

RAPPORT

Vei 2017/03



RAPPORT OM ULYKKER VED TRANSPORT AV STÅENDE BETONGELEMENTER PÅ FV770 VED NAKLING I NÆRØY KOMMUNE I NORD-TRØNDELAG 30. NOVEMBER 2014 OG PÅ E18 I TVEDESTRAND KOMMUNE I AUST-AGDER 14. DESEMBER 2014



English summary included

Statens havarikommisjon for transport (SHT) har utarbeidet denne rapporten utelukkende i den hensikt å forbedre trafikksikkerheten. Formålet med undersøkelsene er å identifisere feil og mangler som kan svekke trafikksikkerheten, 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.

ISSN 1894-5856 (trykt utg.)
ISSN 1894-5929 (online)

Statens havarikommisjon for transports virksomhet er hjemlet i lov 18. juni 1965 nr. 4 om veitrafikk § 44 jf. forskrift 30. juni 2005 nr. 793 om offentlige undersøkelser og om varsling av trafikkulykker mv. § 2

Foto: SHT

INNHALDSFORTEGNELSE

MELDING OM ULYKKENE.....	3
SAMMENDRAG.....	3
ENGLISH SUMMARY.....	4
1. FAKTISKE OPPLYSNINGER.....	6
1.1 Alvorlig trafikkulykke med vogntog på Fv. 770 ved Nakling i Nærøy kommune i Nord-Trøndelag 30. november 2014.....	6
1.2 Alvorlig trafikkuhell med vogntog på E18 ved Fiane i Tvedestrand kommune i Aust-Agder 14. desember 2014.....	16
1.3 Spesielle undersøkelser.....	22
1.4 Lover og forskrifter.....	24
1.5 Myndigheter og interesseorganisasjoner.....	25
1.6 Andre opplysninger.....	26
1.7 Iverksatte tiltak.....	28
2. ANALYSE.....	30
2.1 Innledning.....	30
2.2 Vurdering av hendelsesforløp.....	30
2.3 Transportfirma og avsenders rutiner i forbindelse med transport av betongelementer.....	31
2.4 Vurdering av iverksatte tiltak etter de to ulykkene.....	35
2.5 Statens vegvesens oppfølging av tilrådinger gitt etter ulykkene ved Tengs og Sirevåg i 2005 – SHT Rapport VEI 2007/01.....	36
3. KONKLUSJON.....	39
3.1 Ulykken på Fv 770 ved Nakling i Nærøy.....	39
3.2 Ulykken på E18 i Tvedestrand.....	39
3.3 Statens vegvesens oppfølging av tilrådinger gitt etter ulykkene ved Tengs og Sirevåg i 2005 – SHT Rapport VEI 2007/01.....	40
4. SIKKERHETSTILRÅDINGER.....	41
VEDLEGG.....	43

RAPPORT OM VEITRAFIKKULYKKER

30. november 2014 veltet et vogntog som fraktet betongelelementer på Fv 770 i Nærøy i Nord-Trøndelag og 14. desember 2014 falt to betongelementer av et vogntog på E18 i Tvedestrand i Aust-Agder. Da begge hendelsene omfattet transport av betongelementer har SHT valgt å behandle de i samme rapport.

MELDING OM ULYKKENE

Statens havarikommisjon for transport (SHT) ble varslet om trafikkulykken på Fv 770 i Nærøy i Nord-Trøndelag av Vegtrafikksentralen i region Midt, og om hendelsen på E18 ved Fiane i Aust-Agder av politiets operasjonssentral i Agder politidistrikt. Etter at SHT mottok varslene ble informasjon og data fra ulykkesstedene og kjøretøyene sikret av politiet, i samarbeid med SHT.

SAMMENDRAG

Søndag 30. november 2014 ca. kl. 2120 startet et vogntog fra Overhalla Transport AS i Skogmo i Overhalla. Det var lastet med to betongelementer som skulle leveres til et nytt bygg i Rørvik i Vikna kommune. Da vogntoget nærmet seg Nakling i Nærøy kommune kjørte det inn på en veistrekning med sammenhengende høyre og venstrekurver. I utgangen av den siste høyrekurven veltet vogntoget over mot venstre i veibanen. De to betongelementene som var lastet på semitraileren løsnet og ble liggende delvis bak og under det veltede vogntoget. Føreren av vogntoget omkom.

14. desember 2014 ca. kl. 15 startet føreren av et vogntog til Seafront Transport AS opplasting av to betongelementer på Nor Elements fabrikk i Marnardal i Vest-Agder. Betongelementene skulle transporteres til et bygg på Jessheim i Akershus. Ved utkjøring fra tettstedet Fiane i Aust-Agder kjørte vogntoget inn i en høyrekurve. I utgangen av denne kurven falt betongelementene av semitraileren. Elementene ble liggende oppå en midtrabatt som skiller veiens to kjørefelt, og delvis inn i motgående kjørefelt. Ingen personer ble skadet i denne hendelsen.

Vogntoget som transporterte betongelementer fra Overhalla til Rørvik veltet da lasten forskjøv seg på grunn av svikt i A-krakkene. Vogntoget som transporterte betongelementer fra Marnardal til Jessheim mistet elementene da forstramming av kjettingene, i kombinasjon med den belastningen som ble påført kjettingene ved kjøring gjennom ulykkeskurven, ble så store at en eller flere av kjettingene/kjettingstrammerne ble overbelastet og røk.

Undersøkelsen har avdekket at begge transportfirmaene hadde mangelfulle rutiner og prosedyrer for hvordan lasten skulle sikres. Det var også mangelfull opplæring av førerne innenfor dette området i begge firmaene. I tillegg benyttet Overhalla Transport AS, som transporterte betongelementene fra Overhalla til Rørvik, A-krakker som ikke var dimensjonert for den belastningen de ble utsatt for.

SP Sveriges Tekniska forskningsinstitut har gjort vurdering av lastsikringen på begge vogntogene. De konkluderer med at lastsikringen ikke tilfredsstilte aktuelle forskriftskrav. Beregninger SP har utført viser at strukturen i A-krakkene som ble benyttet ved transporten fra Overhalla til Rørvik ikke var tilstrekkelig dimensjonert for de sidekreftene disse ble utsatt for. Sveisearbeidet på A-krakkene var heller ikke utført på en fagmessig måte.

I 2005 skjedde to tilsvarende ulykker i forbindelse med transport av betongelementer på Rv 44 i Rogaland. I rapporten som ble avgitt etter disse ulykkene ble det gitt flere tilrådinger for å bedre

sikkerheten i forbindelse med denne type transport. Tre av disse tilrådingene omhandlet de samme forholdene som ble avdekket i ulykkene som omhandles i denne rapporten. Disse tilrådingene er fremdeles ikke lukket.

SHT har fulgt opp de tre tilrådingene i forbindelse med innspill til nye forskrifter for sikring av last som Statens vegvesen for tiden arbeider med. Med bakgrunn i dette avgir SHT tre nye tilrådinge til dette arbeidet. Disse tilrådingene har relevans både til ulykkene som skjedde i 2005 og ulykkene som omtales i denne rapporten.

Det blir også avgitt to tilrådinge som rettes mot transportfirmaene. Disse går på forbedring av bedriftenes kvalitetssystem.

ENGLISH SUMMARY

On Sunday 30 November 2014, at approximately 21.20, a heavy goods vehicle belonging to Overhalla Transport AS departed from Skogmo in Overhalla. It was carrying two concrete elements to be delivered to a new building in Rørvik in Vikna municipality. As the vehicle was approaching Nakling in Nærøy municipality, it entered a stretch of road with a series of right and left bends. Coming out of the final right-hand bend, the vehicle rolled over onto its left side in the roadway. The two concrete elements that it was carrying came loose and came to rest partly behind and partly under the vehicle. The driver of the vehicle died.

On 14 December 2014, at approximately 15.00, the driver of a heavy goods vehicle belonging to Seafront Transport AS started loading two concrete elements at Nor Elements's factory in Marnardal in Vest-Agder county. The concrete elements were to be transported to a building in Jessheim in Akershus county. As it was leaving the village Fiane in Aust-Agder, the vehicle entered a right-hand bend. The concrete elements fell off the vehicle as it was coming out of the bend. The elements came to rest on top of a median barrier separating the two lanes, and partly in the opposite lane. No one was injured in this incident.

The vehicle that was transporting concrete elements from Overhalla to Rørvik overturned when the load shifted because of a failure in the A-shaped supporting frames. The vehicle that was transporting concrete elements from Marnardal to Jessheim lost the elements when the pre-tension of the chains, combined with the load the chains were exposed to when the vehicle went through the bend where the accident occurred, became so great that it caused one or more of the chains/chain adjusters to become overloaded and break.

The investigation has found that both transport companies had inadequate procedures for how to secure the cargo. The training provided to the drivers in cargo securing was also inadequate in both companies. In addition, Overhalla Transport AS, which transported the concrete elements from Overhalla to Rørvik, used A-shaped supporting frames that were not designed for the load they were exposed to.

The SP Technical Research Institute of Sweden has carried out assessments of the cargo securing on both vehicles. It concludes that the cargo securing did not meet the relevant regulatory requirements. Calculations performed by SP show that the structure of the supporting frames used on the transport from Overhalla to Rørvik was not designed to withstand the lateral forces the frames were exposed to. Nor had the welding work on them been performed in a professional manner.

In 2005, two similar accidents occurred in connection with the transport of concrete elements on the Rv 44 road in Rogaland county. The report published after these accidents submitted several recommendations to improve safety in connection with this type of transport. Three of the recommendations concerned the same conditions that were found in the accidents described in this report. The recommendations have still not been closed.

The AIBN has followed up the three recommendations in connection with input for new regulations on cargo securing that the Norwegian Public Roads Administration is currently working on. On this basis, the AIBN submits three new recommendations for this work. The recommendations are relevant to both the accidents that took place in 2005 and the accidents described in this report.

Two recommendations are also addressed to the transport companies. They concern improvement of the companies' quality systems.

1. FAKTISKE OPPLYSNINGER

1.1 Alvorlig trafikkulykke med vogntog på Fv. 770 ved Nakling i Nærøy kommune i Nord-Trøndelag 30. november 2014

Dato og tidspunkt:	30. november 2014 kl. 2324
Ulykkessted:	Nakling i Nærøy kommune i Nord-Trøndelag
Vegnr, hovedparsell (hp), km:	Fylkesvei 770 HP 4, km 6,859
Ulykkestype:	Velt med vogntog i veibanen
Kjøretøy type og kombinasjon:	Trekkbil XR 56463 med semitrailer NX 9608
Type transport:	Godstransport, løyvepliktig
Last, vekt:	To betongelementer med en samlet vekt på ca. 28 tonn.
Transportfirma:	Overhalla Transport AS

1.1.1 Hendelsesforløp

Søndag 30. november 2014 ca. kl. 2120 startet et vogntog fra Overhalla Transport AS i Skogmo i Overhalla. Det var lastet med to betongelementer som hver veide ca. 14 tonn, som skulle leveres til et nytt bygg i Rørvik i Vikna kommune. Transporten ble gjennomført med trekkbil og semitrailer med svanebals. Betongelementene var lastet stående på hver side av to A-krakk. Disse var plassert sentrisk på vogntogets semitrailer.



