

Hjulpassager af vognbanelinjer

Grundlag for fastsættelse af P-klasser
Nordisk udviklingsprojekt under NMF



Lene Herrstedt
Belinda la Cour Lund

1. Oktober 2018

<p>Titel: Hjulpassager af vognbanelinjer.</p> <p>Forfatter(e): Lene Herrstedt, Belinda la Cour Lund</p> <p>Publiceringsdato: 2018-10-01</p> <p>Sprog: dansk</p> <p>Antal sider: 29</p> <p>Rekvirent/finansiel kilde: NMF</p> <p>Kvalitetssikring: LH, BL</p> <p>Emneord: vognbanelinjer, holdbarhed, P-klasser</p> <p>Resumé:</p> <p>I et nordisk projekt under NMF er der lavet en undersøgelse af omfanget af <i>hjulpassager af vognbanelinjer</i> relateret til hverdagsdøgntrafikken på tre forskellige vejtyper: "2+1" veje, 2-sporede veje i åbent land og 4-sporede motorveje i åbent land (2 spor i hver retning). Undersøgelsen er udført af Trafitec i 2018.</p> <p>Ud fra registreringer af hjulpassager, trafiktællinger og vejlængder, er antallet af hjulpassager pr. vejstribe pr. år beregnet. Herudfra vurderes kravet til P-klasser relateret til de fastlagte tabelværdier i "<i>Nordic certification system for road markings materials, version 4: 2017</i>".</p> <p>Resultaterne vil indgå i grundlaget for fastsættelse af P-klasser i forbindelse med det nordiske certifikationssystem for vejafmærkningsmaterialer.</p>	<p>Title: Wheel passages of lane markings.</p> <p>Author(s): Lene Herrstedt, Belinda la Cour Lund</p> <p>Report date: 2018-10-01</p> <p>Language: Danish</p> <p>No. of pages: 29</p> <p>Client/financial source: NMF</p> <p>Quality management: LH, BL</p> <p>Key words: lane markings, durability, Roll-over class</p> <p>Abstract:</p> <p>In a Nordic project initiated by NMF a registration of <i>wheel passages of lane road markings</i> has been carried out and related to everyday traffic volume on 3 different types of roads: "2+1" roads, 2-lane rural roads and 4-laned motorways (2 lanes by direction). The work was carried out by Trafitec during 2018.</p> <p>Based on registration of wheel passages, everyday traffic and road length the annual number of wheel passages of the lane markings has been estimated and related to the "roll-over classes" defined in the "<i>Nordic certification system for road markings materials, version 4: 2017</i>".</p> <p>The results will be used as a part of the basis for setting "roll-over" classes in the Nordic classification system for road markings.</p>
<p>Rapporten kan hentes fra www.trafitec.dk.</p> <p>Copyright © Trafitec</p> <p>Ved gengivelse af materiale fra publikationen skal fuldstændig kildeangivelse udføres.</p>	<p>The report can be acquired from www.trafitec.dk.</p> <p>Copyright © Trafitec</p> <p>Reprinting material from this publication must include a complete reference to original source.</p>

Indhold

Sammenfatning	4
1. Indledning.....	6
Formål.....	6
Projekt i fem trin.....	6
2. Observationsstrækningerne.....	7
Vejtype: ”2+1”	7
Vejtype: 4-sporet motorvej i åbent land - 2 spor i hver retning.....	8
Vejtype: 2-sporet landevej i åbent land	12
3. Metode	16
4. Resultater.....	17
4.1 Vejtype ”2+1” - Hillerødmotortrafikvejen	17
4.2 Vejtype: 4-sporet motorvej i åbent land - 2 spor i hver retning.....	19
4.2.1 Den Østjyske motorvej E45	20
4.2.2 Sydmotorvejen E47	21
4.3 Vejtype: 2-sporet landevej i åbent land	23
4.3.1 Rute 26 mellem Skive og Nykøbing Mors	23
4.3.2 Rute 26 ved Hammel mellem Århus og Viborg	26
Bilag 1	28
Nordic certification system - fastsatte P-klasser.....	28
Bilag 2	29
Tidsplan for videooptagelserne.....	29

Sammenfatning

NMF - det nordiske samarbejdsforum om forskning og udvikling inden for vejudstyr og visuelle forhold i trafikken - har lavet en undersøgelse af *omfanget af hjulpassager af vognbanelinjer relateret til hverdagsdøgntrafikken på tre forskellige vejtyper*: ”2+1” veje, 2-sporede veje i åbent land samt 4-sporede motorveje i åbent land (2 spor i hver retning). Undersøgelsen er udført af Trafitec i 2018.

Resultaterne vil indgå i grundlaget for fastsættelse af P-klasser i forbindelse med det nordiske certifikationssystem for vejafmærkningsmaterialer.

For hver af de tre vejtyper er der udpeget egnede observationsstrækninger af længder på 800 -1100 m. Det blev tilstræbt at udpege strækninger med relativ høj trafikbelastning i morgenmyldretiden. Samtidig var det et krav, at der var en aktiv permanent tællestation på eller nær ved strækningen, og at strækningerne var tilstrækkelig observerbare ud fra videooptagelser med drone fra en højde på omkring 40 meter.

Ud fra videooptagelser på fem observationsstrækninger i dagtimerne mellem kl. 06:00 og 18:00 på hverdage, er der foretaget en registrering af vognbaneskift (bilpassager af vognbanelinjerne). Antallet af vognbaneskift er opgjort i 15-minutters intervaller og relateret til samtidige trafiktællinger på de udvalgte observationsstrækninger.



