

ORIENTERING FRA MILJØSTYRELSENS REFERENCELABORATORIUM FOR STØJMÅLINGER

Togstøj ved stationer

Orientering nr. 50 – 2. udgave

PFi/JEL/ilk

Juni 2015

Resumé

Formålet med denne orientering er at informere om beregninger af togstøj, hvor reduceret toghastighed ved stationer har betydning.

Orienteringen giver en introduktion til:

- Hvordan fremskaffes oplysninger om hastighed og sporbenyttelse mv.?
- Køreplanhastighed til brug for støjberegninger
- Praktisk håndtering af de lavere hastigheder ved stationer
- Minimering af antallet af støjkloder i beregningsprogrammer

Indhold

1. Indledning.....	2
2. Støjgrænser.....	2
3. De mest almindelige togtyper.....	3
4. Strækningsinformation til støjberegninger	4
5. Tog på fri strækning	7
6. Nedbremsning og acceleration	8
7. Trafikgrundlaget	12
8. Hastigheder over 180 km/t	13
9. Hjul- og skinne kvalitet	14
10. Referencer	15

Orientering 50 – 2. udgave, juni 2015 erstatter 1. udgave, januar 2015

Væsentligste ændringer i 2. udgave:

- Tabel 3 og 4 er omdannet

1. Indledning

Med indførelsen af Nord2000 som beregningsmetode for togstøj er der mulighed for at beregne togstøj detaljeret og meget nøjagtigt. Med Nord2000 er der fremkommet reviderede og til dels nye kildedata til støjberegningerne, og der er mulighed for at tage hensyn til en del af de parametre, som vides at have indflydelse på støjen. Imidlertid er der ikke som for vejstøj udarbejdet en egentlig kildemodel for togstøj. En del af arbejdet med støjberegninger er derfor at sikre, at der benyttes korrekte kildedata og relevante hastigheder for de enkelte togtyper, inden beregningerne udføres.

Toghastigheden er væsentlig, idet støjen øges med ca. 30 gange logaritmen til toghastigheden. Det kan – særligt omkring stationer – være vanskeligt at vide, med hvilken hastighed de enkelte tog kører, og i praksis afhænger det af den enkelte lokoførers køremåde, banens forløb (kurver, stigninger) og andre faktiske forhold såsom togtypens hastighedsbegrænsning, den maksimale strækningshastighed osv.

I Banedanmarks støjprojekt – og nogle af de seneste større anlægsprojekter – er der udviklet metoder og forenklinger, som på en systematisk måde håndterer toghastigheder. Denne orientering samler nogle af disse håndregler og anviser mulige forenklinger, som kan være nyttige, når der regnes på flere togtyper med forskellige standsningsmønstre og hastigheder. Der fokuseres på håndtering af trafikdata i forbindelse med nedbremsning og acceleration ved stationsområder.

Stationer ligger i byerne tæt ved beboelse og andre støjfølsomme områder. En korrekt udført støjberegning er således med til at give et fyldestgørende grundlag ved planlægning og beslutning om støjfølsom arealanvendelse eller ved egentlige støjklager. Denne orientering handler primært om strækningsstøjen – altså togstøj, som hidrører fra køreplanlagte person- og godstog i almindelig drift. Terminalstøj, som er støj fra rangering og kørsel til og fra serviceområder, giver også anledning til støj, men denne del er ikke behandlet i orienteringen.

Ud over trafikdata og toghastigheder er der andre forhold med betydning for støjen ved stationer fx kørsel over sporskifter, samlinger eller på broer. Disse forhold behandles heller ikke i denne orientering.

Driftsdata til støjberegninger fås ved henvendelse til Banedanmark (banedanmark@bane.dk), der vil oplyse, hvordan de nødvendige data fremskaffes. Ved støjberegninger til planlægningsbrug skal trafikgrundlaget almindeligvis repræsentere en situation 10 år frem i tiden.

2. Støjgrænser

Miljøstyrelsens vejledning om støj fra jernbaner [1] angiver dels nogle afstandsgrænser for bebyggelse, som skal overholdes, dels grænseværdier for L_{den} og L_{Amax} .

Afstandsgrænserne er 50 m fra fjernbaner og 25 m fra lokal- og S-baner. Hvis disse skal fraviges, skal det blandt andet eftervises, at L_{Amax} ikke overstiger 85 dB(A). Grænseværdierne fremgår af [1]. Der er også grænseværdier for vibrationer, men dette behandles ikke her.

L_{den} er primært bestemt af togtypen og trafikmængden på strækningen, samt hvor hurtigt toget kører. L_{Amax} er bestemt af længden og hastigheden for den mest støjende togtype på strækningen. Selv for en strækning med lav trafikintensitet kan det nærmeste punkt for overholdelse af støjgrænsen derfor godt ligge i stor afstand fra banen. L_{den} vil ofte blive den styrende parameter for støjbelastningen, hvis der er tale om en strækning med en betydelig mængde trafik. Her vil det nærmeste punkt for overholdelse af L_{den} -grænsen med andre ord ligge længere fra banen end grænsen for L_{Amax} . Nogle gange vil L_{Amax} -beregningerne derfor kunne spares ved at studere trafikgrundlaget og ved overslagsberegninger forsikre sig om, at L_{den} er den styrende parameter.

3. De mest almindelige togtyper

På de danske baner kører der persontog (passagertog), godstog, forskellige arbejdskøretøjer og materieltog. Almindeligvis er det de køreplanlagte persontog og godstog, der indgår i beregninger af strækningsstøj og dermed er bestemmende for støjbelastningen. Arbejdskøretøjer, rangerlokomotiver, materieltog mv. behandles ikke yderligere her. Sammensætningen af lokomotiver og vogne til et tog kaldes togets oprangering.