Figur 1: Oversiktskart, kjørerute fra Overhalla via Høylandet og Foldereid mot Rørvik. Kart: Vegkart, Statens vegvesen

Etter å ha kjørt i 27 minutter hadde vogntoget 10 minutter stopp før det fortsatte videre på fv 17 mot Kolvareid. I Kolvareid kjørte vogntoget inn på fv 770 og fulgte denne mot Rørvik. Da det nærmet seg Nakling kjørte vogntoget inn på en veistrekning med sammenhengende venstre- og høyrekurver som vist i figur 2. I utgangen av den siste høyrekurven veltet vogntoget over mot venstre i veibanen.



Figur 2: Veiens linjeføring før ulykkesstedet. Pilen angir vogntogets kjøreretning. Flyfoto: Vegkart, Statens vegvesen

De to betongelementene som var lastet på semitraileren løsnet og ble liggende delvis bak og under det veltede vogntoget, som ble liggende delvis utenfor veien, se figur 3.



Figur 3: Lasten og vogntogets sluttposisjon etter at det hadde veltet. Foto: Politiet

Føreren av vogntoget omkom.

1.1.2 Overlevelsesaspekter og personskader

Det var minimalt med overlevelsesrom på førersiden. Føreren omkom av oksygenmangel da han ble sittende fastklemt da vogntoget veltet og førerhuset ble deformert. Føreren brukte bilbelte.

1.1.3 Skader på kjøretøy

Vogntoget ble påført store skader på trekkbilens førerhus og tak. Da vogntoget veltet ble semitraileren påført skader på frontlemmen og venstre side.



Figur 4: Skader på trekkbil. Foto: SHT

I forbindelse med ulykken ble begge A-krakkene deformert. Restene av A-krakkere vises i figur 5.



Figur 5: Skader på A-krakken som ble brukt i forbindelse med transporten. Foto: SHT

Undersøkelsene etter ulykken viste at A-krakkens fester i bunnrammen hadde røket i alle innsveisingspunktene. Nærmere undersøkelser av sveisepunktene viste at disse ikke var fagmessig utført. Beskrivelse av dette er omtalt i rapporten fra SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut – se vedlegg B.

1.1.4 Andre skader

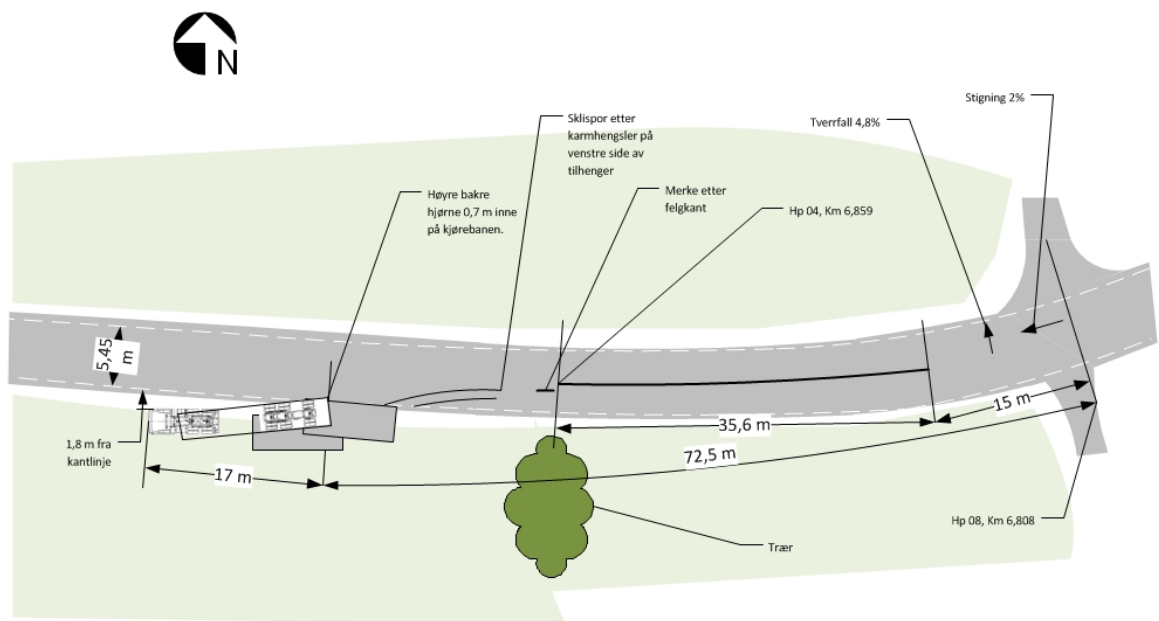
Det ble ikke påført skader på vei eller infrastruktur, utover noen mindre skrapemerker i asfalten.

1.1.5 Ulykkesstedet

Like før ulykkesstedet er det fire sammenhengende kurver. Den siste kurven er en høyrekurve med kurveradius på 100 meter og overhøyde på 4,8 %. Veiens stigning gjennom denne kurven er 2 %.

I utgangen av denne kurven er det avsatt et 35,6 meter langt velte/skrensespor i veibanen fra semitrailerens ytre venstre hjul. Dette sporet har en beregnet kurveradius på 157 meter. Etter dette sporet er det avsatt skrapemerker i asfalten etter at semitraileren har sklidd på siden, før den ble liggende på utsiden av veien. Skisse av ulykkesstedet og avsatte spor i kjørebanelen vises i figur 6 og figur 7.

Vogntogvelt ved Nakling i Nærøy den 30.11.2014



Figur 6: Detaljskisse av ulykkesstedet. Kilde: Statens vegvesen



Figur 7: Spor/merker avsatt i kjørebanelen da vogntoget veltet. Foto: Statens vegvesen

1.1.6 Trafikanter

Føreren av vogntoget var norsk mann på 37 år på ulykkestidspunktet. Han hadde førerrett i klassene AM, BE, CE, DE, S og T. Han hadde i tillegg ADR- og Yrkessjåførkompetansebevis. Førerkort i klasse B ble ervervet i 1995, i klasse C i 2000 og i klasse CE i 2006.

Han hadde arbeidet hos Overhalla Transport AS siden juni 2014. Før det hadde han arbeidet rundt 10 år som sjåfør i andre firmaer.

Føreren startet på arbeidet søndag 30. november 2014 ca. kl. 2120, etter å ha hatt fri i rundt 48 timer.

1.1.7 Kjøretøy og last

1.1.7.1 *Kjøretøy*

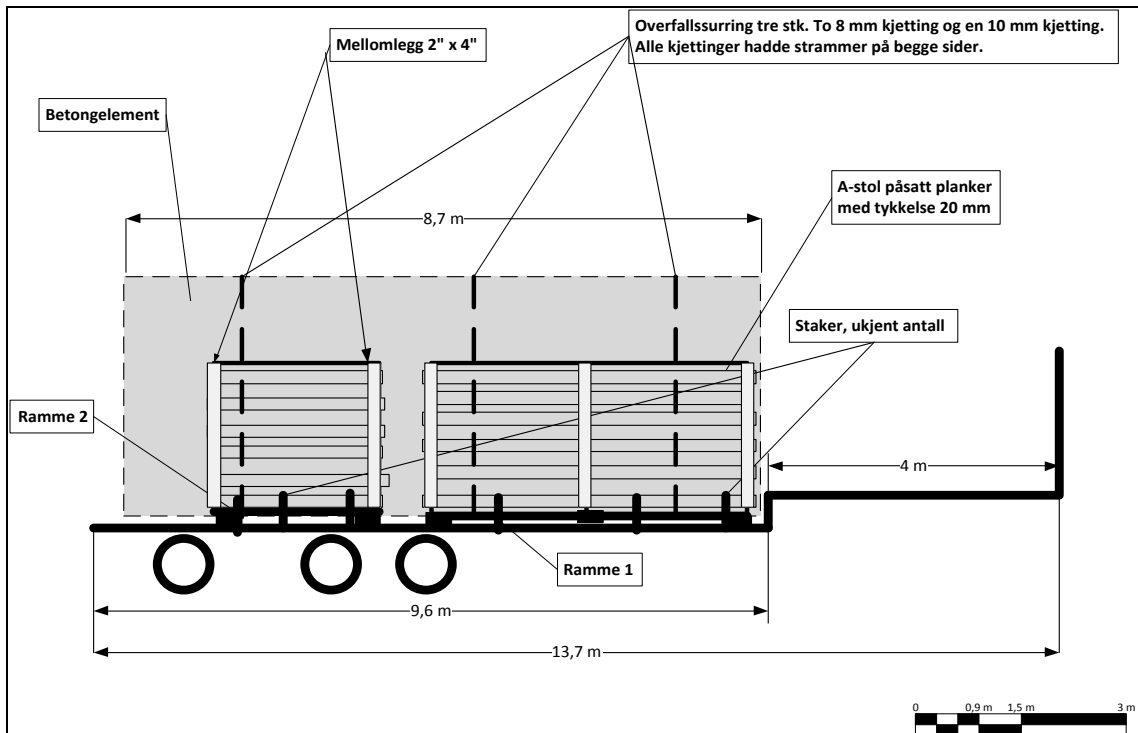
Vogntoget besto av en 2011 modell Scania R560 trekkbil av type LA 6X2 HNB, og en 2005 modell Paction trekslet semitrailer. Trekkbilen hadde tillatt totalvekt på 27 000 kg, og semitraileren hadde tillatt totalvekt på 50 000 kg.

Trekkbilen ble siste gang godkjent i periodisk kjøretøykontroll 6. mars 2014, mens semitraileren ble godkjent siste gang før ulykken 2. juli 2014.

Kontrollen som ble gjennomført på trekkbilen og semitraileren etter ulykken avdekket ifølge Statens vegvesen, som gjennomførte disse kontrollene, ikke feil eller mangler som hadde bidratt til hendelsesforløpet eller omfanget av ulykken.

1.1.7.2 Last

På semitrailerens lasteplan var det plassert to betongelementer som hver veide ca. 14 tonn. Betongelementenes dimensjoner var ca. 8,7 x 3,6 x 0,36 m. Disse var plassert på hver side av to A-krakker som sto sentrisk i vogntogets lengderetning. A-krakkene var sveiset fast til to rammer som var plassert og sikret på semitrailerens lasteplan – se figur 8.

