


# RAPPORT

JB 2014/06



## RAPPORT OM PÅKJØRSEL VED MÅRDALEN HOLDEPLASS, BYBANEN BERGEN 17. OKTOBER 2013

 English summary included

Statens havarikommisjon for transport (SHT) har utarbeidet denne rapporten utelukkende i den hensikt å forbedre jernbanesikkerheten. Formålet med undersøkelsene er å identifisere feil og mangler som kan svekke jernbanesikkerheten, enten de er årsaksfaktorer eller ikke, og fremme tilrådinger. Det er ikke havarikommisjonens oppgave å ta stilling til sivilrettslig eller strafferettslig skyld og ansvar. Bruk av denne rapporten til annet enn forebyggende sikkerhetsarbeid skal unngås.

Statens havarikommisjon for transports virksomhet er hjemlet i lov 3. juni 2005 nr. 34 om varsling, rapportering og undersøkelse av jernbaneulykker og jernbanehendelser m.m. § 3 jf. forskrift 31. mars 2006 nr. 378 om offentlige undersøkelser av jernbaneulykker og alvorlige jernbanehendelser m.m . § 2

**INNHOLDSFORTEGNELSE**

SAMMENDRAG.....	3
SUMMARY.....	3
1. FAKTISKE OPPLYSNINGER .....	5
1.1 Melding om havariet .....	5
1.2 Undersøkelsen og organisering.....	5
1.3 Hendelsesdata .....	5
1.4 Hendelsesforløp .....	5
1.5 Ulykkesstedet .....	8
1.6 Redningsinnsats .....	8
1.7 Skader .....	8
1.8 Involverte i ulykken .....	8
1.9 Kommunikasjon og varsling .....	10
1.10 Været.....	10
2. GJENNOMFØRTE UNDERSØKELSER.....	11
2.1 Om undersøkelsene .....	11
2.2 Bybanen i Bergen.....	11
2.3 Undersøkelse av infrastruktur .....	12
2.4 Undersøkelse av materiell.....	14
2.5 Undersøkelse av operative forhold .....	16
2.6 Menneske – Teknikk – Organisasjon.....	16
2.7 Involvert personell .....	19
2.8 Lover og forskrifter.....	19
3. ANALYSE.....	22
3.1 Hendelsesanalyse .....	22
3.2 Barriereanalyse .....	22
3.3 Konsekvensanalyse .....	25
4. KONKLUSJON .....	26
5. GJENNOMFØRTE ELLER PLANLAGTE TILTAK .....	26
6. SIKKERHETSTILRÅDINGER .....	27
VEDLEGG.....	28

## SAMMENDRAG

Onsdag 17. oktober 2013 ble en person påkjørt av en sporvogn på Mårdalen holdeplass på Bybanen i Bergen. Vedkommende omkom på stedet.

Personen var i ferd med å krysse over sporene utenfor fotgjengerovergangen for å komme over til plattformen på motsatt side da ulykken inntraff. Vedkommende antas å ha hatt fokus rettet mot sporvognen som stod ved plattformen på motsatt side for å ta den videre til jobb, og oppdaget derfor ikke sporvognen som kom fra venstre i det nærmeste sporet.

Bybanen har lagt vekt på åpenhet og tilgjengelighet ved sine holdeplasser. Det er lite bruk av fysiske barrierer som ledegjerder og rekkverk. Separeringen mot øvrig trafikk er løst visuelt ved bruk av ulike materialer for å skille arealene, og markere overgangssteder for fotgjengere. Disse skillene ble ikke fulgt ved denne ulykken.

Det er ingen tekniske barrierer som varsler om at en sporvogn er på vei inn til holdeplassen. Bybanen har vurdert at sporvognens lydsignal er et tilstrekkelig tiltak mot sammenstøt. Denne ulykken, og forskning på "Second train coming"-problematikken, reiser tvil om dette er tilstrekkelige tiltak til å forebygge ulykker for alle brukere, for eksempel barn, eldre og mennesker med nedsatt funksjonsevne.

Det ble satt opp et midlertidig ledegjerde på Mårdalen holdeplass rett etter ulykken. Havarikommisjonen kjenner ikke til andre vedtatte tiltak, eller permanente endringer i etterkant av ulykken.

Statens havarikommisjon for transport fremmer en sikkerhetstilråding ved denne undersøkelsen. Denne retter seg mot å sannsynliggjøre at Bybanens holdeplasser er utformet slik at det er tilrettelagt for sikker kryssing for alle brukere.

## SUMMARY

On Wednesday 17 October 2013, a person was hit by a light rail vehicle at the Mårdalen stop on Bergen Light Rail. The person died at the scene of the accident.

The accident occurred as the person was in the process of crossing the tracks some way away from the pedestrian crossing in order to get to the platform on the other side. It is assumed that the deceased was focusing on the vehicle standing at the platform on the opposite side in order to take it to work, and therefore failed to notice the light rail vehicle coming from the left on the nearest track.

Bergen Light Rail has emphasised openness and accessibility at its stops. Physical barriers such as guide fences and railings are little used. The problem of separation from other traffic has been solved visually by using different materials to distinguish between areas and marking places where pedestrians can cross. These distinctions were not observed in connection with this accident.

There are no technical barriers that give warning that a vehicle is approaching a light rail stop. In Bergen Light Rail's view, the sound signal from the light rail vehicle is sufficient to prevent collisions. This accident, and research on the 'second train coming' issue, raises doubts about whether this measure is sufficient to prevent accidents among all users, for example children, the elderly and people with functional impairments.

A temporary guide fence was put up at the Mårdalen stop immediately after the accident. The Accident Investigation Board Norway (AIBN) is not aware of the implementation of any other measures or permanent changes after the accident.

The AIBN proposes a safety recommendation based on this investigation. It aims to substantiate that Bergen Light Rail's stops are designed in a manner that facilitates safe crossing by all users.

# 1. FAKTISKE OPPLYSNINGER

## 1.1 Melding om havariet

Statens havarikommisjon for transport ble varslet om ulykken den 17. oktober 2013. To personer reiste til Bergen og hadde samtaler med involvert personale og involverte selskaper onsdag 23. oktober 2013. Varsel om oppstart av undersøkelse ble sendt til berørte parter og ERA fredag 25. oktober 2013.

## 1.2 Undersøkelsen og organisering

Beslutning om å gjennomføre en sikkerhetsundersøkelse er gjort på bakgrunn av Jernbanesikkerhetsdirektivet, Kapittel IV, Artikkel 19, pkt. 2, bokstav a) hvor alvorlig ulykken eller hendelsen er. Organisering og mandat for undersøkelsen ble besluttet i oppstartmøtet.

Undersøkelsen er gjennomført som et prosjektarbeid, ledet av undersøkelsesleder. Undersøkelseseier er avdelingsdirektør, Jernbaneavdelingen i Statens havarikommisjon for transport.

## 1.3 Hendelsesdata

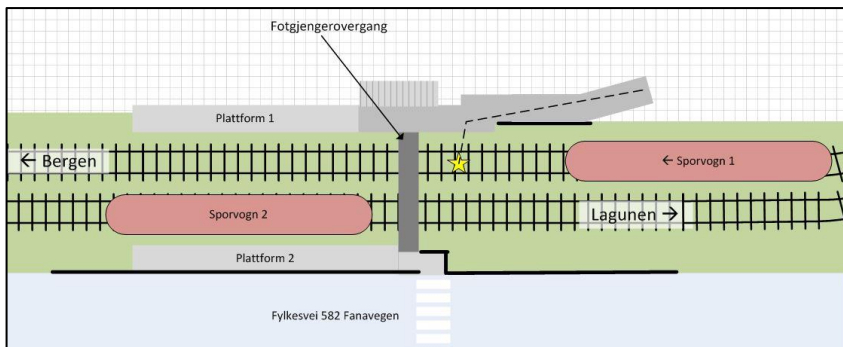
<b>Rapport om påkjørsel ved Mårdalen holdeplass, Bybanen Bergen torsdag 17. oktober 2013</b>	
Involvert materiell:	Stadler variobahn-vogn 208
Eier:	Bybanen AS
Bruker:	Fjord1Partner (Keolis Norge AS <sup>1</sup> )
ECM:	Stadler Pankow
Passasjerer:	30-40 reisende
Besetning:	1 Vognfører
Havaristed:	Bybanen i Bergen, Mårdalen holdeplass, høyre spor Lagunen-sentrum
Havaritidspunkt:	Torsdag 17. oktober 2013 kl. 07:57.
Omkomne:	1 fotgjenger

