

Bussveien - Testing av holdeplasshøyder

Sluttrapport

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 398



Tittel

Bussveien - Testing av holdeplasshøyder

Undertittel

Sluttrapport

Forfatter

Svein Lysø

Redaktør: Helene Russell Vastveit

Avdeling

Ressursavdelinga

Seksjon

Planseksjonen

Prosjektnummer**Rapportnummer**

Nr. 398

Prosjektleder**Godkjent av****Emneord**

Bussveien, profilkantstein, holdeplass

Sammendrag

Rapporten oppsummerer resultater fra et forsøk utført for Bussveien for å teste ulike kombinasjoner av holdeplasshøyder og busstyper. Formålet med rapporten er å komme med anbefalinger til holdeplasshøyde og bussmateriell for Bussveien.

Title

Bussveien - Testing bus stop heights

Subtitle

Final report

Author

Svein Lysø

Editor: Helene Russell Vastveit

Department

Planning and Engineering Services
Department

Section

Planning

Project number**Report number**

No. 398

Project manager**Approved by****Key words**

Bussveien, profiled kerb, bus stop

Summary

The report summarizes the results from an experiment executed for Bussveien, to test different combinations of bus stop heights and bus types. The purpose of the report is to present recommendations for bus stop height and bus material for Bussveien.

Forord

Prosjektet Bussveien skal bestå av et sammenhengende nettverk av 22 strekninger med bussvei på til sammen 50 km, som skal stå ferdig i 2023. Noen strekninger er allerede ferdig bygget, mens andre fortsatt er under bygging og planlegging. Mer informasjon på www.bussveien.no.

Rapporten er utarbeidet av Statens vegvesen. Forsøket er utført i samarbeid med Rogaland fylkeskommune, Kolombus og Fylkesrådet for funksjonshemmede.

Statens vegvesen vil takke Skyss i Bergen, samt sjåførene fra Tide Buss AS, for velvilje og bistand ved utlån og utprøving av Van Hool 24 meter gass–elektrisk hybridbuss til forsøket. Vi vil også takke testdeltakerne og Kolombus ved Svein Ystanes for viktig hjelp, gode innspill og forberedende arbeid, fotograf Ola Petter Steinsland og Forus Næringspark for at de stilte tomten forsøket ble utført på til rådighet.

Stavanger/Bergen 21. februar 2018

Sammendrag

Forsøket er igangsatt for å vurdere ulike høyder på kantstein som skal brukes langs holdeplassene til Bussveien. Det ble utført forsøk med ulike kantsteinshøyder, busstype og kategorier av passasjerer med funksjonsnedsettelse. Forsøkene ble gjennomført 27. – 28. september 2017.

Faktorene som er testet er:

- Kantsteinshøyde holdeplass: 18 cm, 23 cm, 26 cm
- Busstype: Ti busstyper med fire ulike dørløsninger
- Passasjer kategorier med funksjonsnedsettelse

Testpersoner og bussjåførers reaksjoner og opplevelser ble registrert for de ulike kombinasjonene. I tillegg ble andre særskilte problemer notert. Alle forsøkene ble filmet.

Det er mange faktorer som spiller inn på hvor god en løsning vil være, som fyllingsgrad, passasjerantall og fjæring i bussen, i tillegg til de utvalgte parameterne. Ingen av de testede løsningene vil helt kunne forebygge skader på bussmateriale eller holdeplass.

Resultater:

Kantsteinshøyde	Observatør	Total sum vurdering
18 cm	Bussjåfør	16 +
	Testpassasjer	17 +
23 cm	Bussjåfør	11 +
	Testpassasjer	15 +
26 cm	Bussjåfør	5 +
	Testpassasjer	3 -

Statens vegvesen anbefaler en holdeplasshøyde på 18 cm, samt at sporvidde, dørløsning, plassering hjelpemidler, elektriske ramper og speilløsning spesifiseres ved bestilling av bussmaterieell.

Videre arbeid:

Bussveien må stille krav til bussmaterieell, og hvilke spesifikasjoner som skal prioriteres. Dette kan skje i samarbeid med leverandørene. Viktige momenter er utforming og valg av dørløsning, nedsenkningsfunksjon, design og plassering av innvendig og utvendig hjelpeutstyr, elektrisk rampe og avstand fra ytterkant hjul til ytterkant karosseri.

Fremtiden kan bringe med seg sensorer som forenkler innkjøring til holdeplass, avanserte automatiske styringssystemer, eller som vi allerede ser i regionen, autonome busser. Det er viktig å satse på løsninger som ikke vil vanskeliggjøre implementering av fremtidig teknologi i Bussveien.

Innhold

1. Innledning.....	4
1.1. Bakgrunn.....	4
1.2. Viktige parametere.....	4
1.3. Profilkantstein.....	4
1.4. Forsøkets omfang.....	4
2. Bakgrunnsmateriale.....	5
2.1. Bussystemets egenskaper.....	5
2.2. Geometriske forhold og avvik.....	5
2.3. Hjelpesystemer funksjonsnedsatte.....	5
3. Beskrivelse av forsøket.....	6
3.1. Generelt.....	6
3.2. Testanlegget.....	6
3.3. Bussene.....	6
3.4. Holdeplass- og profilkantsteinshøyder.....	8
3.5. Passasjer kategorier.....	10
3.6. Ytre forhold under forsøket.....	10
4. Resultater.....	10
4.1. Generelt.....	10
4.2. Sjåførenes observasjoner.....	11
4.3. Testpersoners observasjoner.....	12
4.4. Observerte konfliktelementer.....	13
5. Oppsummering, anbefalinger og videre arbeid.....	18
5.1. Generelt.....	18
5.2. Oppsummering sjåførenes observasjoner.....	18
5.3. Oppsummering testpassasjerers observasjoner.....	19
5.4. Usikkerhet.....	20
5.5. Anbefalinger.....	20
5.6. Videre arbeid.....	22
6. Bibliografi.....	23
Vedlegg I Busstyper.....	24
Vedlegg II Spørreskjema bussjåfører.....	26

1. Innledning

1.1. Bakgrunn

Forsøket er igangsatt for å vurdere ulike høyder på profilkantstein som skal brukes langs holdeplassene til Bussveien. Det ble utført testing med ulike profilkantsteinshøyder, busstype og kategorier av passasjerer med funksjonsnedsettelse. Forsøket ble utført 27. – 28. september 2017.

1.2. Viktige parametere

Kriteriene for holdeplassløsning er:

- Tilgjengelighet for alle
- Sikkerhet for passasjerer og trygghet for sjåfører
- Universell utforming i estetikk og form
- Brukervennlighet for alle funksjonsnivåer
- Enhetlig utforming
- Lavest mulig skaderisiko for materiell

1.3. Profilkantstein



Figur 1 Eksempel profilkantstein utført i betong. Foto: Multiblokk

Det er forutsatt bruk av en spesiallaget kantstein for holdeplassene langs Bussveien, se Figur 1. Fordelen med kantsteinen er at den har en horisontal flate som hjulene kjører på, slik at holdeplasshøyden holdes konstant. Man risikerer dermed ikke setninger i grunnen eller endringer i plattformhøyde på grunn av asfaltering e.l. Asfaltering skjer inntil de vertikale flatene på kantsteinen, både på holdeplassen og i kjørebanelen. Generelt bør holdeplassene forsterkes for å unngå setninger. Profilkantsteinen er glatt, skrå anleggsflate mot hjulet, som gjør det enkelt for sjåføren å kjøre inntil kantsteinen. Dette forhindrer skader på karosseri og dekk/felg, og bussen vil stoppes nokså parallelt med holdeplassen. Profilkantsteinen kan utformes i betong eller i stein (f.eks. granitt), som har høyere slitestyrke.