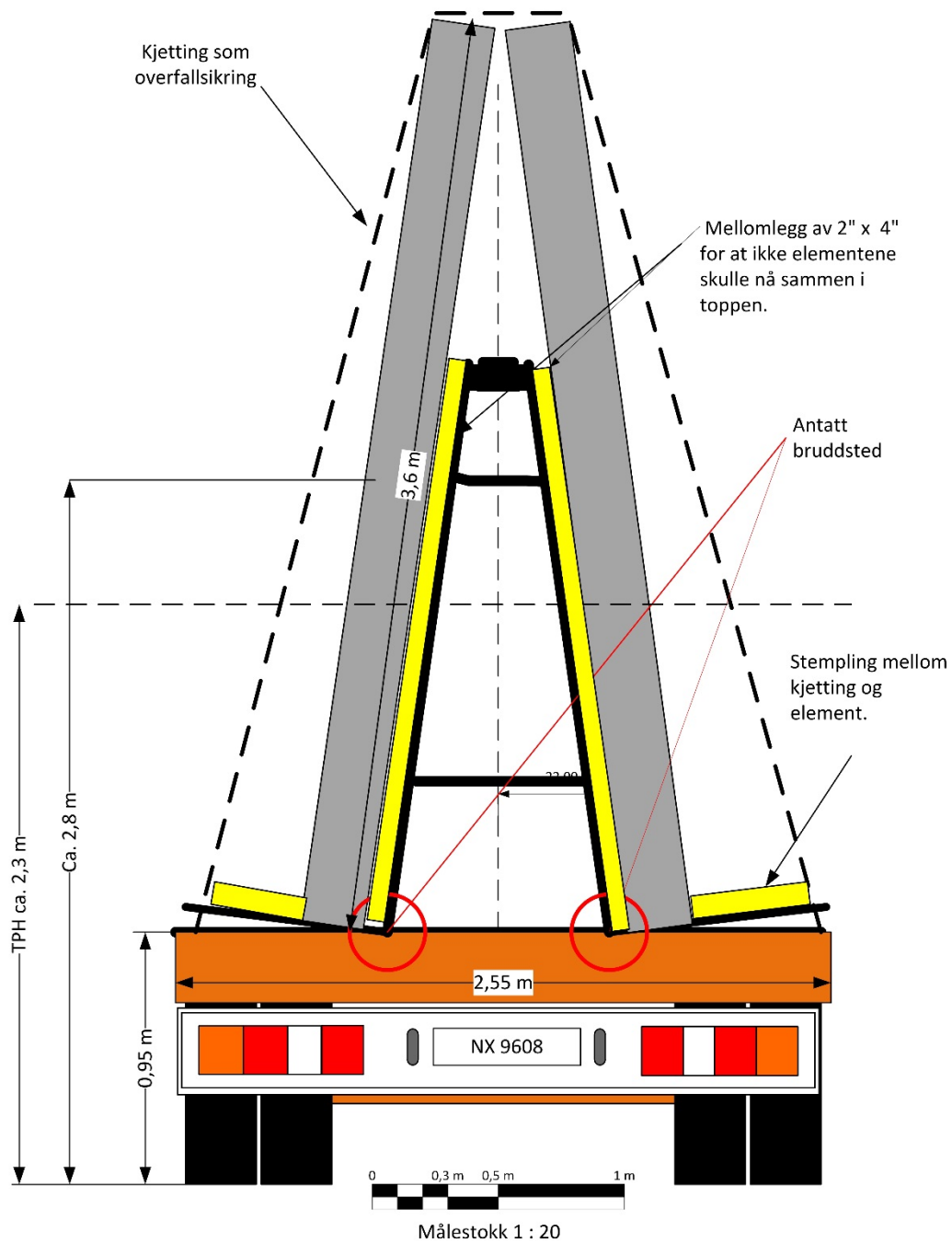


Figur 8: Skisse av A-krakkene og betongelementenes plassering på semitraileren. Kilde: Statens vegvesen

A-krakkene ble foret ut med mellomlegg av tre slik at elementene ikke berørte hverandre i toppen. Mellomleggene var ikke festet til A-krakkene, men lå kun i klem mellom disse og betongelementene. Rundt elementene ble det lagt en 10 mm og to 8 mm kjettinger som sikret lasten. Disse ble festet og strammet til semitrailerens lasteplan. Det er ikke mulig å dokumentere hvor de forskjellige kjettingene var plassert. For at elementene ikke skulle gli ut i bunnen var det lagt mellomlegg mellom kjettinger og elementer.

Figur 9 viser semitrailer med last sett bakfra. Mellomlegg mellom A-krakker og betongelementer, samt sidestøtter mellom betongelementer og kjettinger er markert med gult.

Tilhenger NX 9608 med last



Figur 9: Skisse av semitrailer med last sett bakfra. Kilde: Statens vegvesen/SHT

Føreren av vogntoget var ikke med på opplastingen av betongelementene, da det ble gjort av andre som arbeidet i firmaet. Føreren gjennomførte derimot sikring av lasten med kjettinger.

1.1.8 Vær- og føreforhold

På ulykkestidspunktet var det tørt og bar veibane, oppholdsvær og 0 grader C.

1.1.9 Veiforhold

Ulykkesstedet ligger på Fv 770 ved Nakling i Nord-Trøndelag, og er en del av veistrekningen mellom Kolvereid og Rørvik. Veien har en asfaltert bredde på 6,10 meter og en bredde mellom kantlinjene på 5,45 meter. Kurven hvor vogntoget veltet har en radius på 100 meter. I innerkant av ulykkeskurven er det en privat avkjørsel. På begge sider av denne avkjørselen var det en liten setning i veikroppen.

Veistrekningen har en generell fartsgrense på 80 km/t. Rundt 300 meter før ulykkesstedet i vogntogets kjøreretning har veien sammenhengende venstre- og høyrekurver. Før disse kurvene er det satt opp skilt 102.1 - Farlige svinger og underskilt 804 som angir en utstrekning på 0,2 – 1 km.

Fylkesvei 770 mellom Kolvereid og Rørvik har ifølge Statens vegvesen en trafikkmengde (ÅDT) på 2250 kjøretøy, med en tungbilandel på 9 %.

Veistrekningen hvor ulykken skjedde ble siste gang reasfaltert i 2009.

1.1.10 Tekniske registreringssystemer

Registrerte hastighetsdata fra trekkbilens fartsskriver viser at vogntoget holdt en hastighet på 60 – 65 km/t¹ før det kjørte inn i de fire sammenhengende kurvene før ulykkesstedet (se figur 2). Gjennom kurvene og fram mot ulykkesstedet ble hastigheten redusert til 50 – 55 km/t. Da vogntoget kjørte inn i svingen hvor det veltet var hastigheten ca. 50 km/t.

1.1.11 Medisinske forhold

Resultatet fra prøver tatt av føreren var negative med hensyn til alkohol og andre rusmidler.

1.1.12 Organisasjoner og ledelse

1.1.12.1 *Overhallgruppen*

Overhallgruppen består av et morselskap som har flere datterselskap/underselskap hvor de har eierandeler. Overhallgruppen har som mål å

«etablere seg som et av Norges ledende leverandører av elementbygg av betong, tre og stål».

Overhallgruppens selskapsstruktur vises i figur 10.

^{1 1} Fartsskriveren hvor hastigheten ble registrert kan ha en feilmargin på +/- 6 km/t



Figur 10: Selskapsstruktur i Overhallagruppen. Kilde: www.overhallagruppen.no

1.1.12.2 Overhalla Betongbygg AS

Overhalla betongbygg AS ble etablert i 1946, og har hovedkontor og produksjonslokaler på Skogmo i Overhalla kommune i Nord-Trøndelag. De hadde i 2015 en omsetning på ca. 315 mill. kroner.

Bedriftens produktspekter omfatter prefabrikkerte elementer i betong til bolig, industri, landbruk og offentlig sektor. Overhalla Betongbygg AS er landets største leverandør av betongprodukter til landbruket.

Hoveddelen av transporttjenestene som Overhalla betongbygg AS har behov for blir utført av Overhalla Transport AS. Overhalla Betongbygg AS eide A-krakkene som ble benyttet i forbindelse med transporten som omtales i denne rapporten. Ut fra informasjon SHT har fått fra Overhalla Betongbygg AS stiller de A-krakker til disposisjon for transportørene når de har behov for dette i forbindelse med transport av produkter fra Overhalla Betongbygg AS. På ulykkestidspunktet var ingen av A-krakkene som ble stilt til disposisjon for transportørene beregnet eller dokumentert i forhold til hvilken belastning de kunne utsettes for.

Overhalla Betongbygg AS har utarbeidet en egen transporthåndbok som gir føringer for hvordan transporter som utføres for dem skal gjennomføres. Transporthåndboken fokuserer på hvordan deres produkter skal håndteres og plasseres for å unngå skader på godset. Når det gjelder sikring av godset er det lagt føringer for hvor underlag skal plasseres og hvordan sikringsutstyr skal festes. Utover det blir det presisert at lasten skal sikres i henhold til krav fra veimyndighetene.

Sikkerhetsinstruks for sjåfør/transportør er også en del av transporthåndboken. Instruksjonen sier at sjåføren er ansvarlig for at lasten er forsvarlig lastet og surret, og at stabiliteten til elementene er ivaretatt. Den presiserer også at sjåføren er ansvarlig for at alle hjelpemidler til surring, som for eksempel kjetting, er dimensjonert for de faktiske belastninger som lasten utsettes for.

1.1.12.3 *Overhalla Transport AS*

Overhalla Transport AS er lokalisert på Skogmo i Overhalla kommune i Nord-Trøndelag. De har fem vogntog og tre anleggsmaskiner, og driver hovedsakelig med transport av betongelementer. Vogntogene er spesialdesignet for den type transport.

Vogntoget som var involvert i ulykken som omtales i denne rapporten, gjennomførte transportoppdrag for Overhalla Betongbygg AS da det veltet.

Overhalla Transport AS hadde ikke utarbeidet egne rutiner for transport av betongelementer, men forholdt seg til de forskriftene som til enhver tid gjelder for dette. De legger i tillegg Overhalla Betongbygg AS sin sin transporthåndbok til grunn når det gjelder plassering, sikring og håndtering av gods.

Arbeidstilsynet foretok 10. desember 2014 (10 dager etter ulykken) kontroll i firmaet hvor de gjennomgikk rutiner i forbindelse med transport av betongelementer. Med bakgrunn i denne kontrollen nedla de forbud mot videre transport av betongelementer hvor det ble benyttet A-krakker, inntil det forelå dokumentasjon for at disse hadde en dokumentert styrke og at de var egnet til formålet. Arbeidstilsynet opphevet forbudet 10. mars 2015 da de anså at tilstrekkelig dokumentasjon for de påviste forholdene var framlagt.

Opplæring av firmaets førere i plassering og sikring av last ble/blir gjort ved at en av firmaets mest erfarne ansatte er med nyansatte og veileder de når forskjellige typer last skal transporteres. Firmaet har som tidligere nevnt i denne rapporten ikke utarbeidet rutiner for plassering og sikring av last, så opplæringen gis med bakgrunn i den kompetansen og erfaringen veilederen har.

Overhalla Transport AS har etter ulykken utarbeidet nytt kvalitetssikringssystem. Her blir blant annet sjåførens ansvar, plassering og sikring av last og krav til og kontroll med lastsikringsutstyr behandlet. Dette omtales nærmere under kapittel 1.7 – Iverksatte tiltak.

1.1.12.4 *Overhalla Mekaniske AS*

Overhalla Mekaniske AS holder til på Skogmo industriområde i Overhalla. Det er en mekanisk bedrift som driver reparasjonsarbeid og produserer produkter i stål og metall.

