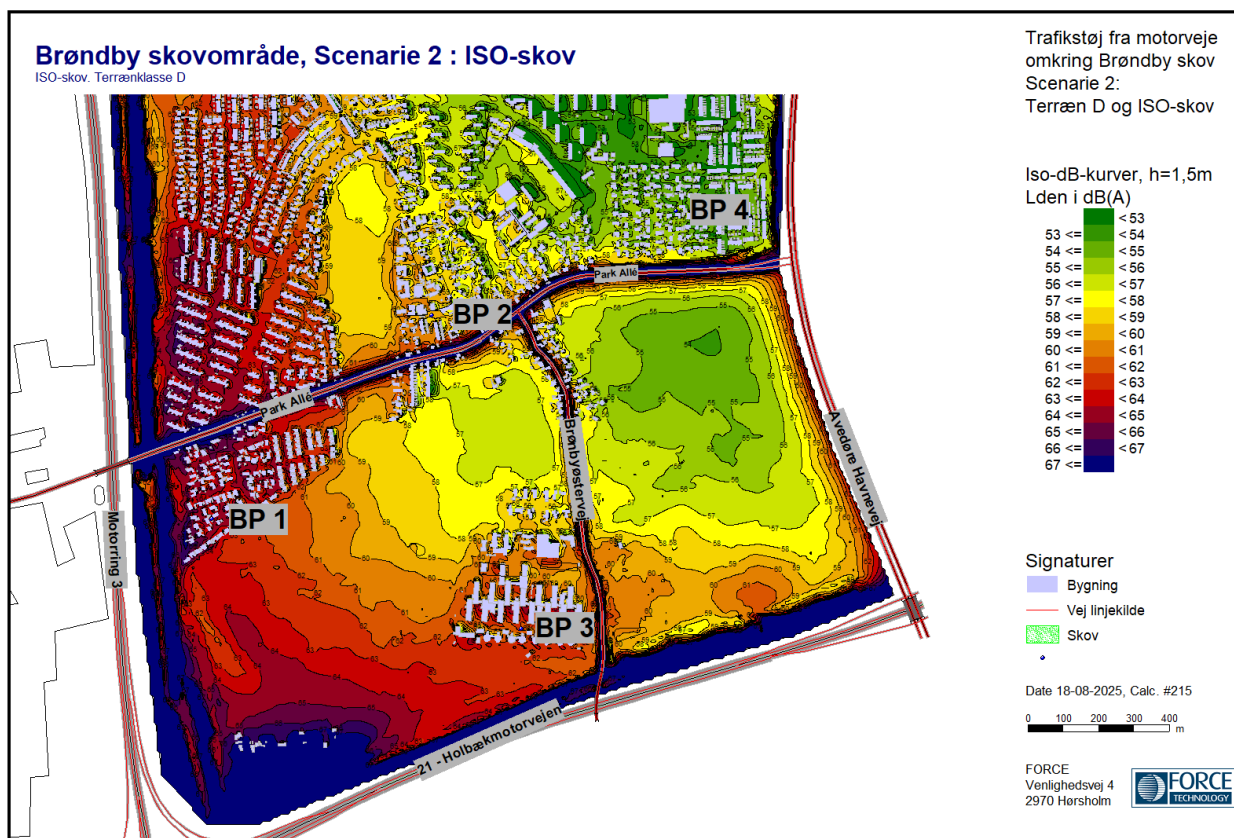
**Figur 19** Forskel i støjbredden  $L_{den}$  beregnet med **terrænklasse D** og **terrænklasse A**, vist som iso-dB-kurver med 0,2 dB spring.

## 8 Beregning af effekt af skov

### 8.1 Beregninger af effekt af ISO-skov : Scenarie 2

Scenarie	Calc. nr.					
ISO-skov	#205	Receiver	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)
		BP 1	63,87	60,1	57,85	56,53
		BP 2	58,59	55,36	52,49	51,08
		BP 3	62,07	59,45	56,48	54,24
		BP 4	54,81	51,67	48,8	47,25

**Tabel 16** Støjniveau  $L_{den}$  beregnet i 4 boligområder beliggende tæt ved skovområder. Udført med **ISO-skov** i skovområderne.

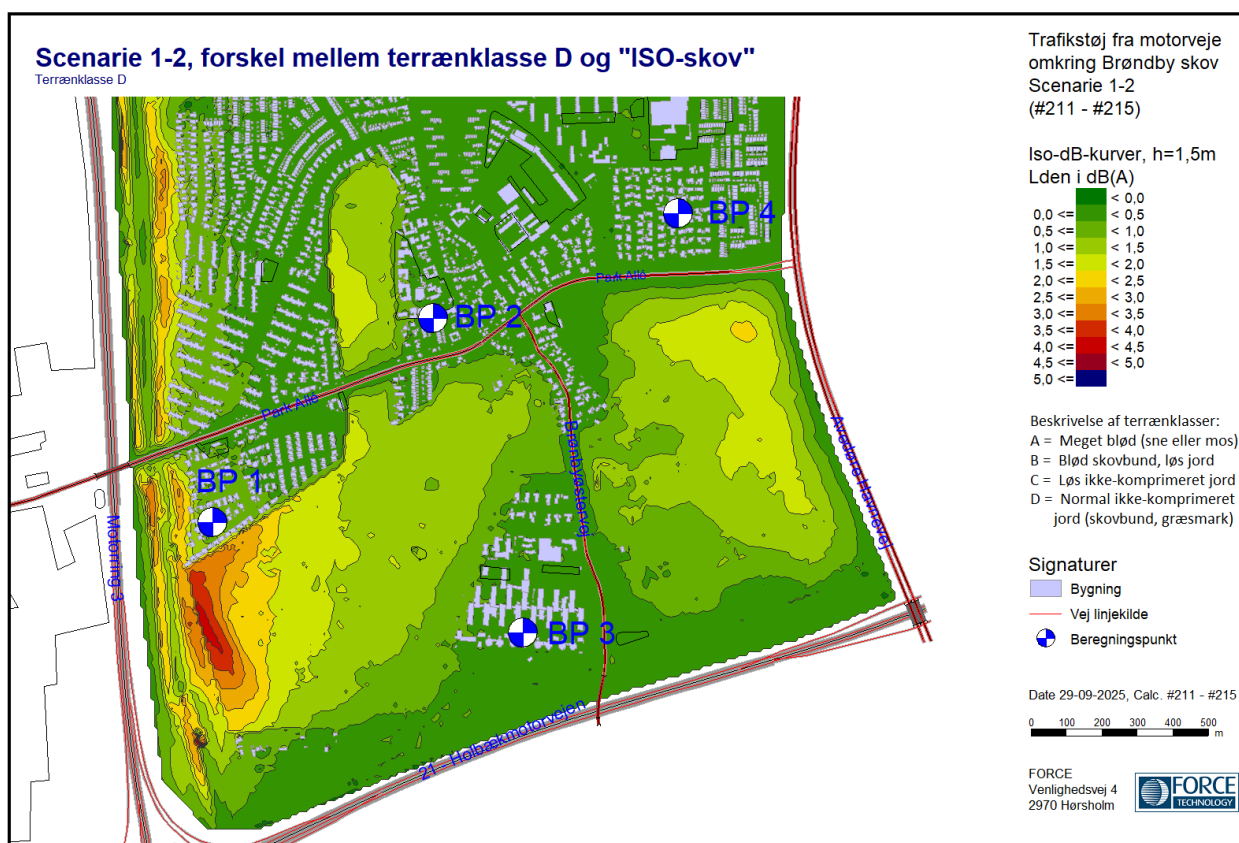


**Figur 20** Støjudbredelsen beregnet i hele Brøndbyskoven, vist som iso-dB-kurver med 1 dB spring. Udført med **ISO-skov** i skovområderne

### 8.1.1 Differenskort af effekten af at beregne skov på terræn.

Scenarie	Calc. nr.					
<b>0-2</b>	#201 - #205	Receiver	D minus Iso-skov			
			<b>Lden</b>	<b>Ld</b>	<b>Le</b>	<b>Ln</b>
		BP 1	0,9	0,9	0,9	0,8
		BP 2	0,2	0,2	0,2	0,2
		BP 3	0,2	0,2	0,2	0,2
		BP 4	0,2	0,2	0,2	0,2

**Tabel 17** Forskel i støjniveau  $L_{den}$  beregnet i 4 boligområder beliggende tæt ved skovområder: **Terrænklasse D** minus **ISO-skov**.

