

Annex A

(Normative)

Lastmodeller for klassificering og bæreevnevurdering (Erstatter 'Models of special vehicles for road bridges')

A1. Fremgangsmåde ved klassificering og bæreevnevurdering

A1.1 Formål og anvendelsesområde

(1)P Dette anneks angiver den overordnede fremgangsmåde for klassificering og bæreevnevurdering af eksisterende vej- og stibroer og lastmodellerne, som skal anvendes.

(2) Annekset danner sammen med tilhørende supplerende regler i Belastnings- og beregningsregler for vej- og stibroer grundlaget for administrationen af tunge transporter med totalvægt over færdselslovens grænser, idet hver bro på den pågældende vejstrækning eller det pågældende vejnet med udgangspunkt i bæreevnevurderinger tildeles en broklasse, som benyttes dels ved etablering af rutenet for tunge transporter og ved konkrete vurderinger af passagemulighed for tunge særlige transporter.

(3) Derudover danner reglerne grundlag for afskiltning af svage broer, som ikke er i stand til at bære køretøjer op til færdselslovens vægtbegrænsninger, dvs. med totalvægt op til 48t.

(4) Med forsøgsordningen for modulvogntog er der introduceret specielle modulvogntog med totalvægt op til 60t, men med større længde, som imidlertid kun har tilladelse til at passere i forvejen udpegede strækninger, hvor bæreevnekravet automatisk er opfyldt.

A1.2 Typer af bæreevnevurderinger

(1) Der skelnes mellem følgende typer bæreevnevurderinger:

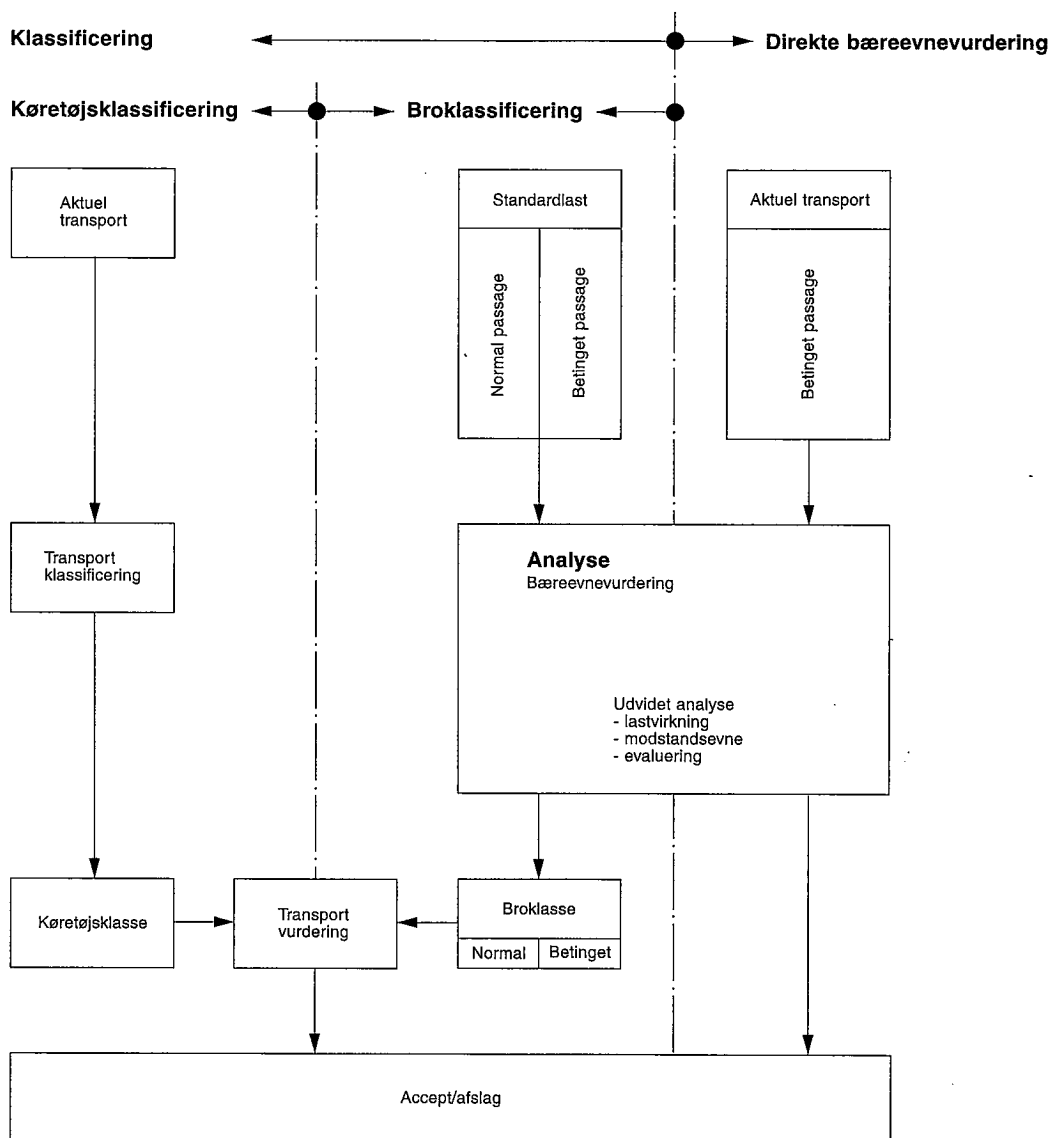
1. Klassificering af broer ved hjælp af skalabestemte referencekøretøjer betegnet standardkøretøjer
2. Afskiltning af svage broer ved hjælp af færdselslovens grænsekøretøjer
3. Direkte bæreevnevurdering med udgangspunkt i det aktuelle køretøj