A-krakkene som ble benyttet i forbindelse med transporten ble produsert av Overhalla Mekaniske AS. De ble produsert etter skisser utarbeidet av Overhalla Transport AS. A-krakkene ble produsert av de materialene som ble beskrevet på skissen som var utarbeidet.

Overhalla Mekaniske AS foretok ikke beregninger av styrken på den ferdige A-krakken, da det ikke var aktuelt i forhold til det oppdraget de påtok seg. Det ble heller ikke satt krav til at sveisearbeidet som ble utført skulle sertifiseres.

Faktura for utført arbeid ble sendt til Overhalla Betongbygg AS, da de var eier av de ferdige produktene. Overhalla Betongbygg AS satt heller ikke krav til at A-krakkene skulle sertifiseres i forhold til det de skulle brukes til.

1.2 Alvorlig trafikkuhell med vogntog på E18 ved Fiane i Tvedestrand kommune i Aust-Agder 14. desember 2014

Dato og tidspunkt:	14. desember 2014 kl. 1900
Ulykkessted:	Fiane i Tvedestrand kommune i Aust-Agder
Vegnr, hovedparsell (hp), km:	E18 HP 5, km 5,567
Ulykkestype:	Betongelementer falt av vogntog
Kjøretøy type og kombinasjon:	Trekkbil PR 15542 med semitrailer RV 4795
Type transport:	Godstransport, løyvepliktig
Last, vekt:	To betongelementer med samlet vekt på ca. 22 tonn.
Transportfirma:	Seafront Transport AS

1.2.1 Hendelsesforløp

14. desember 2014 ca. kl. 15 startet føreren av et vogntog til Seafront Transport AS opplasting av to betongelementer på Nor Elements fabrikk i Marnardal i Vest-Agder. Hvert av betongelementene veide ca. 11 tonn, og skulle transporteres til et bygg på Jessheim i Akershus.

Etter at betongelementene var plassert på vogntogets semitrailer sikret føreren disse med tre kjettinger, som ble lagt over toppen av elementene. Kjettingene ble deretter strammet med totalt seks kjettingstrammere (to på hver kjetting).



Figur 11: Hendelsesstedet i Fiane i Aust-Agder. Kart: Vegkart, Statens vegvesen

Da føreren hadde kjørt i ca. 45 minutter stoppet han for å kontrollere lasten, og etterstramme kjettingene. Han registrerte på det tidspunktet ingen forskyving av lasten eller slakk i kjettingene.

Føreren fortsatte deretter mot Jessheim. Ved utkjøring fra tettstedet Fiane i Aust-Agder kjørte vogntoget inn i en høyresving. I utgangen av denne svingen falt betongelementene av semitraileren. Elementene blir liggende oppå en midtrabatt som skiller veiens to kjørefelt, og delvis inn i motgående kjørefelt.



Figur 12: Elementene etter at de har falt av semitraileren. Personbilen som fikk kjettingen over panseret står til høyre. Foto: Politiet

En av kjettingene som ble brukt til sikring av elementene røk og deler av denne traff panseret på en møtende bil. Vogntoget og lastens plassering etter hendelsen vises i figur 12.

1.2.2 Overlevelsesaspekter og personskader

Ingen personer ble skadet i hendelsen.

1.2.3 Skader på kjøretøy og lastsikringsutstyr

Det ble påført skader på fingerkrakken som var montert i bakkant av semitrailerens fremre opphøyde lasteplan. To av de tre kjettingene som ble brukt til sikring av betongelementene røk. I tillegg røk en av kjettingstrammerne. Skader på kjetting og kjettingstrammer vises i figur 13 og figur 14.



Figur 13: Skader på kjetting. Foto: Statens vegvesen



Figur 14: Skader på kjettingstrammer. Foto: Statens vegvesen

En møtende personbil fikk skader i panseret da en av sikringskjettingene til betongelementene traff dette.

1.2.4 Andre skader

Begge betongelementene som falt av vogntoget ble skadet. Skadene på et av elementene vises i figur 15.



Figur 15: Skader på et av elementene som ble transportert. Toppen av elementet vises i framkant av bildet. Foto: Statens vegvesen

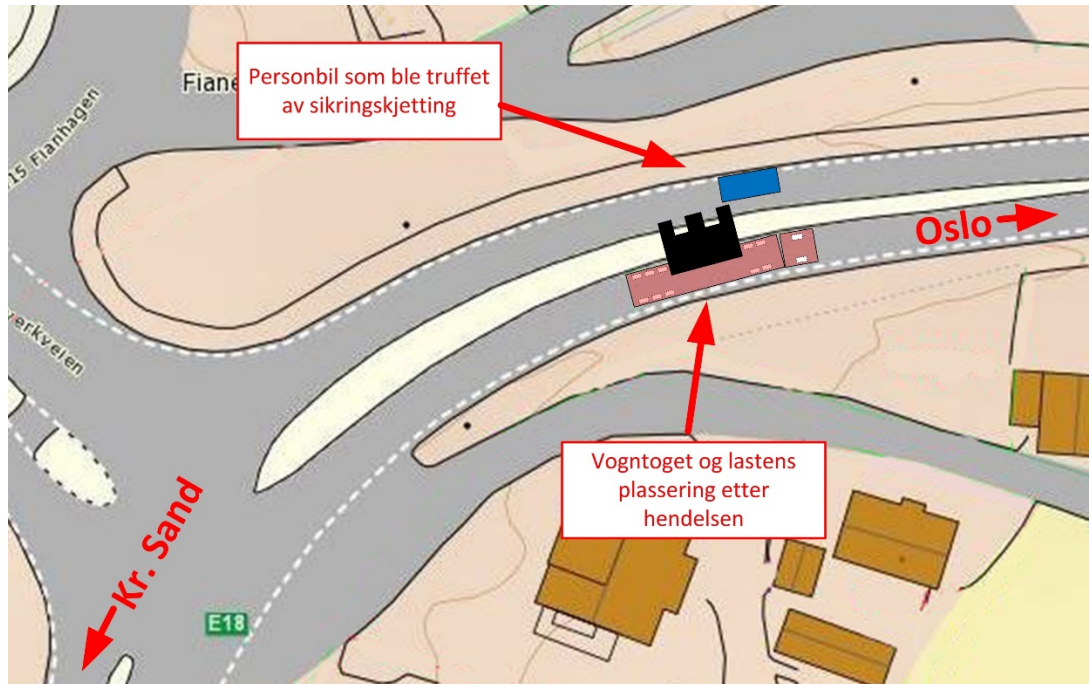
Det ble ikke påført skader på vei eller infrastruktur.

1.2.5 Ulykkesstedet

Veien på hendelsesstedet er en tofelts vei, hvor kjørefeltene er adskilt med en opphøyd midtrabatt. Veien har asfaltdekke.

Svingen hvor betongelementene falt av har en kurveradius på ca. 65 meter og stigning på 4 % i vogntogets kjøreretning.

Vogntoget og personbilens plassering etter hendelsen vises i figur 16.



Figur 16: Vogntoget og lastens plassering etter at lasten falt av. Kart: Vegkart, Statens vegvesen

1.2.6 Trafikanter

Føreren av vogntoget var mann, 58 år på hendelsestidspunktet. Han hadde førerrett i klassene A, BE, CE, DE, M, S, T. Han tok førerkort i klasse CE og DE i 1979, og har i tillegg ADR-, yrkessjåfør- og utrykningskompetanse. Føreren hadde rundt 35 års erfaring som fører av tunge kjøretøy, og hadde vært ansatt i Seafront Transport AS (tidligere Årikstad Transport AS) de 11 siste årene før hendelsen inntraff.

Den dagen hendelsen inntraff startet han på arbeid ca. kl. 15.00, etter å ha avviklet en godkjent ukehvil.

Føreren opplyste at han ikke hadde fått internopplæring i transportfirmaet som gikk på plassering og sikring av betongelementer. Han opplyser at han hadde sett prosedyren som omtales under kapittel 1.2.7.3 på bedriftens sjåførrom, men hadde ikke fått den utlevert.

1.2.7 Kjøretøy og last

1.2.7.1 Kjøretøy

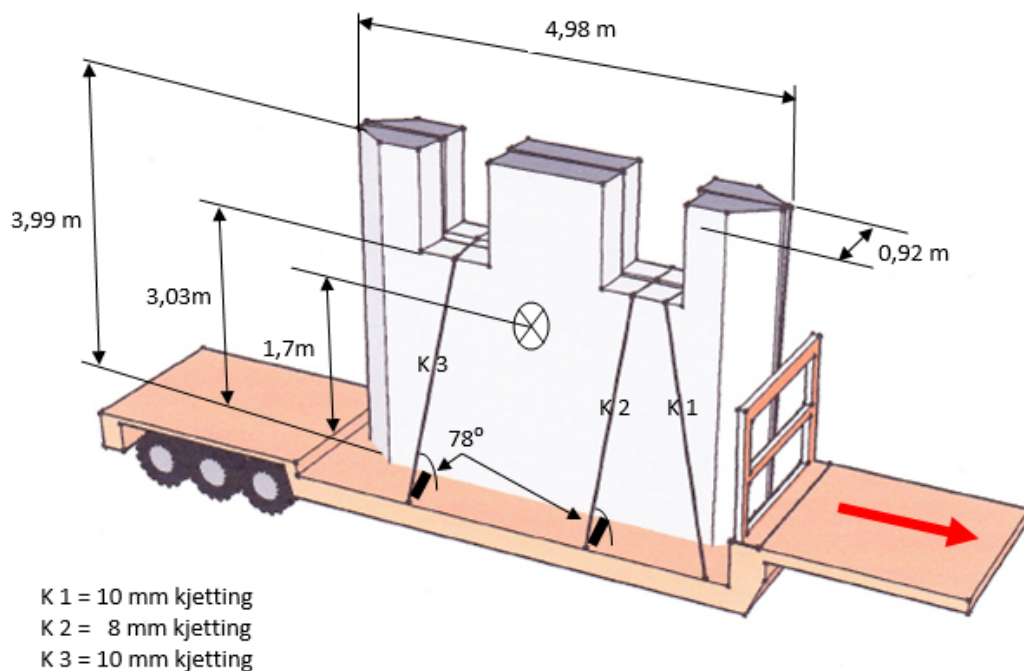
Vogntoget besto av en 2012 modell Volvo FH13-540, 6x2 trekkbil og en 2009 modell Broishuis trekslet brønnsemitrailer. Trekkbilen hadde en tillatt totalvekt på 27 000 kg, og semitraileren hadde tillatt totalvekt på 50 000 kg.

Trekkbilen ble siste gang før hendelsen godkjent i periodisk kjøretøykontroll 15. oktober 2014, mens semitraileren ble godkjent siste gang før hendelsen 19. mai 2014.

Kontrollen som ble gjennomført på trekkbilen og semitraileren etter ulykken avdekket ifølge Statens vegvesen, som gjennomførte disse kontrollene, ingen feil eller mangler.

1.2.7.2 Plassering og sikring av last

På semitrailerens nedsenkede del av lasteplanet var det plassert to betongelementer med en lengde på 4,98 meter og en høyde på 3,99 meter. Hvert av elementene hadde en vekt på ca. 11 000 kg. Elementene var plassert sentrisk i forhold til semitrailerens lengdeakse.



