

AVANCEREDE STØJKORTLÆGNINGER BASERET PÅ DIGITALE KORTOPLYSNINGER, BBR-OPLYSNINGER OG DEN FÆLLES NORDISKE STØJBeregningSMODEL.

Karsten Sand Bloch
TetraPlan ApS
Badstuestræde 8, 3, 1209 København K
Telefon 3311 4044. Fax: 33 11 40 54
E-mail: tetrapln@inet.uni-c.dk (KSB)

1. Indledning

TetraPlan har igennem de seneste år udviklet et støjberegningsprogram (TPNoise), som anvender beregningsformlerne i den fælles nordiske støjberegningsmodel sammen med digitale kortoplysninger og oplysninger fra BBR registret. Støjberegningsprogrammet er en integreret del af GIS-programmet TPView.

Støjberegninger baseret på digitale kortoplysninger og oplysninger fra BBR har en række fordele i forhold til mere traditionelle beregningsmetoder:

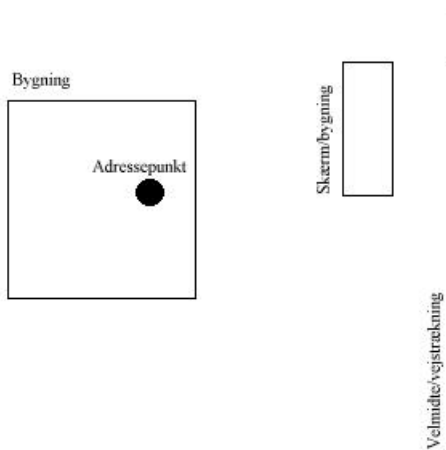
- Anvendelse af digitale kort medfører en langt større detaljeringsgrad og dermed præcision i støjberegningerne.
- De økonomiske omkostninger og det arbejde, der er forbundet med at tilvejebringe fysiske og administrative data til brug for en støjkortlægning, mindskes betragteligt.
- Oplysninger fra BBR gør det muligt at estimere antallet af støjbelastede boliger automatisk og præcist.
- Oplysninger fra BBR kan sammen med adresseoplysninger anvendes ved samkøring af andre registre, hvorfor det bl.a. er muligt at analysere eventuelle socioøkonomiske aspekter ved trafikstøj.
- Anvendelse af GIS-programmer gør det muligt at visualisere både beregningsforudsætninger og beregningsresultater, hvorved eventuelle fejl og mangler i forbindelse med beregningerne lettere kan identificeres og rettes.

Dette paper indeholder en kort introduktion til støjberegningsprincippet bag en digital støjberegning, hernæst redegøres for hvorledes de nødvendige oplysninger fra BBR og andre registre relateres til de digitale kort, herefter vises eksempler på hvorledes beregningsforudsætningerne og beregningsresultaterne præsenteres og som afslutning præsenteres resultaterne af en støjkortlægning, som TetraPlan har gennemført i forbindelse med implementeringen af en Trafik- og miljøhandlingsplan i Middelfart kommune.

2. Støjberegningsprincipper bag TPNoise

Udgangspunktet for en digital støjberegning vil være et digitalt kort, som mindst indeholder bygninger, bygningsadresser og vejmidter. Herudover kan der medtages andre skærmende objekter end bygninger. I figur 1 vises et stiliseret digitalt kortudsnit indeholdende en bygning (firkant med punkt), en adresse (punkt), en støjskærm/bygning (firkant uden punkt) og en vejmidte (kant).