Operatører af **persontog** (fx DSB og Arriva) skelner mellem strækningslokomotiver med personvogne og togsæt:

- Strækningslokomotiver er lokomotiver, der bruges til fremføring af person- og godsvogne, og kobles efter lokomotivet.
- En personvogn er en jernbanevogn, som er beregnet til at indgå i et persontog, der trækkes af et lokomotiv. Nogle personvogne (styrevogne) er forsynet med førerrum, men ingen motor, så lokomotivføreren kan styre toget, når styrevognen er forrest og bliver skubbet af lokomotivet.
- Et togsæt er et tog bestående af to eller flere fast sammenkoblede vogne, heraf mindst én motorvogn og med overgang imellem vognene. Togsæt er beregnet til at køre selv og har ofte specialkoblinger, så de ikke umiddelbart kan kobles med almindelige vogne og lokomotiver.

Eksempler på togsæt er: S-tog (litra SA), IC3 (litra MF), Elektrisk Regionaltog IR4 (litra ER), Øresundstog (litra ET), IC4 (litra MG). På Arrivas strækninger, lokalbaner og på nogle fjernbanestrækninger benyttes blandt andet Coradia Lint, Desiro (litra MQ) og IC2 (litra MP).

For IC3- og IR4-tog gælder det særlige, at de har muligheden for at køre sammenkoblede, hvilket de gør i stor udstrækning, selvom IC3 er dieseltog og IR4 er elektrisk.

Ovenstående sammendrag er baseret på en oversigt fra DSB's hjemmeside:
<http://dsb.dk/om-dsb/virksomheden/tog-i-drift>.

Godstog består af et ofte stort antal godsvogne, som trækkes af et eller flere strækningslokomotiver. Lokomotiver er primært eldrevne, men kan være dieseldrevne.

Eksempler på elektriske strækningslokomotiver er typer EG, BR185 og BR 242, og et eksempel på et dieseldrevet strækningslokomotiv er type ME.

Miljøstyrelsens vejledninger [1], [3] benytter en anden betegnelse for de forskellige togtyper. Tabel 1 sammenfatter de forskellige betegnelser for nogle af de almindeligste tog.

Togtype	Miljøstyrelsens typeinddeling	Bemærkninger
IC3/IR4 (litra MF, ER) Intercitytog og elektriske regionaltog	A & D	Kan køre sammenkoblede
Div. strækningsslokomotiver Fx litra EA, EG, ME, MZ	B, C, H og I	Elektriske og diesel-trukne lokomotiver til person- og godstransport
4. generations S-tog (litra SA)	F4	Nyeste type S-tog
ET - Øresundstog (litra ET)	Øresundstog	Kører på Kystbanen, Øresundsbanen og i Sydsverige
Metrotog	Metrotog	Tog til Københavns Metro
Litra MR/MRD	E	Ældre dieseltogsæt til regional- og nærtrafik

Tabel 1

Sammenhæng mellem togtypebetegnelse og Miljøstyrelsens typeinddeling til brug for støjberregninger. Data er beskrevet i Miljøprojekt 1014: ”Kildestyrkedata for togstøj til Nord2000”[4].

Ved støjberregninger benyttes, jf. Tabel 1, ens kildedata for IC3 og IR4 (Miljøstyrelsens type A & D) og ens data for de forskellige typer af godstog (B, C, H og I).

4. Strækningssinformation til støjberregninger

Til støjberregningen opstilles et trafik- eller driftsgrundlag, hvor alle nødvendige informationer som togtyper, antal tog, toglængder og toghastigheder sammenstilles. Omkring stationer eller på strækninger med flere end to spor skal der ligeledes gøres antagelser om spor anvendelsen, når der er tale om passageroptag. Selve trafikgrundlaget er behandlet i Afsnit 7.

Generelt er der god information at hente i Banedanmarks TIB-S. (TIB står for Trafikal Information om Banestrækningen og S for Strækningsoversigter), som er tilgængelig på Banedanmarks hjemmeside (www.bane.dk). I Figur 1 ses et eksempel herpå.

Her kan man finde oplysninger om strækningss hastigheden, der er den maksimalt tilladte hastighed på hele strækningen, dvs. ingen tog må køre hurtigere end denne hastighed. Der er som regel lokale begrænsninger langs strækningen, hvor den tilladte hastighed er lavere – særligt ved stationer.

På hovedstrækninger vil der også typisk være en beskrivelse af, at særlige togsæt fx IC3, IR4, IC4 eller Øresundstog må køre hurtigere end konventionelle tog (op til 180 km/t) efter en særlig dispensation i Banenorm BN-4 74. Man kan altså tage udgangspunkt i, at ovenstående togsæt må køre med denne hastighed.

TIB S indeholder også skematiske TIB-sporplaner, hvoraf den lokale, maksimale hastighed kan ses et givet sted på strækningen. Stedet identificeres ved en kilometerangivelse, kilometreringsringen. TIB sporplaner kan i øvrigt også være nyttige til at danne et overblik over sporenes placering og eventuelle benyttelse på stationsområdet.

Strækningsoversigter i TIB S er opdelt efter togets kørselsretning, og for at få det fulde overblik er det nødvendigt at se på skematiske TIB sporplaner for begge retninger. Er der tale om en station med en forgrening, findes der TIB sporplaner for forgreningen. Som eksempel er der for Odense Station både spor for kørsel på strækningen København-Fredericia (strækning 1) og for banen mellem Odense og Svendborg (strækning 21).