Vognbaneskift på en 4-sporet motorvej med 2 spor i hver retning.

Ud fra registreringerne af hjulpassager, trafiktællingerne og vejlængderne, er antallet af hjulpassager pr. vejstribe pr. år beregnet. Ud fra beregningsresultaterne kan der foretages en vurdering af kravet til P-klasser relateret til de fastlagte tabelværdier i ”*Nordic certification system for road markings materials, version 4: 2017*” (se bilag 1).

Resultaterne af registreringerne og den efterfølgende analyse er beskrevet for de enkelte observationsstrækninger hver for sig i kapitel 4.

Hovedresultaterne er opsummeret i denne tabeloversigt:

Strækning	Antal Hjulpassager pr. VBS pr. år	Døgntrafik Hverdag	Krævet P-klasse for holdbarhed				
			1 år	2 år	3 år	4 år	5 år
"2+1" (2-sporet strækning)	89.400	18.818	P2	P3 178.800	>P3 268.200	>P3 357.600	P4 447.000
"2+1" start (2-sporet strækning)	112.500	18.818	P2	P3 225.000	>P3 337.500	P4 450.000	P4 562.500
4-sporet Motorvej Østjysk MV	228.900	23.177	P3	P4 457.800	>P4 686.700	P5 915.600	P5 1.144.500
4-sporet Motorvej Syd MV	160.800	23.624	P3	>P3 321.600	P4 482.400	>P4 643.200	P5 804.000
LDV 2 spor R26 Skive	13.500	9.340	P0	P0	P0	P1 54.000	>P1 67.500
LDV 2 spor R26 Ham-mel	7.500	11.352	P0	P0	P0	P0	P0

Tabel: Krævet P-klasse for holdbarhed af vognbanestriber for de fem observerede vejstrækninger.

1. Indledning

Det nordiske samarbejdsforum (NMF) om forskning og udvikling inden for vejudstyr og visuelle forhold i trafikken besluttede i efteråret 2017 at gennemføre et udviklingsprojekt om hjulpassager af vognbanelinjer. Projektet er udført i 2018.

Formål

Formålet er at undersøge sammenhængen mellem ”P-klasser” for hjulpassager af vognbanelinjer og hverdagsdøgntrafikken (HDT) på forskellige vejtyper: ”2+1” veje, 2-sporede veje i åbent land samt 4-sporede motorveje i åbent land.

Resultaterne kan anvendes som en del af grundlaget for fastsættelse af P-klasser i forbindelse med det nordiske certifikationssystem for vejafmærkningsmaterialer.

Projekt i fem trin

Trin 1: Udpegning af potentielle forsøgsstrækninger.

For hver af de tre vejtyper er der udpeget egnede forsøgsstrækninger. Det har været et krav, at trafikbelastningen i morgenmyldretiden skal ligge relativt højt og helst så tæt på kapacitetsgrænsen som muligt for den aktuelle vejtype.

Trin 2: Valg af observationsstrækninger

For hver vejtype er der valgt 1-2 observationsstrækninger med en længde på 800 - 1100 m.

Trin 3: Videoptagelser.

For hver af de udpegede observationsstrækninger er der foretaget videoptagelser fra drone over en hel hverdag.

Trin 4: Registrering og analyse

Efterfølgende er der foretaget en registrering af vognbaneskift (bilpassager af vognbanelinjerne) over en hel dag.

Trin 5: Afrapportering

Undersøgelsen er beskrevet i en rapport, som publiceres på www.nmfv.dk

En mere detaljeret beskrivelse af de fem trin kan læses i metodebeskrivelsen (se kapitel 3)

2. Observationsstrækningerne

De valgte observationsstrækninger for de tre vejtyper er beskrevet i det følgende.

Vejtype: "2+1"

For denne vejtype er den mest trafikbelastede "2+1"-strækning i Danmark valgt som forsøgsstrækning. Det er *rute 16 (Hillerødmotortrafikvejen)* i Nordsjælland. En 1176 m lang 2-sporet strækning i nordgående retning er valgt som observationsstrækning. Strækningen er delt i to: *Delstrækning 1* med en længde på 233 meter (se Figur 2.1) og *Delstrækning 2* med en længde på 943 meter (Se Figur 2.2). Den samlede observationsstrækning svarer til hele den 2-sporede strækning, som i begge ender overgår til 1-sporede profiler. Hastighedsbegrænsningen er 90 km/t.



Figur 2.1: Delstrækning 1 er en 2-sporet strækning i nordgående retning (233 m).



Figur 2.2: Delstrækning 2 er en 2-sporet strækning i nordgående retning (943 m).

Vejtype: 4-sporet motorvej i åbent land - 2 spor i hver retning

Der er valgt to observationsstrækninger for denne vejtype: et stykke af den *Østjyske motorvej* beliggende i Jylland og et stykke af *Sydmotorvejen* beliggende på Sjælland.

Den Østjyske motorvej E45.

Observationsstrækningen er lokaliseret mellem tilkørslerne <55> Horsens N og <56> Horsens Vest. Hele observationsstrækningen er 800 m lang med start fra Sorthøjvej i nord. Hastighedsbegrænsningen er 130 km/t på denne strækning. Der observeres på trafikken i nordgående retning (se Figur 2.3)



Figur 2.3: Den 800 meter lange observationsstrækning på den Østjyske motorvej.

Videoptagelserne er foretaget med 2 kameraer, hvorved observationsstrækningen deles i 2 – en nordlig del (se Figur 2.4) og en sydlig del (se Figur 2.5).