## 1.4 Hendelsesforløp

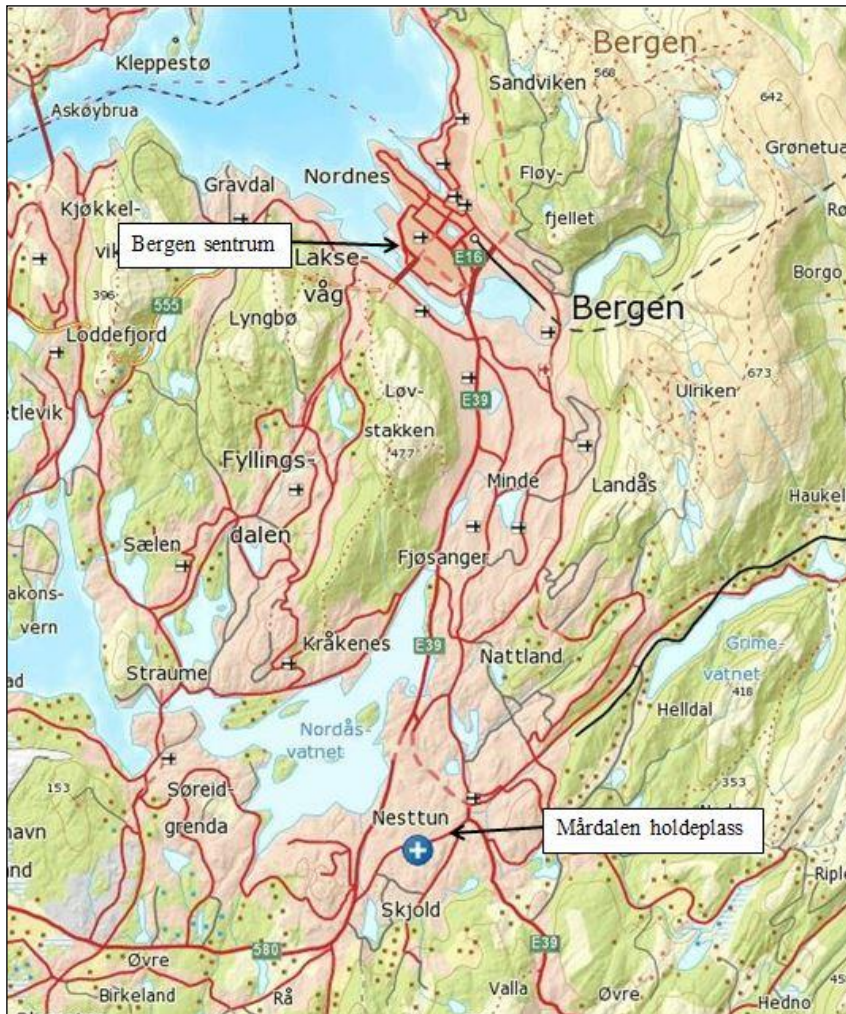
Onsdag 17. oktober 2013 ble en person påkjørt av en sporvogn på Mårdalen holdeplass på Bybanen i Bergen. Vedkommende omkom på stedet.

I følge video fra frontkameraer på sporvognene kom personen ned en gangvei fra lille Skjolddalen. Vedkommende var i ferd med å krysse sporene utenom fotgjengerovergangen til plattformen for vogn i retning Lagunen på motsatt side (figur 1). Vognfører bjellet da sporvognen i retning sentrum (sporvogn 1) kjørte inn mot holdeplassen. Sporvognen i retning Lagunen stod ved plattformen på motsatt side (sporvogn 2).

<sup>1</sup> Keolis Norge AS fra april 2014



Figur 1: Skisse av Mårdalen holdeplass og ruten vedkommende gikk mot sporvognen til Lagunen. Illustrasjon: SHT



Figur 2: Kartutsnitt som viser Mårdalen holdeplass. Kartgrunnlag: Statens kartverk, Geovekst og kommuner

Videoene viser at vedkommende gikk i rask gange i retning mot fotgjengerovergangen med ryggen til sporvognen (figur 3), før vedkommende vendte til venstre (figur 4) og vendte omlag 90° mot venstre og gikk ut i sporet. Vognføreren så vedkommende i det denne trakk ut i sporet. Personen ble truffet av midten på sporvognens front, slått overende, dratt med langs sporet og havnet til slutt under sporvognen. Sporvognen var i ferd med å bremse ned for å stoppe på Mårdalen holdeplass, og stoppet derfor raskt.





Figur 3: Den hvite pilen viser gangveien og retningen vedkommende kom gående mot holdeplassen. Foto: SHT



Figur 4: De hvite pilene viser hvor vedkommende kom gående og deretter vendte til venstre og gikk ut i sporet. Sporvognenes posisjoner er identiske med hendelsesforløpet. Foto: SHT

Føreren anropte umiddelbart trafikkledeisen og varslet om ulykken, ba om assistanse og om at redningsetatene ble varslet. Føreren informerte de reisende om at det hadde inntruffet en ulykke og ba de om å forholde seg i ro. Passasjerene ble noe senere evakuert gjennom de bakre dørene i sporvognen.

Vognen i retning Lagunen stod på holdeplassen og var klar til å kjøre mot Lagunen da ulykken inntraff. Føreren på denne sporvognen varslet også trafikkledeisen, og ba om assistanse av redningsetatene. Føreren spurte også de reiende om det var en lege eller medisinsk personale til stede, men det var det ikke.

Sikkerhetsjefen i Fjord1Partner (Keolis Norge AS) reiste etter kort tid til ulykkesstedet sammen med en person fra trafikkledeisen, som også hadde rollen som tillitsvalgt i virksomheten.



## 1.5 Ulykkesstedet

Mårdalen holdeplass ligger på byggetrinn to av Bybanen i Bergen. Fra Lagunen kommer traséen gjennom Skjold tunnel, går deretter i inn en høyrekurve med svak stigning inn mot holdeplassen.



Figur 5: Mårdalen holdeplass og gangveien fra Lille Skjoldalen ned mot holdeplassen. Pilene viser retningen vedkommende kom gående, sirkelen viser punktet for sammenstøtet. Ledegjerdet langs sporet ble satt opp etter ulykken. Foto: SHT

## 1.6 Redningsinnsats

Bergen brann- og redningsetat utførte redningsarbeidet på stedet. Bybanen AS eier en redningsbil som er spesialutstyrt for assistanse og redningsinnsats for Bybanen i Bergen, og denne opereres av Bergen brann- og redningsetat.

## 1.7 Skader

### 1.7.1 Personskader

En person omkom i ulykken.

### 1.7.2 Skader på involvert materiell og infrastruktur

Det oppstod ikke skader på materiell eller infrastruktur.

## 1.8 Involverte i ulykken

### 1.8.1 Personalet

Vognføreren av involvert Variobahn-vogn 208 er ansatt i Fjord1partner AS (Keolis Norge AS) og ble godkjent for selvstendig tjeneste 23. mai 2013.

### 1.8.2 Fotgjengeren

Fotgjengeren kom ned gangveien fra Lille Skjoldalen for å benytte sporvognen til Lagunen.

### 1.8.3 Vitner

En vogn i retning Lagunen stod på Mårdalen holdeplass. Vognføreren på denne sporvognen var vitne til ulykken. I tillegg ble hendelen filmet av frontkameraet til denne sporvognen.

### 1.8.4 Infrastruktur

Mårdalen holdeplass ligger langs fylkesvei 582 Fanaveien. Holdeplassen er skjermet mot fylkesveien med gjerde. Det er et ledegjerde mellom fylkesveien og plattform nr. 2, og fotgjengerovergang til plattform 1 på motsatt side (figur 1). Adkomst til plattform 1 for Bybanen inn til sentrum er enten via en trapp eller en gangvei ned mot og bort til plattform. Det er også adkomst til holdeplassen fra Fanaveien via en fotgjengerovergang som krysser Fanaveien.

### 1.8.5 Kjørevei

Spolet består av vignolskinner i ballastspor, og rilleskinner i ballastfritt spor. Sporvidden er 1435 +/- 2 mm. Strømforsyningen er 750 V DC. Største tillatte kjørehastighet på Bybanen er 70 km/t.

### 1.8.6 Trafikkledelse og signalsystem

Bybanen fremføres i en kombinasjon av kjøring på sikt i bybildet i blandet trafikk, og på signaler på deler av strekningen når fremføringen foregår på egen trasé.

Trafikkledelse og signalsystemer har fungert som forutsatt og anses ikke å ha påvirket ulykken.