Forsøkene er utført med profilkantstein.

1.4. Forsøkets omfang

Forsøkets formål er å teste hvilken holdeplasshøyde og -utforming som er optimal for bruk på Bussveien. Den øvrige utformingen av holdeplassen, overbygg, taktil merking, design, osv., er ikke del av forsøket, og disse temaene vil tas opp senere.

2. Bakgrunnsmateriale

2.1. Bussystemets egenskaper

I motsetning til skinnegående systemer, er buss et såkalt «mykt» system der det må tas høyde for ulike faktorer som påvirker systemet. Dette kan være faktorer som innkjøring til holdeplass og relativ posisjonering. I tillegg til de geometriske avvikene som er angitt i kapitlet under, fører særlig menneskelig faktor (sjåførens håndtering av bussen) til varierende posisjonering ved holdeplass.

2.2. Geometriske forhold og avvik

Følgende variabler kan påvirke bussens geometri, og dermed påstigningshøyde og avstand til holdeplass. Målene i parentes er hentet fra en tysk rapport (Soltermann, 2006).

- Produsent
- Sporvidde mellom for- og bakhjul, smalere sporvidde foran enn bak
- Karosserioverheng på/ved bussens hjulaksler
- Hjuloppheng/fjæringssystem
- Innfjæringsmål på luftfjæringen (± 20 mm)
- Utslag ved nedsenkning (nøyaktighet ved senkning: ± 4 mm, nøyaktighet ved heving: ± 9 mm)
- Fjæringshøyde fra tom til full passasjerbelastning (inntil ca. 12 mm)
- Dekkslitasje (profildybde utslag inntil ca. 20 mm)

2.3. Hjelpesystemer funksjonsnedsatte

2.3.1. Ramper



De fleste moderne busser med lavgulv har innebygd rullestolrampe. Denne rampen er som regel montert i den andre døren, nær oppstillingsplass for rullestol på bussen. Plassen er også reservert for barnevogner, og disse kan dermed også benytte seg av rampen ved behov. Alle bussene med lavgulv som ble testet hadde slike ramper. Rampene er som oftest pianohengslet, og vippes opp av gulvet slik at den står vinkelrett ut fra bussen på holdeplassen, se Figur 2.

Det finnes også busser med elektrisk opererte ramper, men av ingen de testede bussene hadde dette.

Figur 2 Rampe for rullestol/barnevoan

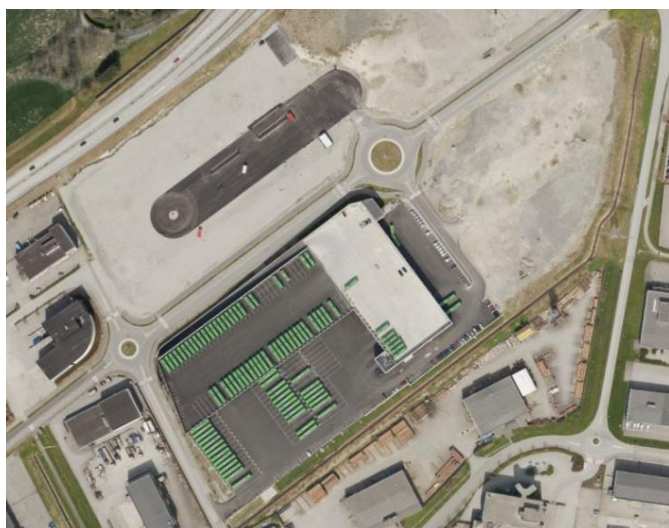
3. Beskrivelse av forsøket

3.1. Generelt

Forsøket ble gjennomført på en næringstomt tilhørende Forus Næringspark, 27.– 28. september 2017. Tomten ligger vis-à-vis det nye bussdepotet i Sola kommune. Alle forsøkene ble filmet. Testbanen inkluderer tre holdeplasser med holdeplass i ulike høyder. Det ble utført forsøk med ti ulike busstyper og fem passasjerkategori med funksjonsnedsettelse. Oversikt kommer i senere kapitler.

3.2. Testanlegget

Bus sveiens testanlegg har til hensikt å teste kantsteinshøyder, leskur, holdeplasser og annen utrustning. Anlegget brukes midlertidig til testing av selvkjørende busser. Området er avsperrert med bom, og alle forsøk foregår uforstyrret av annen trafikk. Se Figur 3 for satellittbilde fra anlegget.



Figur 3 Satellittbilde testanlegg Forus. Kilde: Norge i bilder

3.3. Bussene

3.3.1. Busstyper

I forsøket er det benyttet ti busstyper:

- A. Van Hool ExquiCity, 23,82 m
- B. Volvo 8900, 14,96 m
- C. Mercedes Citaro GU, 18,13 m
- D. Ebusco N/A, 11,98 m
- E. Mercedes Citaro G, 18,13 m
- F. Volvo 8900, 13,10 m
- G. Volvo 8900, 12,10 m
- H. Volvo 8900, 12,23 m

- I. Volvo 9700 S, 13,46 m
- J. Volvo 9800, 13,80 m

Nærmere beskrivelse av bussene er presentert i Vedlegg I.

3.3.2. Dørløsninger

Bussene som ble brukt under forsøket kom fra ulike leverandører og hadde ulike dørløsninger, som påvirker hvordan de fungerer på holdeplassene. Dørløsningene er vist i Tabell 1.

Tabell 1 Oversikt over dørløsninger på bussene brukt i forsøket

Dørløsning	Beskrivelse	Vist i Figur
1	Utoversvingende dør, svinger i en bue parallelt med bussen	Figur 4
2	Utvendig skyvedør	Figur 5
3	Innoversvingende dør, svinger i sin helhet inn i bussen	Figur 6
4	Delvis innoversvingende dør	Figur 7



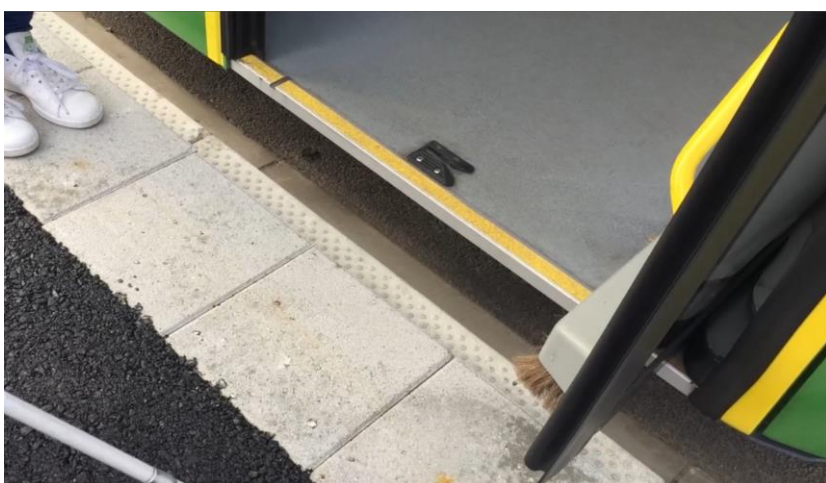
Figur 4 Dørløsning 1. Foto: Statens vegvesen