(2) I forbindelse med klassificering af store broer med store spændvidder bør der desuden udføres en særskilt eftervisning af bæreevnen for almindeligt forekommende trafik inden for færdselslovens rammer, se afsnit A2.2.3. En klassificering kan

således ikke umiddelbart antages at kunne gøre det ud for en tilstrækkelig sikkerhedsmæssig eftervisning af bæreevnen, da der kan optræde farligere lastsituationer for almindelig trafik end dem der indgår i en klassificering.

(3) Det overordnede princip fremgår af nedenstående Figur A1.2-1.

Bæreevnevurdering



Figur A1.2-1 Overordnede princip, klassificering og transportvurdering

A1.2.1 Klassificering

- (1) Bæreevnevurdering af eksisterende broer udføres som udgangspunkt i form af en klassificering, hvor der anvendes standardkøretøjer, se Figur A2.3.1-1 og -2.
- (2) Disse standardkøretøjer udgør samtidigt udgangspunktet for klassificering af de tunge køretøjer/transporter, se nedenfor. Klassificering er således en indirekte metode, hvor der ikke tages udgangspunkt i virkelige køretøjer.
- (3) I forbindelse med klassificeringen beregnes klasser svarende til de forskellige passagetyper, som afspejler graden af restriktioner, som kan pålægges den tunge transport.
- (4) Store broer med spændvidde større end 50m skal betragtes som bestående af flere broer i broen. Hvert overordnet konstruktionselement betragtes som en bro i broen, f.eks. hængere, tværskot, dæk osv. For hvert konstruktionselement beregnes op til 5 broklasser. Til klasserne knyttes influenslængden for konstruktionselementet i stedet for spændvidderne.

A1.2.2 Afskiltning af svage broer

- (1) Bæreevnevurdering med henblik på afskiltning af svage broer udføres med udgangspunkt i færdselslovens grænsekøretøjer, se afsnit A3.
- (2) En sådan vurdering kommer kun på tale, såfremt en klassificering har ført til en klasse for normal passage, der er mindre end den, som svarer den øverste kurve i afsnit A3, se nedenfor vedr. passagetyper.

A1.2.3 Direkte vurdering

- (1) Direkte vurdering af bæreevnen i forhold til det aktuelle køretøj, som ønskes at passere broen, anvendes normalt kun i de tilfælde, hvor en klassificering ikke fører til den ønskede tilladelse til passage.
- (2) Direkte vurdering anvendes kun i forbindelse med betinget passage type 3, se afsnit A1.3.1 og A2.2.2.
- (3) Derudover kan direkte vurdering komme på tale, hvor de aktuelle køretøjer adskiller sig væsentligt i forhold til standardkøretøjerne, f.eks. hvis det aktuelle køretøj har større akseltryk eller væsentlig anderledes akselkonfiguration end standardkøretøjerne.