### 1.8.7 Materiell

Stadler Variobahn-vogn 208 var involvert i hendelsen. Variobahn-vognene har en lengde på 32,37 meter og en egenvekt på 41,8 tonn. Variobahn-vognene har 84 sitteplasser og 128 ståplasser. Største tillatte kjørehastighet er 80 km/t, men Variobahn-vognene i Bergen har en fartssperre på 70 km/t. Variobahn-vognene har lavgulv-konsept for enkel av- og påstigning.



Figur 6: Bybanens Stadler variobahn-vogn. Kilde: Bybanen AS

## **1.9 Kommunikasjon og varsling**

Kommunikasjonen på Bybanen mellom trafikkleder og vognfører foregår på TETRA sambandsnett. Informasjon om midlertidige eller faste endringer formidles til vognførerne gjennom sirkulærer, ordre og oppslag.

Fjord1Partner AS (Keolis Norge) skal i henhold til inngått tilgangsavtale, datert 14. mai 2009, varsle Bybanen AS ved ulykker og alvorlige hendelser. Ved denne ulykken ble Bybanen AS kjent med ulykken ca. 30 minutter etter hendelsen.

## **1.10 Været**

Torsdag den 17. oktober 2013 kl. 08:00 var det i Bergen overskyet, 7,3 °C, 0,0 mm nedbør og svak vind, 2,7 m/s fra nord-nordvest og det var i grålysningen.

## 2. GJENNOMFØRTE UNDERSØKELSER

### 2.1 Om undersøkelsene

I undersøkelsen har Havarikommisjonen vektlagt å klarlegge det faktiske hendelsesforløpet ved ulykken, og valg av utforming og barrierer ved Mårdalen holdeplass. Det er innhentet informasjon om Bybanen som konsept, og det er innhentet informasjon om menneskers generelle situasjonsforståelse og adferd på denne type steder.

### 2.2 Bybanen i Bergen

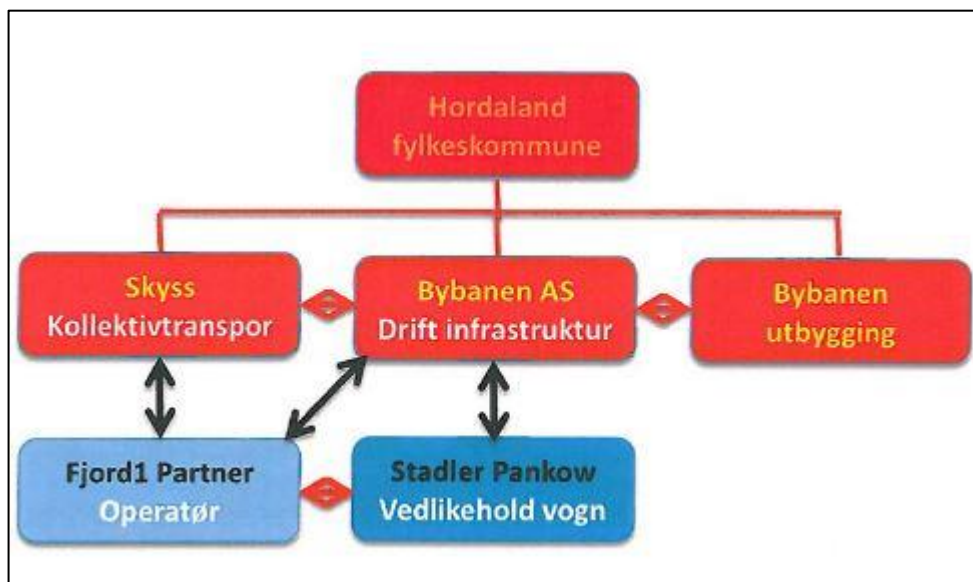
#### 2.2.1 Om Bybanen som konsept

En bybane er en moderne linje som delvis kjøres skilt fra annen trafikk, og delvis kjøres i blandet trafikk. På egne traséer, adskilt fra annen trafikk, kan den oppnå mye av T-banens eller forstadsbanens hastighet. Bybanen i Bergen er konstruert for en dimensjonerende hastighet på 50 km/t der banen fremføres i blandet trafikk i gate, og 80 km/t der banen fremføres i egen trasé. Ved kjøring i blandet trafikk fremføres Bybanen i henhold til veitrafikkloven<sup>2</sup>, mens det i egen trasé benyttes en kombinasjon av kjøring på sikt i åpent terreng og på signaler gjennom tunneller.

Første byggetrinn, fra sentrum til Nesttun, ble åpnet for passasjertrafikk 22. juni 2010. Andre byggetrinn, fra Nesttun til Lagunen, ble åpnet for trafikk i juni 2013.

#### 2.2.2 Organisasjonsstruktur

Figur 7 viser eierstruktur og samarbeidspartnere for Bybanen AS i Bergen.



Figur 7: Eierstrukturen av Bybanen i Bergen. Kilde: Bybanen AS

- Hordaland Fylkeskommune er hovedeier av Bybanen AS og Bybanen utbygging AS.

<sup>2</sup> Lov om vegtrafikk

- Bybanen utbygging AS står for utbyggingen og ferdigstillingen av byggetrinnene av Bybanen i Bergen. Byggetrinnene overleveres driftsklare til Bybanen AS.
- Bybanen AS har som oppgave å drive infrastrukturen og det rullende materiell (Variobahn-vognene) til Bybanen i Bergen.
- Fjord1Partner AS (Keolis Norge AS) er operatør av Bybanen og har ansvaret for den daglige driften. De leverer førere og bemanner driftssentralen til Bybanen. Fjord1Partner eies av selskapet Group Keolis som har hovedkontor i Frankrike. Fjord1Partner AS har fra april 2014 byttet navn til Keolis Norge AS.
- Stadler Pankow Norge AS er leverandør av vedlikeholdet av Variobahn-vognene.

### 2.2.3 Samspill mellom de ulike aktørene

Bybanen AS har etablert flere samhandlingsplattformer for aktørene til Bybanen. Følgende kontaktpunkter benyttes:

Møter:

- Samhandling mellom Bybanen AS og Bybanen utbygging hver 4. uke.
- Samhandling mellom Bybanen AS, Bybanen utbygging, Skyss og Hordaland Fylkeskommune, Samferdsel hver 4. uke.
- Sikkerhet og kvalitet mellom Bybanen AS og Fjord1Partner AS hver 2. uke.
- Vognmøter mellom Bybanen AS, Stadler og Fjord1Partner AS ca. hver 3. uke.

Ad hoc møter etter behov:

- Driftsmøter mellom Bybanen AS, Fjord1Partner AS og Skyss.
- Garantioppfølgingsmøter mellom Bybanen Utbygging og Bybanen AS.
- Driftsmøter mellom Fjord1Partner AS og Skyss.

Det avholdes løpende styremøter (9-10 årlig) i Bybanen AS og årlig generalforsamling med Hordaland Fylkeskommune.

Innmelding av hendelser skal gjøres fortløpende via det elektroniske registreringssystemet VIS. I følge Bybanen AS er det telefon- og mailkontakt etter behov på alle plan og alle punkter som trenger umiddelbar respons. Likeledes gir samlokaliseringen på Kronstad depot med Bybanen drift AS og Fjord1Partner AS (Keolis Norge AS) synergier i form av uformell informasjonsutveksling.

## 2.3 **Undersøkelse av infrastruktur**

### 2.3.1 Sikkerhetsstyring

Bybanen AS skal drive risikobasert sikkerhetsstyring i henhold til gjeldende regelverk i Kravforskriften<sup>3</sup>, og etablert god praksis for skinnebaserte systemer. Sikkerhetspolitikken ved Bybanen AS bygger på en nullvisjon, hvor målet for sikkerhetsarbeidet er at det ikke skal forekomme ulykker som fører til at personer blir drept eller varig skadet på grunn av Bybanens virksomhet.

Ved gjennomføringen av risikoanalyser og fareidentifikasjoner for byggetrinnene 1 og 2 ble det benyttet 11 topphendelser. Det ble gjennomført en konseptrisikooanalyse Nestun-Rådal, datert 9. november 2007. De identifiserte risikoforholdene fra denne ble overført

---

<sup>3</sup> Forskrift om krav til sporvei, tunnelbane og forstadsbane, og sidespor m.m.

til Farelogg 24-07-01. Et av de identifiserte risikoforholdene for delstrekning 3 var *Personskade, påkjørsel av person ved Skjoldskiftet og Mårdalen holdeplass (TH10)*. Det ble vurdert at det ikke var nødvendig med ytterligere tiltak, ut over at sporvogn var utstyrt med lydsignal.

### 2.3.2 Trasé og linjen

I planbeskrivelsene som lå til grunn for prosjekteringen og byggingen av Bybanen er det lagt vekt på tre grunnprinsipper; tilgjengelighet, fremkommelighet og åpenhet. Hordaland fylkeskommune valgte det tyske BOstrab<sup>4</sup> konseptet som retningsgivende for de rammebetingelsene som ble lagt til grunn for valg av konsept for banen.