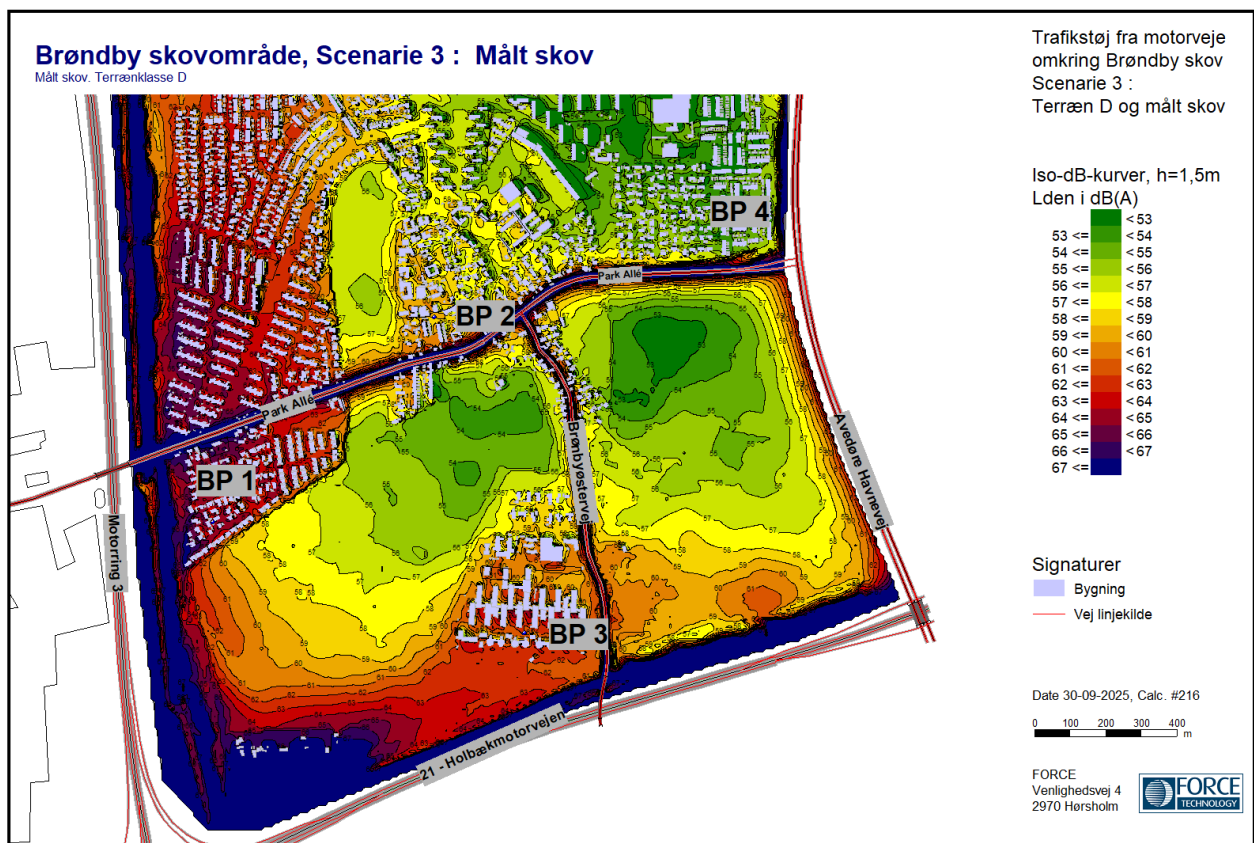


**Figur 21** Forskel i støjbredden  $L_{den}$  beregnet med **terrænklasse D** og **ISO-skov**, vist som iso-dB-kurver med 0,5 dB spring.

## 8.2 Beregning af den specifikke estimerede skov : Scenarie 3

Scenarie	Calc. nr.					
<b>Specifik estimeret skov</b>	#206	Receiver	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)
		BP 1	64,04	60,27	58,03	56,7
		BP 2	58,52	55,27	52,4	51,02
		BP 3	62,05	59,43	56,46	54,22
		BP 4	54,74	51,6	48,73	47,18

**Tabel 18** Støjniveau  $L_{den}$  beregnet i 4 boligområder beliggende tæt ved skovområder. Udført med **Specifik estimeret skov** i skovområderne.

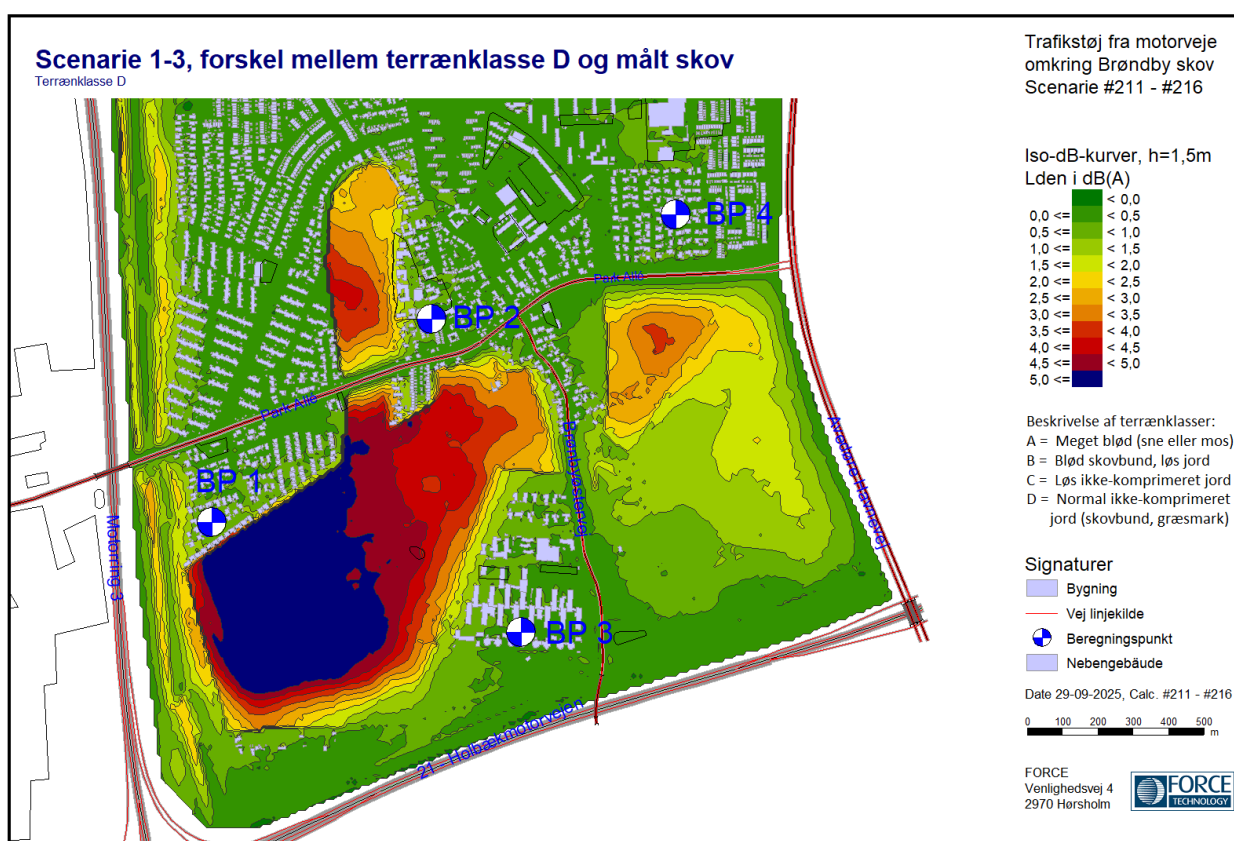


**Figur 22** Støjudbredelsen beregnet i hele Brøndbyskoven, vist som iso-dB-kurver med 1 dB spring. Udført med **Specifik estimeret skov** i skovområderne

### 8.2.1 Differenskort af effekten af den specifikke estimerede skov (målt skov)

Scenarie	Calc.					
<b>0-3</b>	#201 - #206	Receiver	D minus specifik estimeret skov			
			<b>Lden</b>	<b>Ld</b>	<b>Le</b>	<b>Ln</b>
		BP 1	0,7	0,8	0,8	0,6
		BP 2	0,2	0,3	0,3	0,2
		BP 3	0,2	0,2	0,2	0,2
		BP 4	0,3	0,3	0,3	0,3

**Tabel 19** Forskel i støjniveau  $L_{den}$  beregnet i 4 boligområder beliggende tæt ved skovområder: **Terrænklasse D** minus **Specifik estimeret skov**.