Figur 1 viser et uddrag af strækning 1, som gælder for Middelfart Station i retning fra København mod Fredericia/Taulov (stigende kilometreringsring). Efterfølgende Figur 2 viser samme station i retningen Fredericia/Taulov mod København (faldende kilometreringsring).

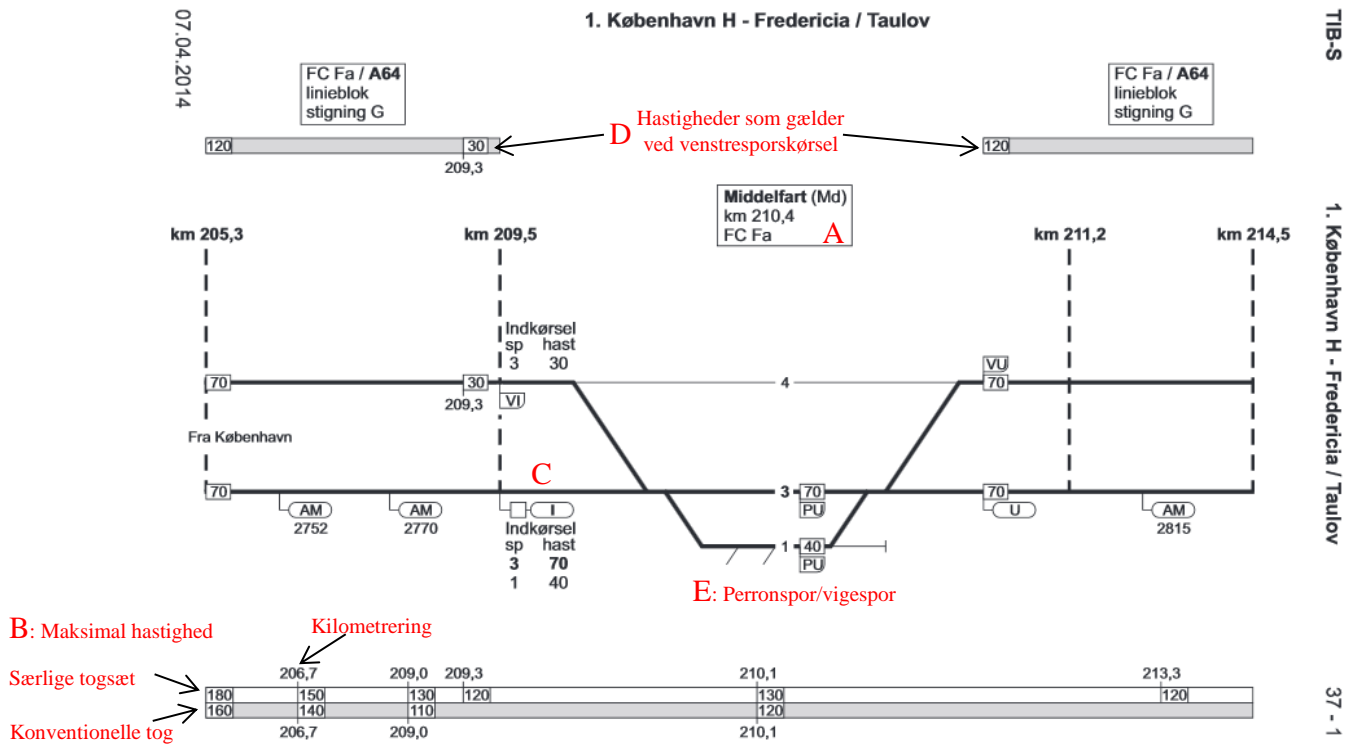
På Figur 1 ses, at selve stationens placering er km 210,4 (A). For det udadgående spor (med stigende kilometreringsring) er maksimalhastigheden 180 km/t for særlige togsæt og 160 km/t for konventionelle tog frem til km 206,7 (B). Herefter er den maksimale hastighed 150 km/t for særlige togsæt og 140 km/t for konventionelle tog. Maksimalhastigheden ændres i km 209,0 til 130 km/t for særlige togsæt og 110 km/t for konventionelle tog osv. Fra km 213, 3 er den 120 km/t for alle tog. Maksimalhastighederne angivet i båndet ved (B) gælder for gennemkørselssporene (her spor 3) – ikke for vigespor. Her gælder hastigheder beskrevet ved signalet (C).

De øverste bjælker (bånd) med hastighedsangivelser gælder for tog, der kører venstresporskørsel (D) fx ved sporarbejder og sporspæringer, og de er ikke særlig relevante for støjberegninger i almindelighed.