Figur 2.4: Den Østjyske motorvej – nordlige del af observationsstrækningen på E45 er 390 meter lang. Der observeres på trafik i nordgående retning.



Figur 2.5: Den Østjyske motorvej – sydlige del af observationsstrækning på E45 er 410 meter lang. Der observeres på trafik i nordgående retning.

Sydmotorvejen E47

Observationsstrækningen er lokaliseret mellem tilkørslerne <34> Herfølge og <35> Haslev. Hele observationsstrækningen er 800 m lang med start ved Turebyvej i syd. Hastighedsbegrænsningen er 130 km/t. Der observeres på trafikken i sydgående retning (se Figur 2.6).



Figur 2.6: Den 800 m lange observationsstrækning på Sydmotorvejen målt fra Turebyvej i syd.

Videoptagelserne er foretaget med 2 kameraer, hvorved observationsstrækningen deles i to – en nordlig del (se Figur 2.7) og en sydlig del (se Figur 2.8).



Figur 2.7: Sydmotorvejen E47 - den nordlige del af observationsstrækningen er 390 meter lang. Der observeres på trafik i sydgående retning.



Figur 2.8: Sydmotorvejen E47 – den sydlige del af observationsstrækningen er 410 meter lang. Der observeres på trafik i sydgående retning.

Vejtype: 2-sporet landevej i åbent land

Der er valgt to forsøgsstrækninger for denne vejtype. Begge strækninger er beliggende på rute 26 i Jylland.

Rute 26 mellem Skive og Nykøbing Mors

Hele observationsstrækningen er 800 m lang og starter ved Gl. Skivevej i nord (se Figur 2.9). Hastighedsbegrænsningen er 90 km/t. Der observeres på trafikken i begge køreretninger.



Figur 2.9: Den 800 m lange observationsstrækning på Rute 26 mellem Skive og Nykøbing Mors.

Videoptagelserne er foretaget med 2 kameraer, hvorved observationsstrækningen deles i to – en sydlig og en nordlig del.



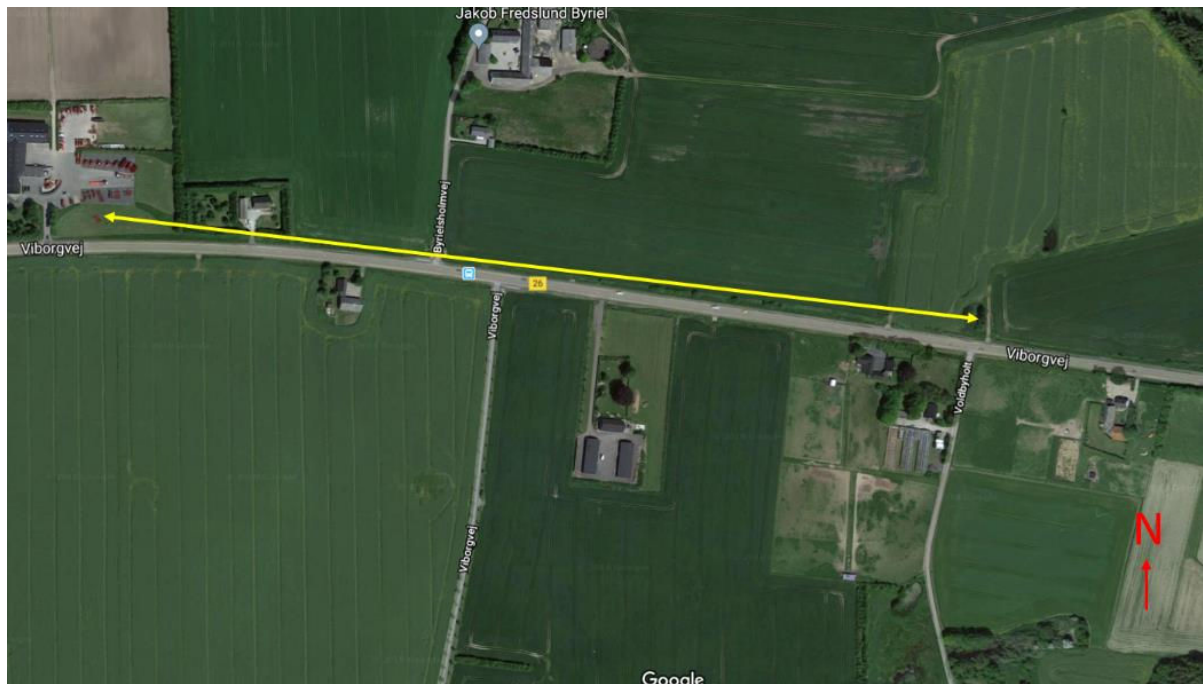
Figur 2.10: Rute 26 mellem Skive og Nykøbing Mors – den sydlige del af observationsstrækningen er 350 meter lang.



Figur 2.11: Rute 26 mellem Skive og Nykøbing Mors – den nordlige del af observationsstrækningen er 450 meter lang.

Rute 26 ved Hammel mellem Århus og Viborg

Hele observationsstrækningen er 800 m lang og starter ved vejen Voldbyholt i øst (se Figur 2.12). Hastighedsbegrænsningen er 80 km/t. Der observeres på trafikken i begge køreretninger.



Figur 2.12: Rute 26 ved Hammel mellem Århus og Viborg.

Videoptagelserne er foretaget med 2 kameraer, hvorved observationsstrækningen deles i to – en østlig del og en vestlig del.



Figur 2.13: Rute 26 mellem Århus og Viborg – den østlige del af observationsstrækningen er 460 meter lang.