Figur 17: Lastens plassering, sikring, mål og beregnet tyngdepunkt. Skisse: SHT

I framkant av semitrailerens nedsenkede lasteplan (brønndel) var det plassert en fingerkrakk. Det er en ramme med bakoverrettede rør/pigger som skal sikre at elementene står i ro inntil de er sikret. Fingerkrakken er ikke ment å fungere som sikring av lasten. Utover fingerkrakken var det ikke montert andre fester eller støtter som var forankret i semitrailerens, med den hensikt å sikre lasten. Det var plassert mellomlegg av tre mellom elementene i bunnen og toppen, for å unngå skader på disse.

Elementene var sikret med en 10 millimeter og en 8 millimeter kjetting i framkant, og en 10 millimeter kjetting i bakkant av elementene. Hver av kjettingene var strammet med kjettingstrammere på hver side av elementene. I bunnen av elementene var det utvendig montert treklosser mellom elementene og innfestningspunktene for kjettingene for å sikre de mot sideveis bevegelse.

1.2.7.3 Opplæring og prosedyre for transport av betongelementer

Seafront Group AS har utarbeidet prosedyre for transport av betongelementer for Nor Element avdeling Mandal og Marnardal. Prosedyren inneholder i tillegg til generelle opplysninger kapitler om lasting, lossing og sikring av store lastenheter uten festeanordning.

Prosedyren inneholder generelle opplysninger om hvordan forskjellige typer betongelementer skal plasseres og sikres. Prosedyren inneholdt ikke konkret informasjon om hvordan betongelementene som ble transportert på den aktuelle turen skulle plasseres og sikres.

Når det gjelder transport av byggelementer og lignende som transporteres stående eller lutende mot bukker står det:

Også her er det viktig at sikring gjennomføres både fremover og på tvers av kjøretøyet – med Stenging og surring

Stenging mot bevegelse på tvers av kjøretøyet anordnes ved lastens nedre del. Hvis det Benyttes særskilte bukker, påses det at disse ikke kan velte.

Lasten sikres med minst to surringer som har mest mulig loddrett trekkretning. Surringene Fordeles passende over lastens lengde.

Seafront Transport AS har ikke noen systematisk opplæring av de førerne som transporterer betongelementer. Den opplæringen som blir gjort er at nye førere blir med de mer erfarne, og får informasjon om hva som er vanlig når denne type gods skal transporteres.

1.2.8 Vær- og føreforhold

På ulykkestidspunktet var det tørt og bar veibane og oppholdsvær.

1.2.9 Veiforhold

Ulykkesstedet ligger på E18 i Fiane i Tvedestrand kommune i Aust-Agder. E18 gjennom Fiane hadde i 2016 ifølge Statens vegvesen en årsdøgntrafikk (ÅDT) på ca. 11 000 kjøretøy i døgnet, hvorav 15 % var tunge kjøretøy. På ulykkesstedet går veien gjennom en høyrekurve i vogntogets kjøreretning. Veien på ulykkesstedet hadde en fartsgrense på 50 km/t.

1.2.10 Tekniske registreringssystemer

Registrerte hastighetsdata fra trekkbilens fartsskriver viser at vogntoget holdt en hastighet på ca. 40 km/t² gjennom ulykkeskurven.

1.2.11 Medisinske forhold

Resultatet fra prøver tatt av føreren var negative med hensyn til alkohol og rusmidler.

1.2.12 Organisasjoner og ledelse

1.2.12.1 *Seafront Transport AS*

Seafront Transport AS er et transportselskap som er eid av Seafront Group gjennom selskapet Seafront Logistics AS. Seafront Transport AS het fram til september 2014 Årikstad Transport AS, som ble etablert i 1962.

² Fartsskriveren hvor hastigheten ble registrert kan ha en feilmargen på +/- 6 km/t

Transportselskapet hadde pr. februar 2017 totalt 20 nasjonale løyver for godstransport. I tillegg til transport av betongelementer transporterer de også containere og forskjellige andre typer gods.

1.2.12.2 *Contiga Marnardal (Nor Element AS avd. Marnardal)*

Nor Element fusjonerte 1. januar 2017 med Contiga AS, og Nor Element AS avd. Marnardal endret fra samme tidspunktet navn til Contiga Marnardal.

Contiga Marnardal ble etablert i 1970. De produserer forskjellige typer betongelementer som balkonger, vegger, bjelker, søyler, tribuner, brystning og trapper. De har en årlig produksjonskapasitet er ca. 30.000 tonn.

Contiga Marnardal var oppdragsgiver for den aktuelle transporten, og lastet betongelementene på semitraileren. Sikring av betongelementene ble gjort av føreren.

I avtalen Contiga AS har med Seafront Transport AS forutsettes det fra Contiga AS sin side at alle sjåfører som er involvert i transportoppdrag for dem skal ha fått opplæring i de krav som stilles til transport av betongelementer.

1.3 **Spesielle undersøkelser**

SHT har engasjert SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut (SP) for å gjøre en vurdering av lastsikringen i de to ovennevnte ulykkene. I forbindelse med oppdragene ønsket SHT at SP vurderte følgende forhold:

Ulykken på Fv770 i Nærøy.

- Beregne hvilke statisk og dynamisk belastning de aktuelle A-krakkene er dimensjonert for.
- Beregne hvilke belastning A-krakkene ble utsatt for ved kjøring gjennom ulykkeskurven.
- Vurdere betydningen av mellomleggene som ble brukt mellom betongelementene og A-krakkene.

Ulykken på E18 i Tvedestrand.

- Beregne hvilke krefter den aktuelle sikringen var dimensjonert for.
- Vurdere hvordan sikringen var utført i forhold til gjeldende norske krav.

1.3.1 Sammendrag av SPs rapport om ulykken på Fv 770 i Nærøy i Nord-Trøndelag

Rapporten tar for seg både kritisk velte hastighet for vogntoget og kritiske sidekrefter i forhold til A-krakkens styrke og sikring av elementene.

Beregningene som SP har gjort viser at vogntoget med den aktuelle lasten ville velte ved en sideakselerasjon på ca. 5 m/s^2 , under forutsetning av at lasten var tilstrekkelig sikret og ikke beveget seg. Det tilsvarer de kreftene som er satt for sikring av last sideveis i forskrift om bruk av kjøretøy. Ved kjøring gjennom ulykkeskurven har SP beregnet at vogntog og last ble utsatt for sidekrefter tilsvarende $0,16 \text{ G}$ (1.6 m/s^2).

SP har også vurdert A-krakkens styrke med hensyn til konstruksjon, material- og sveisekvalitet. Beregningene viser at strukturen ikke er tilstrekkelig dimensjonert for de sidekreftene A-krakkene ble utsatt for, og at sveisearbeidet ikke er utført på en fagmessig måte.

Fra sammendraget i rapporten siteres følgende:

I riktning framåt och bakåt var lasten enligt SPs åsikt korrekt surrad. Enligt Norskt regelverk skall surring och lastbärare motstå 1g framåt och 0,5 g bakåt. I dessa riktningar är lastens geometri sådan att den hjälper surningarna att motstå belastningar i dessa riktningar.

Sideleds var inte lasten surrad på ett korrekt sätt. Stödrammen hade otillräcklig styrka för att motstå de belastningar som kan uppkomma i denna riktningen. Det sevtarbete som utförts vid tillverkning av stödrammen var i de kritiska fogarna mellan ben och botten undermåliga. Det är svårt att i efterhand ge något värde på hållfastheten men man kan erfarenhetsmässigt säga de undermåliga svetsarna troligen haft en hållfasthet mindre än hälften av vad korrekt utförda svetsar skulle ha haft. Vid en sidoacceleration på 0,16 g skulle lasten bara bli 32 % av vad som bäretnats vid 0,5 g men det finns ändå stor risk att svetsarna brister på grund av det undermåliga utförandet. Med tanke på att man i Europastandarden kräver 2-faldig säkerhet mot brott vid sidoaccelerationer på 0,5 g blir det än tydligare att transporten inte utförts på ett trafiksäkert sätt.

*En korrekt transport av dessa element kan enligt SPs åsikt **inte** genomföras med utrustning av det här slaget. Även om stödrammen skulle ha tillräcklig styrka blir tyngdåpunkten så hög att hela ekipaget risskerar välta. Det finns lämpliga lastbärare i form av trailers.*

Hele rapporten fra SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut er vedlagt som vedlegg B.

1.3.2 Sammendrag av SPs rapport om ulykken på E18 i Tvedestrand

I denne ulykken har SP vurdert lastens plassering og lastsikringens styrke i forhold til gjeldende krav og mulig sideveis belastning som virket på vogntog/last da lasten falt av.

De to betongelementene som ble transportert var plassert ved siden av hverandre, og sentrisk i forhold til vogntogets lengderetning. De var sikret med tre kjettinger, hvorav to var på elementenes fremre halvdel, og en kjetting på elementenes bakre halvdel.

Beregningene som er gjennomført viser at lasten ved kjøring gjennom den aktuelle kurven ble utsatt for sidekrefter på rundt 2 m/s². Ved beregningene er det tatt utgangspunkt i at de to elementene ikke utgjorde en kompakt enhet, da de ikke var forankret (sikret) til hverandre.

På grunnlag av beregnede/sannsynlige sidekrefter kan kjettingene ha blitt utsatt for strekkrefter opp mot kjettingenes/strammearbeidets bruddstyrke, når en i tillegg tar med den kraften som kjettingene var forstrammet med. Dette med bakgrunn i at den bakre kjettingen optok halvparten av den beregnede sidebelastningen, da det kun var en kjetting i bakkant av elementene. Da kjettingene ikke var festet til betongelementene, men kun var lagt over lasten og strammet til (overfallssurring), kan det ha medført at elementene har beveget seg sideveis i toppen eller bunnen.

SP skriver blant annet følgende i sin konklusjon:

När man beaktar de krafter som uppstår i surrningen av de båda betongelementen konstateras att surrningen inte har utförts på et korrekt sätt och på intet sätt uppfyller kraven i EN 12195-3 «Lastsäkring på vägfordon – Säkerhet – Del 3 Kättingsurrningar».

Hele rapporten fra SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut er vedlagt som vedlegg C.

1.4 Lover og forskrifter

Bruk, drift, tilsyn og kontroll i veisektoren er i hovedsak regulert i lov 18. juni 1965 nr. 4 om vegtrafikk (vegtrafikkloven) med tilhørende forskrifter og lov 21. juni 1963 nr. 23 om vegar (veglova).

1.4.1 Krav til fører

Vegtrafikkloven og tilhørende trafikkregler stiller krav til førers ansvar ved bruk av kjøretøy. I vegtrafikkloven §23 heter det blant annet:

Før kjøringen begynner, skal føreren forvise seg om at kjøretøyet er i forsvarlig og forskriftsmessig stand og at det er forsvarlig og forskriftsmessig lastet. Han skal sørge for at kjøretøyet også under bruken er i forsvarlig stand og forsvarlig lastet.

1.4.2 Yrkessjåførforskriften

Forskrift om grunnutdanning og etterutdanning for yrkessjåfører fastsetter blant annet krav til hvordan etterutdanning av yrkessjåfører skal gjennomføres.