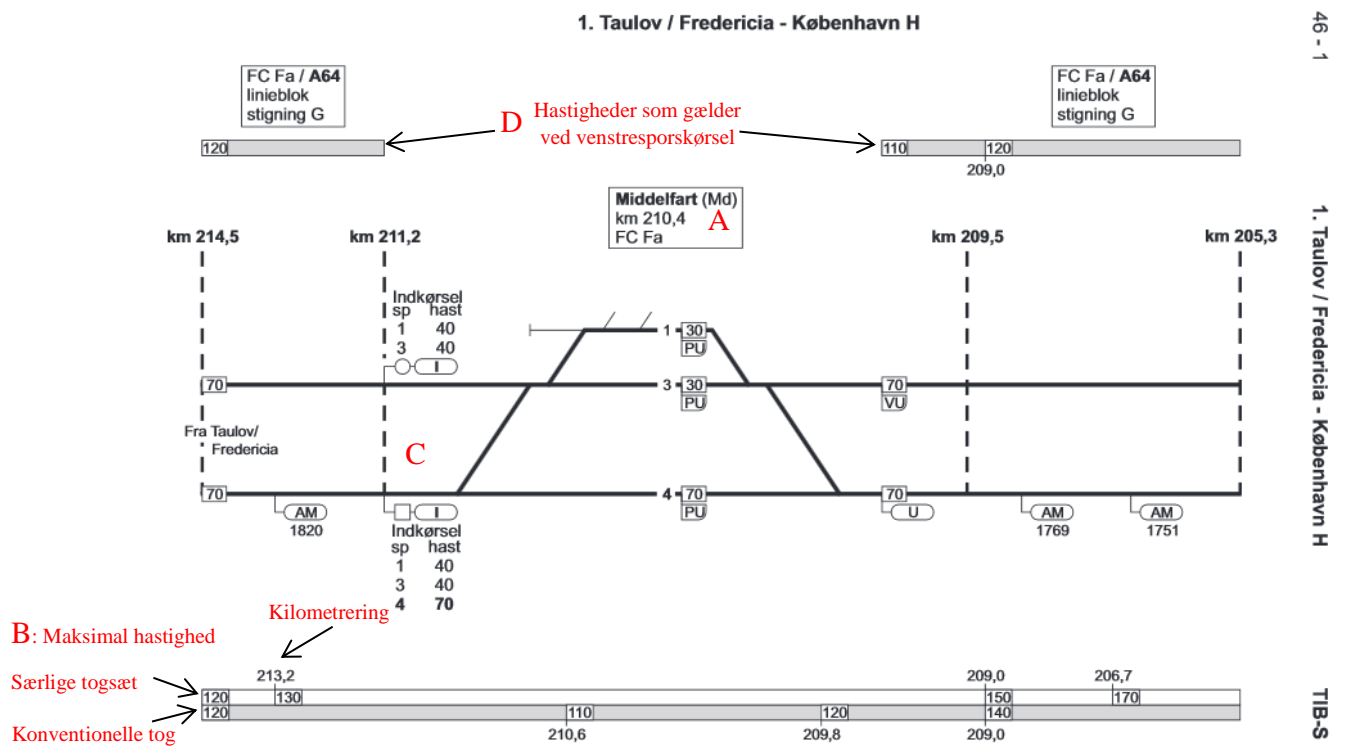
På Figur 1 ses, at sporene er nummererede. Spor 3 er det vestgående hovedspor (gennemkørselsspor mod Fredericia/Taulov), og spor 1 (E) er et vigespor. Ved indkørsel til spor 1 gælder hastighedsgrænsen ved indkørselssignalet (C), altså 40 km/t. Vigesporet kan være relevant, hvis det benyttes som perronspor for standsende tog, og det kan være nødvendigt at indhente oplysninger om brugen af vigesporene for beregninger med bygninger eller områder, som ligger meget tæt ved sporene.

Stationens spornummerering er ikke nødvendigvis den samme som spornummereringen uden for stationsområdet, hvor sporene ofte vil være sådan nummeret, at spor 1 (1. hovedspor) refererer til stigende kilometreringsring og spor 2 (2. hovedspor) refererer til faldende kilometreringsring.

Man støder nogle gange på betegnelsen højre og venstre spor. Det skal normalt forstås sådan, at højre spor er i retning væk fra Københavns Hovedbanegård (Kh) og i stigende kilometreringsring, og venstre spor er i retning mod Kh (i faldende kilometreringsring).



Figur 1. Kommenteret TIB S sporplan for Middelfart Station i retning mod Fredericia/Taulov.



Figur 2. Kommenteret TIB S sporplan for Middelfart Station i retning mod København.

5. Tog på fri strækning

Ved køreplanlægning bliver der tillagt ekstra tid til standsning, ophold og igangsætning på stationer plus en sikkerhedsmargin. Typisk er det samlede tillæg i køretid af størrelsesordenen 10-14 %, men det afhænger naturligvis af antal stop, afstand mellem stationer osv. Langt fra alle tog vil derfor køre med den højest mulige hastighed på en strækning. Som grundlag for støjberegninger er det praktisk at anvende **køreplanhastigheden**. Den angiver den gennemsnitlige hastighed, et tog skal opretholde for at overholde køreplanen mellem to standsningssteder. Køreplanhastigheden kan være betragteligt lavere end den maksimale hastighed, toget må køre med. Da der samtidig er erfaring for, at persontog kan blive forsinkede og derfor søger at indhente forsinkelsen, er det en god tilnærmelse at antage, at en andel (p) af persontogene kører planmæssigt, og den resterende andel ($1-p$) kører med den maksimalt tilladte hastighed for togtypen. Alt i alt bliver der herved taget højde for, at nogle tog vil køre med den højest tilladte hastighed.