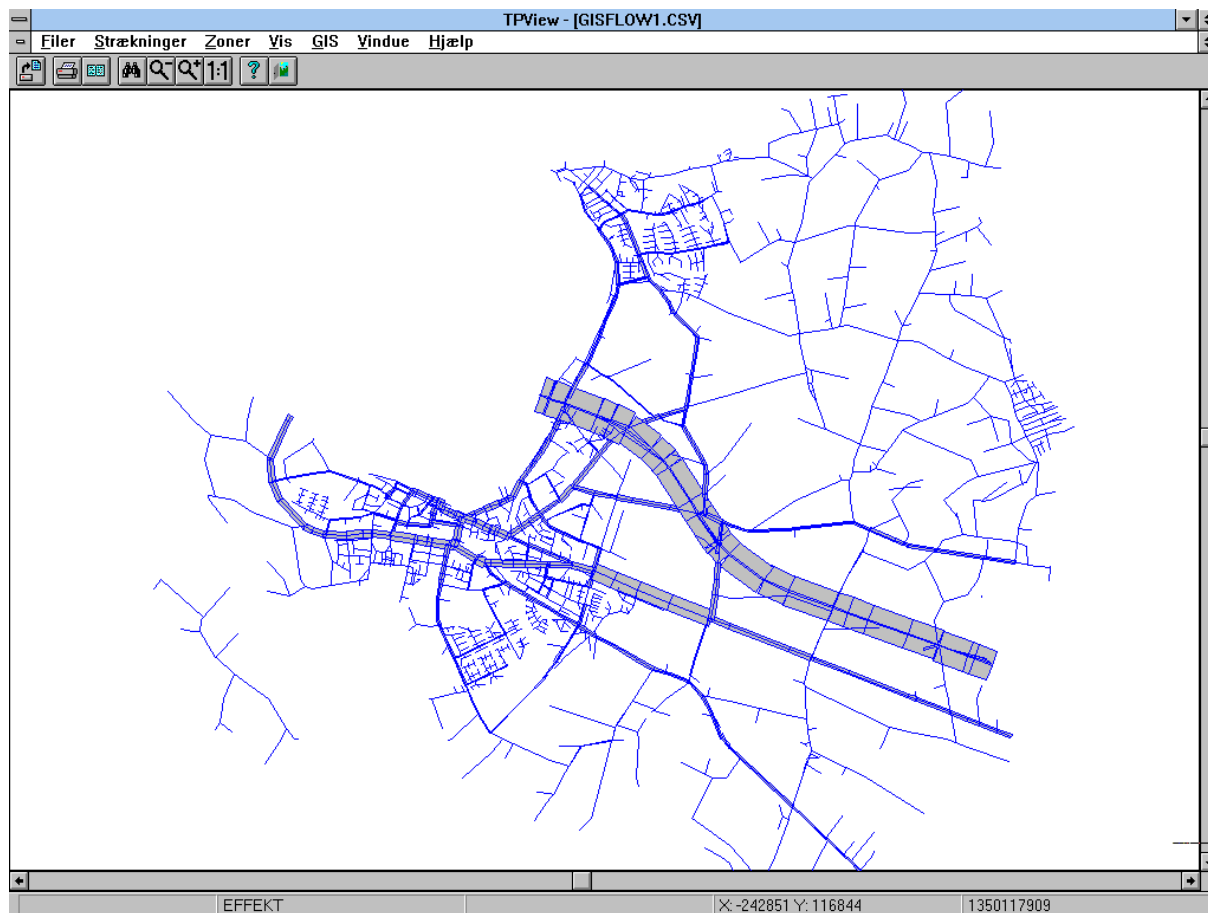
For at kunne udnytte digitale kortoplysninger i.f.m. støjberegninger skal der relateres en række oplysninger til de fysiske objekter i kortet. Til vejen skal der eksempelvis tilknyttes oplysninger om trafikintensitet, lastbilandel og kørehastighed for at kunne beregne støjbidraget fra vejen. For at støjskærmen skal have en skærmende effekt, skal der relateres en højde til skærmen. For at beregne støjbelastningen på facaden skal der opstilles en række beregningspunkter 2 meter fra facaden. For efterfølgende at kunne bestemme antallet af støjbelastede boliger skal der tilknyttes oplysninger om det antal boliger, der er i bygningen.



Figur 1: Digitalt kortudsnit indeholdende bygning, adressepunkt, støjskærm og vejstykke (vejmidter).

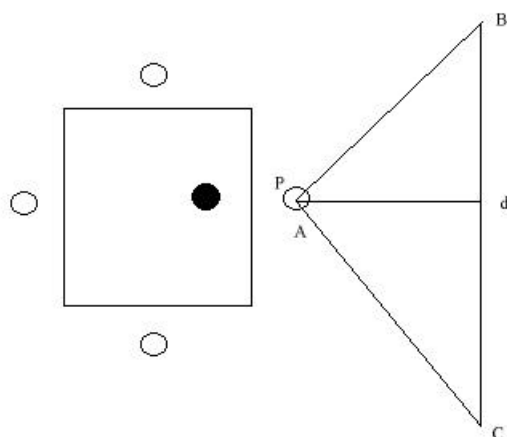
For at kunne tilknytte andre oplysninger til de enkelte objekter i kortet udstyres hvert objekt med et entydigt identifikationsnummer. BBR og andre offentlige registeroplysninger kan udveksles til de enkelte bygninger via den koordinatsatte adresse. Georeferencen til andre objekter skabes via identifikationsnummeret.

Trafikoplysninger der eksempelvis er lagret i et regneark, kan let relateres til vejmidter via vejnavn eller en knudenumerering af de enkelte strækninger. I figur 2 vises vejmidter i Middelfart kommune med overflyttede trafiktal fra et regneark.



Figur 2 Registrerede trafiktal overført fra regneark til det digitale vejnet i Middelfart kommune.

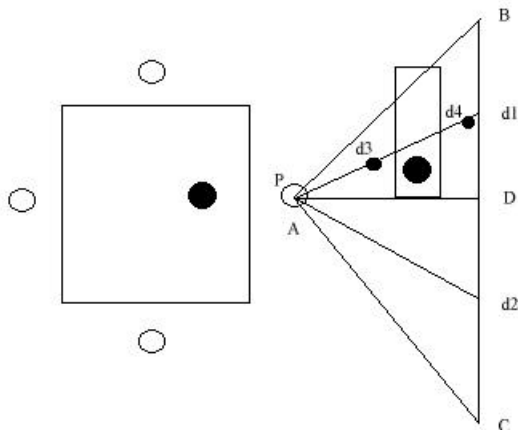
Når de administrative data der er nødvendige for en støjberregning, er blevet relateret til de forskellige objekter i kortet, skal de fysiske oplysninger til brug for en støjberregning udledes af kortet. I figur 3 vises et eksempel på oplysninger, der kan udledes automatisk af kortet. Trekanten der udspændes af punkterne A, B og C, viser det vinkelrum, hvor beregningsspunktet P belastes af støj fra den vejstrækning der udspændes af punkterne B og C, mens kanten A til d er den vinkelrette afstand fra støjkilde til modtager, som anvendes til at afstandskorrigere støjbidraget fra vejen.



Figur 3 Udledning af fysiske afstande i det digitale kort til brug for en støjberegning.