A1.3 Klassificering af køretøjer – beregning af køretøjsklasser

- (1)P Klassificeringssystemet indebærer, at de aktuelle tunge transportere skal klassificeres ud fra samme standardkøretøjer, som broerne bliver klassificeret på baggrund af, se Figur A2.3.1-1 og -2.
- (2) Standardkøretøjerne repræsenterer 22 forskellige klasser fra klasse 10 til klasse 500, idet klassen tilnærmelsesvist svarer til standardkøretøjets totalvægt i ton. Klasserne fra 225 og opefter anvendes primært for broer med spændvidder over 50m.
- (3)P Et køretøjs klasse bestemmes ved at sammenligne moment og forskydningskraft fra det pågældende køretøj med moment og forskydningskraft for serien af standardkøretøjer, når de påføres en simpelt understøttet bjælke med spændvidderne 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80, 100 og 200m.
- (4)P For hver spændvidde bestemmes 2 klasser for det pågældende køretøj, en for moment og en for forskydning. Den største klasse for pågældende spændvidde benævnes spændviddeklassen. Køretøjets klasse defineres som den største af alle spændviddeklasserne. Ved bestemmelsen af klassen interpoleres retlinet mellem klasserne.

A1.3.1 Passagetyper

- (1)P Der skelnes mellem forskellige passagetyper:
1. Normal passage
 2. Betinget passage
- (2)P Ved normal passage kan køretøjet frit passere broen uden nogen form for restriktioner.
- (3)P Ved betinget passage pålægges transporten en eller flere restriktioner f.eks. nedsat hastighed, kørsel i specielt kørespor eller begrænsning i den øvre trafik.
- Betinget passage, type 1: Standardkøretøjerne A og B, se afsnit A2.3.1 og øvrig trafiklast placeres inden for kørebanen, dvs. eksisterende kørespor
 - Betinget passage type 2: Som type 1 men med reduceret hastighed for standardkøretøj A ($v = 10 \text{ km/t}$)
 - Betinget passage, type 3: Standardkøretøjet A er eneste trafiklast på broen og kører i særligt udpeget spor (det mindst farlige) og med reduceret hastighed ($v = 10 \text{ km/t}$)
 - Betinget passage, type 3A: Som type 3, men hvor broen kun er lukket for øvrig trafik i kørselsretningen. Type 3A er kun relevant for broer med mindst to kørebaner i hver retning, typisk motorvejsbroer. Anvendes typisk for store broer.

A1.3.2 **Betingelser som skal opfyldes ved passage af transport**

(1)P En tung transport kan passere en bro såfremt betingelser under (2) og (3) er opfyldt.

(2) Vurdering på baggrund af klassificering:

- Transportens maks. klasse er lavere end broens klasse for den aktuelle passagetype, normal eller betinget. Evt. kan tages udgangspunkt i den maks. spændviddeklasse, som svarer til broens maks. hhv. min. spændvidde.
- Såfremt der foreligger en mere nuanceret bæreevnevurdering med bæreevneklasser for broens forskellige elementer (typisk store broer) er kravet at transportens klasse er mindre end broens klasse for alle delelementer, idet der tages udgangspunkt i de til delelementerne hørende influenslængder.

(3) Vurdering på baggrund af direkte vurdering:

- Broens bæreevne må ikke være overskredet i noget element i betinget passage type 3, alternativt 3A, som er eneste passagetype som anvendes i forbindelse med direkte vurdering.

A2. Lastopstilling og lastmodeller

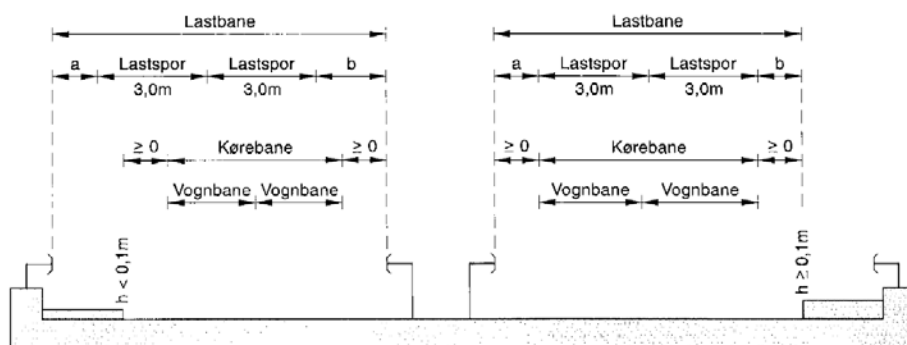
A2.1 Opdeling af kørebanearealet i lastspor (notional lanes) og nummerering af lastspor

(1)P Der skal anvendes de samme regler som anført i afsnit 4.2, og lastsporene nummereres som angivet heri.