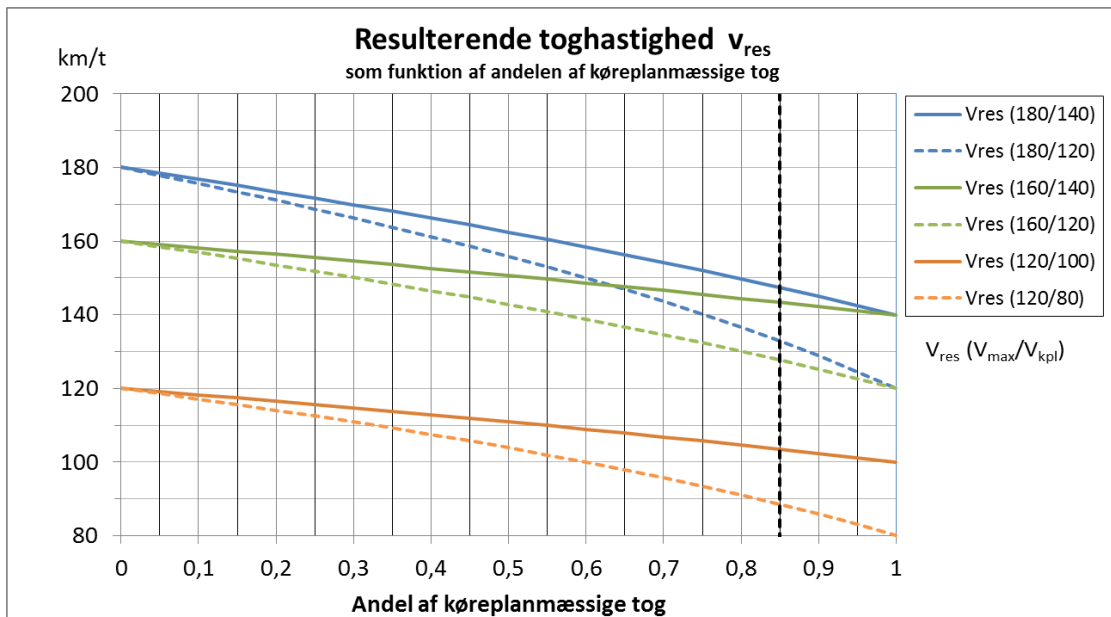
For godstog forholder det sig lidt anderledes. En lavere gennemsnitshastighed end maksimalhastigheden er blandt andet betinget af, at godstog skal kunne vige for persontog og dermed får ophold eller langsom kørsel på overhalingsstationer, vigespor mv. Lavere hastighed kan også være betinget af, at den mest økonomiske hastighed er lavere end den maksimale hastighed (såkaldt Green Speed). Man kan derfor opleve, at der for godstog oplyses en gennemsnitshastighed (i stedet for en køreplanhastighed) og en maksimal hastighed. I princippet kan gennemsnitshastigheden anvendes svarende til køreplanhastigheden for persontog. Godstog vil almindeligvis ikke standse ved stationer på samme måde som persontog.

Det kan altså antages, at en andel (p) af en persontogstype på fri strækning kører med køreplanhastighed og de resterende ($1-p$) kører med den maksimalt tilladte hastighed for togtypen. Regneteknisk kan antallet af støjkluder i støjmodellen reduceres ved at benytte en vægtet gennemsnitshastighed for togtypens to kørselsmåder. Den vægtede hastighed (v_{res}) bestemmes ud fra maksimalhastigheden (v_{max}) og køreplanhastigheden (v_{kpl}) som:

$$v_{res} = ((1-p) \cdot v_{max}^3 + p \cdot v_{kpl}^3)^{1/3} \quad (1)$$

Heri ligger antagelsen, at støjen afhænger af hastigheden v med faktoren $30 \cdot \text{Log}(v)$, hvilket almindeligvis er en god tilnærmelse, som ikke influerer på beregningsresultatet. Er der særlige forhold eller særlige togtyper, hvor dette ikke er tilfældet, gælder formlen (1) ikke. Som udgangspunkt kan andelen af tog, som kører køreplanmæssigt, antages at være 85 % ($p = 0,85$), med mindre der er mere aktuelle oplysninger til rådighed.

Betydningen af p er vist på Figur 3 for en række typiske værdier af v_{max} og v_{kpl} .



Figur 3

Bestemmelse af vægtet hastighed (v_{res}) for tog af samme type, der kører med forskellige hastigheder. Angives som funktion af den maksimale hastighed v_{max} og køreplanhastigheden v_{kpl} i km/t. På x-aksen vælges andelen af tog, der kører med køreplanhastigheden.

6. Nedbremsning og acceleration

Som udgangspunkt har hver togtype og oprangering sin egen profil for acceleration og nedbremsning, og det kan blive uoverskueligt at håndtere støjberegninger med så detaljerede oplysninger, når støjberegninger af L_{den} repræsenterer et årsmiddeldøgn. Det er formentlig heller ikke relevant ved L_{den} -beregninger.

Derimod kan det i særlige situationer være relevant for L_{Amax} -beregninger, hvis et accelererende eller bremsende tog er dominerende for maksimalværdien af støjen. I sådanne tilfælde må de nødvendige oplysninger tilvejebringes. I det følgende ses på situationer, som er mere typiske, dvs. hvor støjniveauet ikke afhænger af en helt særlig situation.

Figur 1 i Miljøstyrelsens vejledning om støj og vibrationer fra jernbaner [1] viser eksempler på nedbremsnings- og accelerationskurver for nogle typer af tog, som desværre ikke er aktuelle mere.

Der er i forskellige sammenhænge opstillet brugbare ”regneregler” for acceleration og nedbremsning ved stationsområder. Banedanmarks: ”Støjprojektet” har fra 1986-2012 beregnet støj ved tusindvis af naboboliger til banen som grundlag for støjisolering og opstilling af støjskærme langs banen. Støjprojektet har opstillet en brugbar metodik til at håndtere hastigheder for gennemkørende og standsende tog ved stationer.

Herudover er der i en række anlægsprojekter benyttet andre metoder end Støjprojektets. De fleste benytter køreplanhastigheden som et nyttigt redskab til at opnå realistiske hastigheder for de forskellige togtyper på strækningen.

På de fleste stationer vil en del tog (fx godstog) være gennemkørende og andre vil standse. Afhængigt af hvor stor en andel af togene, der standser, kan der bruges forskellige tilnærmelser for nedbremsning og acceleration.