TPNoise er udformet således, at de fysiske objekter i kortet er bestemmende for hvilke støjmæssige korrektioner der skal udføres. Figur 4 viser samme kortudsnit som figur 3 med den undtagelse, at der er en skærmende bygning som berører det vinkelrum, som belaster beregningspunktet P. Når TPNoise identificerer en skærmende bygning mellem støjkilde og modtager, sker der en automatisk opsplitning af vejstrækningen B - C, således at der udspændes et vinkelrum A - B - D, som afgrænser den skærmende bygning og et vinkelrum A - D - C, som ikke indeholder en skærmende bygning.

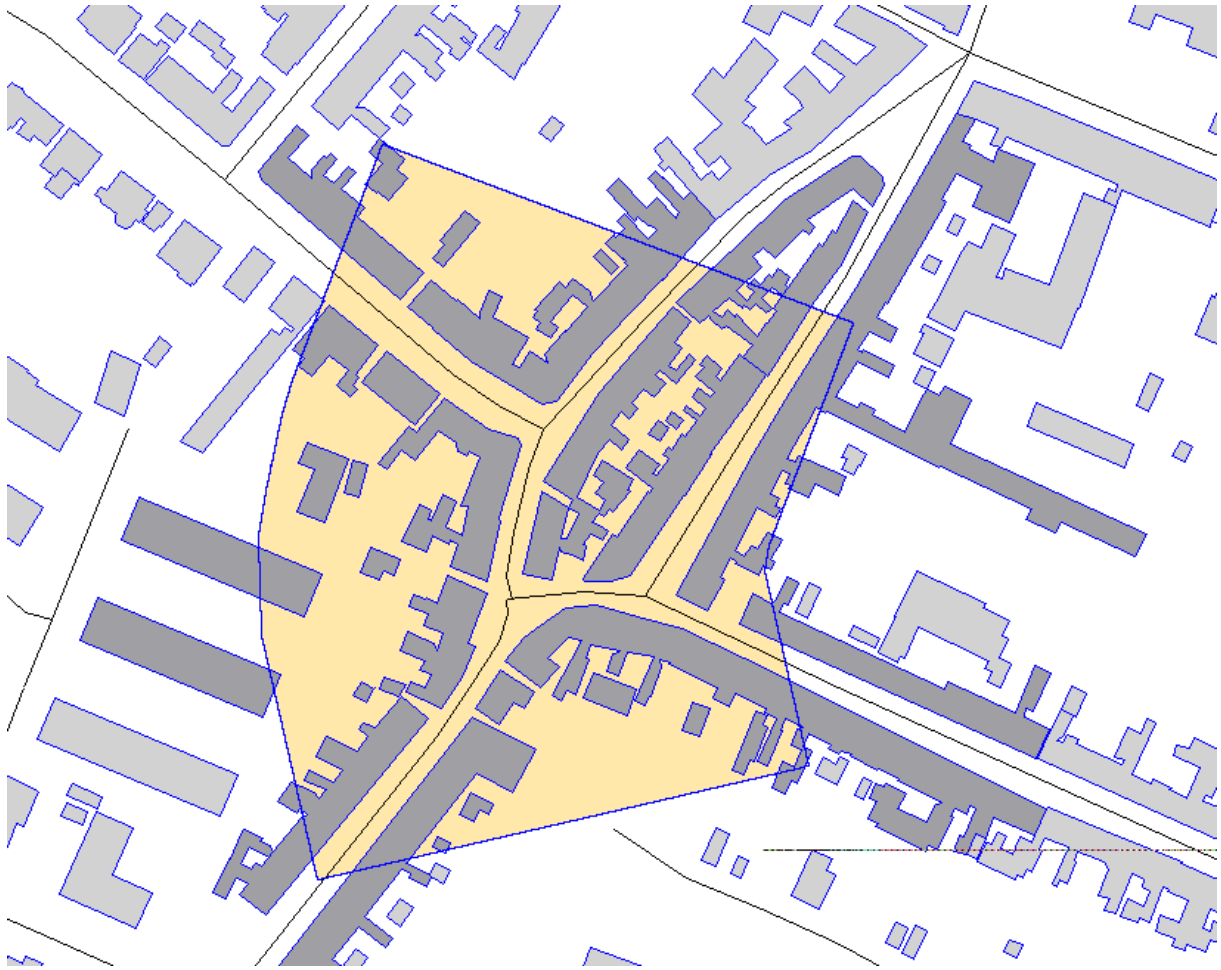
Støjbidraget fra hvert vinkelrum beregnes for sig, og den samlede støjbelastning fra vejen udregnes ved at addere de 2 støjbidrag. For vinkelrummet A - D - C beregnes en afstandskorrektion hvor afstanden A - d2 anvendes. For vinkelrummet A - B - D beregnes en afstandskorrektion hvor afstanden A - d1 anvendes. Der beregnes en skærmkorrektion, hvor afstanden mellem støjkilde og skærm er d1 - d4, skærmens tykkelse er d4 - d3 og afstand fra skærm til modtager er d3 - A. Når punkterne d3 og d4 er forskudt i forhold til skærmen skyldes det, at den fælles nordiske støjberegningsmodel foreskriver at skærmykkelse beregnes i forhold til skærmens udstrækning vinkelret på kanten A - d1. Skærmens højde opgøres på baggrund af oplysninger fra BBR omkring etageantal og tagkonstruktion. Ved særskilt at opstille beregningspunkter for de enkelte etager kan der ligeledes korrigeres for lydtryksniveauets ændring op langs facaden i en bygning.