Figur 2.14: Rute 26 mellem Århus og Viborg – den vestlige del af observationsstrækningen er 340 meter lang.

3. Metode

Undersøgelsen er udført i 5 trin.

Trin 1: Udpegning af potentielle forsøgsstrækninger.

For hver af de tre vejtyper er der udpeget egnede forsøgsstrækninger. Det er tilstræbt at udpege strækninger med relativ høj trafikbelastning i morgenmyldretiden, helst så tæt på kapacitetsgrænsen som muligt for den aktuelle vejtype. Der blev i første omgang udpeget 10 potentielle forsøgsstrækninger på 4-sporede motorveje og 13 potentielle forsøgsstrækninger på 2-sporede landeveje. For vejtypen ”2+1” blev den mest trafikbelastede strækning i Danmark valgt. Alle potentielle forsøgsstrækninger blev derefter gransket nærmere mht. egnethed (tilpas lange strækninger uden forstyrrende til/frakørsler, muligheder for droneoptagelser m.v.)

Trin 2: Valg af observationsstrækninger

Der blev i alt udvalgt 5 observationsstrækninger: 2 motorvejsstrækninger, 2 landevejsstrækninger og 1 ”2+1”-strækning. Alle observationsstrækningerne har en længde på 800 - 1100 m. Det har været et krav, at der skal forefindes en aktiv permanent tællestation i nærheden af alle fem observationsstrækninger. Samtidig har det været et krav, at observationsstrækningen skal være tilstrækkelig observerbar fra videooptagelse med en dronehøjde på omkring 40 meter.

Trin 3: Videooptagelser.

For hver af de udpegede observationsstrækninger er der foretaget videooptagelser fra drone over en hel hverdag (tirsdag, onsdag eller torsdag) i tidsrummet kl. 06:00 – 18:00. Optagelserne inkluderer de mest trafikbelastede tidsperioder morgen og eftermiddag.

Trin 4: Registrering og analyse

Ud fra videooptagelserne på de fem observationsstrækninger, er der efterfølgende foretaget en registrering af vognbaneskift (bilpassager af vognbanelinjerne). Der blev i første omgang skelnet mellem *lette køretøjer* og *tunge køretøjer*. Da det hurtigt viste sig, at antallet af vognbaneskift foretaget af *tunge køretøjer* var meget begrænset, blev de to kategorier slået sammen og *alle køretøjer* behandlet under ét i de efterfølgende beregninger.

Antallet af vognbaneskift er opgjort i 15-minutters intervaller mellem kl. 06 og kl. 18. Ud fra antallet af registrerede vognbaneskift og samtidige trafiktællinger er antal hjulpassager pr. køretøj beregnet for de samme 15-minutters intervaller hen over dagen. Herudfra er det forventede antal hjulpassager over et helt år beregnet, baseret på tælledata for hverdagsdøgntrafik. På den baggrund kan der foretages en vurdering af kravet til P-klasser.

Trin 5: Afrapportering

Undersøgelsen er beskrevet i en samlet rapport, som publiceres på www.nmfv.dk

4. Resultater

Resultaterne er opgjort og beskrives i det følgende for de tre vejtyper hver for sig.

4.1 Vejtype "2+1" - Hillerødmotortrafikvejen

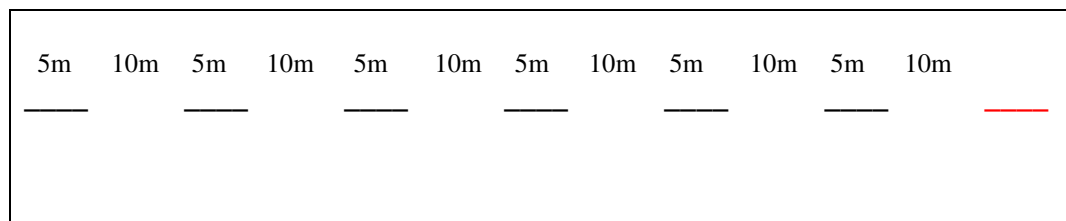
Hillerød MTV "2+1"		Antal vognba- neskift Alle køretøjer	Beregnet antal hjulpasager	Trafik Alle køretøjer	Beregnet antal hjulpasager pr. køretøj
15 min. interval					
Fra	Til				
06:45	07:00	93,0	372	331	1,12357628
07:00	07:15	85,5	342	336	1,018129587
07:15	07:30	101,5	406	401	1,012670165
07:30	07:45	98,0	392	432	0,907606821
07:45	08:00	101,0	404	420	0,961167918
08:00	08:15	105,5	422	414	1,020091123
08:15	08:30	88,5	354	402	0,880510406
08:30	08:45	128,0	512	348	1,471364679
09:00	09:15	76,0	304	242	1,254897956
09:15	09:30	58,5	234	260	0,898598885
09:30	09:45	113,0	452	263	1,721689024
09:45	10:00	108,5	434	215	2,022429987
10:00	10:15	76,0	304	230	1,319909605
10:15	10:30	63,0	252	235	1,070582772
10:30	10:45	84,5	338	248	1,361346079
14:10	14:25	114,0	456	353	1,291181086
14:25	14:40	133,0	532	378	1,407615744
14:40	14:55	121,5	486	361	1,346423119
14:55	15:10	109,0	436	365	1,193095372
15:10	15:25	95,5	382	370	1,031092133
15:25	15:40	81,5	326	376	0,866623221
15:40	15:55	109,0	436	362	1,204178073
16:20	16:35	137,5	550	400	1,373806567
16:35	16:50	132,5	530	403	1,316519677
16:50	17:05	106,5	426	405	1,052743207
17:05	17:20	105,5	422	369	1,142631185
17:20	17:35	153,5	614	351	1,75052784
17:35	17:50	155,5	622	346	1,79785551
17:50	18:05	133,0	532	308	1,728963315
I ALT 7 timer og 15 min.		3068	12272	9925	1,236452619

Tabel 4.1: Registreringsresultaterne ud fra videooptagelser fra drone af nordgående trafik på Hillerødmotortrafikvej "2+1".