I Støjprojektets model inddeles strækningen i zoner á 500-1000 m før og efter stationen (ud fra den officielle stationering eller perronernes placering). Modellen tildeler standsende og accelererende tog i hver zone en reduceret hastighed, som er togspecifik. Med andre ord er der forskellige hastigheder tilknyttet hver zone afhængig af togtype.

Modellen er først beskrevet i forbindelse med Støjprojektets kortlægning i 1991 og er siden opdateret ved en efterfølgende kortlægning [2]. Tabel 2 gengiver de benyttede hastighedszoner for en række togtypers vedkommende.

Togtype	Hastighed for standsende tog som funktion af afstand fra station					
	Nedbremsning			Acceleration		
	2.000-1.000	1.000-500	500-0	0-500	500-1.000	1.000-2.000
S-tog (4. generation)	120	100	70	60	80	100
Persontog (IR4,IC3)	175	130	80	70	95	115
Persontog (konventionelle tog)	140	100	70	75	95	115
Persontog (litra MR/MRD)	100	90	70	75	75	90
Persontog (lokaltog)	100	90	75	55	75	90
Godstog	100	90	55	35	50	60

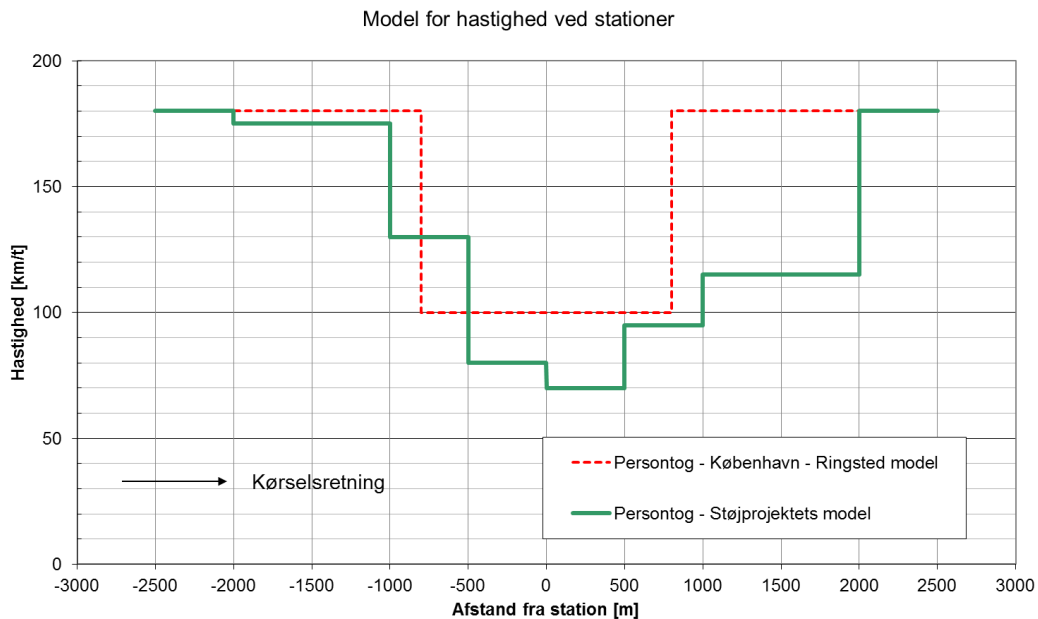
Tabel 2

Støjprojektets grundlag for beregning af støj fra standsende tog. Efter [2].

En anden og mere forenklet metode er benyttet i København-Ringsted projektet og siden i forbindelse med Ringsted-Femern banen. Her er det antaget, at standsende tog på en strækning 800 m før og efter standsningsstedet kører med halv hastighed i forhold til gennemkørende tog af samme type. Hvorvidt en så enkel model giver korrekte resultater afhænger blandt andet af, hvor stor en andel af togene, der er gennemkørende.

En tredje model, som er mindre detaljeret, er at betragte alle tog som gennemkørende med konstant hastighed. Hermed overestimeres støjen fra de standsende tog, men ikke nødvendigvis den samlede støj, hvis støjen fra de standsende tog er ubetydelig i forhold til støjen fra de gennemkørende tog.

Figur 4 viser skematisk, hvordan den maksimale hastighed for hurtige persontog (IC3) reduceres som funktion af afstanden fra stationen i henholdsvis Støjprojektets og København-Ringsted projektets model.