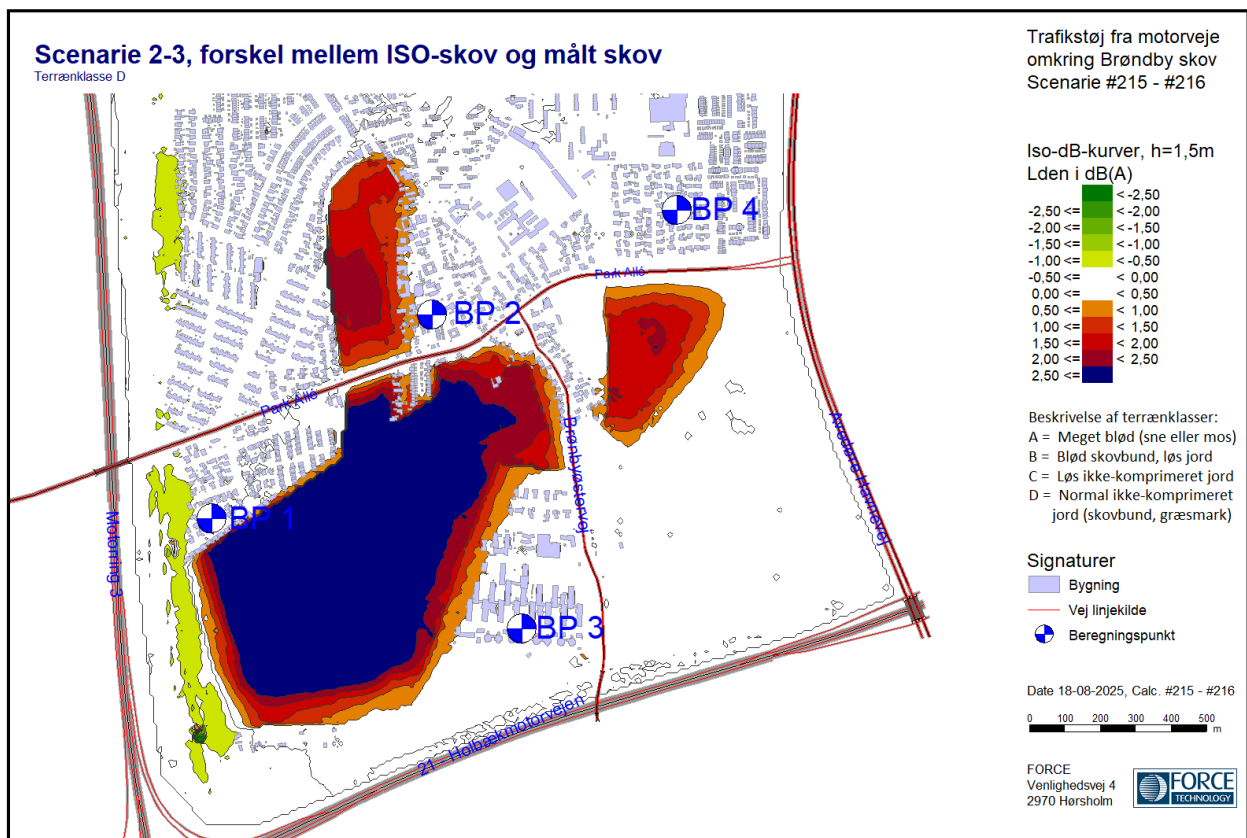


**Figur 23** Forskel i støjdbredelsen  $L_{den}$  beregnet med **terrænklasse D** og **Specifik estimeret skov**, vist som iso-dB-kurver med 0,5 dB spring.

### 8.2.2 Differenskort af "ISO skov vs. målt skov"

Scenarie	Calc.	Receiver	ISO-skov minus specifik estimeret skov			
2-3	#205 - #206		Lden	Ld	Le	Ln
		BP 1	-0,2	0,8	0,8	0,6
		BP 2	0,1	0,3	0,3	0,2
		BP 3	0,0	0,2	0,2	0,2
		BP 4	0,1	0,3	0,3	0,3

**Tabel 20** Forskel i støjniveau  $L_{den}$  beregnet i 4 boligområder beliggende tæt ved skovområder: **ISO-skov** minus **Specifik estimeret skov**.

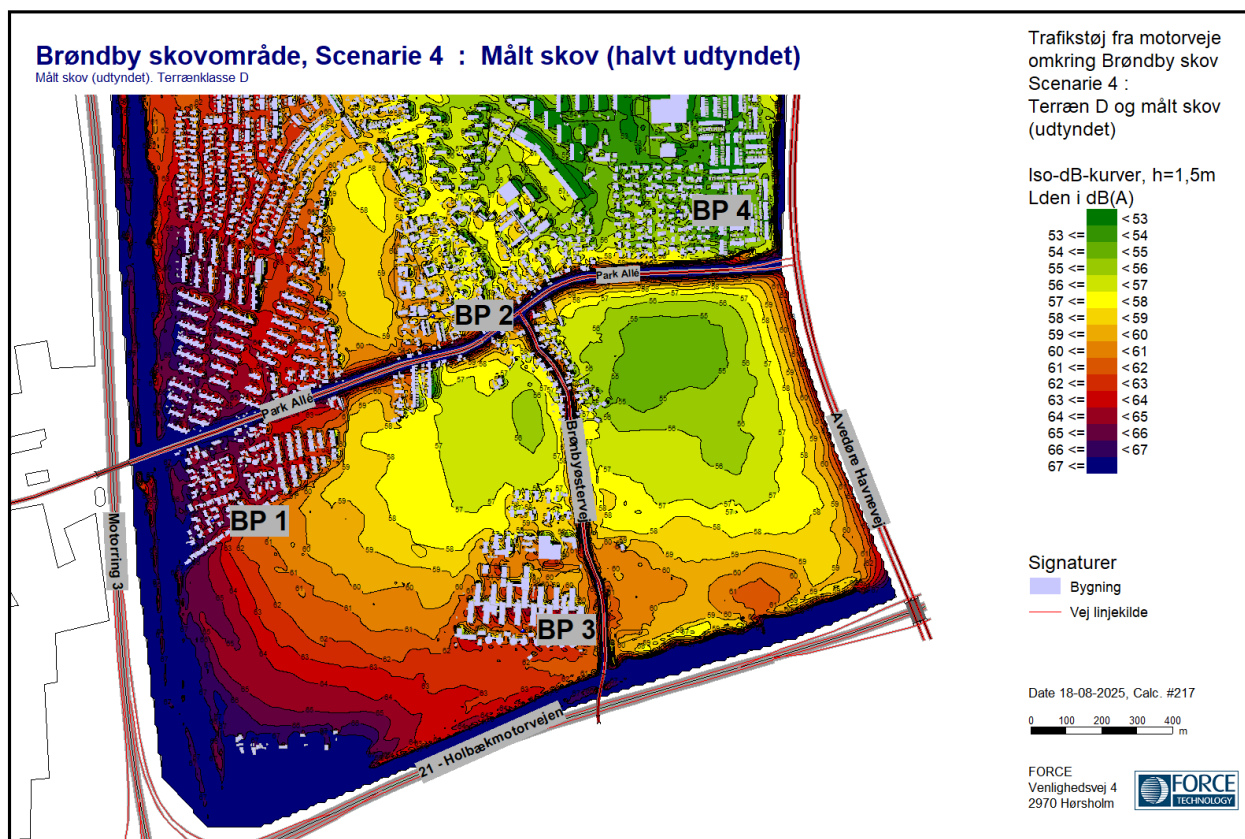


**Figur 24** Forskel i støjdbredelsen  $L_{den}$  beregnet med **ISO-skov** og **Specifik estimeret skov**, vist som iso-dB-kurver med 0,5 dB spring.

### 8.3 Beregning af den specifikke estimerede skov – (udtyndet til halvdelen): Scenarie 4

Scenarie	Calc.					
<b>Specifik estimeret skov (udtyndet)</b>	#207	Receiver	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)
		BP 1	64,55	60,83	58,58	57,18
		BP 2	58,64	55,4	52,53	51,13
		BP 3	62,08	59,46	56,48	54,24
		BP 4	54,85	51,73	48,85	47,29

**Tabel 21** Støjniveau  $L_{den}$  beregnet i 4 boligområder beliggende tæt ved skovområder. Udført med **Specifik estimeret skov (halvt udtyndet)** i skovområderne.