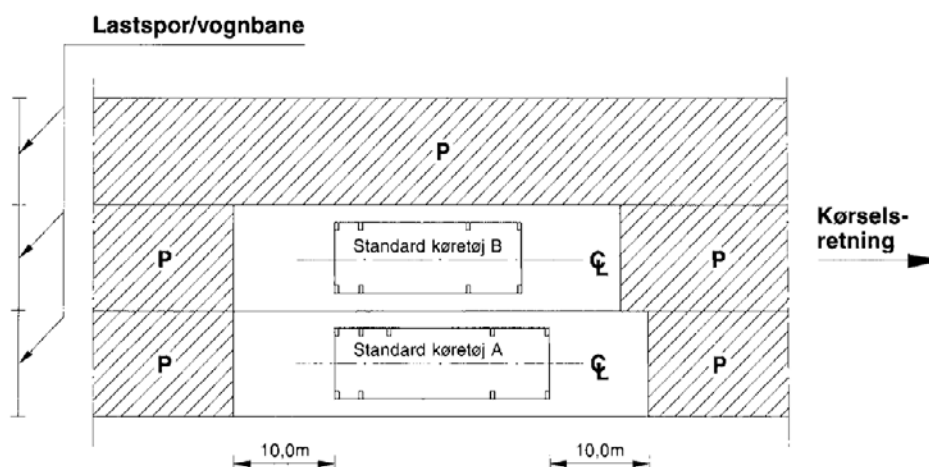
(2) Hvor bredden af kørebanearealet og andre geometriske parametre af betydning for lastens placering ikke kendes med sikkerhed skal disse bestemmes ved kontrolmåling.

A2.2 Lastopstilling, klassificering

(1)P Ved klassificering af broer skal anvendes en lastmodel, som består af 2 standardkøretøjer og en fladelast, se Figur A2.2-1 og A2.2.-2. Det tungeste køretøj, A, placeres i det mest kritiske lastspor, lastspor 1, mens køretøj B placeres i det næstmest kritiske lastspor, lastspor 2, og fladelasten placeres i de øvrige lastspor samt for og bag de tunge køretøjer som vist på figuren. Fladelasten placeres ikke udenfor lastsporene.



Figur A2.2-1 Definition af lastbaner, lastspor, kørebane og vognbane
Lastsporets bredde sættes til 3,0m
a og b varierer, idet dog $a + b < 3\text{m}$



Figur A2.2-2 Lastplacering

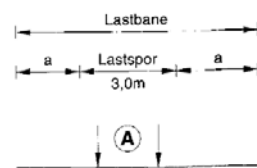
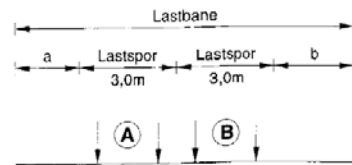
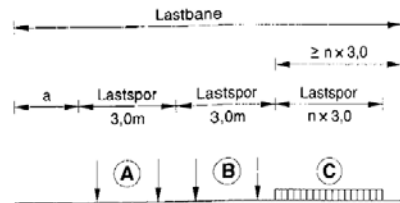
A2.2.1 Normal passage

- (1) I normal passage er der ingen restriktioner forbundet med køretøjernes og lastens placering.
- (2)P Køretøjerne skal altid placeres midt i et lastspor og parallelt med kørselsretningen, i farligste position for den konstruktionsdel og det snit som undersøges.
- (3)P For undersøgelse af lokale effekter skal lasten regnes vilkårligt placeret.

A2.2.2 Betinget passage

- (1) Ved betinget passage er lastens placering forbundet med restriktioner. Restriktionerne indebærer, at der opnås større bæreevneklasser for broen.
- (2)P Følgende restriktioner er knyttet til de tidligere nævnte passagetyper.
 - Betinget passage, type 1: Standardkøretøjerne A og B og øvrig trafiklast placeres inden for de eksisterende vognbaner.
 - Betinget passage type 2: Som type 1 men med reduceret stødtillæg svarende til den reducerede hastighed ($v = 10 \text{ km/t}$)
 - Betinget passage, type 3: Standardkøretøjet A er eneste trafiklast på broen og placeres i gunstigste spor og med reduceret stødtillæg svarende til reduceret hastighed ($v = 10 \text{ km/t}$)
 - Betinget passage, type 3A: Som type 3, men hvor broen kun er lukket for øvrig trafik i kørselsretningen.
- (3)P I Betinget passage type 1 og 2 skal køretøjerne og fladelasten placeres i de eksisterende vognbaner parallelt med kørselsretningen, i farligste position for den konstruktionsdel og det snit, som undersøges, se Figur A2.2.2-1.