Figur 5 Dørløsning 2. Foto: Statens vegvesen



Figur 6 Dørløsning 3. Foto: Statens vegvesen

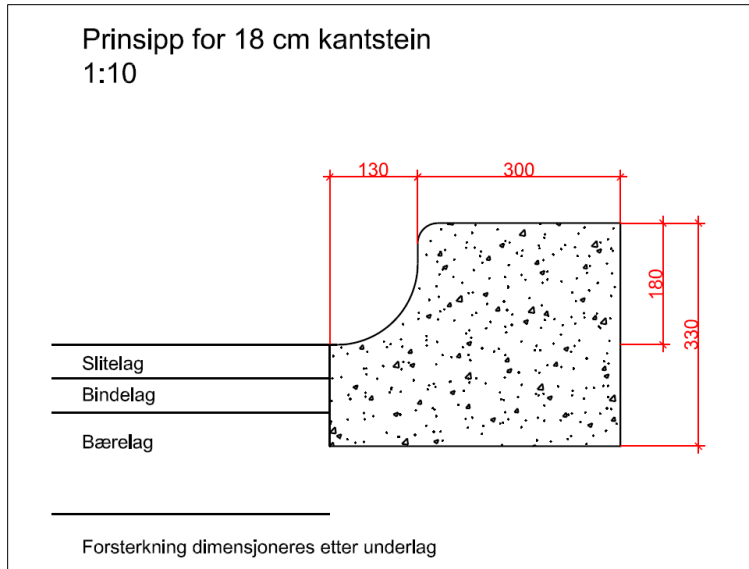


Figur 7 Dørløsning 4. Foto: Statens vegvesen

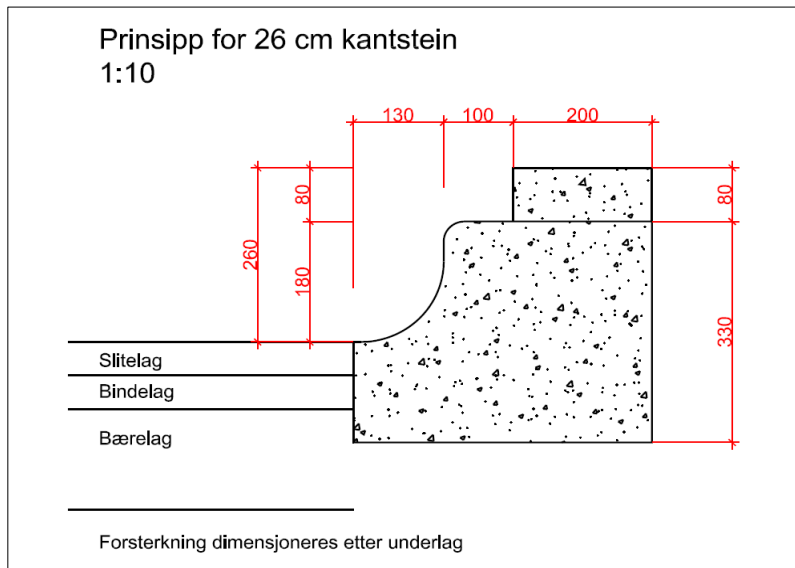
3.4. Holdeplass- og profilkantsteinshøyder

På testanlegget er det laget holdeplasser med profilkantstein, som tidligere beskrevet i kapittel 1.3. Det ble laget holdeplasser med tre ulike høyder—18 cm, 23 cm og 26 cm. Den gitte størrelsen på profilkantsteinen gir avstanden mellom toppen på kantsteinen (holdeplasshøyden) og den horisontale flaten som hjulet kjører på. De to høyeste holdeplasshøydene ble oppnådd ved å bygge opp med flate kantstein på henholdsvis 5 og 8 cm høyde på toppen av profilkantsteinen. Denne steinen ble trukket inn sammenlignet med profilkantsteinen for å forhindre kollisjon med karosseri og felg på bussene. Se Figur 8, Figur 9 og Figur 10 for profilkantsteinssnitt i de tre høydene.

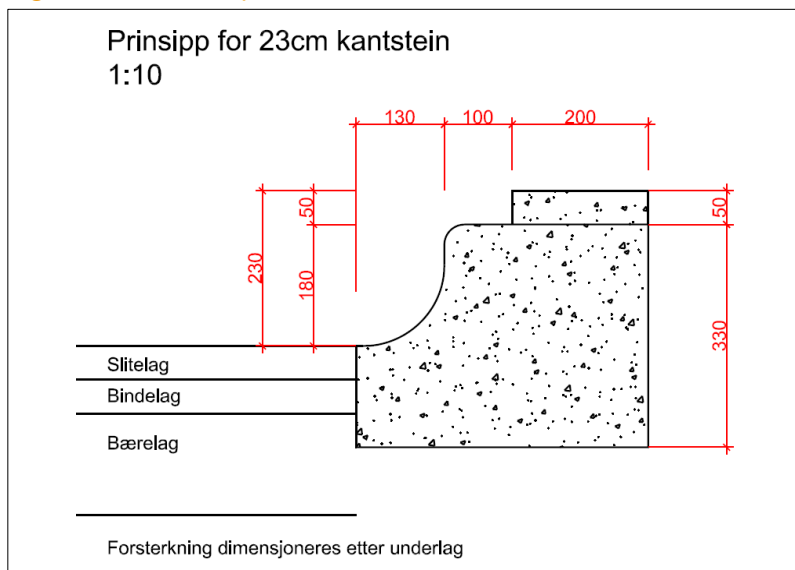
Profilkantsteinene vil fortsette mot venstre på den horisontale flaten hvor det står «Slitelag», «Bindelag» og «Bærelag» i figurene. Dette er for at belastningen fra bussen skal legges på kantsteinen, og ikke på asfalten som lett kan få setninger eller deformasjon. Riktig utførelse av profilkantsteinen er benyttet på testanlegget, som vist i Figur 1.



Figur 8 Snitt 18 cm profilkantstein



Figur 9 Snitt 26 cm profilkantstein



Figur 10 Snitt 23 cm profilkantstein

3.5. Passasjerkategorier

Forsøket ble utført i samarbeid med Fylkesrådet for funksjonshemmede, og testpersonene dekker et representativt utvalg av personer med ulik grad av funksjonsnedsettelse.

3.6. Ytre forhold under forsøket

Under forsøket var det ingen nedbør, delvis skyet til lett skyet, 10–17 °C og frisk bris til liten kuling (historiske værdata fra www.yr.no).