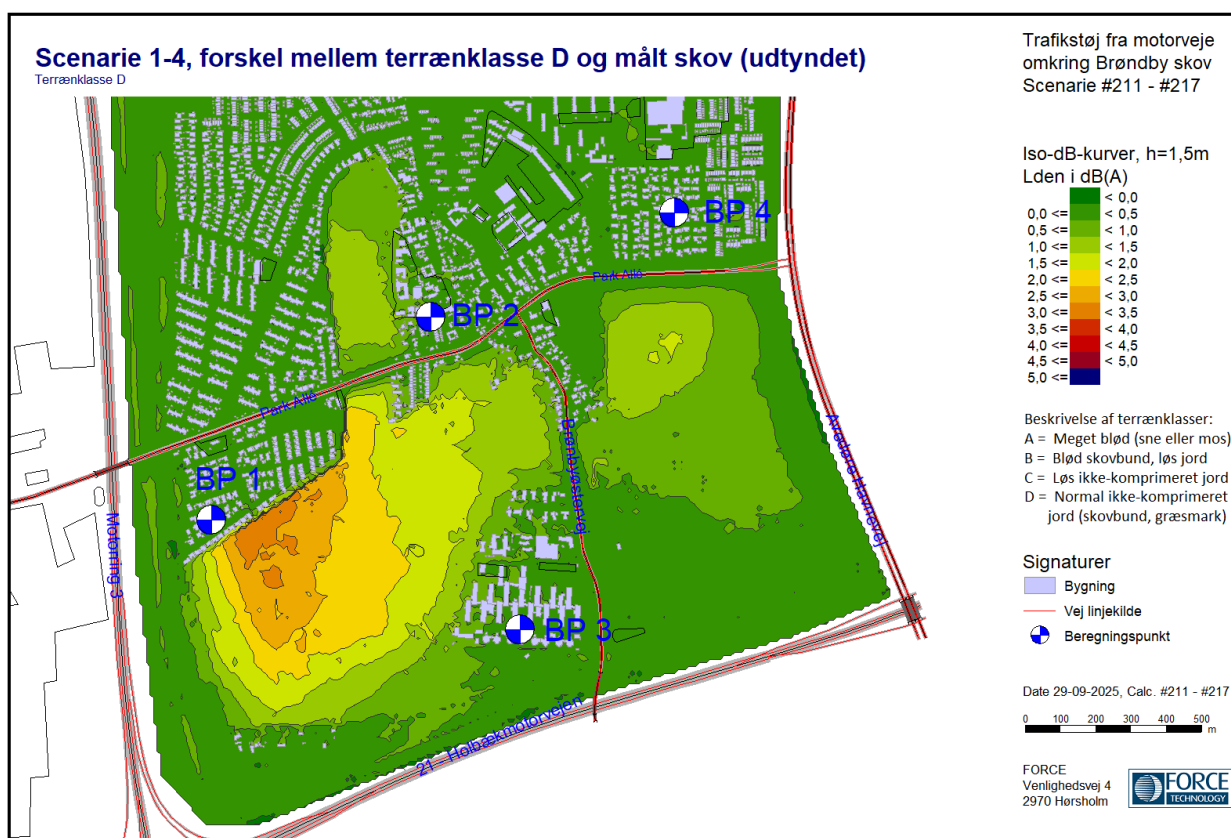


**Figur 25** Støjudbredelsen beregnet i hele Brøndbyskoven, vist som iso-dB-kurver med 1 dB spring. Udført med **Specifik estimeret skov (halvt udtyndet)** i skovområderne.

### 8.3.1 Differenskort af effekten af udtyndet skov på terræn D

Scenarie	Calc.	Receiver	D minus specifik estimeret skov (udtyndet)			
0-4	#201 – #207		Lden	Ld	Le	Ln
		BP 1	0,2	0,2	0,2	0,2
		BP 2	0,1	0,1	0,1	0,1
		BP 3	0,2	0,2	0,2	0,2
		BP 4	0,1	0,2	0,2	0,1

**Tabel 22** Forskel i støjniveau  $L_{den}$  beregnet i 4 boligområder beliggende tæt ved skovområder: **terrænklasse D** minus **Specifik estimeret skov (halvt udtyndet)**.

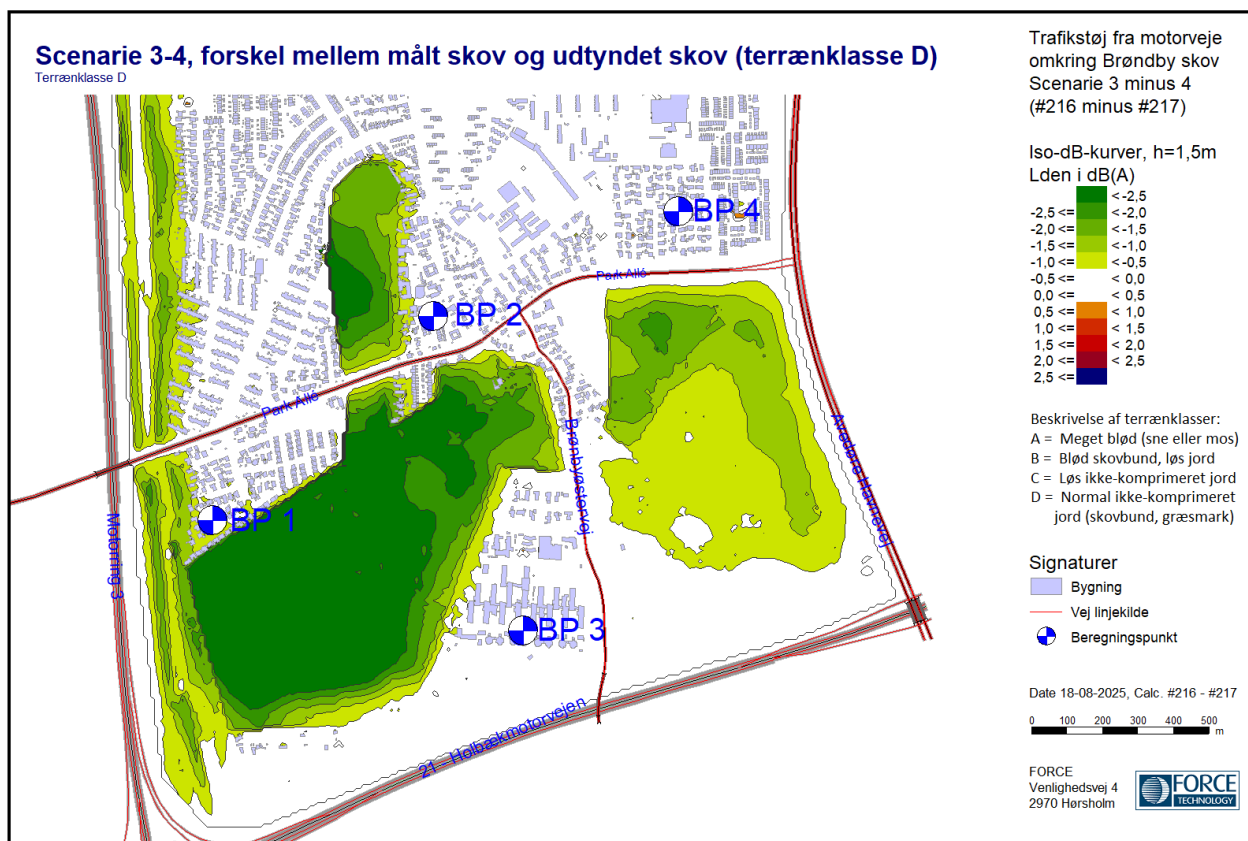


**Figur 26** Forskel i støjbredden  $L_{den}$  beregnet med **terrænklasse D** og **Specifik estimeret skov (halvt udtyndet)**, vist som iso-dB-kurver med 0,5 dB spring.