Traséen ble derfor lagt slik at holdeplasser ble lokalisert i nærheten av bosteder og arbeidsplasser, og i forhold til andre transportsystemer. Videre var det et klart mål om at banen skulle få den beste fremkommeligheten, og at den slik sett skulle være uavhengig av annen trafikk og gis maksimal prioritet i alle signalanlegg hvor banen krysser gater og veier med veitrafikk. Videre skulle traséen legges med åpenhet mot øvrige trafikanter uten barrierer som gjerder, tunneler og lignende.

### 2.3.3 Utforming av holdeplasser

Holdeplassene er utformet etter de generelle prinsippene som nevnt i kapittel 2.3.2. Det er lagt vekt på åpenhet og tilgjengelighet i prosjekteringen og byggingen. Det er eksempelvis lite bruk av ledegjerder og rekkverk, og separeringen er heller løst visuelt og taktilt (skal kunne ses og oppleves for synshemmede gjennom berøring). Det er benyttet ulike materialer for å skille arealer og markere for eksempel overgangssteder for fotgjengere. Holdeplassene er utstyrt med skilt som sier «All ferdsel i sporet forbudt» og «Vikeplikt for sporvogn».

### 2.3.4 Tilrettelagt kryssing av sporet

På Mårdalen holdeplass er det lagt til rette for kryssing av sporet i den sydlige delen av holdeplassen. Kryssingsstedet er markert med nedsenket kantstein, taktile ledelinjer og avvikende dekke over sporene (Strailplater (figur 8)). Det tilrettelagte kryssingspunktet ligger i bunnen av en lang gang- og sykkelveirampe som går fra det lokale veinettet og ned til holdeplassen. Rampen og gangveien har en høy betongvegg på den ene siden. På den siden av sporet hvor fotgjengeren gikk ut i traséen var det ikke satt opp ledegjerde på ulykkestidspunktet.

---

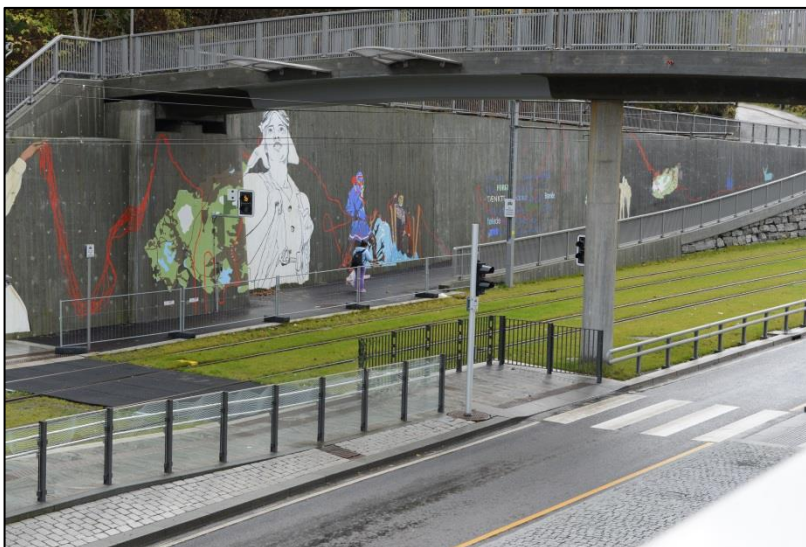
<sup>4</sup> Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen (Straßenbahn-Bau- und etriebsordnung - OStrab) BOstrab, Ausfertigungsdatum: 11.12.1987





Figur 8: Tilrettelagt kryssing av sporet. Det midlertidige ledegjerdet som vises på bildet ble satt opp etter ulykken. Foto: SHT

På motsatt side, i tilknytning til gangfeltet over Fanaveien, er det imidlertid satt opp ledegjerde for å lede fotgjengere som krysser veien inn mot den til rettlagte kryssingen over bybanesporene. Dette gangfeltet er bygget etter de kravene som er gitt i Statens vegvesens normaler og retningslinjer for etablering av fotgjengerkryssinger.

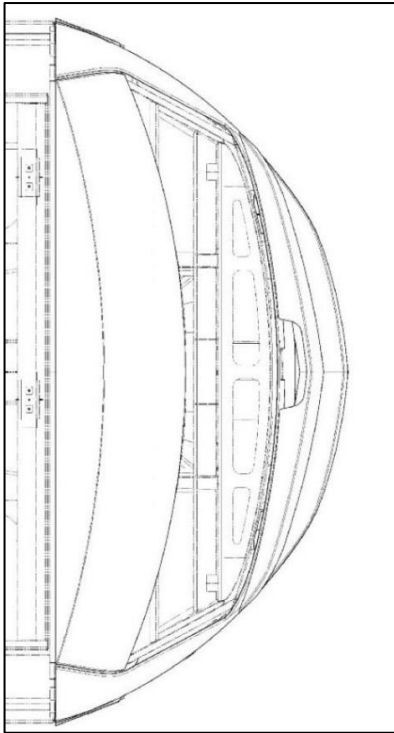


Figur 9: Tilrettelagt kryssing over sporet og gangfelt med ledegjerde over Fanaveien. Foto: SHT

## 2.4 Undersøkelse av materiell

### 2.4.1 Utforming av Variobahn-vognen

Variobahn-vognen har en såkalt innbygget passiv sikkerhet og fotgjengerbeskyttelse i spurvognens fronter. Utformingen med sine avrundede kanter skal gjøre at fotgjengere som blir truffet av spurvognen blir kastet ut til siden (figur 10). Videre er spurvognen utrustet slik at om en person eller et objekt ligger på bakken, skal såkalte «skinneryddere» sørge for at vedkommende eller objektet ikke bli kjørt over, men skjøvet til side (figur 11).

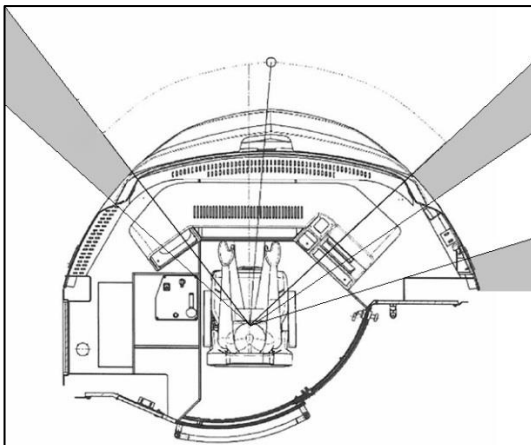


Figur 10: Den buede formen på variobahn-vognens front. Kilde: Bybanen AS



Figur 11: Skinnerydder foran hjul. Kilde: Keolis Norge AS

Førerrommene i Variobahn-vognene er moderne og utformet iht. gjeldene retningslinjer for ergonomi. Førerne sitter høyt med god sikt fremover. Variobahn-vognens A-stolper er grove og gir noe blindsoner både til høyre og venstre (figur 12 og figur 13). Blindsoner har ikke blitt fremhevet eller nevnt som et problem av de vognførerne Havarikommisjonen har snakket med, men er en observasjon Havarikommisjonen har gjort ved denne undersøkelsen. Blindsoneproblematikk er også tidligere behandlet i JB rapport 2009/07 om sammenstøt mellom trikk og minibuss i Parkveien i Oslo.



Figur 12: En illustrasjon av blindsonerområdene for vognførerne. Illustrasjon: SHT



Figur 13: A-stolpen på høyre side og sidevindu. Foto: SHT

#### 2.4.2 Registrerende hastighetsmålerutstyr, frontkameraer og videokamera

Variobahn-vognene er utstyrt med MC-B31-CAN-BUS Data Recorder registreringsenhet som blant annet registrerer tid, strekning, hastighet og bremses.

Registreringsenheten viser at sporvognen hadde en hastighet på 28 km/t da fører aktiverte bremsene under innkjøringen til Mårdalen holdeplass. Hastigheten er under fastsatt maksimal hastighet på stedet som er 35 km/t. Sammenstillingen av utskriften fra registreringsenheten og sporvognens frontkamera viste at vognføreren aktiverte varselklokken kl. 07:56:57. En gjennomgang av videoene fra de to sporvognenes frontkameraer viste videre at den forulykkede fortsatte i rask gange i retning fotgjengerovergangen og plattformen med ryggen til sporvognen. Klokken 07:56:59 vendte vedkommende nesten 90° til venstre og gikk ut i sporet (se figur 1).