4. Resultater

4.1. Generelt

I Bussveien er det lagt til grunn kantsteinsstopp. Det er et par unntak fra dette på de strekningene som er del av Transportkorridor Vest (TKV) på grunn av tungbilfelt, men i hovedsak vil bussene stoppe i selve busstraséen. Det er dermed relativt enkelt å stoppe bussen tett inntil kantsteinen, nokså parallelt med holdeplassen, i hele bussens lengde.

Flybuss og kystbuss vil kun sporadisk benytte Bussveiens holdeplasser i oppsatte ruter, men ble tatt med i forsøket for å avdekke eventuelle konflikter og mulige tilpasninger. I tillegg må ordinært bussmateriell kunne brukes på Bussveien, da kontraktstid for gjeldene anbud i Kolumbus utgår i 2023/24/25.

Bussveiens strekninger åpnes fortløpende, men den formelle åpningen av konseptet Bussveien er planlagt i 2023.

4.1.1. Bussens tekniske spesifikasjoner

De fleste busser har ulik sporvidde foran og bak, med mindre sporvidde foran på bussen. Under forsøket ble dette målt til ± 5 cm på hver side av bussen. Dette kan gi utfordringer ved holdeplassene, da karosseriet foran kommer inn over profilkantsteinen. Dersom holdeplassene er for høye kan det føre til skader på karosseriet.

Bestilling av bussmateriell med samme utvendig sporvidde foran og bak, vil redusere skaderisikoen.

4.1.2. Forbikjøring etter stopp ved holdeplass

Det er i utgangspunktet ikke avsatt bredde i Bussveien til at busser kan passere hverandre. I tillegg kan en slik utsvinging føre til at overheng på bussen slår inn i holdeplassen, som vist i Figur 11, eller at bussens bakre hjul ender oppe på holdeplassen. Slike situasjoner har høyt skadepotensiale. Dette er svært uønsket, og er uforenlig med kantsteinshøyder over 18 cm. Det anbefales derfor at forbikjøring ikke tillates etter stans på holdeplassene.



Figur 11 Overheng på buss slår ca. 1 m inn på holdeplassen ved utsvinging. Foto: Statens vegvesen

4.2. Sjåførenes observasjoner

Sjåførene ble intervjuet for hver kombinasjon av buss og profilkantsteinshøyde som ble testet. Til dette ble det utarbeidet et spørreskjema, som vist i Vedlegg II. Tema for spørsmålene gikk ut på hvor håndterlig bussen var ved innkjøring til holdeplass, vurdert risikofare, brukervennlighet rampe og helhetlig inntrykk. Disse verdiene er summert opp for hver busstype, som deretter gir en total sum for hver holdeplasshøyde. Enkelte kombinasjoner av busstype og holdeplasshøyde er ikke tatt med, da forsøket hadde et begrenset omfang. Flere av disse er representert av busser med tilsvarende dørløsninger og høyder. Resultatene er presentert i Tabell 2, Tabell 3 og Tabell 4.

Tabell 2 Sjåførens observasjoner holdeplasshøyde 18 cm

	Modell	Innkjøring	Skaderisiko	Rampe	Helhet	Sum vurdering
A	Van Hool ExquiCity	-/+	-/+	+	+	++
C	Mercedes Citaro GU	+	+	+	+	++++
D	Ebusco N/A	+	-/+	+	+	+++
F	Volvo 8900	+	+	+	+	++++
I	Volvo 9700 S, flybuss	+	+	-/+	-/+	++
J	Volvo 9800, kystbuss	+	+	-	-/+	+
				Total sum		16 +

Tabell 3 Sjåførens observasjoner holdeplasshøyde 23 cm

	Modell	Innkjøring	Skaderisiko	Rampe	Helhet	Sum vurdering
A	Van Hool ExquiCity	+	-/+	+	+	+++
C	Mercedes Citaro GU	+	+	-	-/+	+
D	Ebusco N/A	+	-/+ ¹⁾	+	+	+++
F	Volvo 8900	+	-/+ ²⁾	+	+	+++

I	Volvo 9700 S, flybuss	+	-/+ ²⁾	-/+	-/+	+
J	Volvo 9800, kystbuss	+	-/+ ²⁾	-	-/+	0
					Total sum	11 +

¹⁾ Lav buss

²⁾ Nedsenkning ikke mulig, fører til skade på bakdør

Tabell 4 Sjåførenes observasjoner holdeplasshøyde 26 cm

	Modell	Innkjøring	Skaderisiko	Rampe	Helhet	Sum vurdering
A	Van Hool ExquiCity	-/+	-/+	-/+ ³⁾	-/+	0
C	Mercedes Citaro GU	-/+	-/+	+ ³⁾	-/+	-
D	Ebusco N/A	+	-/+	+	+	+++
F	Volvo 8900	+	- ²⁾	+ ²⁾	-/+	+
I	Volvo 9700 S, flybuss	+	-/+	-/+ ⁴⁾	-/+	+
J	Volvo 9800, kystbuss	+	-/+	- ⁵⁾	-/+	0
					Total sum	5 +

¹⁾ Overheng bak ga noe skaderisiko

²⁾ Nedsenkning ikke mulig, fører til skade på bakdør

³⁾ Rampe kan ikke brukes ved nedsenkning

⁴⁾ Utfolding rampe krever mer enn 3 minutter

⁵⁾ Utfolding rampe krever mer enn 15 minutter

⁶⁾ Bakre aksel kan ende opp på holdeplassen ved forbi kjøring etter stans på holdeplass

4.3. Testpersoners observasjoner

Testpersoners observasjoner er oppsummert fra filmingen av forsøket. Deres vurderinger er summert opp for hver busstype, som deretter gir en total sum for hver holdeplasshøyde. Enkelte kombinasjoner av busstype og holdeplasshøyde er ikke tatt med, da forsøket hadde et begrenset omfang. Det er vurdert ulike busser for ulike holdeplasshøyde, men skal fortsatt representere de ulike kombinasjonene. Observasjonene er oppsummert fra filmingen, og er vist i Tabell 5, Tabell 6 og Tabell 7.

Tabell 5 Testpassasjerers observasjoner holdeplasshøyde 18 cm

	Modell	Nedsatt syn	Rullestol	Eldre	Barnevogn	Helhet	Sum vurdering
A	Van Hool ExquiCity	+	+	+	+	+	+++++
B	Volvo 8900, 15 m	+	-/+	+	+	-/+	+++
C	Mercedes Citaro GU	-/+ ¹⁾	+	+	-/+	-/+	++
D	Ebusco N/A	+	+	+	+	+	+++++
F	Volvo 8900, 13 m	-/+	+	+	-/+	-/+	++
					Total sum		17 +

¹⁾ Avhenger av bussens avstand til holdeplassen

Tabell 6 Testpassasjerers observasjoner holdeplasshøyde 23 cm

	Modell	Nedsatt syn	Rullestol	Eldre	Barnevogn	Helhet	Sum vurdering
A	Van Hool ExquiCity, ikke nedsenket	-/+	-/+ ²⁾	-/+	-/+	-/+	0
B	Volvo 8900, 15 m ¹⁾	+	+	+	+	+	+++++
C	Mercedes Citaro GU	+	+ ³⁾	+ ⁴⁾	+ ⁴⁾	+ ⁴⁾	+++++
D	Ebusco N/A	+	+	+	+	+	+++++
F	Volvo 8900, 13 m	-/+	+	-/+	-	-/+	0
					Total sum		15 +

¹⁾ Dør treffer holdeplass ved nedsenkning

²⁾ + med rampe, -/+ uten rampe

³⁾ Uten bruk av rampe

⁴⁾ Stort gap. Skyldes horisontal avstand fra ytterkant profilkantstein til ytterkant holdeplass, se Figur 10.