Figur 4 Udledning af fysiske afstande i det digitale kort til brug for en støjberegning med skærmende bygninger.

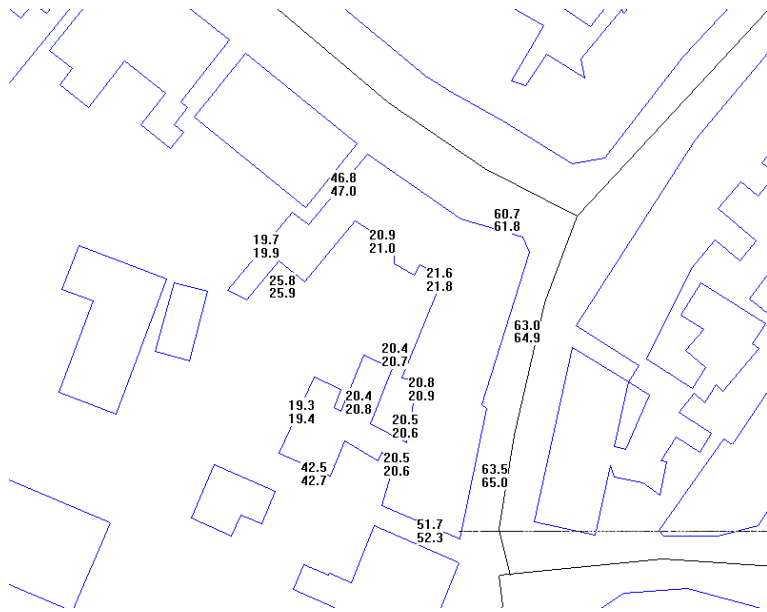
3. Eksempler på modelberegninger

Med udbredelsen af standard GIS-systemer er der efterhånden blevet gennemført en række støjberegninger ved anvendelse af de standardanalyseværktøjer, i form af eksempelvis bufferanalyser, der er indbygget i de fleste GIS-systemer. I figur 5 vises et eksempel på en bufferanalyse med et standard GIS-system, hvor der er estimeret en støjbufferzone omkring en vej eksempelvis i intervallet 65 - 60 db(A), og hvor opgørelsen af antal støjramte boliger baseres på en optælling af boliger indenfor støjbufferzonen. En sådan opgørelse giver et forenklet og upræcist billede af støjbelastningen, idet støjbufferzonen beregnes uden hensyn til den skærmvirkning bygningerne giver. I figur 5 vil de facader der vender mod gården, i virkeligheden have en mindre støjbelastning, end facader som vender mod vejen, hvilket ikke kan beregnes i standard GIS ved anvendelse af bufferanalyser.