Fra det punktet vognføreren hadde mulighet til å registrere hva som skjedde og til sporvognen stoppet fortsatte sporvognen ca. 8 meter. Hastigheten på det tidspunktet var 13 km/t. Vognføreren aktiverte også magnetskinnebremsen det siste sekundet av ulykken, og sporvognen stoppet etter 2 sekunder, kl. 07:57:01.

## 2.5 Undersøkelse av operative forhold

### 2.5.1 Informasjon fra involvert personale

Havarikommisjonen har gjennomført samtaler med involvert vognfører, vognfører i den motgående sporvognen og trafikkleder/verneombudet som var på Mårdalen holdeplass ulykkesdagen. Informasjonen fra disse samtalene gjengis ikke direkte i rapporten, men er brukt som underlag i de kapitlene der dette er relevant.

Det ble i forbindelse med en befarings 6. mars 2014 også gjennomført samtaler med et tilfeldig utvalg vognførere for å få en innsikt i, og forståelse av, hvordan samhandlingen mellom veitrafikken, fotgjengere og Bybanen i Bergen fungerer og oppleves fra vognførernes side.

Havarikommisjonen har i forbindelse med undersøkelsen også hatt flere møter med sikkerhetsansvarlige i Bybanen AS og Fjord1Partner (Keolis Norge AS).

## 2.6 Menneske – Teknikk – Organisasjon

### 2.6.1 Situasjonsforståelse

For å forstå hvorfor ulykker skjer er det ofte også nødvendig å forsøke å forstå hvorfor en person handlet – eller unnlot å handle – på en bestemt måte. En av mange måter å gjøre dette på er å ta utgangspunkt i begrepet situasjonsforståelse. Etter en gjennomgang av mange forskningsarbeider valgte Dominguez (1994)<sup>5</sup> å definere situasjonsforståelse som *“å kontinuerlig innhente informasjon fra omgivelsene, integrere denne informasjonen med tidligere kunnskap for å danne et helhetlig mentalt bilde, og å bruke dette bildet for å styre videre persepsjon idet man forutser framtidige hendelser.”*<sup>6</sup>

En lignende definisjon benyttes av Endsley (1995b)<sup>7</sup>, som definerer situasjonsforståelse som *“bevissthet om elementer i omgivelsene i rom og tid, forståelse av deres betydning og å forutse deres natur i nær framtid”*. Her understrekes det også at personens mentale

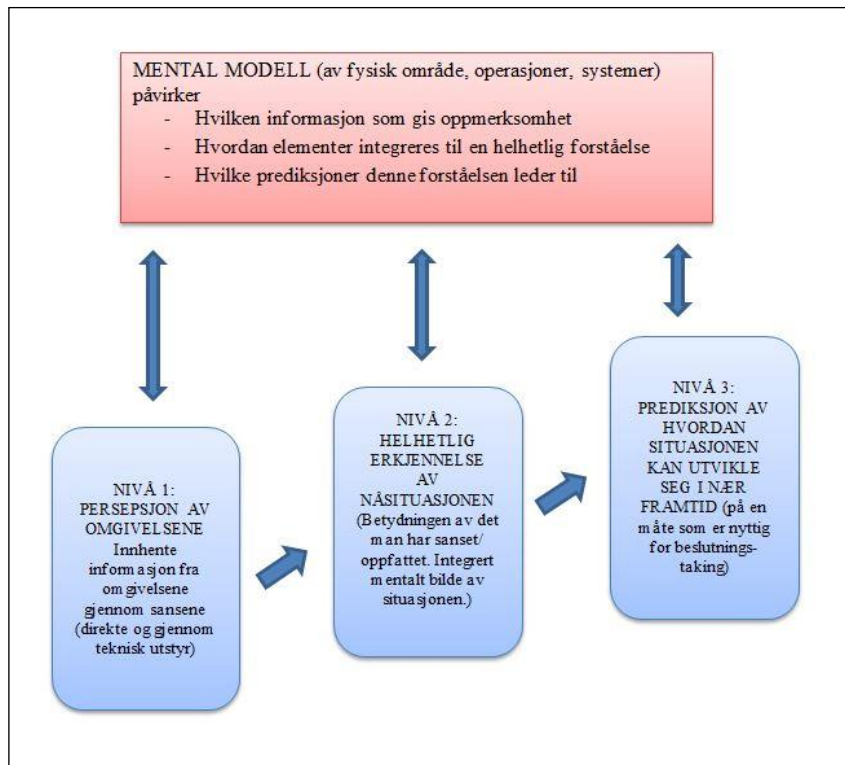
---

<sup>5</sup> Dominguez, C., Vidulich, M., Vogel, E. & McMilan, G., 1994. Situation awareness: Papers and annotated bibliography, s.l.: Armstrong Laboratory, Human System Center.

<sup>6</sup> Havarikommisjonens oversettelse.

<sup>7</sup> Endsley M. (1995b) Paper, situational awareness

modell av det geografiske området han eller hun befinner seg i, arbeidsprosessen, organisasjon og teknologi spiller aktivt inn på situasjonsforståelsen. Dette er illustrert i figur 14.



Figur 14: Viser mental modell situasjonsforståelse. Tilpasset etter Endsley, 2000a

Mange års forskning har dokumentert at menneskers oppfattelsesevne ikke er en objektiv, passiv og perfekt registrering av omgivelsene. Eksempler på kilder til nedsatt situasjonsforståelse på nivå 1 i figur 14 er feil knyttet til oppmerksomhet: personen ser eller hører ikke fordi oppmerksomheten er rettet mot noe annet, eller man tror man ser/hører noe annet enn det man faktisk ser på grunn av en sterk forventning om hva man kommer til å få se eller høre («confirmation bias»). Dessuten kan hukommelsesfeil, nedsatt funksjon i deler av sanseapparatet, påvirkning av substanser som alkohol eller medisiner, trøtthet og slitenhet med mer påvirke hvor nøyaktig personen oppfatter sine omgivelser.

På nivå 2 kan situasjonsforståelsen bli nedsatt fordi personen ikke har erfaring eller mental kapasitet til å forstå hva det som er sett og hørt innebærer for nå-situasjonen man befinner seg i. Dessuten kan faktorer som dårlig kommunikasjon og samarbeid med andre, og mangel på opplæring og erfaring virke negativt inn på situasjonsforståelsen.

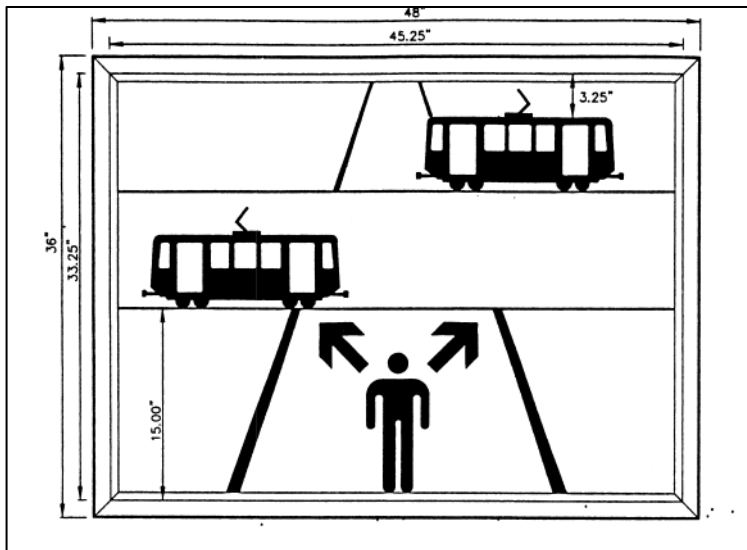
Begrensninger i situasjonsforståelsen på nivå 3 omfatter blant annet nedsatt problemløsningsevne grunnet for høyt stressnivå, fiksering på en del av problemet i stedet for å planlegge hva som må gjøres ut fra en helhetlig forståelse av situasjonen, samt mangel på relevant opplæring og erfaring.

Begrepet situasjonsforståelse vil være utgangspunktet for å vurdere situasjonen og handlingene til både vognføreren og fotgjengeren i denne ulykken.

## 2.6.2 Når to tog passerer stasjon eller planovergang på omtrent samme tid (“Second Train Coming”)

Det synes å være et vedvarende fenomen på dobbeltspor-overganger at trafikanter foretar kryssing av sporene mens de fokuserer på ett togsett, for eksempel det toget de har planlagt å reise med og ikke vil komme for sent til. Dermed glemmer de å være oppmerksomme på togsett som kommer på det andre sporet, fra motsatt retning. Fenomenet benevnes gjerne som “Second Train Coming” (STC).