Tabell 7 Testpassasjerers observasjoner holdeplasshøyde 26 cm

	Modell	Nedsatt syn ¹⁾	Rullestol	Eldre	Barnevogn ¹⁾	Helhet	Sum vurdering
A	Van Hool ExquiCity	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+ ¹⁾	0
C	Mercedes Citaro GU	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+ ¹⁾	0
D	Ebusco N/A	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+ ¹⁾	0
G	Volvo 8900, 12 m	-/+	-/+	-/+	-/+	-/+ ¹⁾	0
H	Volvo 8900, 12 m, høyt gulv	-/+	-/+	-	-	- ²⁾	---
					Total sum		3 -

¹⁾ Stort gap. Skyldes horisontal avstand fra ytterkant profilkantstein til ytterkant holdeplass, se Figur 9.

²⁾ Dør treffer holdeplass ved nedsenkning

4.4. Observertede konfliktelementer

4.4.1. Generelt

Det ble observert konkrete konfliktelementer på de ulike holdeplassene, både av testpassasjerer og av fagfolk fra Kolumbus og Statens vegvesen. Disse blir kort omtalt i påfølgende kapitler. Noen av konfliktene relaterer seg til valg av buss, designvalg, m.m. Disse elementene er tatt med for fremtidig vurdering.

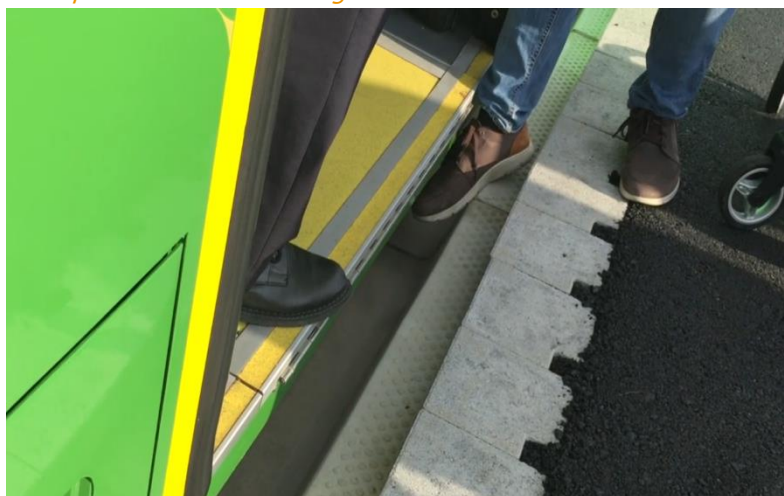
4.4.2. Avstand fra buss til holdeplass



Figur 12 Hjul på barnevogn setter seg fast mellom buss og holdeplass. Foto: Statens vegvesen



Figur 13 Hjul på elektrisk rullestol setter seg fast mellom buss og holdeplass. Foto: Statens vegvesen



Figur 14 Fare for å sette seg fast mellom buss og holdeplass, eller snuble i kanten. Foto: Statens vegvesen

Det er en forutsetning for Bussveien at holdeplassene skal fungere iht. intensjonen, som krever at bussjåførene kjører helt inntil profilkantsteinene. Bussjåførene vegret seg for å kjøre tett inntil kantsteinen, da dette kan påføre bussen skader. Dette ble observert under forsøket, selv der sjåfører ble bedt om å gjenta innkjøring for å komme nærmere holdeplassen. Dette var spesielt prevalent for høydene 23 og 26 cm.

Et vesentlig gap mellom buss og holdeplass bør unngås i størst mulig grad, da det i stor grad vanskeliggjør ombordstigning for funksjonsnedsatte, men også for funksjonsfriske. Dette gjelder både til hjuls, se Figur 12 og Figur 13, og til fots, se Figur 14.

4.4.3. Nedsenkning

Moderne busser har som oftest mulighet til å senke ned karosseriet ved holdeplassene. Dette er en funksjon som er ment å lette ombordstigning, men kan også føre til skade ved enkelte kombinasjoner av holdeplasshøyde og dørløsning. Dette er vist i Figur 15.



På noen av bussene fungerte nedsenkning som en av eller på funksjon, uten mulighet for justering for holdeplasshøyde. En justerbar nedsenkning vil uansett være utfordrende for sjåføren, da dette må gjennomføres fra førerplass via speil eller kamera. Det bør komme autonom teknologi som vil senke bussen til nødvendig høyde.

Figur 15 Volvo 8900, 15 m, ved 23 cm holdeplasshøyde og nedsenk. Foto: Statens vegvesen

Høyden på bussen ved nedsenkning påvirkes også av antall passasjerer. Under forsøket ble de plassert tre passasjerer ved bakre dør, og dette førte til konflikt med holdeplassen, som vist i Figur 16.



Figur 16 Hevet flybuss med tre passasjerer ved bakdør første fortsatt til konflikt med holdeplass. Foto: Statens vegvesen

Noen busser hadde problemer med høyden på holdeplassen, f.eks. Volvo 9700 S som har dørløsning 1 (utoversvingende dører parallelt med bussen), som ikke kunne åpne døren ved høyde 26 cm. Se Figur 17.



Figur 17 Flybuss ved 26 cm holdeplasshøyde. Foto: Statens vegvesen

4.4.4. Andre utfordringer

Det ble under forsøket observert utfordringer mht. utforming av bussmateriell og inventar. Nedenfor er noen av de momentene som ble observert.

Hjelpemidler

På mange av bussene var rekkverk/håndlist plassert for lavt, slik at testpassasjer med nedsatt synsfunksjon ikke fant den, eller ikke hadde nytte av den. Dette vanskeliggjorde på- og avstigning. Se Figur 18.

På utsiden av bussenes bakre dør er det på noen busstyper en knapp for å åpne bakdøren. Om den var tilstede, og plassering varierte mellom busstyper.



Figur 18 Lav høyde på rekkverk/håndlist i Volvo 8900, 15 m. Foto: Statens vegvesen

Plass avsatt til rullestol og barnevogn

Noen av bussene hadde begrenset areal avsatt til barnevogn og rullestol, se Figur 19. Liten klaring medførte økt tidsbruk som følge av mye manøvrering.