### 8.3.2 Differenskort af effekten af udtynding af skov.

Scenarie	Calc.	Receiver	Specifik estimeret skov minus Specifik estimeret skov (udtyndet)			
3-4	#206 - #207		Lden	Ld	Le	Ln
		BP 1	-0,5	-0,6	-0,5	-0,5
		BP 2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
		BP 3	0,0	0,0	0,0	0,0
		BP 4	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1

**Tabel 23** Forskel i støjniveau  $L_{den}$  beregnet i 4 boligområder beliggende tæt ved skovområder:  
**Specifik estimeret skov minus Specifik estimeret skov (halvt udtyndet).**

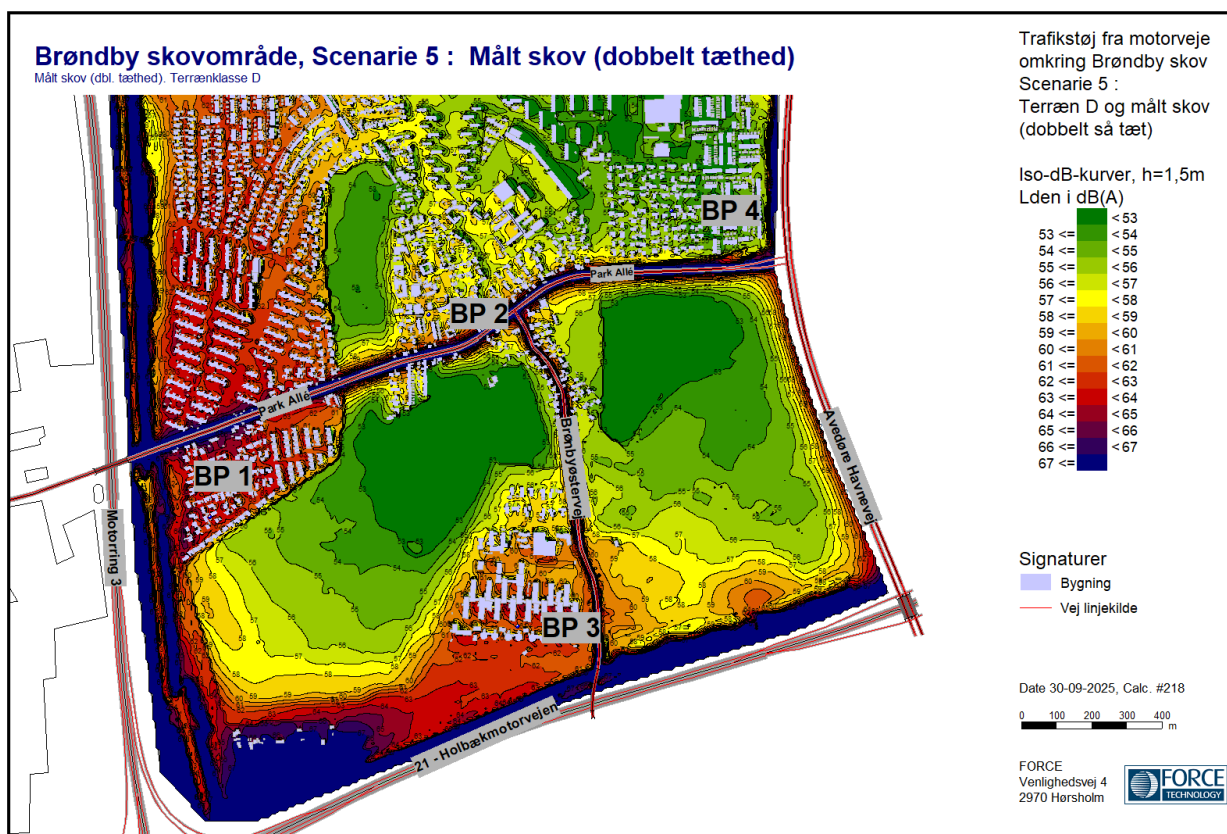


**Figur 27** Forskel i støjniveau  $L_{den}$  beregnet i 4 boligområder beliggende tæt ved skovområder:  
**Specifik estimeret skov minus Specifik estimeret skov (halvt udtyndet).**

## 8.4 Den specifikke estimerede skov - tæt version, dobbelt antal træer : Scenarie 5

Scenarie	Calc. nr.					
<b>Specifik estimerede skov (dobbelt tæthed)</b>	#208	Receiver	Lden dB(A)	Ld dB(A)	Le dB(A)	Ln dB(A)
		BP 1	63,01	59,17	56,92	55,7
		BP 2	58,29	55,02	52,16	50,8
		BP 3	62,02	59,41	56,43	54,19
		BP 4	54,63	51,48	48,6	47,07

**Tabel 24** Støjniveau  $L_{den}$  beregnet i 4 boligområder beliggende tæt ved skovområder. Udført med **Specifik estimeret skov (dobbelt tæthed)** i skovområderne.

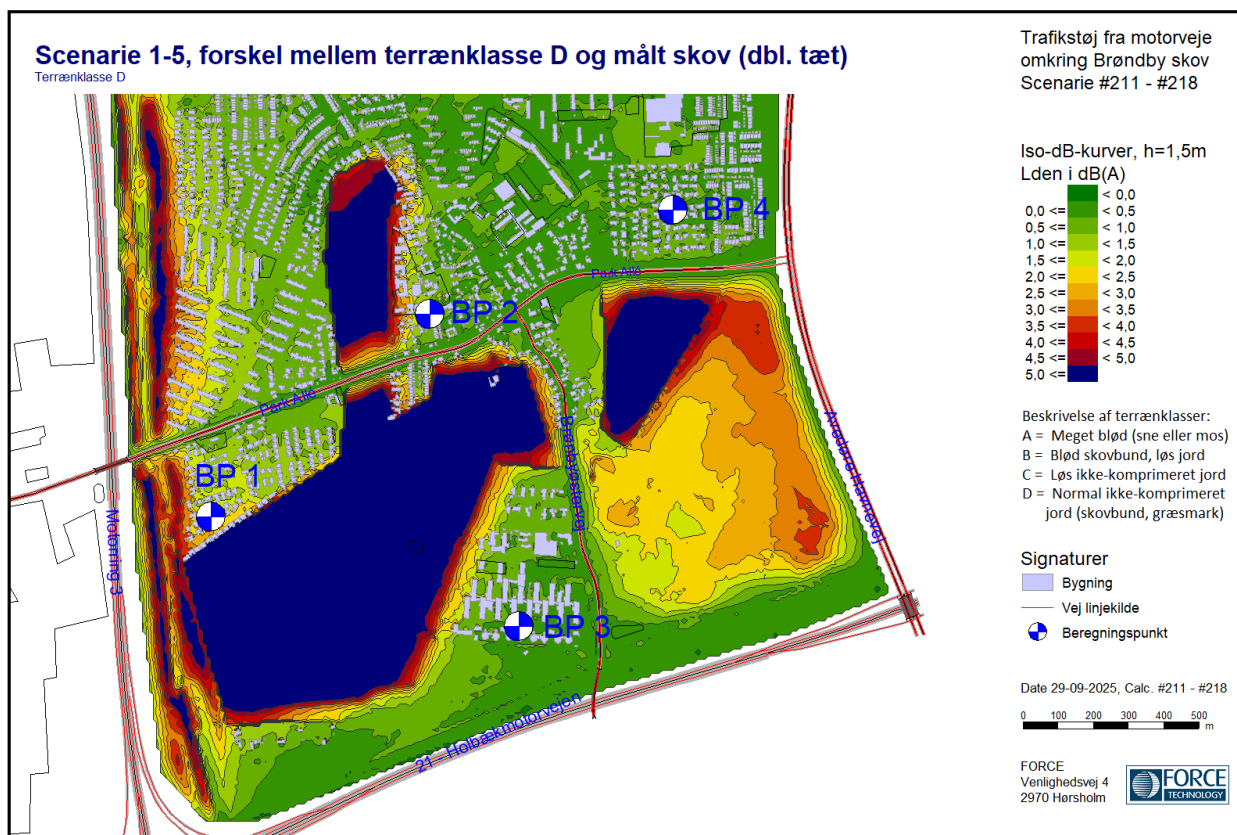


**Figur 28** Støjudbredelsen beregnet i hele Brøndbyskoven, vist som iso-dB-kurver med 1 dB spring. Udført med **Specifik estimeret skov (dobbelt tæthed)** i skovområderne.

### 8.4.1 Differenskort af effekten af tættere skov på terræn D

Scenarie	Calc.	Receiver	D minus specifik estimerede skov (dobbel tæthed)			
0-5	#201 - #208		Lden	Ld	Le	Ln
		BP 1	1,7	1,9	1,9	1,7
		BP 2	0,5	0,5	0,5	0,4
		BP 3	0,3	0,3	0,3	0,3
		BP 4	0,4	0,4	0,4	0,4

**Tabel 25** Forskel i støjniveau  $L_{den}$  beregnet i 4 boligområder beliggende tæt ved skovområder: **terrænklasse D** minus **Specifik estimeret skov (dobbel tæthed)**.