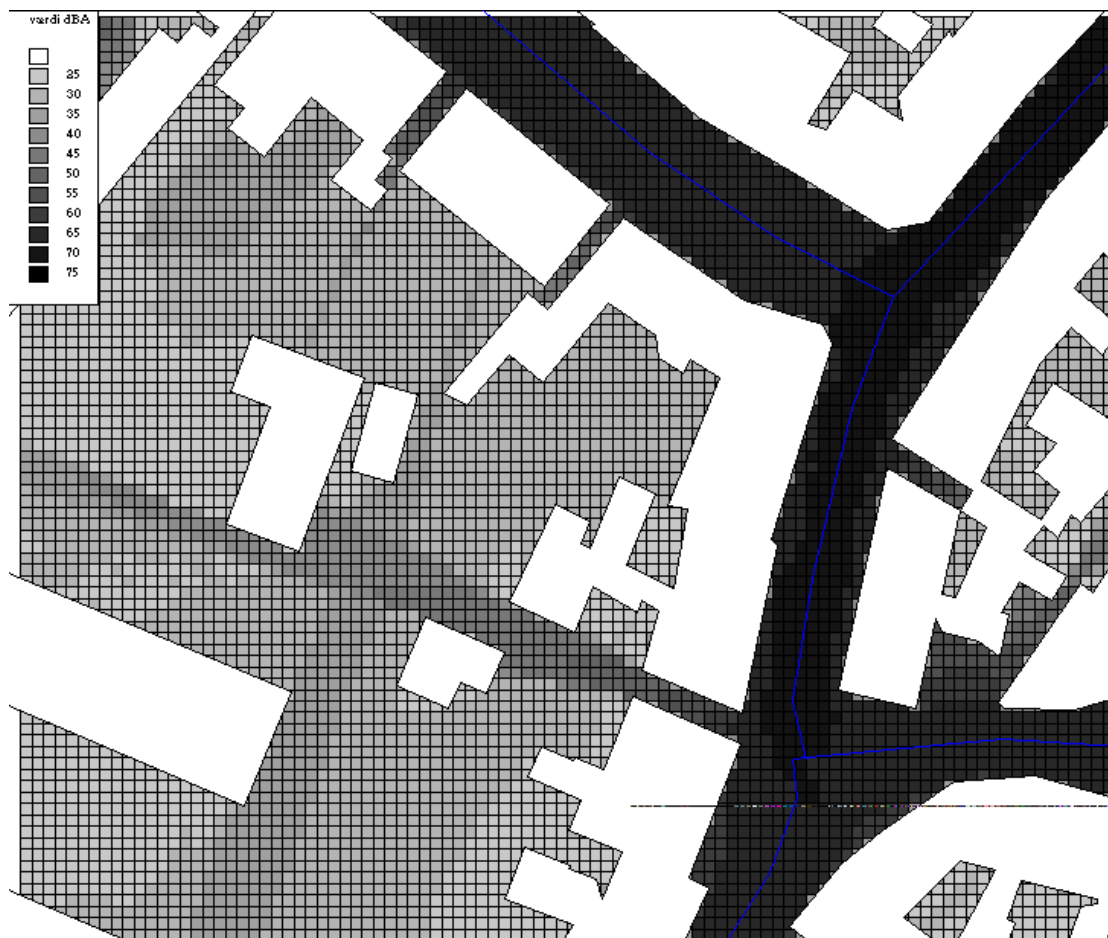


Figur 5 Støjbufferzone i Middelfart bymidte beregnet ved anvendelse af standard GIS..

Figur 6 og 7 viser hvorledes støjbelastningen for det samme område bliver beregnet ved anvendelse af TPNoise. Som det fremgår af figur 6 er der en markant lavere belastningsgrad i baghuset i forhold til facadebelastningen, som skyldes at forhusets skærmning indgår i støjberegningen af baghuset. Figur 7 viser med gråtoner, hvorledes støjdbredelsen beregnes i området.



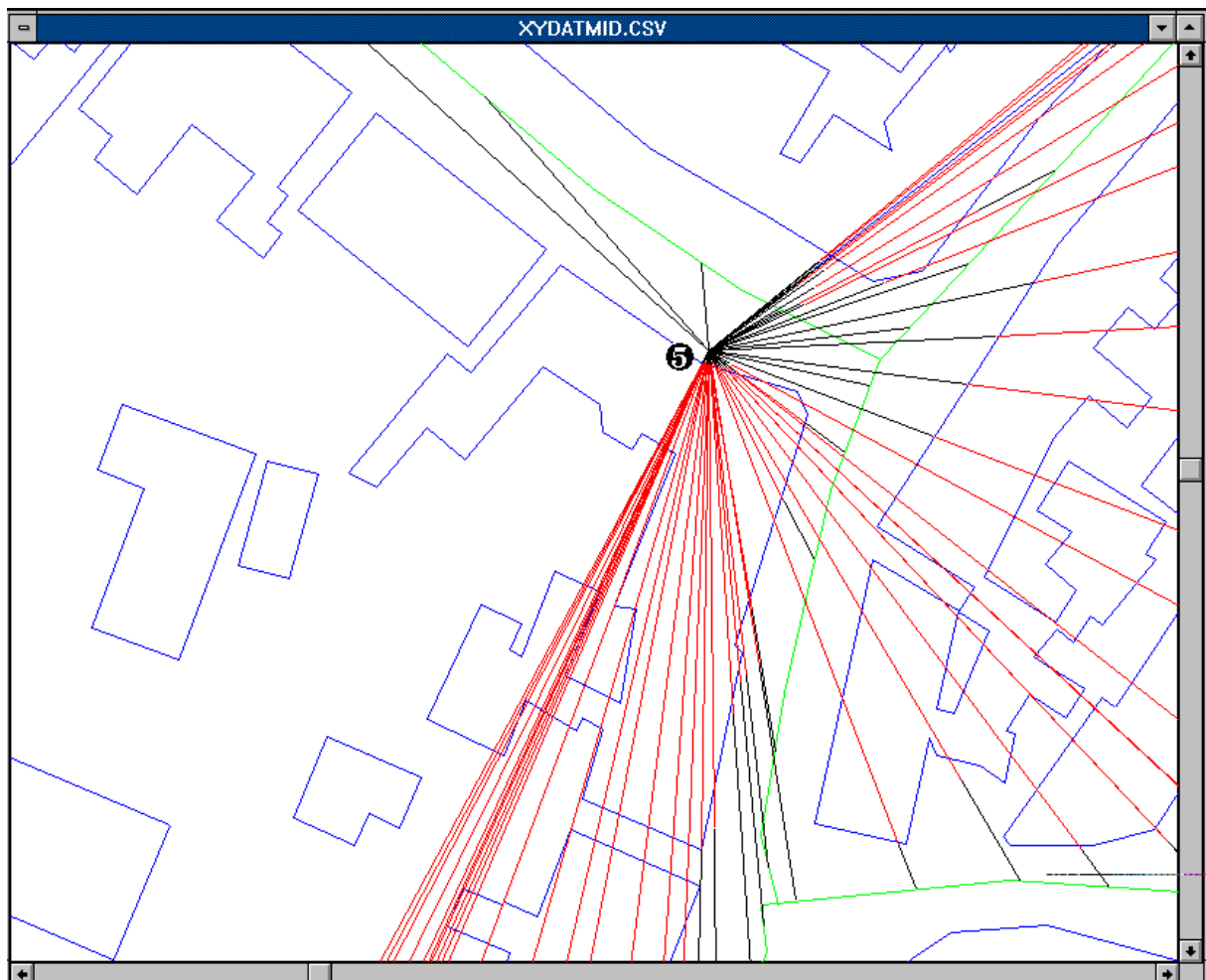
Figur 6 Beregnede lydtryksniveauer ved facade ved 3-d-model. Det øverste tal markerer lydtryksniveaueet på 1. sal mens det nederste tal markerer lydtryksniveaueet i stueplan.