Der er registreret i alt 3.068 vognbaneskift på denne 1.176 m lange observationsstrækning over en summeret tidsperiode på i alt 7 timer og 15 minutter med hverdagstrafik.

Ud fra registreringsresultaterne i tabel 4.1, kan antallet af hjulpassager beregnes. Et vognbaneskift svarer her til 4 hjulpassager. Ved strækningens begyndelse og slutning ændres vejprofilet fra 1-sporet til 2-sporet profil, hvilket medfører, at vognbanelinjerne kun kan passeres af det ene hjulpar. Disse tilfælde registreres derfor som $\frac{1}{2}$ vognbaneskift svarende til 2 hjulpassager.

De registrerede 3.068 vognbaneskift resulterer således i 12.272 hjulpassager. Det svarer i gennemsnit til 1,23 hjulpassager/ktj. Med en hverdagsdøgntrafik (HDT) på 18.818 ktj. kan *antal hjulpassager pr. døgn beregnes til 23.267.*



Figur 4.1: Vognbanelinjer er udlagt med vognbanestriber med en længde $L=5m$ og indbyrdes afstand $A=10m$.

Vognbanelinjerne består af vognbanestriber (VBS) med en længde $L=5m$ og indbyrdes afstand $A=10m$. Der regnes derfor med 6 vognbanestriber per 90 meter vejlængde. Den 1176 meter lange observationsstrækning er således forsynet med 78 vognbanelinjer.

Dermed kan *antal hjulpassager pr. VBS pr. døgn beregnes til 298.*

Idet vi vælger at regne med 300 hverdagsdøgn i et år kan det samlede *antal hjulpassager pr. VBS pr. år beregnes til i alt 89.400.* Det svarer til en P-klasse P2 i ”Nordic certification system for road markings materials, version 4:2017”. Tabel med P-klasserne er vist i Bilag 1.

Beregningen bygger på den antagelse, at hjulpassagerne forekommer jævnt fordelt over hele strækningen. Men fordi der er tale om en 2-sporet delstrækning beliggende på en ”2+1”-vej, kan det måske forventes, at der forekommer flere vognbaneskift i starten af strækningen (hvor det 1-sporede profil ændres til 2-sporet profil) sammenlignet med resten af strækningen. For at belyse dette, er der lavet en supplerende detailanalyse af fordelingen af vognbaneskift på den lange observationsstrækning.

Et vognbaneskift foregår hen over en strækning af varierende længde, som typisk ligger omkring cirka 130-200 meter.

Antallet af vognbaneskift, der foregår på de første 230 meter af den lange 2-sporede observationsstrækning, er talt op for sig. De første 230 meter svarer til den i figur 2.1 viste delstrækning, som udgør knapt 20 % af total længden af den 2-sporede observationsstrækning.

Optællingen viste, at der blev registreret i alt 767 vognbaneskift, der resulterede i 3068 hjulpassager af vognbanelinjerne på de første 230 m af den 2-sporede observationsstrækning. Det svarer til 25 % af de registrerede hjulpassager på hele observationsstrækningen.

Registreringerne for de første 230 m af den 2-sporede observationsstrækning resulterede i 0,309 hjulpassager/ktj. Med en hverdagsdøgntrafik (HDT) på 18.818 ktj. kan *antal hjulpassager pr. døgn beregnes til 5815. Det svarer i gennemsnit til 375 hjulpassager pr. vognbanestriben pr. døgn.*

Idet vi har valgt at regne med 300 hverdagsdøgn i et år, kan *det samlede antal hjulpassager pr. VBS pr. år beregnes til i alt 112.500.* Det er 23.100 hjulpassager mere end det beregnede gennemsnit for hele observationsstrækningen. Men det ligger fortsat inden for +/- 20% af de definerende 100.000 hjulpassager til en P-klasse P2 ifølge ”Nordic certification system for road markings materials, version 4:2017”.

Vejtype ”2+1” 2-sporet strækning	Antal hjulpassager pr. vognbanestriben		
	1 år	1½ år	2 år
Hele strækningen Jævnt fordelt	89.400	134.100	178.800
Starten af Strækningen (de første 230 m)	112.500	168.750	225.000
P-klasse	P 2	P3	P3

Tabel 4.2: Antal hjulpassager pr. vognbanestriben (VBS) over tid på en 2-sporet strækning af vejtype ”2+1” samt krav til P-klasse.

Konklusion:

Registreringerne på ”2+1” vejen viser, at omfanget af hjulpassager svarer til en P-klasse P2, hvis kravet er, at linjerne skal holde op til 1 år. Såfremt vognbanelinjerne skal holde 1½ – 2 år kræver det en P-klasse P3.

4.2 Vejtype: 4-sporet motorvej i åbent land - 2 spor i hver retning

Der er registreret vognbaneskift/hjulpassager på to observationsstrækninger af denne vejtype: på den Østjyske motorvej E45 og på Sydmotorvejen E47. Resultaterne af registreringerne præsenteres hver for sig i afsnit 4.2.1 og 4.2.2.