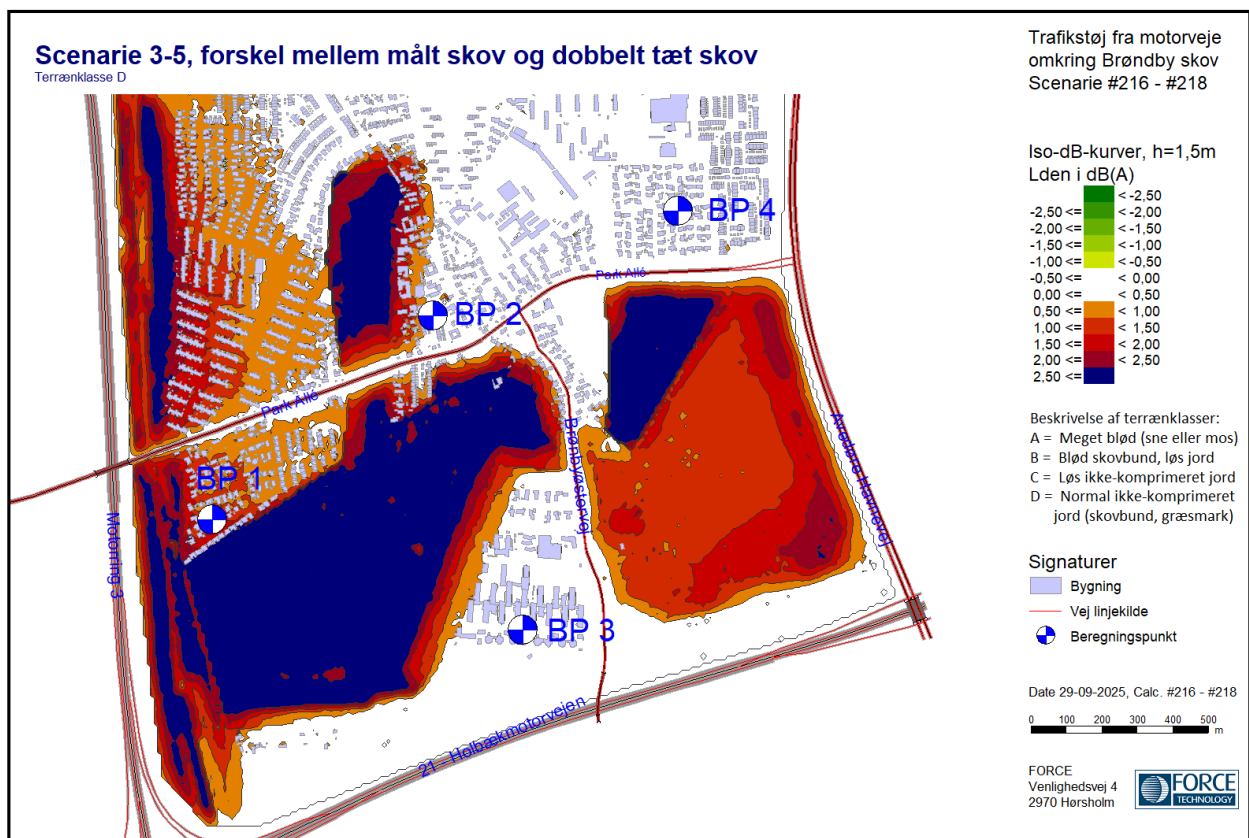


**Figur 29** Forskel i støjniveau  $L_{den}$  beregnet i 4 boligområder beliggende tæt ved skovområder: **terrænklasse D** minus **Specifik estimeret skov (dobbel tæthed)**.

### 8.4.2 Differenskort af effekten af fortætning af skov.

Scenarie	Calc.	Receiver	Specifik estimerede skov minus specifik estimerede skov (dobbelt tæthed)			
3-5	#206 - #208		Lden	Ld	Le	Ln
		BP 1	1,0	1,1	1,1	1,0
		BP 2	0,2	0,3	0,2	0,2
		BP 3	0,0	0,0	0,0	0,0
		BP 4	0,1	0,1	0,1	0,1

**Tabel 26** Forskel i støjniveau  $L_{den}$  beregnet i 4 boligområder beliggende tæt ved skovområder: **Specifik estimeret skov minus Specifik estimeret skov (dobbelt tæthed)**.



**Figur 30** Forskel i støjniveau  $L_{den}$  beregnet i 4 boligområder beliggende tæt ved skovområder: **Specifik estimeret skov minus Specifik estimeret skov (dobbelt tæthed)**.

## Bilag 2 Registrering af parametre for skov

I følgende afsnit beskrives:

- Metode til registrering af skov
- Skema til registrering af skov
- Specifikke registrerede data fra skovområder i Brøndbyskoven
- Information om hvordan registreret skovdata er håndteret ifm. beregninger med Nord2000/SoundPLAN

### 9 Metode

Da parametre for skov sjældent registreres og beregnes, findes der ikke en egentlig metode for registrering. Derfor er der i dette projekt demonstreret en metode til indhentning af disse data.

Som input til støjmodellen er parametrene:

- Længden af udbredelsesvejen gennem skoven
- Skovens middelhøjde
- Middelstammediameter
- Tæthed af træer (træer pr. m<sup>2</sup>)
- Middelabsorptionskoefficient for skoven (lydabsorption).

Metoden har været at tage ud i de pågældende områder og observere, om der er en betydelig variation indenfor det overordnede udpegede område. Herefter afgrænses et 10m x 10m område, hvor alle træers omkreds måles.

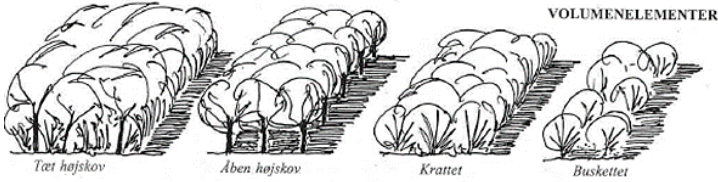
Registreringen foretages i nedenstående skema.

Ifm. registreringerne er medbragt følgende:

- Registreringsskema til registrering af beplantning
- Målebånd til måling af omkreds af træer
- Hjørnepinde til at holde reb, samt vurdering af højde
- Reb til omkransning af område
- Evt. tape og kridt til registrering af hvilke træer der er registreret.

Registrering af højde af træer er estimeret ved at placere en (hjørne)pind med en kendt højde tæt ved et typisk træ, og efterfølgende gået tilpas langt væk til, at der kan tages et billede, hvor hele træet og pinden kan registreres.

## 9.1 Skema til registrering af skov

Lokation:																												
Type skov	Type: <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Løvskov</li> <li><input type="checkbox"/> Nåleskov</li> <li><input type="checkbox"/> Blandet nåleskov og løvskov.</li> </ul>  Evt. beskrivelse m. ord:																											
Type overflade (sæt kryds)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Impedans klasse</th> <th style="text-align: center;">Repræsentativ strøm-ningsmodstand <math>\sigma</math> (kPasm<sup>-2</sup>)</th> <th style="text-align: left;">Beskrivelse</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">12,5</td> <td>Meget blød (sne eller mos)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">31,5</td> <td>Blød skovbund</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">80</td> <td>Løs ikke-komprimeret jord (græs-tørv, græs, løs jord)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">200</td> <td>Normal ikke-komprimeret jord (skovbund, græsmark)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">500</td> <td>Komprimeret mark og grus (kom-primeret græsplæne, parkanlæg)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">2000</td> <td>Komprimeret tæt jord (grusvej, parkeringsplads, ISO 10844)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">G</td> <td style="text-align: center;">20000</td> <td>Hårde overflader (normal asfalt, beton)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">H</td> <td style="text-align: center;">200000</td> <td>Meget hårde og tætte overflader (tæt asfalt, beton, vand)</td> </tr> </tbody> </table> <i><b>Tabel 1</b> Klassifikation af terrænoverfladetyper.</i>	Impedans klasse	Repræsentativ strøm-ningsmodstand $\sigma$ (kPasm <sup>-2</sup> )	Beskrivelse	A	12,5	Meget blød (sne eller mos)	B	31,5	Blød skovbund	C	80	Løs ikke-komprimeret jord (græs-tørv, græs, løs jord)	D	200	Normal ikke-komprimeret jord (skovbund, græsmark)	E	500	Komprimeret mark og grus (kom-primeret græsplæne, parkanlæg)	F	2000	Komprimeret tæt jord (grusvej, parkeringsplads, ISO 10844)	G	20000	Hårde overflader (normal asfalt, beton)	H	200000	Meget hårde og tætte overflader (tæt asfalt, beton, vand)
Impedans klasse	Repræsentativ strøm-ningsmodstand $\sigma$ (kPasm <sup>-2</sup> )	Beskrivelse																										
A	12,5	Meget blød (sne eller mos)																										
B	31,5	Blød skovbund																										
C	80	Løs ikke-komprimeret jord (græs-tørv, græs, løs jord)																										
D	200	Normal ikke-komprimeret jord (skovbund, græsmark)																										
E	500	Komprimeret mark og grus (kom-primeret græsplæne, parkanlæg)																										
F	2000	Komprimeret tæt jord (grusvej, parkeringsplads, ISO 10844)																										
G	20000	Hårde overflader (normal asfalt, beton)																										
H	200000	Meget hårde og tætte overflader (tæt asfalt, beton, vand)																										
Ca. højde af træer																												
Absorptionsværdi (0-0,4)																												
Bemærkninger																												