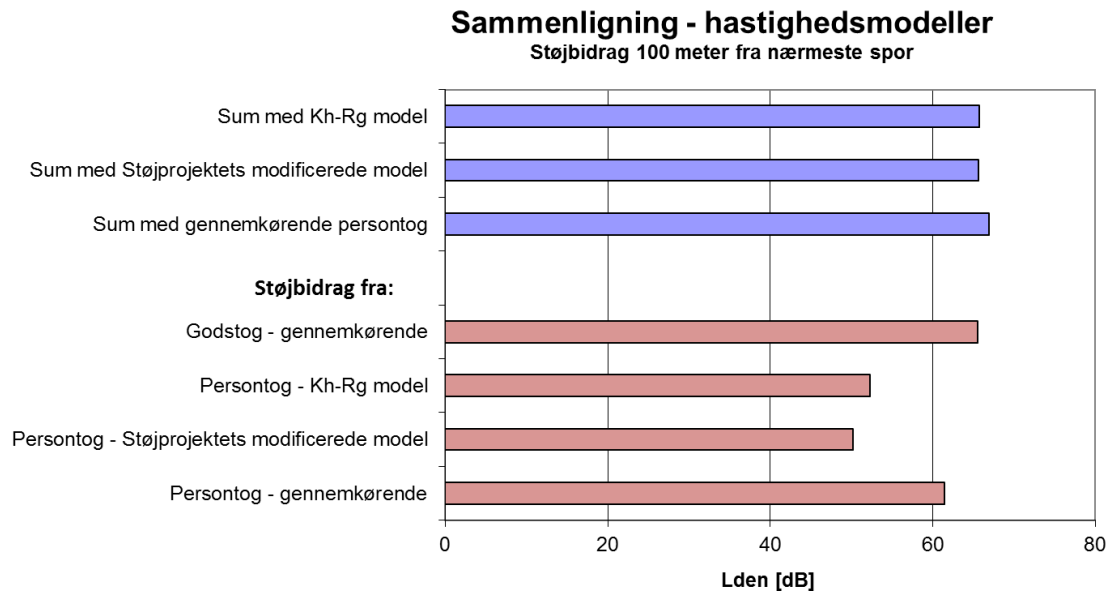
Figur 4

Sammenstilling af to hastighedsmodeller for standsende tog: København-Ringsted modellen og Støjprojektets model.

Som eksempel er der i Figur 5 vist resultater for nogle gennemregnede typetilfælde for en del af Ringsted-Femern projektet, hvor andelen af godstog er betydelig. Der er her en forventet trafikmængde på ca. 16.000 m persontog, hvor hovedparten standser, og ca. 33.000 m gennemkørende godstog (årsmiddelværdier). Maksimalhastigheden er 200 km/t for persontog og 120 km/t for godstog, hvorfor der er foretaget mindre justeringer af Støjprojektets model, så den er tilpasset en højere maksimalhastighed. Figur 5 viser støjbidrag for et typetilfælde ca. 100 m fra nærmeste spor uden skærmning og ved plant terræn med brug af følgende tre hastighedsmodeller:

- 1) København-Ringsted/Femern model (± 800 m zoner med halv hastighed).
- 2) Støjprojektets model, dog modificeret til en maksimal hastighed på 200 km/t.
- 3) Alle persontog antages at være gennemkørende, selvom de standser.

Støjprojektets model er mest nøjagtig, da den mest detaljeret beskriver hastigheder før og efter stationen. For den samlede støj, se øverst i Figur 5, er der imidlertid ingen betydende forskel på de beregnede niveauer mellem denne og København-Ringsted projektets enkle model. Det skyldes, at det samlede støjniveau er helt domineret af støjen fra de gennemkørende godstog.



Figur 5

Beregnet støjbelastning for et typetilfælde ved forskellige standsningsmodeller for persontog på en strækning af Ringsted-Femern projektet, hvor andelen af godstog er betydelig. Beregningspunktet er placeret vinkelret på køreretningen ud for en station i afstanden 100 m. De tre øverste linjer (blå) viser den samlede støj beregnet med de tre forskellige modeller. De fire nederste linjer viser støjbidraget fra gennemkørende godstog (ens ved alle tre modeller) samt bidraget fra persontog beregnet efter de tre hastighedsmodeller.

I en tænkt situation uden godstog på strækningen kan det ses, at København-Ringsted modellen og modellen med gennemkørende tog vil overestimere støjbidraget fra de standsende persontog med henholdsvis 2 og 11 dB i forhold den mere præcise beregning efter Støjprojektets model. I en sådan situation vil forenklingerne ikke være brugbare, og Støjprojektets model må benyttes.

7. Trafikgrundlaget

Trafikgrundlaget – eller driftsgrundlaget – er en sammenstilling af relevante trafikdata, der indgår i støjberegningen. Ofte skal dette tilpasses i forhold til de data, der stilles til rådighed fra Banedanmark, for at tilgodese støjberegningsprogrammet.

Tabel 3 og Tabel 4 har eksempler på driftsgrundlag for en station med megen trafik. Tabel 3 viser togmængderne for stationen, og Tabel 4 viser hastigheder indenfor og udenfor stationsområdet baseret på Støjprojektets trafikmodel (Figur 4).

Togmængder	Togtype	Betegnelse	Antal tog				Toglængde [m]		
			Dag	Aften	Nat	Sum	Middel	Samlet	Max
Spør 1 (mod vest)	Person	A&D	121	21	33	175	148	25.900	180
	Gods	B,C,H & I	12	3	11	26	656	17.060	700
Spør 2 (mod øst)	Person	A&D	121	20	34	175	148	25.900	180
	Gods	B,C,H & I	12	3	11	26	656	17.060	700

Tabel 3

Eksempel på driftsgrundlag til støjberegninger – typiske trafikmængder for en ”travl” station. Her kører fortrinsvis IR4- og IC3-persontog (type A&D) samt godstog type (B, C, H & I).

Toghastigheder [km/t]	Togtype	Hastighed på fri strækning			Hastighed i stationsområde i forskellige afstande fra stationen					
		Køreplan	Max	Vægtet	Før stationen			Efter stationen		
					-2000-1000	-1000-500	-500-0	0-500	500-1000	1000-2000
Begge spor	Person	140	180	147	175	130	80	70	95	115
	Gods	90	120	96	96	96	96	96	96	96

Tabel 4

Hastigheder for kørsel på fri strækning og for kørsel indenfor stationsområdet (reduceret maksimalhastighed) opstillet til brug for støjberegninger.

Udenfor stationsområdet (2 km før og efter) benyttes for denne station data for fri strækning i Tabel 4. Med antagelsen om, at 85 % af togene kører med køreplanhastighed (og 15 % med maksimalhastighed), kan en samlet vægtet hastighed på 147 km/t for persontog beregnes ud fra køreplanhastigheden 140 km/t og maksimalhastigheden 180 km/t. Tilsvarende beregnes en vægtet hastighed for godstog til 96 km/t.