Klassificering - normal passage



(A) i farligste spor

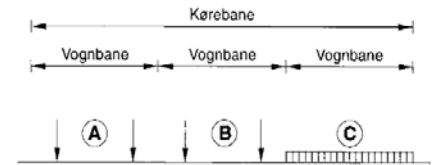
(B) i næstfarligste spor

(C) i øvrige "hele" spor

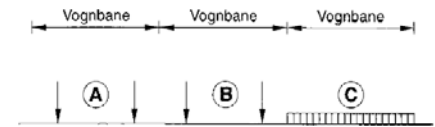
a og b varierer, idet dog $a+b < 3,0m$

Klassificering - betinget passage

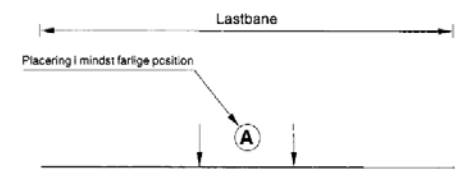
1. Indenfor kørebane (incl. øvrig last)



2. Indenfor kørebane (incl. øvrig last og reduceret hastighed = 10km/t)

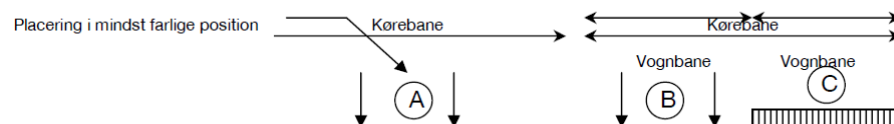


3. Eneste køretøj i specialspor (reduceret hastighed = 10km/t)



Figur A2.2.2-1 Placering af standardkøretøjer for forskellige passagetyper

(4)P I Betinget passage type 3 kan lastplaceringerne begrænses til det gunstigste kørespor for køretøj A. For type 3A placeres køretøj B og fladelasten i de eksisterende kørespor i modsatte kørselsretning, i farligste position for den konstruktionsdel og det snit, som undersøges, se Figur A2.2.2-2.



Figur A2.2.2-2 Placering af køretøjer, betinget passage type 3A

(5)P Ved undersøgelse af lokale effekter i Betinget passage type 1 og 2 skal lasten regnes vilkårligt placeret inden for de eksisterende vognbaner. I Betinget passage type 3 og 3A kan undersøgelsen begrænses til fastlagte placering af gunstigste kørespor.

A2.2.3 Særskilt eftervisning for almindelig trafiklast, store broer

(1)P For store broer med spændvidde større end 50m skal der desuden udføres en sikkerhedsmæssig eftervisning af bæreevnen for lasttilfældene med almindeligt forekommende trafiklast, som i visse situationer kan være mere kritisk end lasttilfældene som anvendes ved klassificeringen, se afsnit A2.3.1.4.

A2.3 Lastmodeller

A2.3.1 Køretøj A og B, klassificering

(1)P Som køretøj A anvendes de i Figur A2.3.1-1 og -2 viste standardkøretøjer svarende til de forskellige klasser. For klasser til og med 100 er sporvidden 2,6m, men den er 2,8m for klasser større end 100.

(2)P For klasser under eller lig 50 har køretøj B samme klasse som A. For klasser over 50 fastholdes køretøj B på klasse 50.

(3)P Hjultryk fra standardkøretøjer fordeles over en bredde på 600mm på tværs og en berøringslængde i kørselsretningen på 200mm.

A2.3.2 Jævnt fordelt trafiklast, klassificering

(4)P Fladelasten sættes til $2,5 \text{ kN/m}^2$. Denne last er inkl. stødtillæg.

A2.3.3 Jævnt fordelt trafiklast for særskilt eftervisning, store broer

(5)P Som belastning skal anvendes fladelasten vist i nedenstående tabel, Figur A2.3.3-1. Fladelastens størrelse afhænger alene af influenslængden og placeres i hele broens bredde. De anførte værdier er inkl. stødtillæg.

	$50\text{m} < L \leq 100 \text{ m}$	$100\text{m} < L \leq 1000 \text{ m}$	$L > 1000 \text{ m}$
Fladelast [kN/m^2]	4,0	$2,89 + 111/L$	3,0

Figur A2.3.3-1 Fladelast, store broer

A2.3.4 Bremselast, klassificering

(1)P Ved undersøgelse af underbygningen og kontrol af den vandrette stabilitet skal bremselasten medtages i eftervisningen af normal passage og betinget passage type 1.