Figur 7 Eksempel på rasterberegning af trafikstøjens udbredelse i en del af Middelfart bymidte.

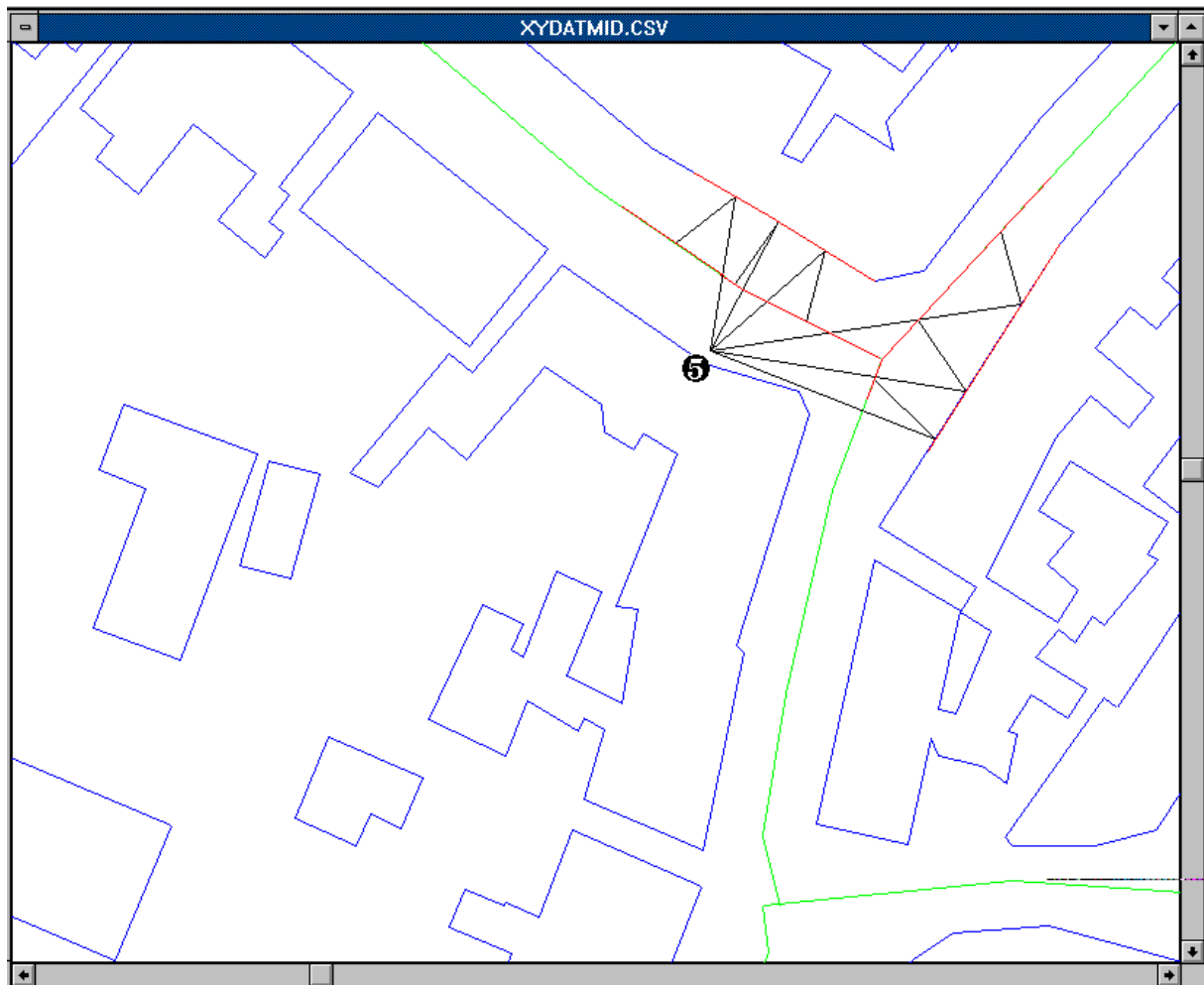
For at illustrerer beregningskompleksiteten kan det oplyses at den totale støjkortlægning der er blevet gennemført i Middelfart, indebærer omkring 1 milliard støjberegninger, hvorfor en tilsvarende detaljeret kortlægning baseret på en traditionel metode ikke vil kunne gennemføres i praksis. Når der skal gennemføres så mange beregninger hænger det sammen med, at et beregningspunkt typisk er belastet af støj fra mere end 50 strækninger, og da der samtidig er omkring 20.000 beregningspunkter i Middelfart og der skal gennemføres separate beregninger for hver etage i en bygning, når man op på det store antal beregninger. På trods af de mange beregninger er den samlede beregningstid på under 4 timer på en 60 MHz Pentium pc.

I figur 8 vises en udtegning af de vejstrækninger som bidrager med direkte støj i et enkelt beregningspunkt i den bygning, vi tidligere har anvendt som eksempel. Da der er tale om et sort/hvidt tryk kan man desværre ikke se, at der anvendes forskellige farver på stregerne, som markerer hvor skærmningen begynder og afslutter for hver af støjkilderne. Opdelingen i de mange støjkilder skyldes som tidligere nævnt, at støjbidraget fra hver vejmidte beregnes under hensyntagen til entydige skærm- og refleksionsforhold, hvorfor strækningerne inddeles i en række delstrækninger .