Hovedmålet for yrkessjåførutdanningen er at eleven etter gjennomgått utdanning skal ha nødvendige kvalifikasjoner for å kunne arbeide som yrkessjåfør mot vederlag i persontransport eller godstransport.

Eleven skal

- a) Kjøre optimalt og trafiksikkert
- b) Vise profesjonalitet i sin utførelse av yrket
- c) Ivareta egen og andres sikkerhet ved arbeid når kjøretøyet står i ro.

1.4.3 Tekniske krav til kjøretøy

Forskrift 4. oktober 1994 nr. 918 om tekniske krav og godkjenning av kjøretøy, deler og utstyr (kjøretøyforskriften) fastsetter tekniske krav til motorvogn og tanktilhenger registrert første gang etter 1. januar 1995.

For bil og tilhenger til bil som godkjennes eller registreres første gang i Norge fra 15. september 2012 eller senere gjelder Forskrift 5. juli 2012 nr. 817 om godkjenning av bil og tilhenger til bil (bilforskriften).

1.4.4 Krav til bruk av kjøretøy i Norge

Forskrift 25. januar 1990 nr. 92 om bruk av kjøretøy, regulerer bruk av norske og utenlandske kjøretøy i Norge (forskrift om bruk av kjøretøy). I § 3-3 nr.2 heter det:

Under transport skal gods på kjøretøy være sikret slik at ingen del av godset kan forskyve seg eller falle av.

Sikring skal minst kunne tåle følgende krefter:

- a) Framover langs kjøretøyet: Kraft lik hele godsets vekt.*
- b) Bakover og på tvers av kjøretøyet: Kraft lik halve godsets vekt.*
- c) Framover langs tilhenger trukket av traktor eller motorredskap som er konstruert for fart ikke over 30 km/t: Kraft lik halve godsets vekt.*

1.4.5 Forslag til nye forskrifter om bruk av kjøretøy.

Forslag til nye forskrifter om bruk av kjøretøy er sendt på høring. Forslaget inneholder blant annet krav til at Norsk Standard, NS-EN 12195-1 skal legges til grunn for beregning av surringskrefter.

Når det gjelder visse typer lastsikringsutstyr som benyttes i forbindelse med sikring av gods skal det tilfredsstillende nærmere angitte standarder, eller dokumentasjon på at det tåler de kreftene som er fastsatt for sikring av last på kjøretøy.

1.5 **Myndigheter og interesseorganisasjoner**

1.5.1 Statens vegvesen (SVV)

Statens vegvesen er et forvaltningsorgan underlagt Samferdselsdepartementet. Staten er organisert i to forvaltningsnivåer – Vegdirektoratet og fem regioner. Statens vegvesen har ansvaret for planlegging, bygging, drift og vedlikehold av riksveier, samt godkjenning og tilsyn med kjøretøy og trafikanter. De utarbeider også bestemmelser og retningslinjer for veiutforming, drift og vedlikehold, veitrafikk, trafikantopplæring og kjøretøy.

Trafikant- og kjøretøyavdelingen i Vegdirektoratet har ansvar for forvaltning av regelverket innenfor førerkort, førerprøver, teknisk godkjenning av kjøretøy og bestemmelser for kjøretøy i bruk. De er også tillagt nasjonale spesialistoppgaver innenfor trafikant- og kjøretøyområdet.

Innenfor avdelingens ansvarsområde ligger blant annet godkjenning og tilsyn med verksteder som utfører reparasjon av kjøretøy og med kontrollorgan som gjennomfører periodisk kjøretøykontroll, utekontroll av kjøretøy og kontroll med bruk av verneutstyr i kjøretøy. De har også ansvar for godkjenning av og tilsyn med trafikkskoler og gjennomføring av førerprøver.

1.5.2 Betongelementforeningen

Betongelementforeningen er en selvstendig bransjeforening for norske produsenter av betongelementer til bygg og anlegg.

Foreningen ble startet i 1928 og har i underkant av 70 hovedmedlemmer med til sammen 49 fabrikker, 39 assosierte partnere og 19 montasjeentreprenører. Foreningen har medlemsbedrifter i alle landets fylker. Montasjebedriftene har bidratt i foreningens arbeide med å bygge opp etterutdanningsmoduler for montasjeleder, formann og bas slik at man tilfredsstiller utførelsesstandardenes krav (NS-EN 13670).

Betongelementforeningens 39 støttemedlemmer bidrar i fellesprosjekter som Betongelementboken, som instruktører ved kurs/konferanse og på mange andre måter i bransjens aktiviteter.

Både Overhalla Betongbygg AS og Contiga Marnardal AS er medlemmer i Betongelementforeningen.

1.5.3 Norges Lastebileier-Forbund (NLF)

NLF er en politisk uavhengig nærings- og arbeidsgiverorganisasjon for lastebileiere som driver yrkesmessig godstransport i Norge og utlandet. NLFs formål er å utvikle den lovlige godstransport på vei på en samfunnsmessig ansvarlig og miljømessig bærekraftig måte. Forbundet skal ivareta medlemmenes økonomiske, faglige og sosiale interesser.

1.6 Andre opplysninger

15. september 2005 veltet to vogntog som fraktet stående betongelementer fra Vigrestad Eigersund kommune. Det første vogntoget på Rv 44 ved Tengs i Eigersund kl. 1002, mens det andre veltet på Rv 44 ved Sirevåg i Hå kommune kl. 1005. Begge vogntogene var lastet med tre betongelementer, med en samlet vekt på ca. 30 000 kg. Elementene på begge vogntogene hvilte mot en A-krakk, som var plassert sentrisk på vogntogenes semitrailere. På begge vogntogene var to av de tre elementene plassert på A-krakkens venstre side sett i vogntogets kjøretretning, mens det tredje elementet var plassert på A-krakkens høyre side.

Undersøkelsen av disse ulykkene, som begge er omtalt i SHT Rapport VEI 2007/01, viser at det var flere sikkerhetskritiske forhold som medvirket til at ulykkene skjedde og at den ene føreren omkom.

På grunnlag av funn som ble avdekket i undersøkelsen fremmet SHT følgende sikkerhetstilrådinger:

Sikkerhetstilråding VEI nr. 2007/01T

SHT tilrår at Høiland AS, Egersund Havne Transport AS og Sola Kurs & Kompetanse AS knytter til seg relevant kompetanse til å gjennomføre sikkerhetsvurdering av arbeidsoperasjoner relatert til transport av gods med store vekter og dimensjoner.

Sikkerhetstilråding VEI nr. 2007/02T

SHT tilrår at Høiland AS og Egersund Havne Transport AS gjennomgår og forbedrer sine HMS-systemer med hensyn til opplæring og oppfølging av sjåfører i forhold til kjøretøystabilitet, plassering og sikring av last samt bruk av bilbelte.

Sikkerhetstilråding VEI nr. 2007/03T

SHT tilrår at Statens vegvesen og politiet prioriterer oppfølging av bilbeltebruken hos førere av tunge kjøretøy.

Sikkerhetstilråding VEI nr. 2007/04T

SHT tilrår at Statens vegvesen, eventuelt i samarbeid med transportbransjen, vurderer å innføre relevant krav til opplæring for førere som skal gjennomføre spesielt sikkerhetskritiske transporter.

Sikkerhetstilråding VEI nr. 2007/05T

SHT tilrår at Statens vegvesen og Arbeidstilsynet utreder konsekvensene av å trekke deler av vegtrafikklovgivningen inn i internkontrollforskriften.

Sikkerhetstilråding VEI nr. 2007/06T

SHT tilrår at Statens vegvesen vurderer å innføre stabilitetskrav for alle kjøretøyer med totalvekt over 7 500 kg, samt innføre krav om at kjøretøyfabrikanter skal gi informasjon til brukerne om sikkerhetskritiske områder/funksjoner ved bruk av kjøretøy.

Sikkerhetstilråding VEI nr. 2007/07T

SHT tilrår at Statens vegvesen innfører krav til at semitrailere ikke skal kunne kjøres med "åpne" friksjonsstyrte aksler over et nærmere angitt hastighetsnivå.

Sikkerhetstilråding VEI nr. 2007/08T

SHT tilrår at Statens vegvesen vurderer å innføre krav om at alt sikrings- og hjelpeutstyr som benyttes i forbindelse med transport av gods skal være dimensjonert for og merket med største tillatte belastning, samt at det settes krav til periodisk tilsyn for dette utstyret.

Sikkerhetstilråding VEI nr. 2007/09T

SHT tilrår at Statens vegvesen vurderer å innføre krav til at avsender/transportør skal utarbeide dokumentasjon/beregninger som dokumenterer forsvarlig plassering/sikring av gods med store vekter/dimensjoner og transportens anbefalte hastighet. Dokumentasjonen bør følge transporten.

I forbindelse med hendelsen på E18 i Tvedestrand og ulykken på Fv 770 ved Nakling vurderer SHT at problemstillingene omtalt i sikkerhetstilråding Vei nr. 2007/04T, Vei nr. 2007/08T og vei nr. 2007/09T også er relevante i forbindelse med disse hendelsene/ulykkene. Statens vegvesen har slutført behandling av disse tre tilrådingene med følgende begrunnelse:

Sikkerhetstilråding VEI nr. 2007/04T

Må utredes, særlig i forhold til spesialtransporter. I etterutdanning av yrkessjåfører skal yrkessjåfører oppdatere, utdype og repetere kunnskap som er vesentlig for deres arbeid og være tilpasset yrkessjåførens daglige arbeidsoppgaver. Saken foreslås lukket.

Sikkerhetstilråding VEI nr. 2007/08T

Vil innføre krav i hht. NS-EN 12195-2, 3 og 4. Periodisk tilsyn utredes nærmere. Saken lukkes.

Sikkerhetstilråding VEI nr. 2007/09T

Utredes nærmere når NS-EN 12195-1 foreligger. TK avdelingen vil prioritere arbeidet med sikting av last så snart arbeidet med revisjon av kapittel 5 i forskrift om bruk av kjøretøy er slutført. Arbeidet med tema sikring av last er planlagt startet januar 2013. Tilrådingen vil da bli endelig vurdert. Saken vil fortsatt være til observasjon.

1.7 Iverksatte tiltak

1.7.1.1 Overhalla Transport AS

Etter at Arbeidstilsynet stoppet transport av betongelementer engasjerte Overhalla Transport AS et konsulentfirma som konstruerte og beregnet A-krakker som skal brukes i forbindelse med transport av stående betongelementer på kjøretøy. Nye A-krakker ble levert i første kvartal 2015. Arbeidstilsynets vedtak om å stoppe transport av stående betongelementer ble opphevet 10. mars 2015 da de anså at framlagt dokumentasjon på nye A-krakker, i kombinasjon med internopplæring i transport og sikring av betongelementer, ivaretok sikkerheten ved de aktuelle transportene.