I USA er det gjort undersøkelser av hvilken effekt tog-aktivert varselsignal i form av et lysende skilt har på fotgjengere og bilisters atferds i en STC-situasjon.<sup>8</sup>



Figur 15: Viser eksempel på “Second Train Coming”-skilt. Kilde: Transit Cooperative Research Program

Ved The Los Angeles Metro Blue Line dokumenterte man endringer i trafikantenes atferd gjennom videoopptak før og etter installeringen av det aktive varselkiltet på en meget trafikkert planovergang. Resultatene man oppnådde var:

- Antall fotgjengere som krysset sporene mindre enn 15 sekunder før togsett nummer to passerte ble redusert med 14 %.
- Antall fotgjengere som krysset sporene mindre enn seks sekunder før togsett nummer to passerte ble redusert med ca. 32 %.
- Antall fotgjengere som krysset sporene mindre enn fire sekunder eller mindre før togsett nummer to passerte ble redusert med 73 %.

I en spørreskjemaundersøkelse av 556 fotgjengere på den samme planovergangen rapporterte 77 % at de hadde sett STC-skiltet. Av disse var det bare fire prosent som hadde oppfattet at det varslet om at to togsett var ventet på omtrent samme tid ved planovergangen. Imidlertid tolket de aller fleste skiltet som et tegn på fare, og 92 % av respondentene sa at skiltet innebar økt sikkerhet for dem ved sporene. Dette kunne gi seg utslag i at de stoppet, så til begge sider, eller på annen måte tok forholdsregler mot å bli overkjørt av toget.

<sup>8</sup> Second Train Coming Warning Sign Demonstration Projects, Transit Cooperative Research Program, Nov. 2002 – Nr 51.



Ved Baltimore Central Light Rail Line (CLRL) installerte man også STC-skilt på en sterkt trafikkert planovergang. Konklusjonene fra undersøkelsen var at skiltingen medførte en nedgang i antall ulovlige sporkryssinger av bilister og fotgjengere med mer enn 80 %. Dette var i andre 30-dagers observasjonsperiode, noe som viste at den fulle effekten av skiltingen ikke kom umiddelbart. Resultatene viser også at bilistene ved den aktuelle planovergangen fortsatte å utvise risikabel atferd, som det å krysse sporet mens bomarmene er på veg opp mens varsellysene fortsatt lyser rødt.

Resultatene fra Los Angeles og Baltimore viser at STC-skilt har en positiv effekt på trafikantenes atferd på de aktuelle planovergangene, men at de ikke løser hele STC-problematikken på planoverganger med mer enn ett spor.

### 2.6.3 Fotgjengeren

Den forulykkede benyttet høreapparat, og dette var i bruk da ulykken inntraff. Havarikommisjonen har mottatt informasjon som tyder på at høreapparatet fungerte godt for vedkommende som bruker og at det med stor sannsynlighet også fungerte på ulykkesdagen.

## 2.7 **Involvert personell**

### 2.7.1 Kompetansekrav til personalet

Vognfører hadde gjennomgått og bestått opplæring i henhold til krav i forskrift 18. desember 2002 nr. 1679 om opplæring av personell med arbeidsoppgaver av betydning for trafikksikkerheten ved jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane m.m. (opplæringsforskriften). Opplæringen av vognførere for Fjord1Partner AS (Keolis Norge AS) tar 6 uker.

### 2.7.2 Personalets arbeidstid og turnus

Vognførers tjeneste de siste 72 timer var i henhold til arbeidstidsbestemmelsene. Den 22. oktober 2013 begynte vognfører sin tjeneste kl. 06:51.

### 2.7.3 Medisinske og personlige forhold.

Vognfører hadde gjennomgått og bestått helseundersøkelsen. Det var ikke gitt dispensasjoner eller tatt forbehold av noe slag.

Personalet hadde ingen sammenfallende gjøremål eller arbeidsoppgaver som påvirket ulykken.

Det er ikke avdekket andre forhold av betydning for ulykken.

## 2.8 **Lover og forskrifter**

### 2.8.1 Nasjonale lover og forskrifter

Det overordnede regelverket for jernbanevirksomhet er gitt i lov 11. juni 1993 nr. 100 om anlegg og drift av jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane m.m



(jernbaneloven) med tilhørende lover og forskrifter. I det følgende henvises det til paragrafer som er relevante for denne ulykken.

Jernbaneloven § 6 Tillatelse til å drive jernbanevirksomhet lyder:

*”Den som vil drive kjørevei eller trafikkvirksomhet må ha tillatelse fra departementet. ... (osv.).. ”.*

Bybanen AS og Fjord1Partner AS (Keolis Norge AS) har slik tillatelse.

Forskrift 6. desember 2006 nr 1356 om krav til sporvei, tunnelbane og forstadsbane, og sidespor m.m. (kravforskriften)“ § 2-1 Sikkerhetsmessig forsvarlig drift lyder:

*“Virksomheten skal drives sikkerhetsmessig forsvarlig slik at jernbaneulykker, alvorlige jernbanehendelser og jernbanehendelser unngås så langt det med rimelighet er gjennomførbart.*

*Virksomheten skal planlegges, organiseres og utføres med det formål å kontinuerlig forbedre sikkerheten ”*

§ 3-3. Barrierer lyder:

*“Jernbanevirksomheten skal ha barrierer som reduserer sannsynligheten for at feil og fare- og ulykkessituasjoner utvikler seg. Barrierene skal begrense mulige skader og ulemper. Der det er nødvendig med flere barrierer, skal det være tilstrekkelig uavhengighet mellom barrierene.*

*Virksomheten skal planlegges, organiseres og utføres med henblikk på at enkeltfeil ikke skal føre til tap av menneskeliv eller alvorlig personskade.*

*Det skal være kjent i virksomheten hvilke barrierer som er etablert og hvilken funksjon de skal ivareta.”*

## 2.8.2 Selskapenes interne regelverk og prosedyrer

### 2.8.2.1 *Bybanen AS*

Bybanen AS har som infrastrukturforvalter og eier av det rullende materiellet utarbeidet regelverk for Bybanen. Dette omhandler teknisk regelverk for infrastrukturen, for signalanlegget og for strømforsyningen. Det er også utarbeidet en driftshåndbok for Bybanen som blant annet inneholder regelverk for fremføring og avvikshåndtering, samt en førerhåndbok for Variobahn-vognene. Fjord1Partner AS (Keolis Norge AS) er gjennom den inngåtte avtalen «Tilgang til infrastruktur på Bybanen», datert 14. mai 2009, med Bybanen AS forpliktet til å følge det utarbeidede driftsreglementet.

Fjord1Partner AS (Keolis Norge AS) er gjennom Tilgangsavtalen med Bybanen AS pålagt å varsle Bybanen AS ved ulykker og alvorlige hendelser. Hensikten er at Bybanen AS skal ha mulighet til å sikre logger, vurdere infrastrukturen før gjenåpning for trafikk samt å gi klarsignal for igjen å ta involverte Variobahn-vogner i bruk. Ved denne ulykken ble det fra Fjord1Partner AS (Keolis Norge AS) glemt å gi varsel til Bybanen AS.

Skiltet kjørehastighet inn mot Mårdalen holdeplass er 35 km/t. Fjord1Partner AS (Keolis Norge AS) har i sine interne prosedyrer blant annet valgt å sette største hastighet inn mot holdeplassen til 30 km/t.

Havarikommisjonen har av Bybanen AS blitt gjort oppmerksom på at det er en uenighet mellom Bybanen AS som infrastruktur- og materielleier og Fjord1Partner AS (Keolis Norge AS) som operatør om bruk av Bybanen AS' driftshåndbok. Bybanen AS' Driftshåndbok inneholder driftsreglementet, som blant annet omhandler driftsregler ved signalfeil o.l.

#### 2.8.2.2 *Fjord1Partner*

Fjord1Partner AS (Keolis Norge AS) har utarbeidet en driftshåndbok for driftspersonalet. Denne skal inneholde utfyllende bestemmelser til Bybanens driftsreglement der Fjord1Partner AS (Keolis Nore AS) som trafikkutøver ønsker utfyllende retningslinjer.

### 3. ANALYSE

I analysen er utformingen av Mårdalen holdeplass sammenholdt med planbeskrivelsene som lå til grunn for prosjekteringen og byggingen. Formålet har vært å se om dette er fulgt opp gjennom risikoanalyser og fareidentifikasjoner. Likeledes er hendelsesforløpet vurdert mot de forhold som påvirker menneskelig adferd. Forhold som avdekkes blir gjennomgått og diskutert i analysen, og danner grunnlag for Havarikommisjonens konklusjoner i undersøkelsen.