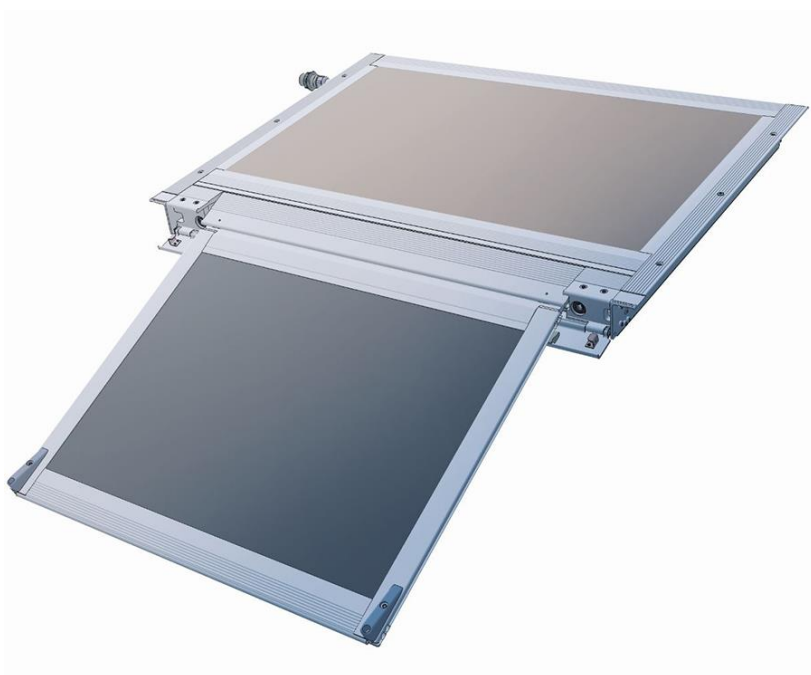


Figur 19 Begrenset areal til elektrisk rullestol i Volvo 8900, 15 m. Foto: Statens vegvesen

Ramper for rullestol og barnevogn

Bussene som hadde manuelle ramper for rullestol krevde verktøy for å få tak i håndtaket, eller hadde klemfare mellom rampe og holdeplass ved utlegging, og var dermed uhensiktsmessige. Manuell rampe krever også at enten bussjåfør eller medpassasjerer er tilgjengelige eller villige til å legge ut rampen. Det var tydelige tegn på gjennomgående lite bruk og vedlikehold på rampene, som førte til vanskelighetene med utlegging under forsøket.

Det finnes leverandører av elektriske ramper til busser, blant annet Schaltbau Bode som vist i Figur 20. Slike ramper vil forenkle forholdene for ombordstigning.



Figur 20 Eksempel på elektrisk rampe. Illustrasjon: Schaltbau Bode

Speilutforming

Dårlig utforming av speil kan medføre skade på personer på holdeplassene, dersom de står nær holdeplasskanten. Speilene stikker 20–30 cm ut fra karosseriet, og er i en høyde som kan medføre hodeskade.

Vintervedlikehold

Vintervedlikehold vil også påvirke konfliktnivå mellom buss og holdeplasshøyde. Snø eller is på holdeplass eller i vegbane vil endre høydeforholdet mellom disse, og kan også føre til en sideveis forskyving bort fra holdeplassen. Enten bør manuell vintervedlikehold ved holdeplassene skje hyppig, eller så bør holdeplassene utformes på en slik måte at høydeforskjell mellom buss og holdeplass ikke endres som følge av is eller snø på holdeplass eller i vegbane. Da f.eks. ved bruk av varmekabler.

5. Oppsummering, anbefalinger og videre arbeid

5.1. Generelt

Forsøkets resultater er basert på menneskelig observasjon fra sjåførere og testpassasjerer. Tilsvarende rapporter utviklet av andre fokuserer på de mer tekniske aspektene omkring holdeplasser, f.eks. høyde på karosseri, avstander og høyder på profilkantstein, m.m. En sveitsisk rapport fra AÖV/VBZ (Zürich, Amt für Öffentliches Verkehr / VerkehrsBetriebe, 2010) går systematisk til verks, og er et eksempel på en slik studie.

5.2. Oppsummering sjåførenes observasjoner

For 18 cm holdeplasshøyde er helhetsinntrykket positivt for alle bussene, sett bort fra flybuss og kystbuss. Total poengsum: 16 +

For 23 cm holdeplasshøyde får alle bussene positivt helhetsinntrykk, bortsett fra buss C (Mercedes Citaro) og buss F (Volvo 8900) som fikk nøytral karakter. Grunnen til dette er at holdeplasshøyden vanskeliggjorde bruk av rampe for rullestol ved nedsenkning på buss C, mens buss F fikk skade på bakdøren ved bruk av nedsenkning. Total poengsum: 11 +

For 26 cm holdeplasshøyde fikk kun buss D (Ebusco N/A) positiv karakter. De øvrige fikk nøytral karakter. Total poengsum: 5 +

Konklusjon:

Gode karakterer for innkjøring, skaderisiko på bussmateriell, brukervennlighet ramper og nedsenkning, og helhetsinntrykket ga høyest totale poengsum på 16 +. Dette viser at bussjåførene foretrekker 18 cm holdeplasshøyde.

5.3. Oppsummering testpassasjerers observasjoner

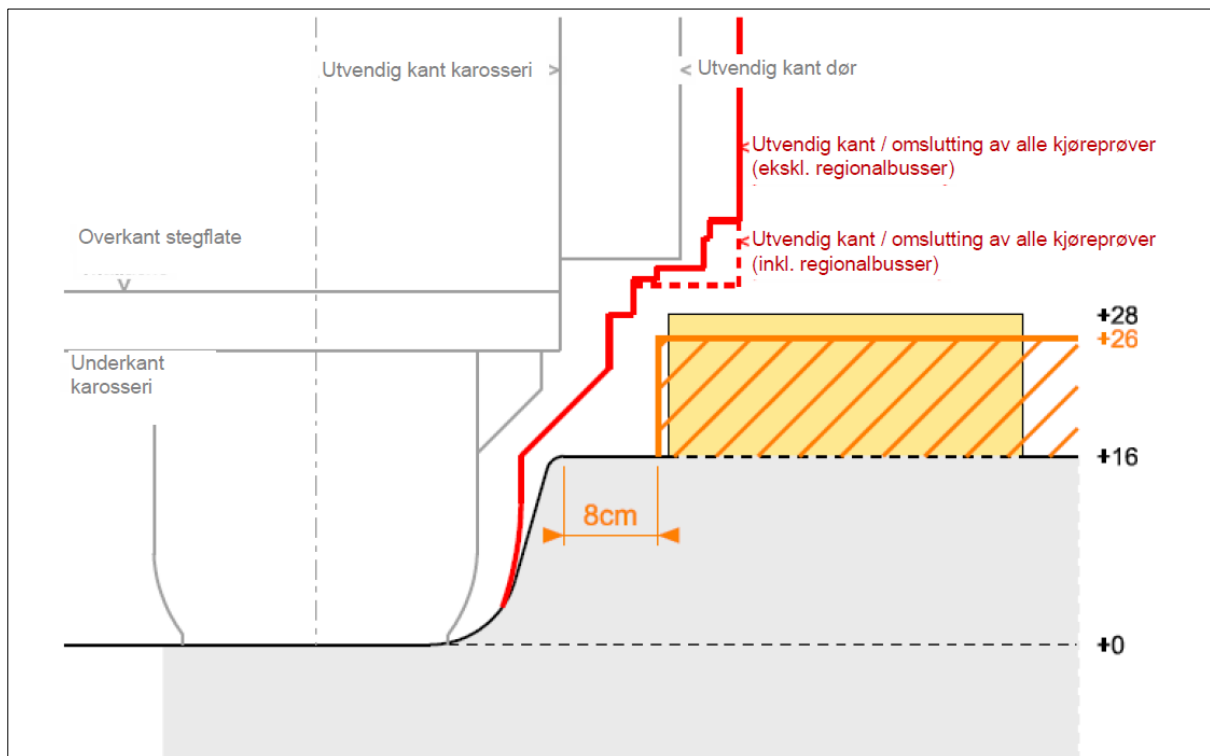
For 18 cm holdeplasshøyde har buss A (Van Hool) og F (Volvo 8900) de mest positive tilbakemeldingene, men det er lite som skiller busstypene, da alle stort sett har positive verdier. Total poengsum: 17 +