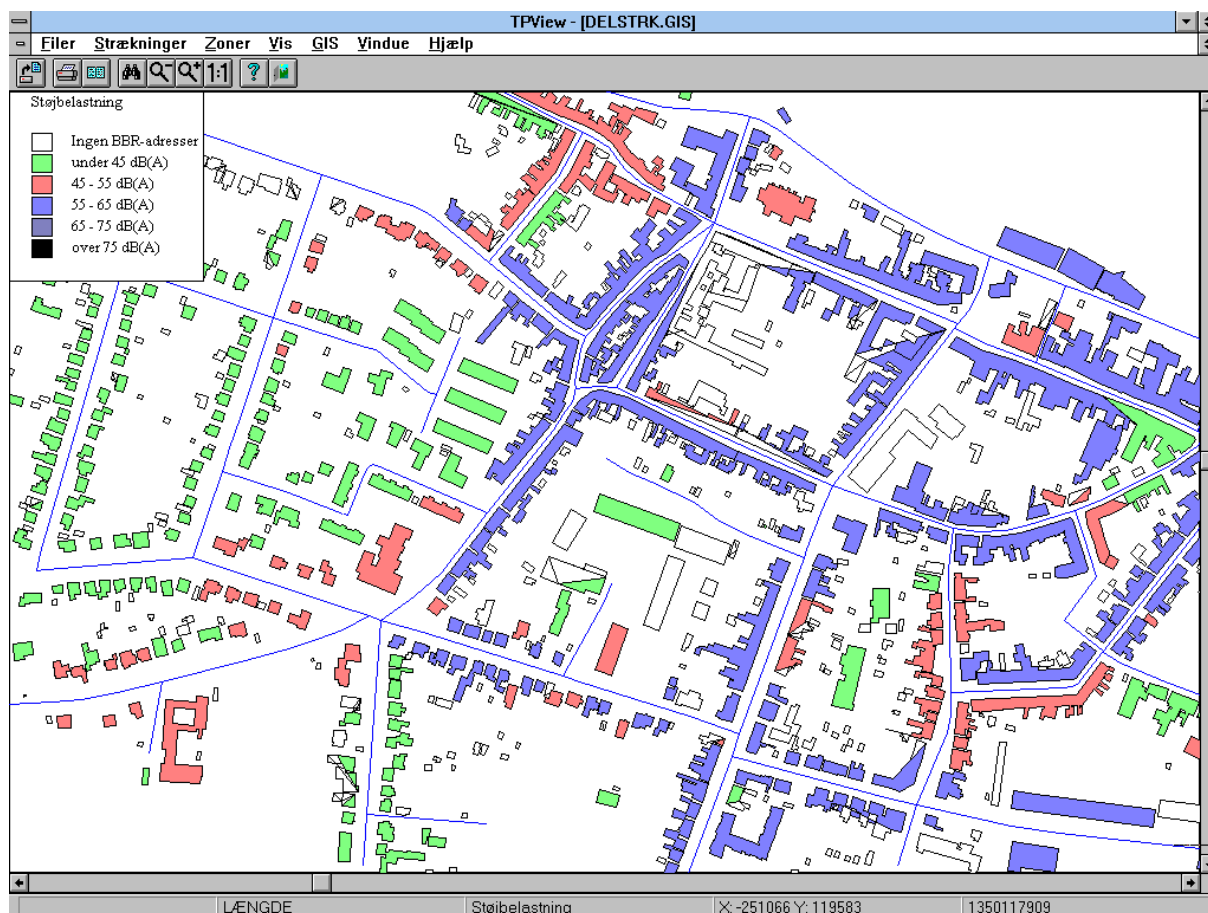
Figur 8 Udtegning af de støjkilder, der direkte påvirker beregningspunkt nummer 5 i en bygning i Middelfart bymidte.

Udover den direkte støj fra vejen vil der desuden være reflekterende støj fra de omkringliggende bygninger. Figur 9 viser en udskrift af den reflekterende støj for det samme beregningspunkt som indgik i figur 8.



Figur 9 Udtegning af de støjkilder som påvirker beregningspunkt nummer 5 med reflekterende støj fra en modstående facade.