4.2.1 Den Østjyske motorvej E45

På Den Østjyske motorvej er der lavet 8 timers videooptagelser hen over dagen i tidsrum fra kl. 06:00 til kl. 10:00 og igen fra kl. 14:00-18:00.

Østjyske motorvej		Antal vognbaneskift Alle køretøjer	Beregnet antal hjulpassager	Trafik Alle køretøjer	Beregnet antal hjulpassager pr. køretøj
15-min interval					
Fra	Til				
06:00	06:15				
06:15	06:30	159,0	636	396	1,606060606
06:30	06:45				
06:45	07:00	172,0	688	476	1,445378151
07:00	07:15	205,5	822	467	1,760171306
07:15	07:30	165,0	660	438	1,506849315
07:30	07:45	201,5	806	411	1,96107056
07:45	08:00	154,0	616	504	1,222222222
08:00	08:15				
08:15	08:30	209,0	836	404	2,069306931
08:30	08:45	169,0	676	356	1,898876404
08:45	09:00	191,5	766	347	2,207492795
09:00	09:15				
09:15	09:30	148,5	594	251	2,366533865
09:30	09:45				
09:45	10:00	160,5	642	222	2,891891892
14:00	14:15				
14:15	14:30	192,5	770	308	2,5
14:30	14:45	199,5	798	325	2,455384615
14:45	15:00	211,0	844	355	2,377464789
15:00	15:15	185,0	740	451	1,640798226
15:15	15:30	190,5	762	479	1,590814196
15:30	15:45	193,0	772	482	1,601659751
15:45	16:00	173,0	692	555	1,246846847
16:00	16:15				
16:15	16:30	140,0	560	633	0,884676145
16:30	16:45				
16:45	17:00	162,0	648	584	1,109589041
17:00	17:15	197,5	790	493	1,602434077
17:15	17:30	203,5	814	383	2,125326371
17:30	17:45	194,5	778	371	2,09703504
17:45	18:00	182,0	728	303	2,402640264
I ALT 6 timer		4359,5	17438	9994	1,744846908

Tabel 4.3: Registreringsresultaterne baseret på videooptagelser af nordgående trafik fra drone på den Østjyske motorvej E45.

Ud fra videooptagelserne af den nordgående trafik, er der på den 800 meter lange observationsstrækning (se figur 2.4 og figur 2.5) foretaget registreringer af vognbaneskift i 15 minutters intervaller svarende til sammenlagt 6 timer (se Tabel 4.3).

Der er registreret 4359,5 vognbaneskift, som resulterede i 17438 hjulpassager. Det svarer i gennemsnit til 1,74 hjulpassager pr. køretøj.

Med en hverdagsdøgntrafik på 23.177 ktj. kan antal *hjulpassager pr. døgn beregnes til 40.440.*

Der er 53 vognbanestriber (VBS) på den 800 m lange observationsstrækning. Dermed kan *antal hjulpassager pr. VBS pr. døgn beregnes til 763.*

Idet vi vælger at regne med 300 døgn til et år kan det samlede *antal hjulpassager pr. VBS pr. år beregnes til i alt 228.900.* Dermed kan den lige netop klemme sig indenfor intervalgrænsen for en P-klasse P3 i ”*Nordic certification system for road markings materials, version 4: 2017*”. Tabel med P-klasserne er vist i Bilag.

Skal den holde længere end 1,75 år skal den op i en P-klasse P4.

Registreret antal vognbaneskift	4359
Beregnet antal registrerede hjulpassager	17438
Beregnet antal hjulpassager pr. køretøj	1,74
Hverdagsdøgntrafik (tællestationsdata) ktj.	23.177
Beregnet antal hjulpassager pr. døgn	40.440
Antal hjulpassager pr. VBS pr. døgn	763
Antal hjulpassager pr. VBS pr. år (300 døgn)	228.900
Krævet P-klasse for holdbarhed i 1 år	P3
Krævet P-klasse for holdbarhed i 1,75 år	P4
Krævet P-klasse for holdbarhed i 3,5 år	P5

Tabel 4.3.1: Beregning af P-klasse for 4-sporet motorvej – Den Østjyske motorvej.

4.2.2 Sydmotorvejen E47

For Sydmotorvejen er der lavet 8 timers videooptagelser hen over dagen i tidsrum fra kl. 06:00 til kl. 10:00 og igen fra kl. 14:00-18:00. Ud fra videooptagelserne af den sydgående trafik, er der på den 800 meter lange observationsstrækning (se figur 2.7 og figur 2.8) foretaget registreringer af vognbaneskift for hvert andet 15 minutters interval svarende til sammenlagt 4 timer (Se Tabel 4.4).

Der er registreret 2317 vognbaneskift, som resulterede i 9268 hjulpassager. Det svarer i gennemsnit til 1,20 hjulpassager pr. køretøj.

Sydmotorvejen		An- tal vognbane- skift Alle køretøjer	Beregnet antal hjulpassager	Trafik Alle køretøjer	Beregnet antal hjulpassager pr. køretøj
15-min interval					
Fra	Til				
06:00	06:15				
06:15	06:30	92,5	370	164	2,256097561
06:30	06:45				
06:45	07:00	114,0	456	242	1,884297521
07:00	07:15				
07:15	07:30	166,5	666	396	1,681818182
07:30	07:45				
07:45	08:00	152,5	610	395	1,544303797
08:00	08:15				
08:15	08:30	122,0	488	310	1,574193548
08:30	08:45				
08:45	09:00	115,0	460	293	1,56996587
09:00	09:15				
09:15	09:30	128,5	514	296	1,736486486
09:30	09:45				
09:45	10:00	115,5	462	284	1,626760563
14:00	14:15				
14:15	14:30	119,5	478	562	0,850533808
14:30	14:45				
14:45	15:00	179,0	716	694	1,031700288
15:00	15:15				
15:15	15:30	160,0	640	737	0,868385346
15:30	15:45				
15:45	16:00	154,0	616	754	0,816976127
16:00	16:15				
16:15	16:30	146,0	584	765	0,763398693
16:30	16:45				
16:45	17:00	181,0	724	712	1,016853933
17:00	17:15				
17:15	17:30	180,0	720	639	1,126760563
17:30	17:45				
17:45	18:00	191,0	764	469	1,628997868
I ALT 4 timer		2317	9268	7712	1,201763

Tabel 4.4: Registreringsresultaterne baseret på videooptagelser af sydgående trafik fra drone på Sydmotorvejen E47.