For 23 cm holdeplasshøyde har buss B (Volvo 8900, nedsenket), C og F positiv karakter. De fungerte bra for alle passasjerkategorier. De øvrige bussene fikk nøytral karakter. Total poengsum: 15 +

For 26 cm holdeplasshøyde oppnådde ingen busser positiv karakter. Bussene A, C, D og G (Volvo 8900) fikk nøytral karakter, mens buss H og I fikk negativ karakter. I hovedsak skyldtes de lave karakterene stort horisontalt gap og noe høydeforskjell mellom buss og holdeplass. Total poengsum: 3 -

Konklusjon:

Testpassasjerene var mest fornøyd med 18 og 23 cm holdeplasshøyde. Det er notert at det horisontale gapet som ga lavere karakterer for 23 og 26 cm holdeplasshøyde kan reduseres ved lavere avstand mellom profilkantsteinens og påbygningssteins ytterkant. Denne var på 10 cm i forsøket. Se Figur 10 og Figur 9 for detaljer. Figur 21 viser at en sveitsisk rapport fant at optimal avstand fra påbygningsstein til profilkantstein var 8 cm, da dette gir reduksjon av gap uten økt risiko for skade på bussmateriell. Høyest totale poengsum var for 18 cm holdeplass med 17 +, som viser at testpassasjerene foretrekker 18 cm holdeplasshøyde.



Figur 21 Snittegning profilkantstein ved ulike høyder med optimalisert avstand fra påbygningsstein til profilkantstein (Zürich, Amt für Öffentliches Verkehr / VerkehrsBetriebe, 2010)

5.4. Usikkerhet

Det er flere faktorer som spiller inn på hvordan buss, passasjerer og holdeplass vil interagere. Variasjon i antall og type passasjerer, valg av bussmateriell, fysiske parametere som bussens fjæring og nedsenkning og sjåførenes håndtering av bussen kan påvirke den horisontale og vertikale avstanden mellom buss og holdeplass. Det er flere typer bussmateriell som skal fungere langs Bussveien, og valg av løsning bør være tilpasset dette.

5.5. Anbefalinger

5.5.1. Kantsteinstype og materiale

Det forutsettes at Bussveien skal benytte seg av profilkantstein langs holdeplassene, formet som vist i **Feil! Fant ikke referansekilden..** Denne har en bred, horisontal kant som busshjulet kjører oppå, som gir konstant vertikal avstand mellom buss og holdeplass, og hindrer høydeendringer som følge av setninger i asfalten eller fremtidig asfaltering.

Erfaringen med profilkantstein i armert betong fra testanlegget på Forus er negative med tanke på slitestyrke og skader, til tross for at anlegget er lite brukt av busser, se Figur 22. Skader på stein kan komme av uforsiktig behandling av materiale under legging, eller bruk av stein av lav kvalitet. Generelt viser dette at det lettere forekommer skader og avskaling på betong, som tilsier at profilkantstein brukt i Bussveien bør være i stein, fortrinnsvis granitt, iht. formingsveilederen.



Figur 22 Eksempel skade på betongkantstein. Foto: Statens vegvesen

5.5.2. Holdeplasshøyde

Holdeplasshøyde 18 cm

Ved bruk av 18 cm holdeplasshøyde forhindrer man skader på profilkantstein og buss som følge av nærføring for alt testet bussmateriell. Samtidig vil det gi høydeforskjell mellom holdeplass og gulv i bussen, som reduserer komfort og brukervennlighet for flere passasjer kategorier. Høydeforskjellen kan reduseres ved nedsenkning, da det ikke ble observert konflikt mellom buss og holdeplass på 18 cm under forsøket. Dette forbedret forholdene for testpassasjerene. Ulempen ved bruk av nedsenkning er økt tidsbruk, som kan oppleves negativt av passasjerer, påvirke økonomien og redusere attraktiviteten til Bussveien. Tidstapet anslås å være 2–3 sekunder, og tidstapet regnes derfor som marginalt.

Holdeplasshøyde 23 cm

Ved bruk av 23 cm holdeplasshøyde forekommer det skader som følge av nærføring for enkelte busstyper og dørløsninger. I forsøket ble profilkantsteinen bygget opp med en påbyggingsstein for å oppnå ønsket holdeplasshøyde, men ved bruk i Bussveien ville profilkantsteinen bestilles i rett høyde, med et tilsvarende trinn på maks 8 cm. For 23 cm holdeplasshøyde er det lite behov for nedsenkning, som dermed gir lavere tidsbruk enn 18 cm holdeplass, og bør gi økt brukervennlighet for flere passasjer kategorier. Eventuelt tidstap ved bruk av nedsenkning er likt som for 18 cm holdeplass. For enkelte busstyper medførte nedsenkning økt skaderisiko som følge av kontakt mellom dør og holdeplass.

Holdeplasshøyde 26 cm

Ved bruk av 26 cm holdeplasshøyde forekommer det skade som følge av nærføring for enkelte busstyper og dørløsninger. I forsøket ble profilkantsteinen bygget opp med en påbyggingsstein for å oppnå ønsket holdeplasshøyde, men ved bruk i Bussveien ville profilkantsteinen bestilles i rett høyde, med et tilsvarende trinn på maks 8 cm. Det er lite behov for nedsenkning ved denne holdeplasshøyden, som gir lavere tidsbruk enn ved 18 cm holdeplasshøyde, og bør gi økt brukervennlighet for flere passasjer kategorier. For enkelte busstyper medførte nedsenkning økt skaderisiko som følge av kontakt mellom dør og holdeplass, da spesielt busser med utoversvingende dører, og flybuss og kystbuss.

Anbefaling:

Dersom det kun var Bussveien-busser som skulle benytte seg av busstraséen, ville holdeplasshøyde på 23 eller 26 cm vært å anbefale, da disse fjerner behovet for nedsenkning, som gir høy skaderisiko. Ettersom det vil være andre busser i busstraséen, og det allerede er avgitt kontrakter for bussmateriell ut over 2023 når Bussveien skal stå ferdig, står valget mellom 18 og 23 cm.