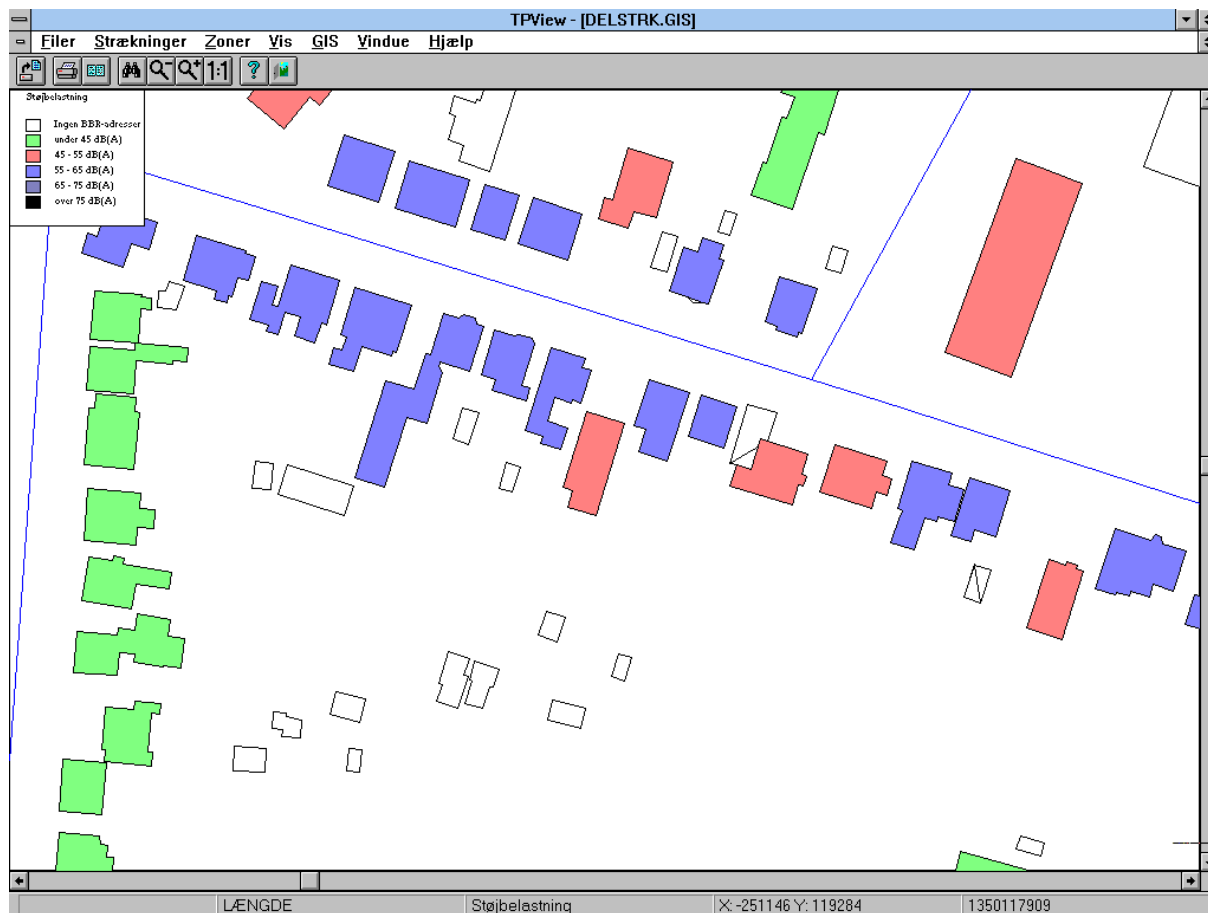
Når der er gennemført en samlet kortlægning af støjen i et byområde, kan der udtegnes temakort som viser belastningsgraden for hele byområder. Figur 10 viser et eksempel på et sådant temakort for Middelfart bymidte.



Figur 10 Eksempel på et temakort, som viser de støjbelastede bygninger i Middelfart bymidte. Enkelte af bygningspolygoner er ikke udtegnet korrekt. Dette skyldes at polygonerne oprindeligt er blevet digitaliseret som kanter og de efterfølgende er blevet tvangslukket. Dette forhold har primært betydning for præsentationen.

Anvendelsen af digitale kortoplysninger i forbindelse med støjkortlægninger medfører en detaljeringsgrad og en præcision i støjberegninger, som ikke vil kunne opnås ved traditionelle beregningsmetoder baseret på eksempelvis regneark eller standard GIS. Figur 11 illustrerer hvorledes støjbelastningen langs en gade kan variere, på trods af at bygningerne ligger i nogenlunde samme afstand til vejen, som følge af at nogle bygninger skærmes af andre.

Når en præcis beregning af støjbelastningen kombineres med dataudtræk fra BBR i forbindelse med at bestemme antallet af støjbelastede boliger, opnås den vel nok mest præcise støjkortlægning, der er teknologisk mulig på nuværende tidspunkt. Det forventes samtidigt, at anvendelsen af andre registeroplysninger i forbindelse med så præcise støjkortlægninger vil kunne frembringe ny viden om sociale og velfærdsmæssige konsekvenser af vejtrafikstøj.



Figur 11 Støjbelastningsgraden langs en vejstrækning, hvor det fremgår, at bygninger, der ligger tilbagetrukket fra vejen, har en lavere belastningsgrad end de øvrige bygninger.

TetraPlan har for Middelfart kommune gennemført en række støjkortlægninger i forbindelse med implementeringen af kommunens trafik- og miljøhandlingsplan. Resultaterne af disse kortlægninger har vist, at den traditionelle støjkortlægning, som Middelfart kommune havde gennemført forud for den digitale kortlægning, klart overvurderede antallet af stærkt støjramte boliger i forhold til den nye beregningsmetode. Den traditionelle kortlægning beregnede, at der skulle være mere end dobbelt så mange stærkt belastede boliger i Middelfart kommune (over 65 dB(A)) i forhold til den digitale kortlægning baseret på registerudtræk fra BBR. Begge kortlægninger anvendte de samme trafikale forudsætninger.

Anvendelsen af digital kortlægning kan umiddelbart forbedre støjberegninger både i forbindelse med detailplanlægning og i forbindelse med større støjkortlægninger af byområder eller hele byer.

Udnyttelsen af centrale og decentrale registerudtræk i kombination med digitale støjkortlægninger forventes i fremtiden at kunne anvendes i større og mindre udredningsarbejder omkring vejtrafikstøjens socioøkonomiske virkninger.