Overhalla Transport har på forespørsel fra SHT i april 2017 oversendt kvalitetssikringssystem for bedriften. Her står det blant annet:

Sjåførens ansvar

- *At last er forsvarlig lastet og surret.*
- *At stabiliteten av elementene blir ivaretatt ved lossing.*
- *At lastsikringsutstyr er dimensjonert for de belastninger de utsettes for under transport.*

Lastsikring

- *Kontroller kjettinger, strammere og lås før bruk. Skadd utstyr skal kasseres.*
- *Plasser vinkler over elementtopp. Plasseres over strø eller andre mellomlegg, slik at stramming går mot disse.*
- *Lås av elementer sidelengs med staker eller 8-toms boks. Kil om nødvendig med treverk.*
- *Last sikres med 3-6 surrekjettinger. Vurderes ut fra lastens lengde og tyngde.*
- *Bruk minst 8 mm kjettinger, som er godkjent for 8 tonn stramming. Bruk så mange kjettinger at total stramming tilsvarer vekten av lasten. (ved 24 tonn last brukes 3 kjettinger; 8 tonn x 3 kjettinger = 24 tonn)*
- *Kjettinger strammes inntil 50 kg håndtrykk.*

Krav til og kontroll med lastsikringsutstyr

- *Til sikring av last skal kun brukes utstyr som er ment til dette formålet.*
- *Festinnretninger for utstyret på bil / henger skal være laget for formålet og være uskadd.*
- *Personell som bruker lastsikringsutstyret skal ha kompetanse til dette.*
- *Lastsikringsutstyret skal være merket for største arbeidsbelastning.*

Arbeidsgiver plikter å påse at utstyret brukes riktig, og at underlag og festeinnretninger er stabile og har tilstrekkelig styrke.

Når det gjelder opplæring dokumenteres det i kvalitetshåndboken at en del av sjåførene har gjennomlest/gjennomgått kvalitetshåndbokens kapittel 2.3 som blant annet omhandler punktene som er sitert tidligere i dette kapitlet.

1.7.1.2 *Seafront Transport AS*

Etter hendelsen på E18 ved Tvedestrand opplyser Seafront Transport AS at de har sluttet å transportere stående betongelementer som kun er sikret med overfallsurring med kjetting.

Transport av stående betongelementer blir nå gjennomført enten ved bruk av sertifiserte A-krakker som midtstøtter i kombinasjon med bruk av kjetting, eller ved bruk av kassettilhengere med hydrauliske sidestøtter.

Seafront Transport AS har innført nye rutiner som sikrer at alle ansatte mottar sikkerhetsrelatert informasjon som distribueres internt i firmaet. For å sikre at informasjonen er mottatt og lest, må den enkelte kvittere for mottak.

1.7.1.3 *Lastsikringsveiledning utarbeidet av Betongelementforeningen og Norges Lastebileier-Forbund (NLF)*

Betongelementforeningen og NLF har i samarbeid med ledende transportører og produsenter av betongelementer utarbeidet veiledning for lastsikring og transport av forskjellige typer betongelementer. Veiledningen inneholder beskrivelse av hvordan forskjellige typer betongelementer kan sikres, men sier ikke noe om sikring av betongelementer i kombinasjon med bruk av A-krakker.

Veiledningen kan bestilles på nettsidene til NLF (www.lastebil.no) og Betongelementforeningen (www.betongelement.no).

2. ANALYSE

2.1 Innledning

SHT valgte å gjennomføre undersøkelse av de to ulykkene, da den ene ulykken var dødsulykke og den andre hadde et stort skadepotensiale. I tillegg har disse ulykkene mye til felles med ulykkene med vogntogene som transporterte betongelementer ved Tengs og Sirevåg i Rogaland i september 2005 – se SHT Rapport VEI 2007/01.

Etter at forundersøkelsene av de to ulykkene var ferdige ble SP Sveriges Tekniska forskningsinstitut engasjert for å gjennomføre beregninger og vurderinger av lastsikringen på begge vogntogene. Disse beregningene ble ferdigstilt og oversendt SHT i oktober 2015.

Sommeren 2015 kontaktet SHT Betongelementforeningen for å få informasjon om de hadde utarbeidet anbefalinger/retningslinjer for transport av betongelementer for sine medlemmer. De informerte om at de i en av sine fagbøker – Betongelementboken bind G – hadde et kapittel hvor plassering, sikring og transport av betongelementer var omtalt. Ved gjennomgang av dette kapitlet vurderte SHT at det kun ga generell informasjon om gjeldende lovverk, og ikke spesielle føringer eller anbefalinger om hvordan sikring av betongelementer bør gjøres.

Etter denne gjennomgangen tok SHT initiativ til at Betongelementforeningen i samarbeid med betongelementprodusentene og lastebilnæringen utarbeidet spesifikke veiledninger/retningslinjer for plassering og sikring av betongelementer som transporteres på vei. Dette arbeidet ble igangsatt høsten 2015, og ferdig veiledning forelå i januar 2017. Vurdering av denne veiledning omtales i kapittel 2.4.

Undersøkelsen av de to ulykkene har på grunn av interne prioriteringer strukket ut i tid, men de aktuelle problemstillingene er fortsatt like aktuelle. I løpet av denne tiden har det også pågått arbeid med å iverksette tiltak for å unngå at tilsvarende ulykker inntreffer igjen. Dette arbeidet omtales i etterfølgende kapitler.

Analysen starter med en vurdering av hendelsesforløpet i de to ulykkene. Her gjøres det en analyse av hvorfor elementene falt av vogntoget på E18, og hva som medvirket til at vogntoget som fraktet betongelementer fra Overhalla til Rørvik veltet. Videre blir det i kapittel 2.3 gjort en vurdering av transportfirmaenes og avsenders rutiner i forbindelse med transport av betongelementer. Arbeidet som er gjort for å iverksette tiltak som kan hindre gjentagelse av slike uhell og ulykker blir drøftet i kapittel 2.4.

I rapporten som ble utgitt etter ulykkene ved Tengs og Sirevåg i 2005 (SHT Rapport VEI 2007/01) ble det gitt flere sikkerhetstilrådinge som skulle hindre at lignende ulykker skjedde. I kapittel 2.5 blir det gjort en vurdering av disse tilrådingene i forhold til ulykkene som omtales i denne rapporten. Dette kapitlet inneholder også en vurdering av høringsforslaget som omhandler nye forskrifter om sikring av last.

2.2 Vurdering av hendelsesforløp

2.2.1 Ulykken på Fv 770 i Nærøy

Undersøkelsen har avdekket at vogntoget veltet da lasten forskjøv seg på grunn av svikt i A-krakkene ved kjøring gjennom den aktuelle høyrekurven. Da vogntoget veltet over på

siden og ble liggende på taket ble førerhytten påført store skader og deformasjoner på siden og takets venstre side. SHT vurderer at de omfattende deformasjonene som ble påført førerhytten medvirket til at føreren ble sittende fastklemt og døde.

Med bakgrunn i SHTs undersøkelser og SPs rapport mener SHT at hovedårsaken til svikten i A-krakkene var at disse ikke var tilstrekkelig dimensjonert i forhold til betongelementenes vekt og dimensjoner. Sveisearbeidet var heller ikke utført på en fagmessig måte.

Mellomleggene som var plassert mellom betongelementene for at ikke disse skulle ligge mot hverandre i toppen lå kun løse inntil A-krakkene. Det ble forutsatt at disse mellomleggene skulle «ligge i klem» mellom A-krakkene og betongelementene. SHT utelukker ikke at disse mellomleggene kan ha forskjøvet seg eller falt ned på den rundt 120 kilometer lange turen fra Overhalla til ulykkesstedet i Nakling. Hvis dette har skjedd, har det høyst sannsynlig medført at sikringskjettingene har blitt slakke eller at belastningen på de A-krakkene hvor det fremdeles har vært mellomlegg har blitt så store at de ikke har tålt den aktuelle belastningen.

SHT mener at mellomleggene burde vært festet permanent ved spikring, skruing eller lignende når det var behov for å benytte slike. En ville da sikret at de holdt seg i riktig posisjon og fungert som forutsatt under hele kjøreturen.

2.2.2 Hendelsen på E18 ved Fiane i Tvedestrand

Betongelementene som falt av vogntoget var plassert stående på treunderlag. De to elementene sto ved siden av hverandre, sentrisk plassert i forhold til semitrailerens lengdeakse. Mellom elementene var det plassert treklosser, slik at disse ikke skulle bli skadet. Elementene var ikke festet til hverandre, og utgjorde to separate enheter.

Sikringen var utført med to 10 millimeter og en 8 millimeter kjettinger som overfallssurringer. Disse var ikke festet til elementene, men lå kun an rundt toppen, og presset elementene sammen og ned mot underlaget. Det var heller ingen sikring sideveis i bunnen av elementene.

SHTs undersøkelser og rapporten fra SP konkluderer med at maksimal forstramming av kjettingene i kombinasjon med den belastningen som ble påført kjettingene ved kjøring gjennom ulykkeskurven ble så store at en eller flere av kjettingene/kjettingstrammerne ble overbelastet og røk. Dette resulterte etter SHTs vurdering i at betongelementene løsnet og falt over mot venstre.

2.3 **Transportfirma og avsenders rutiner i forbindelse med transport av betongelementer**

SHT har vurdert prosedyrer og rutiner til transportfirmaene og produksjonsbedriftene som er omtalt i denne rapporten. Det går blant annet på de krav produksjonsbedriftene setter til gjennomføring av transporttjenestene de kjøper. Det blir også gjort en vurdering av rutiner og prosedyrer for opplæring av førerne som gjennomfører transportene.

2.3.1 Overhalla Transport AS og Overhalla Betongbygg AS

2.3.1.1 *Rutiner i forbindelse med lasting og transport av betongelementer*

A-krakkene som ble brukt i forbindelse med transporten var produsert på oppdrag fra Overhalla Transport AS, mens eier av A-krakkene var Overhalla Betongbygg AS. Ved bestilling av A-krakkene ble det ikke satt krav til at de skulle dimensjoneres og sertifiseres for nærmere angitte belastninger.

Beregningene og vurderingene som SP har gjort viser at strukturen i A-krakkene ikke var tilstrekkelig dimensjonert for det oppdraget de ble benyttet til. Sveisearbeidet var heller ikke utført på en fagmessig måte.

SHT er kritisk til at Overhalla Transport AS brukte A-krakker som ikke var konstruert eller sertifisert for de belastningene de ble utsatt for i forbindelse med det aktuelle oppdraget. SHT er også kritisk til at Overhalla Betongbygg AS, som eier av A-krakkene, stilte disse til disposisjon for transportøren uten å forvise seg om at de var dimensjonert for å tåle de vektene og belastningene som de ble utsatt for.

SHT er også betenkt over at Overhalla transport AS ikke hadde utarbeidet rutiner for bruk og fastgjøring av mellomlegg mellom elementer og A-krakker, når dette ble benyttet.

Utover vurdering av A-krakkens styrke har ikke SHT vurdert om den aktuelle sikringen var tilstrekkelig i forhold til lastens vekt og plassering, men konstaterer at Overhalla Transport AS ikke hadde prosedyrer som beskrev hvordan dette skulle gjøres. De har heller ikke framlagt annen dokumentasjon på at den aktuelle sikringen var tilstrekkelig.