#### 3.1 Hendelsesanalyse

En person kom gående gangveien ned fra Lille Skjolddalen og fulgte gangveien som går parallelt med sporet. Personen gikk med ryggen mot Skjoldtunnelen og sporvognen som nærmet seg holdeplassen. Vedkommende skulle ta Bybanen i retning mot Lagunen. Uten tilsynelatende å være klar over den ankommende sporvognen, snudde personen brått 90° til venstre og gikk rett ut i sporet foran sporvognen utenfor fotgjengerovergangen. Vedkommende ble dratt med, havnet under sporvognen og omkom.

På ulykkesstedet kommer Bybanen i retning Bergen opp av Skjoldtunnelen i en svak høyrekurve inn mot Mårdalen holdeplass. Sporvognen holdt 28 km/t på dette tidspunktet, og vognføreren bjellet i det sporvognen kjørte inn mot holdeplassen. Havarikommisjonen vurderer at fotgjengeren på vei inn til Mårdalen delvis var dekket av spilene i rekkverket som er på rampen ned mot holdeplassen. Vedkommende befant seg deretter også et kort øyeblikk i en blindsoner for vognføreren, for så å bli synlig idet vedkommende tråkket ut i sporet. Vognføreren tilsatte full driftsbrems og magnetskinnebrems. Sporvognen stoppet etter ca. 8 meter. Påkjørselen skjedde før personen hadde kommet til den tilrettelagte fotgjengerovergangen på holdeplassen. Den forulykkede ble truffet av midten på sporvognens front, og ble slått overende og ned foran sporvognen.

#### 3.2 Barriereanalyse

At gående går langs plattformen og krysser Bybanetraséen er dagligdags og en normalsituasjon for førere og passasjerer. I de aller fleste tilfeller er dette udramatisk, og det er registrert få alvorlige skader som følge av påkjørsler. I ulykken ved Mårdalen er det flere barrierer som i varierende grad bidrar til at kryssing skal foregå sikkert. Siden det ikke finnes fysiske barrierer som hindrer en fotgjenger i å gå ut i sporet, er barrierene i stor grad knyttet til fotgjengers mulighet til å oppdage at det kommer en sporvogn og handle deretter. I de etterfølgende avsnitt er disse gjennomgått og diskutert.

##### *Fotgjengeres evne til å se og høre banen*

Konseptet Bybanen er bygget etter prinsippet om åpenhet rundt Bybanetraséen, med lite bruk av gjerder. Dette legger mye av ansvaret for å oppdage ankommende eller kryssende sporvogn på fotgjengeren. Variobahn-vognene til Bybanen AS er moderne og stillegående, og dermed ikke lette å høre når de kommer kjørende. Det er også sannsynlig at det var støy fra bilene på Fanaveien, som også kan ha blitt forsterket av den høye betongveggen som er ved siden av gangveien.

Personen registrerte tilsynelatende ikke sporvognen komme inn mot Mårdalen holdeplass, og gikk derfor ut i sporet. Hendelsesforløpet tyder på at vedkommende kun

hadde fokus på å rekke sporvognen i retning Lagunen ved plattformen på motsatt side av holdeplassen og av den grunn gikk ut i sporet.

Et "Second train coming"-skilt plassert ved planovergangen ville trolig ikke hatt noen effekt på hendelsesforløpet i denne ulykken. Fotgjengeren krysset sporet om lag 6 meter fra overgangen, og det er usikkert om et slikt lysende skilt ville ha vært tilstrekkelig til å fange vedkommendes oppmerksomhet på den avstanden med en skrå vinkel til skiltet. Havarikommisjonen mener at dersom skiltet hadde vært kombinert med et gjerde som gikk helt fram til overgangen, ville dette medført en rettvinklet kryssing av sporet og kortere avstand mellom fotgjengeren og skiltet. Dette kunne gitt større sannsynlighet for å oppdage varslingskiltet, og mulighet for at vedkommende hadde besluttet å vente eller se seg om til begge sider før kryssing av sporene.

Redusert årvåkenhet og oppmerksomhet er en annen årsak til at man ikke tar inn og forstår informasjon fra omgivelsene. Faktorer som ofte fører til redusert oppmerksomheten er at man fokuserer på en bestemt del av omgivelsene på bekostning av helhetlig oversikt, opptatthet av egne tanker og følelser, trøtthet, slitenhet og påvirkning av alkohol eller medisiner.

Begrenset informasjonsbehandlingskapasitet kan også være en årsak til at trafikanter ikke i tilstrekkelig grad tar inn og forstår informasjon fra det trafikkbildet de er en del av. Eksempler på dette er barn, eldre og noen typer sykdommer og funksjonshemninger.

Dette er generell kunnskap fra andre ulykker og undersøkelser, og det lar seg ikke gjøre å fastslå den nøyaktige årsaken til at fotgjengeren ikke hadde tilstrekkelig årvåkenhet og oppmerksomhet til at vedkommende oppfattet sporvognen som kom mot seg (nivå 1 i situasjonsforståelse i figur 14).

Dette er generell kunnskap fra andre ulykker og undersøkelser, men Havarikommisjonen kan ikke fastslå nøyaktig hvorfor fotgjengeren ikke hadde tilstrekkelig årvåkenhet og oppmerksomhet til å oppfatte sporvognen i denne situasjonen. Havarikommisjonen antar imidlertid på bakgrunn av de tilgjengelige opplysninger at fotgjengerens situasjonsforståelse var utilstrekkelig på nivå 1 (figur 14) og at dette medvirket til ulykken.

Ved Bybanen i Bergen er det valgt åpne løsninger hvor skillelinjer og grenser markeres taktilt med steinsettinger, fargekoder i blant annet asfalt, høydeforskjeller og betong. Dette krever at personene som benytter området er bevisst på disse skillene. Havarikommisjonen er usikker på om disse skillene er like tydelige for alle av Bybanens brukergrupper, slik som barn, eldre og mennesker med nedsatt funksjonsevne.

I forlengelsen av den tilrettelagte kryssingen over bybanesporet er det også en fotgjengerkryssing over Fanaveien. Dette fotgjengerfeltet er bygget etter bl.a. Statens vegvesens sikkerhetskrav til fotgjengerfelt og her har man valgt å benytte ledegjerde. Bruk av ledegjerde eller andre former for fysisk utforming for å kanalisere fotgjengere er et av flere etablerte sikkerhetstiltak man finner i Statens vegvesens retningslinjer for anleggelse av fotgjengerfelt.

Om det på enkelte steder på Bybanen hadde vært valgt fysiske barrierer helt frem til fotgjengerovergangene, ville dette hindret personer som av ulike grunner krysser sporet utenfor fotgjengerovergangene å gå ut i sporet. Ved denne ulykken ville for eksempel et ledegjerde ledet vedkommende opp til fotgjengerovergangen, og medført at personen

måtte krysset sporet i rett vinkel og muligens også at vedkommende hadde snudd seg til venstre ved fotgjengerovergangen.

Ingen av Bybanens fotgjengeroverganger inne på holdeplassene har systemer som varsler fotgjengere om at en sporvogn kommer til holdeplassen. Ved Mårdalen holdeplass ligger sporet i tillegg i en kurve med stigning ut fra en tunnel, noe som begrenser tiden sporvognen er synlig før den er inne på holdeplassen. Havarikommisjonen mener at om den forulykkede hadde blitt tvunget til å krysse sporet i rett vinkel lenger oppe på plattformen, ville sannsynligheten for å oppdage sporvognen vært større. Dette ville gitt en lengre siktlinje, samtidig som sporvognens hastighet sannsynligvis ville vært noe lavere. Havarikommisjonen mener også at en mer enhetlig utforming mellom kryssing av bane og kryssing av kjørevei, spesielt der hvor disse ligger tett inntil hverandre, bør bestrebes.

Et varsel i form av et helt eller delvis veisikringsanlegg tilsvarende det som brukes ved jernbanen ville vært med på å varsle når en sporvogn var ventet inn til holdeplassen. Om dette ville hatt betydning for denne ulykken er vanskelig å vurdere i ettertid. Ved en nesten identisk hendelse tidligere i år på T-banens Holmenkollbanen i Oslo gikk en person ut i sporet foran et T-banetog på en planovergang sikret med helbom. Vedkommende forserte en bom som var nede, og hvor lyd og lyssignaler varslet om at T-banen kom. Personen gikk tross dette ut i sporet og ble påkjørt og omkom. Også ved denne ulykken kan forhold tyde på at personen hadde fokuset rettet mot et T-banetog i motsatt retning som var ventet til plattformen på motsatt side av holdeplassen.