(2) For bro længder mindre end eller lig med 10m bestemmes bremselasten som 10 % af køretøj A's totalvægt. For bro længder større end eller lig med 40m bestemmes bremselasten som 40% af køretøj A's totalvægt. Ved bro længder mellem 10 og 40m bestemmes bremselasten ved interpolation. Bremskraften regnes at angribe i vejens længderetning i niveau med kørebanen.

(3) Broer med spændvidde større end 50m (store broer) skal desuden undersøges for en bremselast bestemt som: $360 + 0,1 \times 3,0 \times q \times L_b = 360 + 0,3 \times q \times L_b \leq 900$ kN, hvor q er den i tabellen anførte fladelast, og L_b [m] er den belastede længde i kørselsretningen. Bremskraften regnes at angribe i vejens længderetning i niveau med kørebanen.

A2.3.5 Stødtillæg

(1)P Tillæg fra den dynamiske virkning til den statiske last fra køretøjerne skal indregnes ved hjælp af en stødfaktor ϕ , som multipliceres på køretøjernes akseltryk.

(2) ϕ sættes til $\phi = 1,25$ for spændvidder mindre end eller lig 50 m. For spændvidder/influenslængder større end 60m sættes $\phi = 1,0$. I det mellemliggende interval interpoleres retlinet mellem de to værdier.

(3) For jordfyldte konstruktionsdele, kan den dynamiske faktor nedsættes som funktion af jordfyldens højde h_s efter følgende formel.

$$\phi_{\text{red}} = 1 + (\phi - 1) \times (6 - h_s)/6 \geq 1,0, \text{ hvor } h_s \text{ indsættes i meter.}$$

(4) For betingede passager, hvor hastigheden er reduceret til $v=10$ km/t sættes $\phi=1,0$. For hastighed mellem 10 km/t og 45 km/t interpoleres retlinet mellem $\phi = 1,0$ og $\phi = 1,25$ for spændvidder op til 50m henholdsvis $\phi = 1,0 + 0,25 (60-L)/10 \geq 1,0$ for spændvidder/influenslængder større end 50 m.

Klasse	Akselkonfiguration Akseltryk i tons og akselafstande i m	Sporvidde m
10		2,6
20		2,6
30		2,6
40		2,6
50		2,6
60		2,6
70		2,6
80		2,6
90		2,6
100		2,6
125		2,8
150		2,8
175		2,8
200		2,8

Figur A2.3.1-1 Standardkøretøjer til og med klasse 200

Klasse	Akselkonfiguration Akseltryk i tons og akselafstande i m		Sporvidde m
225			2.8
250			2.8
275			2.8
300			2.8
350			2.8
400			2.8
450			2.8
500			2.8

Figur A2.3.1-2 Standardkøretøjer, klasse 225 - 500

A2.3.6 Køretøjer, afskiltning af svage broer

(1)P Som køretøjsbelastning skal for køretøj A og B anvendes de i afsnit A3 anviste grænsekøretøjer, idet køretøjerne indenfor samme standardafskiltningstype placeres i mest kritiske opstilling.

(2)P Stødtillæg skal beregnes i henhold til afsnit A2.3.5, og evt. bremselast bestemmes i henhold til afsnit A2.3.4.

(3) Alternativt kan afskiltningen bestemmes ud fra de i afsnit A3 optegnede kurver med udgangspunkt i den beregnede broklasse.

A2.3.7 Direkte vurdering

(1)P Ved beregning af en broes bæreevne overfor påvirkningerne fra et aktuelt køretøj skal følgende data være oplyst vedrørende det aktuelle køretøj:

- Antallet af aksler
- Akselafstande
- Akseltryk
- Sporvidde
- Antal hjul pr. aksel
- Hjulafstand i tværretningen
- Dæktryk
- Dækbredde

(2) Hjultrykket fordeles ud på en rektangulær trykflade med bredden lig dækbredden b og en berøringslængde i kørselsretningen som kan bestemmes som $L=H/(b \times K)$, hvor H er hjultrykket og K er kontaktrykket, som kan sættes til $K=1,14$ x oppumpningstryk.

A3. Afskiltning af svage broer

(1) Bestemmelserne i færdselsloven med tilhørende bekendtgørelser kan ikke umiddelbart beskrives med standardkøretøjerne vist i Figur A2.3.1-1 og -2. Derfor er der indført et antal grænsekøretøjer, som nøje reflekterer de i loven fastsatte grænser for køretøjer på vejstrækninger med eller uden vægt- begrænsningsafskiltning.