Indenfor stationsområdet gælder, at hvis alle persontog er standsende, benyttes den mindste af henholdsvis den vægtede hastighed (147 km/t) og den reducerede maksimalhastighed som funktion af afstanden fra stationen. Det betyder, at der for indkørende persontog i 2.000-1.000 m afstand før stationen anvendes hastigheden 147 km/t (i stedet for 175 km/t), mens der 1.000-500 m før stationen benyttes hastigheden 130 km/t. 500 m fra stationen reduceres hastigheden yderligere til 80 km/t.

For udkørende persontog er maksimalhastighederne på samme måde 70, 95 og 115 km/t for strækningerne henholdsvis 0-500 m, 500-1.000 m og 1.000-2.000 m efter stationen. I større afstande end 2.000 m fra stationen gælder hastigheder for fri strækning.

Tæt ved stationen gælder der lokale regler for den maksimale hastighed, som togene må køre, når de nærmer sig selve stationen. I dette eksempel gælder der, at togene højst må køre 120 km/t i et område, der dækker 200 m øst for stationen til 700 m vest for stationen. Denne regel tilsidesætter i dette eksempel brugen af maksimalhastigheden i Tabel 4 for et tog, der kører mod øst, fordi maksimalhastigheden for et indkørende persontog er angivet til 130 km/t i tabellen (500-1.000 m før stationen). Ifølge de lokale regler må der imidlertid kun køres med 120 km/t i en afstand på 700 m vest for stationen.

For tog der kører mod vest fra stationen er hastigheden på strækningen efter stationen 500-1000 m angivet til 95 km/t (udkørende tog) og ligger dermed under 120 km/t, så her gælder stadig maksimalhastighedsgrænserne fra Tabel 4 på alle delstrækningerne.

Godstogene på denne station er alle gennemkørende med en vægtet hastighed på 96 km/t og overholder derfor den lokale maksimalhastighedsgrænse op 120 km/t.

Maksimalstøjen L_{Amax} bestemmes for det tog, som giver anledning til den højeste værdi af L_{Amax} . Maksimalværdien afhænger af togtypen, den maksimale hastighed og af den maksimale toglængde. Det er ofte nødvendigt at regne maksimalværdien ud for flere togtyper på flere spor for at finde den højeste værdi af L_{Amax} i et givet punkt i omgivelserne. Bemærk, at der kan være tillæg til L_{Amax} for skinnesamlinger fx ved sporskifter [3].

8. Hastigheder over 180 km/t

Der findes indtil videre ikke betydende danske undersøgelser, som giver kildestyrker for kørsel over 180 km/t. Fra udenlandske undersøgelser vides, at hjulskinnestøjen også øges ved hastigheder herover. Ved hastigheder over ca. 250 km/t kan der yderligere optræde aerodynamisk støj, som med yderligere øget hastighed kan blive en dominerende støjkilde. Aerodynamisk støj kommer blandt andet fra hulrum mellem vogne og fra pantografen (strømaftageren). Nord2000 kan håndtere aerodynamisk støj, men kildedata er ikke til rådighed. Brug af udenlandske data kan være nødvendigt, men den aerodynamiske støj er togtypeafhængig og særligt ved beregning af støjafskærmning kan det være uheldigt ikke at kende den præcise fordeling af kildestyrker mellem de forskellige støjende komponenter. Indtil videre er der ingen danske banestrækninger, som planlægges til kørsel med mere end 250 km/t, så der vil formentlig ikke være stort behov for at gå i dybden med den aerodynamiske støj.

9. Hjul- og skinnekvalitet

Der findes en del danske og udenlandske undersøgelser, der viser, at rullestøjen (støjen fra kontakten mellem hjul og skinne) øges markant med øget skinneruhed og med hjulenes ruhed og rundhed. Indtil videre er det ikke bygget ind i beregningsmodellen, at der skelnes mellem forskellige skinnekvaliteter. I [5] blev det konkluderet, at de kildedata, som indgår for IC3-tog og IR4-tog, svarer til kørsel på en god skinnekvalitet (skinneklasse 1), dvs. bedste skinnekvalitet efter Banedanmarks klassifikation af skinnerne. Hvis skinnekvaliteten er ringere, vil støjen sandsynligvis øges. Banedanmark har i 2011 skærpet skinneslibestrategien, og det må antages, at de fleste strækninger overvejende befinder sig i skinneklasse 1 eller bedre, og at støjen fra de nyere persontog derfor svarer nogenlunde til de etablerede kildedata. Skinnekvalitet kan have betydning på nogle af de mindre trafikerede baner og lokalbaner, hvor skinnerne ikke slibes så ofte. Der er stadig mange forhold, der skal undersøges, før der er fuld klarhed over de forskellige jernbanekomponenters betydning for støjen.

10. Referencer

- [1] "Støj og vibrationer fra jernbaner".
Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 1/1997 samt Tillæg dateret juli 2007.
- [2] "Kortlægning af støj fra jernbaner".
Banedanmark. Støjprojektet. Forudsætningsnotat, august 2012.
- [3] "Beregning af støj fra jernbaner".
Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 5/1985. Vejledningen er udgået.
- [4] "Kildestyrkedata for togstøj til Nord2000".
Miljøstyrelsens Miljøprojekt 1014, 2005.
- [5] "Kildestyrkedata for tog – Nord2000".
DELTA rapport AV1128/09, udarbejdet for Trafikstyrelsen og Miljøstyrelsen 2009.