Med en hverdagsdøgntrafik (HDT) på 23.624 ktj. kan antal *hjulpassager pr. døgn beregnes til 28.390.*

Der er 53 vognbanestriber (VBS) på den 800 m lange observationsstrækning. Dermed kan *antal hjulpassager pr. VBS pr. døgn beregnes til 536.*

Idet vi vælger at regne med 300 hverdagsdøgn i et år kan det samlede *antal hjulpassager pr. VBS pr. år beregnes til i alt 160.800.* Det svarer til en P-klasse P3 i ”Nordic certification system for road markings materials, version 4: 2017”. Tabel med P-klasserne er vist i Bilag.

Såfremt vognbanelinjen skal have en holdbarhed ud over ca. 2,5 år skal den op i en klasse P4.

Registreret antal vognbaneskift	2317
Beregnet antal registrerede hjulpassager	9268
Beregnet antal hjulpassager pr. køretøj	1,20
Hverdagsdøgntrafik (tællestationsdata) ktj.	23.624
Beregnet antal hjulpassager pr. døgn	28.390
Antal hjulpassager pr. VBS pr. døgn	536
Antal hjulpassager pr. VBS pr. år (300 døgn)	160.800
Krævet P-klasse for holdbarhed i 1 år	P3
Krævet P-klasse for holdbarhed i 2,5 år	P4
Krævet P-klasse for holdbarhed i 5 år	P5

Tabel 4.4.1: Beregning af P-klasse for 4-sporet motorvej – Sydmotorvejen E47

4.3 Vejtype: 2-sporet landevej i åbent land

Der er foretaget videooptagelser fra drone på to forskellige strækninger inden for denne vejtype: på rute 26 mellem Skive og Nykøbing Mors og på samme rute 26 ved Hammel mellem Aarhus og Viborg. Resultaterne af registreringerne præsenteres hver for sig i afsnit 4.3.1 og 4.3.2.

4.3.1 Rute 26 mellem Skive og Nykøbing Mors

Ud fra videooptagelserne er der registreret vognbaneskift for biltrafik i begge køreretninger hver for sig og samlet. I tabel 4.5 ses registreringsresultaterne for begge køreretninger samlet.

Rute 26 Skive-Nykøbing M. 15 min. interval		For begge køreretninger samlet			
		Antal vognba- neskift	Beregnet antal	Trafik alle	Beregnet antal hjulpassager
		Alle køretøjer	hjulpassager	køretøjer	pr. køretøj
Fra	Til				
06:00	06:15	13,0	52	109	0,47706422
06:15	06:30	22,5	90	155	0,580645161
06:30	06:45	16,5	66	231	0,285714286
06:45	07:00	27,0	108	220	0,490909091
07:00	07:15	17,5	70	217	0,322580645
07:15	07:30	7,0	28	214	0,130841121
07:30	07:45	7,0	28	243	0,115226337
07:45	08:00	25,0	100	199	0,502512563
08:00	08:15	15,0	60	170	0,352941176
08:15	08:30				
08:30	08:45	13,5	54	122	0,442622951
09:00	09:15	16,0	64	125	0,512
09:15	09:30	6,0	24	134	0,179104478
09:30	09:45	7,0	28	131	0,213740458
09:45	10:00	5,0	20	120	0,166666667
10:00	10:15	5,0	20	112	0,178571429
14:00	14:15	13,0	52	153	0,339869281
14:15	14:30	6,0	24	195	0,123076923
14:30	14:45	1,5	6	192	0,03125
14:45	15:00	7,5	30	171	0,175438596
15:00	15:15	0,0	0	153	0
15:15	15:30	8,0	32	228	0,140350877
15:30	15:45	9,0	36	220	0,163636364
15:45	16:00	16,5	66	251	0,262948207
16:00	16:15				
16:15	16:30	10,5	42	258	0,162790698
16:30	16:45	10,0	40	256	0,15625
16:45	17:00	11,5	46	219	0,210045662
17:00	17:15	10,0	40	205	0,195121951
17:15	17:30	11,5	46	182	0,252747253
17:30	17:45	14,0	56	142	0,394366197
17:45	18:00	17,0	68	129	0,527131783
I ALT 7 timer og 30 min.		349	1396	5456	0,255865

Tabel 4.5: Registreringsresultater for begge køreretninger på 2-sporet landevej ved Skive

Observationsstrækningen er 800 meter lang og indeholder 53 vognbanestriber (VBS) der har en længde på 5 meter og en indbyrdes afstand på 10 meter.

Trafikken er dobbeltrettet, og opgørelsen af registrerede vognbaneskift er opgjort for begge køreretninger samlet.