### Optælling af træer

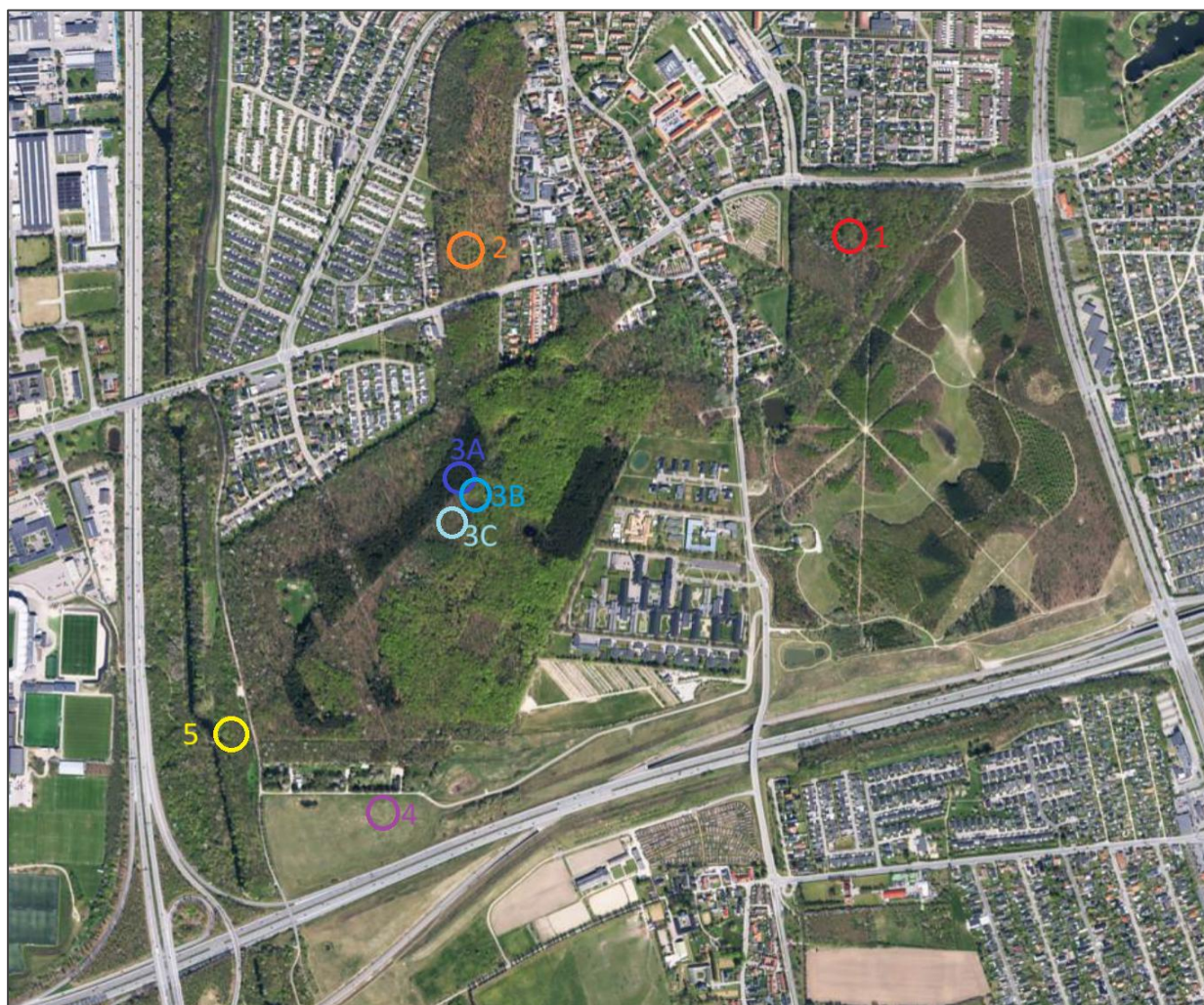
Optælling af træer	Diameter (cm)	Omkreds	Antal træer	Total antal træer
	<5			
	5-10	16-31		
	10-15	31-47		
	15-20	47-63		
	20-25	63-79		
	25-30	79-94		
	30-35	94-110		
	35-40	110-126		
	40-45	126-141		
	45-50	141-157		
	50-55	157-173		
	55-60	173-188		
	60-65	188-204		
	65-70	204-220		
	70-75	220-236		
	75-80	236-251		
	80-85	251-267		
	85-90	267-283		
	90-95	283-298		
	95-100	298-314		
	100-			

## 10 Registreret skov

I følgende afsnit vises de områder hvor der er registreret data for skov, samt de specifikke registrerede data for skovområderne.



Gengivelse af Figur 1: Oversigt område med opdeling af beplantningsområder baseret på luftfoto



**Figur 31** Registreringspunkter for skov/beplantningsområder.

### 10.1 Lokation 1

<b>Lokation</b>	<b>1</b>
Vegetation:	Løvskov
Type skov:	Tæt højskov/Åben højskov
Overflade:	D
Højde:	18
Absorption	0,1



Diameter	Omkreds	Antal træer i et 10 x 10m felt	Gns. dia- meter	Samlet Areal
<5		65	2,5	0,03
5-10	16-31		7,5	0
10-15	31-47		12,5	0
15-20	47-63		17,5	0
20-25	63-79		22,5	0
25-30	79-94		27,5	0
30-35	94-110		32,5	0
35-40	110-126		37,5	0
40-45	126-141	1	42,5	0,14
45-50	141-157	4	47,5	0,71
50-55	157-173		52,5	0
55-60	173-188		57,5	0
60-65	188-204		62,5	0
65-70	204-220		67,5	0
70-75	220-236		72,5	0
75-80	236-251		77,5	0
80-85	251-267		82,5	0
85-90	267-283		87,5	0
90-95	283-298		92,5	0
95-100	298-314		97,5	0
100-			102,5	0
<b>Total antal træer over 5 cm diam.</b>		<b>5</b>	<b>Total areal</b>	<b>0,88</b>

<b>Middelstamme diameter</b>	<b>0,47</b>
<b>Antal træer pr. m2</b>	<b>0,05</b>

## 10.2 Lokation 2

Lokation	2
Vegetation:	Løvskov
Type skov:	Åben højskov
Overflade:	D
Højde:	18
Absorption	0,1



Diameter	Omkreds	Antal træer i et 10 x 10m felt	Gns. dia- meter	Samlet Areal
<5		10	2,5	0,00
5-10	16-31		7,5	
10-15	31-47		12,5	
15-20	47-63		17,5	
20-25	63-79		22,5	
25-30	79-94		27,5	
30-35	94-110		32,5	
35-40	110-126		37,5	
40-45	126-141	3	42,5	0,43
45-50	141-157	1	47,5	0,18
50-55	157-173		52,5	
55-60	173-188		57,5	
60-65	188-204		62,5	
65-70	204-220		67,5	
70-75	220-236		72,5	
75-80	236-251		77,5	
80-85	251-267		82,5	
85-90	267-283		87,5	
90-95	283-298		92,5	
95-100	298-314		97,5	
100-			102,5	
<b>Total antal træer over 5 cm diam.</b>		<b>4</b>	<b>Total areal</b>	<b>0,61</b>

<b>Middelstamme diameter</b>	<b>0,44</b>
<b>Antal træer pr. m2</b>	<b>0,04</b>

### 10.3 Lokation 3A

Lokation	3A
Vegetation:	Nåleskov
Type skov:	Åben højskov
Overflade:	D
Højde:	18
Absorption	0,1



Diameter	Omkreds	Antal træer i et 10 x 10m felt	Gns. diameter	Samlet Areal
<5			2,5	
5-10	16-31		7,5	
10-15	31-47		12,5	
15-20	47-63		17,5	
20-25	63-79		22,5	
25-30	79-94		27,5	
30-35	94-110	1	32,5	0,08
35-40	110-126	1	37,5	0,11
40-45	126-141	4	42,5	0,57
45-50	141-157	1	47,5	0,18
50-55	157-173		52,5	
55-60	173-188		57,5	
60-65	188-204		62,5	
65-70	204-220		67,5	
70-75	220-236		72,5	
75-80	236-251		77,5	
80-85	251-267		82,5	
85-90	267-283		87,5	
90-95	283-298		92,5	
95-100	298-314		97,5	
100-			102,5	
<b>Total antal træer over 5 cm diam.</b>		7	<b>Total areal</b>	<b>0,94</b>