(2) De anvendte grænsekøretøjer er vist i Figur A3.1 og svarer til følgende afskiltning:

Betegnelse	Afskiltning jf. bekendtgørelse om vejafmærkning	Vægtgrænse
32/48	C31 Totalvægt C 32 Totalvægt af vogntog	32 t 48 t
24/32	C31 Totalvægt C 32 Totalvægt af vogntog	24 t 32 t
24/10	C31 Totalvægt C35 Akseltryk	24 t 10 t
12/8	C31 Totalvægt C35 Akseltryk	12 t 8 t
8/5	C31 Totalvægt C35 Akseltryk	8 t 5 t

(3) Grænsekøretøjerne er klassificerede, således at det er muligt at bestemme den nødvendige afskiltning for svage broer alene på baggrund af broernes klasse. Er broernes klasse kendt, kan standardafskiltningen bestemmes ved at sammenligne klassen med de på Figur A3.2 viste grænsekurver.

Note:

Broer, som før 1. juli 2011 er klassificeret til klasse 50 eller højere i normal passage, kan uden yderligere eftervisninger antages at have tilstrækkelig bæreevne i forhold til bestemmelserne i Færdselsloven af 1. juli 2011.

(4) De lovmæssige bestemmelser og nødvendig afskiltning kan også undersøges ved en direkte vurdering af grænsekøretøjernes virkning sammenholdt med broens bæreevne.

Grænsekøretøjer

med maksimale totalvægte og
akseltryk og med minimale
mellemakselaflængde svarende
til færdselslovens bestemmelser

Grænsekøretøjer

med maksimale totalvægte
og akceltryk svarende til
standardafskiltning
type - 32/48-

Grænsekøretøjer

med maksimale totalvægte
og akceltryk svarende til
standardafskiltning
type - 24/32 -

Grænsekøretøjer

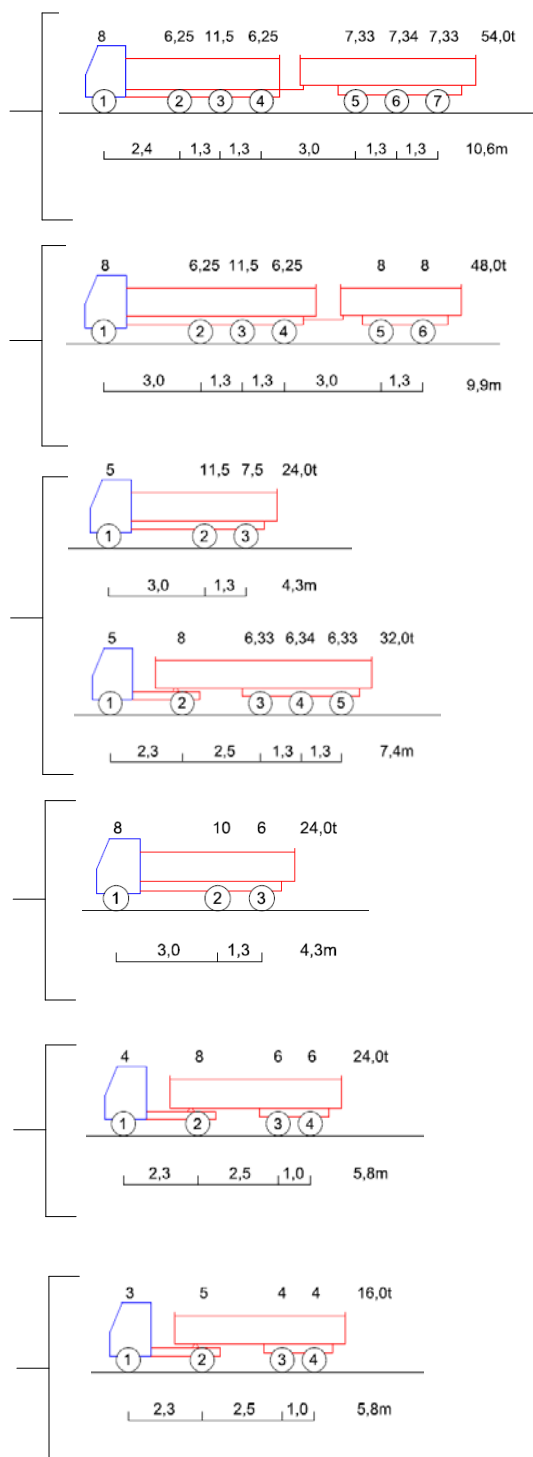
med maksimal totalvægt
og akceltryk svarende til
standardafskiltning
type - 24/10 -