### ***Tilrettelagte krysningspunkter for fotgjengere***

Ved Bybanens trasé i Bergen er det valgt forskjellige typer ballast i sporet, ut fra sted og omgivelser. For Mårdalen holdeplass er det benyttet gress der man ikke skal krysse, mens fotgjengerovergangen er utstyrt med Strailplater. Gress er visuelt tiltalende og gjør at Bybanen glir godt inn i det øvrige miljøet, samtidig som det gir effektiv støydemping fra hjul og skinner. Ulempen med gress er at det samtidig innbyr til enkel kryssing av sporet utenfor den tilrettelagte fotgjengerovergangen. Sett ut fra et menneskelig adferdsmønster mener Havarikommisjonen at det ville vært mer effektivt å benytte et dekke som i mindre grad innbyr til kryssing av sporene utenfor fotgjengerovergangene.

Mårdalen holdeplass er utstyrt med skilt som sier «All ferdsel i sporet forbudt» og «Vikeplikt for sporvogn». Havarikommisjonens mener at skiltene kan virke små og er ugunstig plassert, men anser det som lite sannsynlig at ytterligere skilting som forbyr kryssing av sporet utenfor oppmerket område, eller å gå i sporet, ville ha hjulpet.

### ***Bruk av lydvarsling***

Vognføreren valgte å bjelle da sporvognen kjørte inn mot holdeplassen. Vognens registreringsenhet viser at sporvognens bjelle ble benyttet de siste fire sekundene av hendelsesforløpet. Til tross for dette ser fotgjengeren ut til å ha gått ut i sporet uten å vente og se seg for. Det er derfor grunn til å anta at personen har hatt utilstrekkelig informasjon fra omgivelsene før vedkommende handlet – enten bare visuelt eller både visuelt og auditivt. Havarikommisjonen er usikker på om ytterligere varsling fra et lyd- og lysvarsel fra et sikringsanlegg ville blitt registrert av vedkommende i dette tilfellet. Havarikommisjonen mener dette i så fall ville vært avhengig av at vedkommende fysisk ble ledet frem til fotgjengerovergangen.

### ***Kjørehastighet og sporvognens evne til å stoppe ved noe uforutsett***

Hastigheten var under fastsatt maksimal hastighet på stedet. Bybanen AS har fastsatt største tillatte kjørehastighet inn mot Mårdalen holdeplass til 35 km/t. Dette er gjort ut fra eksisterende siktlinjer og variobahn-vognenes bremseeffekt. Fjord1Partner AS (Keolis Norge AS) har på bakgrunn av de stedlige forholdene valgt å benytte 30 km/t som høyeste tillatte hastighet inn til Mårdalen holdeplass. Dette er tatt inn i Fjord1Partner AS' (Keolis Norge AS) interne prosedyrer.

Gjennom samtaler med vognføreren, befaring av ulykkesstedet, videomateriale fra overvåkningskamera og rekonstruksjon av ulykken anser Havarikommisjonen det som sannsynlig at vognføreren hadde tilstrekkelig visuell informasjon til å kunne operere på en sikker måte. Havarikommisjonen mener føreren har hatt en nøyaktig og god situasjonsforståelse, og det ansees ikke som rimelig å forvente at føreren skulle kunne forutsi fotgjengerens plutselige vending til venstre og bevegelse ut i sporet foran sporvognen.

### **3.3 Konsekvensanalyse**

Variobahn-vognens front er konstruert med en passiv sikkerhet som gjør at personer og objekter som blir truffet skal bli kastet bort fra og til side, og dermed unngå å havne under sporvognen (figur 12). Det er vurdert at konsekvensen av en påkjørsel reduseres på denne måten, sammenliknet med å bli trukket under sporvognen. Denne passive sikkerheten forutsetter at sporvognen har en viss hastighet i kombinasjon med at ikke noe demper for mye i sammenstøtet. Ved denne ulykken var treffpunktet midt foran på sporvognen, samtidig som hastigheten var meget lav. I tillegg bar vedkommende en ryggsekk som muligens kan ha dempet sammenstøtet noe. Samlet gjorde dette at vedkommende ble slått overende fremover for sporvognen i stedet for å bli kastet til side.



## 4. KONKLUSJON

Havarikommisjonen vurderer det som lite sannsynlig at den forulykkede registrerte sporvognen som kom inn mot holdeplassen, og derfor begynte å krysse sporet. Vedkommende antas å ha hatt fokus rettet mot sporvognen som stod ved plattformen på motsatt side og som daglig ble benyttet til jobb.

På grunn av treffpunkt midt på sporvognen, dens lave hastighet og et noe dempet sammenstøt fungerte ikke sporvognens innebygde passive sikkerhet optimalt. Vedkommende ble ikke kastet til side og bort fra sporet, men ble i stedet slått over ende og havnet under sporvognen.

Ved Bybanen er det er lite bruk av fysiske barrierer som ledegjerder og rekkverk. Det er lagt vekt på åpenhet og tilgjengelighet ved holdeplassene, og separeringen mot øvrig trafikk er løst ved å bruke ulike materialer for å skille arealene og markere overgangssteder for fotgjengere. Disse skillene ble ikke fulgt av fotgjengeren ved denne ulykken.

Det er ingen tekniske barrierer utover sporvognens lydsignal som varsler trafikanter om at en sporvogn er på vei inn til holdeplassen. Bybanen har vurdert at dette vil være et tilstrekkelig tiltak mot sammenstøt. Denne ulykken, og forskning på "Second train coming"-problematikken, reiser tvil om dette er tilstrekkelig til å forebygge ulykker for alle brukere, for eksempel barn, eldre og mennesker med noen former for nedsatt funksjonsevne.

## 5. GJENNOMFØRTE ELLER PLANLAGTE TILTAK

Det ble satt opp et midlertidig ledegjerde på Mårdalen holdeplass rett etter ulykken.

Havarikommisjonen er ikke gjort kjent med andre vedtatte tiltak, eller permanente endringer i etterkant av ulykken.

## 6. SIKKERHETSTILRÅDINGER

Statens havarikommisjon for transport fremmer følgende sikkerhetstilråding<sup>9</sup>.

### **Sikkerhetstilråding JB nr. 2014/08T**

Den forulykkede registrerte ikke sporvognen i retning sentrum komme inn mot holdeplassen, og begynte derfor å krysse sporet. Bybanen har lagt vekt på åpenhet og tilgjengelighet på sine holdeplasser, og det er lite bruk av fysiske barrierer som ledegjerder og rekkverk på blant annet holdeplasser. Separeringen er løst visuelt for å skille arealene og markere overgangssteder for fotgjengere.

Statens havarikommisjon for transport tilrår Statens jernbanetilsyn å anbefale Bybanen AS å finne tiltak som sannsynliggjør at Bybanens holdeplasser er utformet slik at de ivaretar en sikker kryssing for alle brukere. Dette inkluderer de som kan ha nedsatt evne til å oppfatte og unngå farlige situasjoner, for eksempel barn, eldre og mennesker med noen former for nedsatt funksjonsevne.

Statens havarikommisjon for transport

Lillestrøm, 9. oktober 2014

---

<sup>9</sup> Undersøkelserapport oversendes Samferdselsdepartementet, som tref7fer nødvendige tiltak for å sikre at det tas behøring hensyn til sikkerhetstilrådingene, Jf. forskrift 31. mars 2006 nr. 378 om offentlige undersøkelser av jernbaneulykker og alvorlige jernbanehendelser m.m. (jernbaneundersøkelserforskriften) § 16.

# VEDLEGG

## Vedlegg A: Safety Recommendation

**VEDLEGG A:**

The Accident Investigation Board Norway proposes the following safety recommendation<sup>10</sup>.

**Safety recommendation JB no 2014/08T**

The deceased did not notice that a light rail vehicle heading in the direction of the city centre was approaching the stop and therefore started to cross the track. Bergen Light Rail has emphasised openness and accessibility at its stops, and physical barriers such as guide fences and railings are little used, including at stops. The problem of separation has been solved visually by distinguishing between areas and marking places where pedestrians can cross.

The Accident Investigation Board Norway proposes that the Norwegian Railway Inspectorate recommend Bybanen AS to identify measures that can substantiate that Bergen Light Rail's stops are designed in a manner that ensures that all users can cross safely. This includes users with an impaired ability to perceive and avoid dangerous situations, for example children, the elderly and people with other forms of functional impairment.

---

<sup>10</sup> The investigation report is submitted to the Ministry of Transport and Communications, which takes necessary action to ensure that due consideration is given to the safety recommendations, cf. the Regulations of 31 March 2006 no 378 relating to public investigations into railway accidents and serious railway incidents etc. (the Railway Investigation Regulations) Section 16.