Registreret antal vognbaneskift (begge køreretninger)	349
Beregnet antal registrerede hjulpassager	1396
Beregnet antal hjulpassager pr. køretøj	0,26
Hverdagsdøgntrafik (tællestationsdata) ktj.	9340
Beregnet antal hjulpassager pr. døgn	2390
Antal hjulpassager pr. VBS pr. døgn	45
Antal hjulpassager pr. VBS pr. år (300 døgn)	13.500
Krævet P-klasse for holdbarhed i 1 år	P0
Krævet P-klasse for holdbarhed i 3,7 år	P1

Tabel 4.5.1: Beregning af P-klasse for 2-sporet landevej mellem Skive og Nykøbing Mors.

4.3.2 Rute 26 ved Hammel mellem Århus og Viborg

Rute 26 ved Hammel Århus-Viborg		For begge køreretninger samlet			
		Antal vogn- baneskift Alle køretø- jer	Beregnet antal hjulpassager	Trafik alle køretøjer	Beregnet antal hjulpassager pr. køretøj
15 min. interval					
Fra	Til				
06:00	06:15	3,0	12	187	0,064171123
06:15	06:30	2,5	10	242	0,041322314
06:30	06:45	17,0	68	259	0,262548263
06:45	07:00	3,0	12	338	0,035502959
07:00	07:15	6,0	24	301	0,079734219
07:15	07:30	4,0	16	336	0,047619048
07:30	07:45				
07:45	08:00				
08:00	08:15	9,0	36	236	0,152542373
08:15	08:30	16,5	66	191	0,345549738
08:30	08:45	4,5	18	153	0,117647059
09:00	09:15	9,5	38	135	0,281481481
09:15	09:30	11,0	44	158	0,278481013
09:30	09:45	7,5	30	127	0,236220472
09:45	10:00	3,0	12	109	0,110091743
10:00	10:15	5,0	20	139	0,143884892
14:00	14:15				
14:15	14:30	1,5	6	195	0,030769231
14:30	14:45	3,0	12	187	0,064171123
14:45	15:00				
15:00	15:15	8,0	32	213	0,150234742
15:15	15:30	15,0	60	310	0,193548387
15:30	15:45	1,0	4	277	0,014440433
15:45	16:00	0,0	0	292	0
16:00	16:15	6,5	26	305	0,085245902
16:15	16:30				
16:30	16:45	3,0	12	314	0,038216561
16:45	17:00	9,5	38	245	0,155102041
17:00	17:15	2,0	8	234	0,034188034
17:15	17:30	9,5	38	212	0,179245283
17:30	17:45	3,5	14	187	0,07486631
17:45	18:00	10,5	42	140	0,3
I ALT 6 timer og 45 min.		174,5	698	6022	0,115908

Table 4.6: Registreringsresultater for begge køreretninger på 2-sporet landevej ved Hammel

Observationsstrækningen er 800 meter lang og indeholder 53 vognbanestriber (VBS) der har en længde på 5 meter og en indbyrdes afstand på 10 meter.

Trafikken er dobbeltrettet, og opgørelsen af registrerede vognbaneskift er opgjort for begge køreretninger samlet.

Registreret antal vognbaneskift (begge køreretninger)	174,5
Beregnet antal registrerede hjulpassager	698
Beregnet antal hjulpassager pr. køretøj	0,12
Hverdagsdøgntrafik (tællestationsdata) ktj.	11.352
Beregnet antal hjulpassager pr. døgn	1315
Antal hjulpassager pr. VBS pr. døgn	25
Antal hjulpassager pr. VBS pr. år (300 døgn)	7.500
Krævet P-klasse for holdbarhed i 1 år	P0
Krævet P-klasse for holdbarhed i 3 år	P0
Krævet P-klasse for holdbarhed i 6,7 år	P1

Tabel 4.6.1: Beregning af P-klasse for 2-sporet landevej ved Hammel

Bilag 1

Nordic certification system - fastsatte P-klasser

De fastsatte P-klasser er vist i tabellen herunder (*Table 2. Roll-over classes, EN 1824*). Den er hentet fra VTI-notat 19A-2017: *Nordic certification system for road marking materials. Version 4:2017*.

Table 2. Roll-over classes, EN 1824.

Roll-over class	Number of wheel passages
P0	$\leq 50\ 000$
P1	Between 50 000 and 60 000
P2	$100\ 000 \pm 20\ \%$
P3	$200\ 000 \pm 20\ \%$
P4	$500\ 000 \pm 20\ \%$
P5	$1\ 000\ 000 \pm 20\ \%$
P5.5	$1\ 500\ 000 \pm 20\ \%$
P6	$2\ 000\ 000 \pm 20\ \%$

Bilag 2

Tidsplan for videooptagelserne

Videooptagelserne er foretaget i sommerhalvåret, hvor det er tilstrækkelig lyst i myldretiderne (morgen- og eftermiddagstimerne).

Alle observationer er foretaget på hverdage (tirsdag, onsdag, torsdag).

Observationsstrækning	Dato	Tidsrum for videooptagelse
Hillerødmotortrafikvejen	29-10-2017	06:30 – 10:30 14:00 – 18:10
Østjyske motorvej	20-3-2018 (kl. 6:00-10:00 og fra 14:00-16:00) 19-04 2018 (kl. 16:00-18:00)	06:00 – 10:00 14:00 – 18:00
Sydmotorvejen	15-05-2018	06:00 – 10:00 14:00 – 18:00
Rute 26–Skive/Nykøbing Mors	23-05-2018	06:00 – 10:00 14:00 – 18:00
Rute 26- Århus/Viborg v. Hammel	02-05-2018	06:00 – 10:00 14:00 – 18:00