Grænsekøretøjer

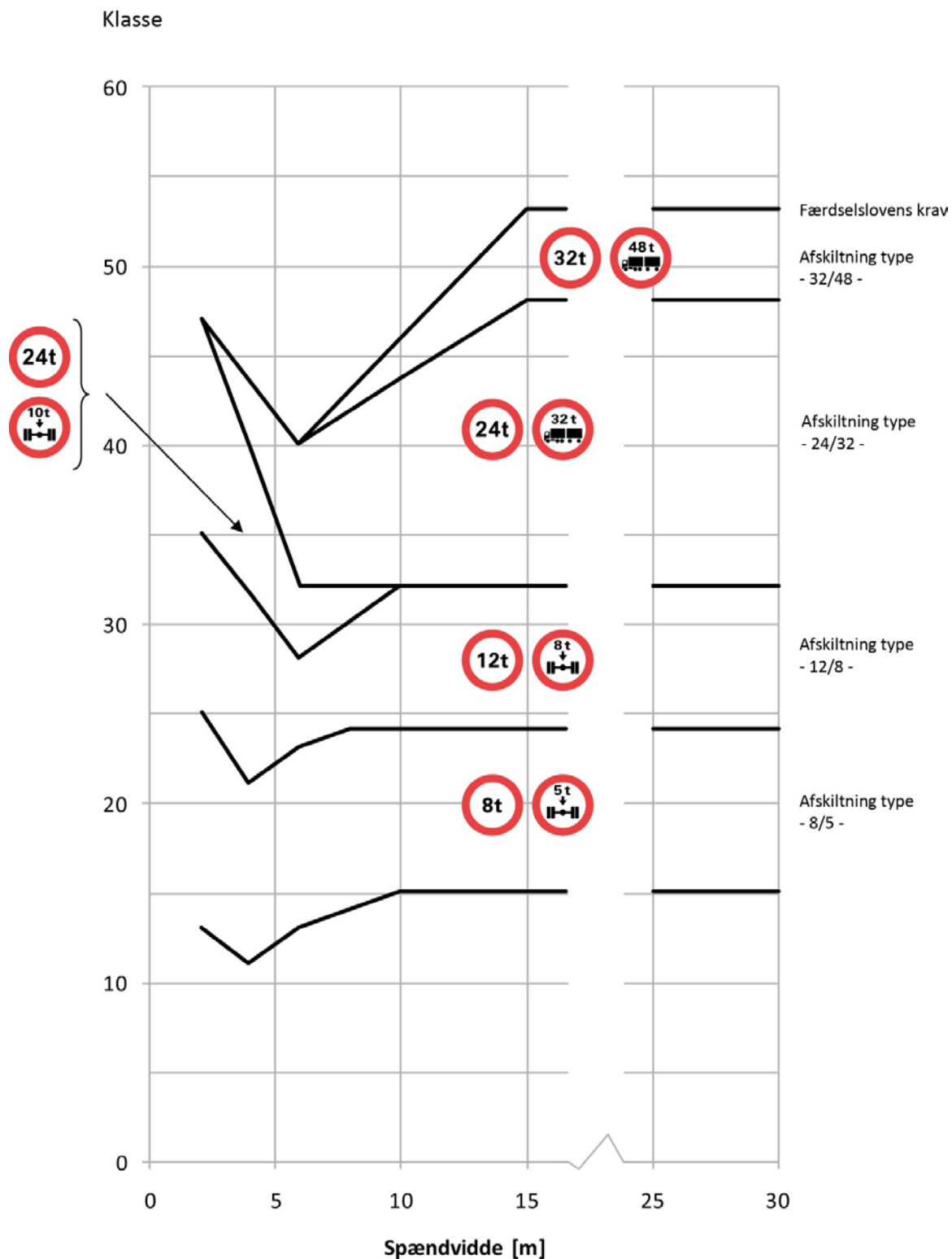
med maksimal totalvægt
og akceltryk svarende til
standardafskiltning
type - 12/8 -

Grænsekøretøjer

med maksimal totalvægt
og akceltryk svarende til
standardafskiltning
type - 8/5 -



Figur A3.1 Grænsekøretøjer



Figur A3.2 Spændviddeklasser svarende til færdselslovens krav samt anvendte standardafskiltninger.