<b>Middelstamme diameter</b>	<b>0,41</b>
<b>Antal træer pr. m2</b>	<b>0,07</b>

#### 10.4 Lokation 3B

Lokation	3B
Vegetation:	Løvskov
Type skov:	Åben højskov
Overflade:	D
Højde:	18
Absorption	0,1



Diameter	Omkreds	Antal træer i et 10 x 10m felt	Gns. dia- meter	Samlet Areal
<5		32	2,5	0,02
<b>5-10</b>	16-31		7,5	
<b>10-15</b>	31-47		12,5	
<b>15-20</b>	47-63		17,5	
<b>20-25</b>	63-79		22,5	
<b>25-30</b>	79-94		27,5	
<b>30-35</b>	94-110		32,5	
<b>35-40</b>	110-126	2	37,5	0,22
<b>40-45</b>	126-141	2	42,5	0,28
<b>45-50</b>	141-157		47,5	
<b>50-55</b>	157-173	2	52,5	0,43
<b>55-60</b>	173-188		57,5	
<b>60-65</b>	188-204		62,5	
<b>65-70</b>	204-220		67,5	
<b>70-75</b>	220-236		72,5	
<b>75-80</b>	236-251		77,5	
<b>80-85</b>	251-267		82,5	
<b>85-90</b>	267-283		87,5	
<b>90-95</b>	283-298		92,5	
<b>95-100</b>	298-314		97,5	
<b>100-</b>			102,5	
<b>Total antal træer over 5 cm diam.</b>		6	Total areal	0,95

<b>Middelstamme diameter</b>	<b>0,45</b>
<b>Antal træer pr. m2</b>	0,06

### 10.5 Lokation 3C

Lokation	3C
Vegetation:	Løvskov
Type skov:	Tæt højskov
Overflade:	D
Højde:	15
Absorption	0,2



Diameter	Omkreds	Antal træer i et 10 x 10m felt	Gns. dia- meter	Samlet Areal
<5		100	2,5	0,05
5-10	16-31		7,5	
10-15	31-47	2	12,5	0,02
15-20	47-63	2	17,5	0,05
20-25	63-79		22,5	
25-30	79-94	1	27,5	0,06
30-35	94-110	2	32,5	0,17
35-40	110-126	2	37,5	0,22
40-45	126-141	2	42,5	0,28
45-50	141-157		47,5	
50-55	157-173		52,5	
55-60	173-188		57,5	
60-65	188-204		62,5	
65-70	204-220		67,5	
70-75	220-236		72,5	
75-80	236-251		77,5	
80-85	251-267		82,5	
85-90	267-283		87,5	
90-95	283-298		92,5	
95-100	298-314		97,5	
100-			102,5	
<b>Total antal træer over 5 cm diam.</b>		11	Total areal	0,85

<b>Middelstamme diameter</b>	<b>0,31</b>
<b>Antal træer pr. m2</b>	<b>0,11</b>

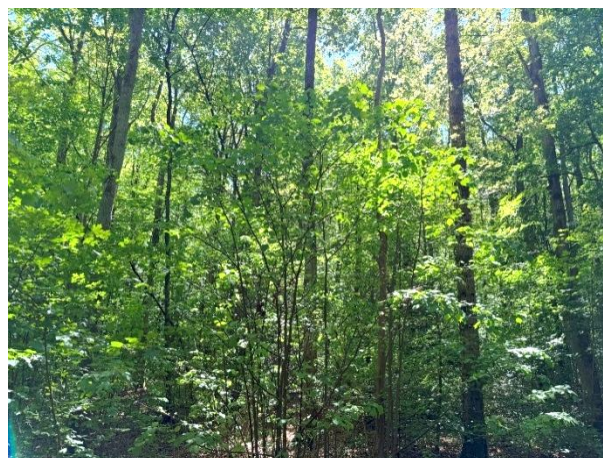
### 10.6 Lokation 4

Lokation	4
Vegetation:	Eng
Type skov:	
Overflade:	C
Højde:	
Absorption	Eng



## 10.7 Lokation 5

Lokation	5
Vegetation:	Krat/højskov
Type skov:	Krat/højskov
Overflade:	D
Højde:	8
Absorption	0,1

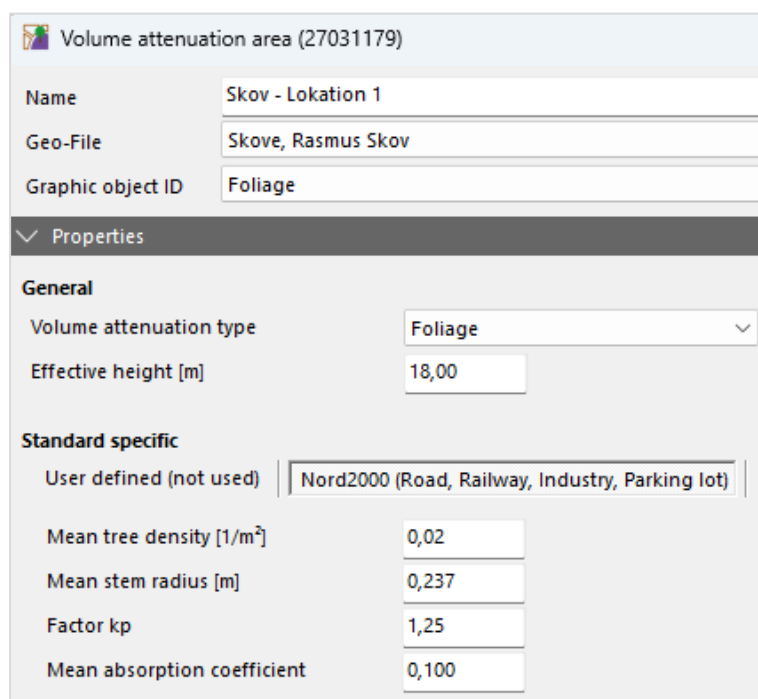


Diameter	Omkreds	Antal træer i et 10 x 10m felt	Gns. dia- meter	Samlet Areal
<5		100	2,5	0,05
5-10	16-31		7,5	
10-15	31-47	2	12,5	0,02
15-20	47-63	2	17,5	0,05
20-25	63-79		22,5	
25-30	79-94	1	27,5	0,06
30-35	94-110	2	32,5	0,17
35-40	110-126	2	37,5	0,22
40-45	126-141	2	42,5	0,28
45-50	141-157		47,5	
50-55	157-173		52,5	
55-60	173-188		57,5	
60-65	188-204		62,5	
65-70	204-220		67,5	
70-75	220-236		72,5	
75-80	236-251		77,5	
80-85	251-267		82,5	
85-90	267-283		87,5	
90-95	283-298		92,5	
95-100	298-314		97,5	
100-			102,5	
<b>Total antal træer over 5 cm diam.</b>		11	Total areal	0,85

<b>Middelstamme diameter</b>	<b>0,31</b>
<b>Antal træer pr. m2</b>	<b>0,11</b>

## 11 Registreret skov, input til SoundPLAN Nord2000-beregninger

Der er foretaget stikprøveopmålinger af træer på 5 lokationer i Brøndby skov. Data fra opmålingerne (afsnit 10.1 til 10.7) er indlæst i lydudbredelsesberegningsprogrammet SoundPLAN. Skovene er heri benævnt objekttype "Volume attenuation area" og undertype: "Foliage", som vist nedenfor i Figur 32. Her indsættes resultaterne af opmålingerne som henh. træhøjden (Effective height), middelstammediameter (Mean stem radius) og antal træer pr. m<sup>2</sup> (mean tree density). Derudover indgår en parameter om lydets spredning under lydudbredelsen, benævnt "Factor Kp", som for skove er Kp = 1,25. Nederst indtastes absorptionskoefficienten (mean absorption coefficient), som er sat til a = 0,1 for skoven. I Tabel 27 ses en oversigt over parametre for de skove, der indgår i beregningerne.



**Figur 32** Menu til skov-inputdata i SoundPLAN (værdierne for lokation 1 er indsat).

<i>Lokation</i>	<i>Effective height</i> m	<i>Mean tree density</i> 1/m <sup>2</sup>	<i>Mean stem radius</i> m
Skov jf. ISO	10	0,025	0,150
Skov - Lokation 1	18	0,024	0,237
Skov - Lokation 2	18	0,018	0,220
Skov - Lokation 3	18	0,029	0,207
Skov - Lokation 5 syd	8	0,040	0,125
Skov - Lokation 5 nord	8	0,040	0,125
Skov Øst (og græs)	10	0,030	0,150

**Tabel 27** Inputdata i SoundPLAN for "Specifik estimeret skov" i 6 områder.