De to laveste holdeplasshøydene fikk høyest karakter av testpassasjerer og bussjåførere. En lavere skaderisiko som følge av kontakt mellom holdeplass og karosseri, samt vurderingen som bussjåførene og testpassasjerene har gjort (33 + for 18 cm, 26 + for 23 cm), gjør at det anbefales å bruke 18 cm profilkantsteinshøyde på holdeplassene til Bussveien.

5.5.3. Spesifikasjoner til bussmateriell og holdeplasser

Sporvidde

Lik sporvidde foran og bak på bussmateriellet bør legges til grunn.

Dørløsning

Forsøket viste at dørløsning 2, og spesielt dørløsning 3 (helt innoversvingende dør) gir få konflikter, og minst skaderisiko. Disse to alternativene bør dermed legges til grunn ved bestilling av bussmateriell.

Hjelpemidler

Standardisert plassering av innvendige og utvendige hjelpemidler bør legges til grunn.

Plass til rullestol og barnevogn

Størrelse på areal avsatt til rullestol og barnevogn bør tas til vurdering. Det må balanseres mellom antall seter til andre passasjerer, og tidsbruk som følge av vanskelig manøvrering om bord for rullestoler og barnevogner.

Ramper for rullestol og barnevogn

Det bør legges til grunn elektriske ramper for å redusere tidsbruk som følge av rampeutsetting, og for å heve brukervennligheten for passasjerer med nedsatt funksjon.

Speilutforming

Speil bør utformes slik at skaderisiko ved holdeplassene minimeres ved inn- og utkjørsel.

Vintervedlikehold

Varmekabler på holdeplassene bør legges til grunn iht. formingsveilederen for Bussveien, for å sikre høy standard, og for å minimere risiko for skader på bussens karosseri ved snø.

5.6. Videre arbeid

Bussveien må stille krav til bussmateriell, og hvilke spesifikasjoner som skal prioriteres. Dette kan skje i samarbeid med leverandørene. Viktige momenter er utforming og valg av dørløsning, nedsenkningsfunksjon, design og plassering av innvendig og utvendig hjelpeutstyr, elektrisk rampe og avstand fra ytterkant hjul til ytterkant karosseri.

Fremtiden kan bringe med seg sensorer som forenkler innkjøring til holdeplass, avanserte automatiske styringssystemer, eller som vi allerede ser i regionen, autonome busser. Det er viktig å satse på løsninger som ikke vil vanskeliggjøre implementering av fremtidig teknologi i Bussveien.

6. Bibliografi

Soltermann, R. (2006). *Verifizierung der fahrzeugtechnischen Betrachtungen in den Funktionalen Anforderungsprofilen*. Evilard: Soltermann Engineering Consulting SEC.

Zürich, Amt für Öffentliches Verkehr / VerkehrsBetriebe. (2010). *Forhøyet "Kassel-spesialplattform": Undersøkelse angående handicapvennlig påstigning på buss samt kombinert stoppkant buss/trikk*. Zürich: SNZ Ingenieure and planer AG.

Vedlegg

Vedlegg I Busstyper

Egenskaper	A	B	C	D	E
Merke/modell	VAN HOOL EXQUICITY 24	VOLVO 8900	MERCEDES CITARO GU	EBUSCO N/A	MERCEDES CITARO G
Busstype	Leddbuss; 2 ledd, 3 seksj.	3-akslet buss	Leddbuss	El. buss	Leddbuss
Registreringsnummer	GA10910	RL10405	RL11249	EK24409	RL10604
Antall aksler	4 aksler	3 aksler	3 aksler	2 aksler	3 aksler
Lengde	23,82 m	14,96 m	18,13 m	11,98 m	18,13 m
Bredde	2,55 m	2,55 m	2,55 m	2,54 m	2,55 m
Passasjerkapasitet	153	125	127	98	150
Fremre dør	Utvendig skyvedør	Delvis innover-svingende dør	Utvendig skyvedør	Fullstendig innover-svingende dør	Delvis innover-svingende dør
Øvrige dører	Utvendig skyvedør	Utoversvingende dør, parallelt	Delvis innover-svingende dør	Fullstendig innover-svingende dør	Delvis innover-svingende dør
Akselavstand		7,194 m	5,9 m	6,01 m	5,9 m
Rullestolrampe	Klapprampe	Klapprampe	Klapprampe	Klapprampe	Klapprampe
Egenskaper	F	G	H	I	J
Merke/modell	VOLVO 8900	VOLVO 8900	VOLVO 8900	VOLVO 9700 S	VOLVO 9700
Busstype	2-akslet buss	2-akslet buss	Klasse 2 buss, høyt gulv	Flybuss, høyt gulv	Kystbuss, høyt gulv
Registreringsnummer	RL10490	RL10335	RL10477	RL12468	-
Antall aksler	2 aksler	2 aksler	2 aksler	2 aksler	3 aksler
Lengde	13,10 m	12,10 m	12,23 m	13,46 m	13,8 m
Bredde	2,55 m	2,55 m	2,55 m	2,55 m	2,55 m
Passasjerkapasitet	81	99	64	56	57 (54)
Fremre dør	Delvis innoversvingende dør	Delvis innover-svingende dør	Delvis innoversvingende dør	Delvis innover-svingende dør	Delvis innover-svingende dør
Øvrige dører	Utoversvingende dør, parallelt	Utoversvingende dør, parallelt	Utoversvingende dør, parallelt	Utoversvingende dør, parallelt	Utoversvingende dør, parallelt

Akselavstand	7,194 m	6,33 m	6,33 m	-	-
Rullestolrampe	Klapprampe	Klapprampe	Integrert i trapp bak	Integrert i trapp bak	Integrert i karosseri

Vedlegg II Spørreskjema bussjåfører

Spørsmål for bussjåfører

(for alle perronghøyder og alle busstyper)

Busstype/fabrikat: _____ Perronghøyde: _____

1. Hvor enkelt var det å komme nær nok perrongen ved innkjøring?

Enkelt

Middels

Vanskelig

Utfyllende kommentarer:

2. Er/var du bekymret for skader på bussen ved kjøring inn til perrong/holdeplass?

Nei, ikke bekymret

Litt

Veldig bekymret

Utfyllende kommentarer:

3. Kjenner du til om bussen kan senkes for å forenkle innsteget for passasjerene?

Ja

Nei

4. Kjenner du til **hvordan man senker bussen?**

Ja

Nei

5. Tenker du på **overhenget bak bussen** når du kjører ut fra perrong/holdeplass (ved utsving)?

Ja

Litt/Noe

Nei

Utfyllende kommentarer:

6. Hvordan var det å **legge ut rampen** for rullestol?

Enkelt

Litt vanskelig

Vanskelig

Utfyllende kommentarer:

7. **Helhetsinntrykk** av **denne** bussen på **denne** holdeplassen?

Godt

Middels

Dårlig

Utfyllende kommentarer:



Statens vegvesen
Region vest
Ressursavdelinga
Postboks 43 6861 LEIKANGER
Tlf: (+47) 22073000
firmapost-vest@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

Trygt fram sammen