2.3.1.2 *Opplæring av førere*

I SHT Rapport VEI 2007/01 ble det gjort en vurdering av hvilke kompetanse en må ha for å kunne foreta en korrekt vurdering og sikring av kolli med store vekter og dimensjoner. Her konkluderes det med at det kreves kompetanse i matematikk, mekanikk og fysikk på høyskole/universitetsnivå for å kunne gjøre dette.

I følge informasjon SHT sitter inne med var det ingen av de som sikret lasten på vogntoget til Overhalla Transport AS som hadde slik kompetanse.

SHT mener at manglende kompetanse om plassering og sikring av last medvirket til at A-krakkene brøt sammen og vogntoget veltet. SHT mener også at gode prosedyrer som beskriver hvordan aktuell last skulle sikres ville kompensert for den manglende kompetansen.

Opplæring av firmaets førere i plassering og sikring av last blir gjort ved at en av firmaets mest erfarne ansatte er med nyansatte og veileder de når forskjellige typer last skal transporteres. Opplæringen gis med bakgrunn i den kompetansen og erfaringen veilederen har.

I Overhalla Transport AS sitt kvalitetssystem som ble etablert etter ulykken er det dokumentert at de rutineene som er beskrevet om plassering og sikring av last, og bruk av lastsikringsutstyr er gjennomgått/gjennomlest.

Etter gjennomgang av kvalitetssystemet vurderer SHT at beskrevne rutiner og opplæringen som nå gis førerne, ikke gir tilstrekkelig veiledning eller kunnskap til at førerne selvstendig kan foreta en korrekt sikring av betongelementer som Overhalla Transport AS transporterer.

2.3.1.3 Sikkerhetsstyring

SHT mener at mangelfull sikkerhetsstyring både hos Overhalla Transport AS og Overhalla Betongbygg AS har medvirket til at A-krakkene brøt sammen og vogntoget veltet på Fv 770 i Nærøy. Dette med bakgrunn i at:

- Overhalla Transport AS tegnet og bestilte A-krakkene som skulle brukes til transport av betongelementet uten at det ble satt krav til styrke eller dokumentasjon for disse.
- A-krakkene var verken dokumentert eller merket med største tillatte belastninger.
- Som eier av A-krakkene tillot Overhalla Betongbygg AS at Overhalla Transport AS benyttet disse i forbindelse med transport selv om det ikke var dokumentert hvilke belastninger de var dimensjonert for.
- Overhalla Transport AS hadde ikke prosedyrer eller rutiner som beskrev hvordan mellomlegg skulle festes og lasten sikres. Stående mellomlegg ble lagt løse mellom betongelementer og A-krakker uten at disse ble festet, slik av de ved bevegelse i lasten kunne falle ned.
- Det er ikke dokumentert eller gjennomført opplæring som tilsa at førerne kunne foreta en selvstendig vurdering av hva som kreves for at lastsikringen skal være i henhold til gjeldende krav.

Eksisterende A-krakker ble etter pålegg fra Arbeidstilsynet erstattet med tilsvarende utstyr som var sertifisert og godkjent for nærmere angitte vekter og belastninger. SHT ser positivt på at det nå kun benyttes godkjente A-krakker, men mener Overhalla Transport AS før dette burde satt krav til og kun brukt utstyr som var dimensjonert for den lasten som ble transportert.

SHT ser også positivt på at Overhalla Transport AS etter ulykken har utarbeidet et kvalitetssystem som blant annet omhandler forhold rundt transport av betongelementer. Systemet dokumenterer også hvilke opplæring som sjåførene har gjennomgått.

SHT mener imidlertid at kvalitetssystemet bør videreutvikles da det vurderes som mangelfullt når det gjelder plassering og sikring av last, samt opplæring av førere innenfor dette området.

SHT fremmer en sikkerhetstilråding innenfor dette området.

2.3.2 Seafont Transport AS og Contiga Marnardal AS

2.3.2.1 *Rutiner i forbindelse med lasting og transport av betongelementer*

De to elementene som ble transportert ble lastet stående ved siden av hverandre, sentrisk plassert om semitrailerens lengdeakse. Sikringen besto av tre kjettinger som var lagt over

elementene og festet/forstrammet på hver side i semitrailerens lasteplan. Ingen av kjettingene var fysisk festet til betongelementene.

Begge elementene var plassert slik at framkanten av disse lå an mot den loddrette veggen som går mellom den nedsenkede delen av semitrailerens lasteplan og den fremre øvre delen av lasteplanet. SHT anser at denne plasseringen var tilstrekkelig til å sikre elementene forskriftsmessig i retning forover.

Beregninger som SP har gjort viser at strekkreftene som kjettingene har blitt utsatt for ligger opp mot kjettingenes/strammeordningenes bruddstyrke. Dette med bakgrunn i at den bakre kjettingen opptok halvparten av den beregnede sidebelastningen, da det kun var en kjetting i bakkant av elementene. Da kjettingene ikke var festet til betongelementene, men kun var lagt over lasten og strammet til (overfallssurring), sier SP at det også kan ha medført at elementene har beveget seg sideveis i toppen eller bunnen.

Med bakgrunn i måten elementene var sikret på og beregninger og vurderinger SP har utført, mener SHT at sikringen av elementene som falt av ikke var tilstrekkelig for en sikker gjennomføring av transporten.

Seafront Transport AS sin prosedyre for transport av stående byggelementer har en generell beskrivelse av hvordan stående elementer skal og sikres. Den gir ingen spesifikke føringer i forhold til elementenes plassering, vekt, dimensjoner og utforming.

SHT vurderer at prosedyren ikke gir førerne nødvendig informasjon om hvordan sikringen konkret må gjennomføres for at lasten skal sikres forskriftsmessig sideveis. Slik prosedyren er utformet kreves det at føreren har kompetanse i matematikk, fysikk og mekanikk på høyskole/universitetsnivå for å kunne vurdere hva som er tilstrekkelig sikring. Hvis en tar utgangspunkt i den aktuelle lasten som ble transportert under hendelsen på E18 ved Tvedestrand mener SHT at prosedyren burde gitt føringer for antall og type kjettinger som måtte brukes, og hvordan disse skulle plasseres. Det burde i tillegg vært gitt informasjon om evt. andre tiltak som måtte iverksettes for at lasten skulle tilfredsstillende gjeldende krav til sikring av last.

I samtaler med representanter fra Seafront Transport AS fire dager etter hendelsen anbefalte representanter fra SHT at firmaet gjennomgikk sine prosedyre/rutine for plassering og sikring av last. Dette med bakgrunn i gjennomgang av hendelsen, og de funn som var gjort.

SHT ser positivt på at Seafront Transport AS etter hendelsen har bestemt at all transport av stående elementer enten skal transporteres med A-krakker som er godkjent for formålet eller i kassettilhengere med hydrauliske sidestøtter som sideveis sikring av lasten.

SHT er imidlertid betenkt over at Seafront Transport AS to og et halvt år etter ulykken fremdeles ikke har revidert sin prosedyre og beskrevet hvordan lasten skal sikres og hva førerne må passe på når elementer nå transporteres med A-krakker som er godkjent for nærmere spesifiserte vekter.

SHT fremmer en sikkerhetstilråding innenfor dette området.

2.3.2.2 *Opplæring av førere*

Seafront transport AS har ikke noen systematisk opplæring av de førerne som transporterer betongelementer. Den opplæringen som blir gjennomført er at nye førere blir med de mer erfarne, og får informasjon om hva som er vanlige når denne type gods skal transporteres.

SHT mener at manglende kompetanse om sikring av last og bruk av sikringsutstyr, i kombinasjon med mangelfulle prosedyrer og opplæring medvirket til at elementene falt av vogntoget. SHT mener at gode prosedyrer som beskriver hvordan aktuell last skal sikres ville kompensert for førernes manglende kompetanse.

2.3.2.3 *Sikkerhetsstyring*

Undersøkelsen har avdekket at det var manglende oppfølging i Seafront Transport AS i forbindelse med transport av betongelementer. Dette med bakgrunn i at:

- Prosedyren for plassering og sikring av last ga kun en overordnet anbefaling om hvordan lasten skulle plasseres, og hva som burde legges til grunn ved sikring av lasten.
- Det var ikke prosedyrer eller rutiner som beskrev hvordan lasten spesifikt skulle plasseres. Det var heller ikke beskrevet hvordan lasten skulle sikres mht. antall og plassering av sikringsutstyr, hvordan dette skulle festes til lasten og hvordan dette skulle forstrammes.
- Det er ikke dokumentert eller gjennomført opplæring som tilsier at førerne kan foreta en selvstendig vurdering av hva som kreves for at lastsikringen skal være i henhold til gjeldende krav

SHT mener at mangelfull sikkerhetsstyring i Seafront Transport AS har medvirket til at betongelementene som ble transportert fra Contiga Marnardal AS falt av vogntoget på E18 ved Tvedestrand.

2.4 **Vurdering av iverksatte tiltak etter de to ulykkene**

2.4.1 Iverksatte tiltak i transportfirmaene

Vurdering av iverksatte tiltak som er gjennomført av Overhalla transport AS og Seafront Transport AS etter ulykkene er omtalt i kapittel 2.3.

2.4.2 Tiltak iverksatt av Betongelementforeningen og Norges Lastebileier Forbund (NLF)

Etter anmodning fra SHT tok Betongelementforeningen initiativ til at det ble utarbeidet en veiledning for transport og sikring av forskjellige typer betongelementer. Dette arbeidet ble gjort i samarbeid med NLF og representanter fra betongelementprodusentene.

Ferdig veiledning forelå i januar 2017 og beskriver aktuelle transportmåter og sikringsmetoder for forskjellige typer betongelementer. SHT savner imidlertid veiledning for sikring av betongelementer som transporteres i godkjente A-krakker, og anbefaler at dette blir tatt med ved neste revisjon av veiledningen.

SHT har ikke kvalitetssikret veiledningen, men mener at de sikringsmetodene og prinsippene som er beskrevet er gode alternativer for sikker transport av betongelementer. SHT anbefaler at betongelementprodusentene setter krav til at betongelementer som transporteres for deres bedrift skal sikres slik det er beskrevet i denne veiledningen, eller på annen måte som kan dokumenteres.

2.5 Statens vegvesens oppfølging av tilrådinge gitt etter ulykkene ved Tengs og Sirevåg i 2005 – SHT Rapport VEI 2007/01

Rapporten som SHT laget etter ulykkene ved Tengs og Sirevåg i Rogaland i 2005 omtalte flere av de problemstillingene som er omtalt i forbindelse med i de to ulykkene som behandles i denne rapporten.

I rapporten fra 2007 ble det gitt ni tilrådinge. Etter gjennomgang av disse er tre fremdeles aktuelle i forbindelse med de problemstillingene vi har omtalt i de to ulykken som behandles i denne rapporten. Det gjelder krav til

- relevant opplæring for førere som skal gjennomføre spesielt sikkerhetskritiske transporter.
- at alt sikrings- og hjelpeutstyr som benyttes i forbindelse med transport av gods skal være dimensjonert for og merket med største tillatte belastning, samt at det settes krav til periodisk tilsyn for dette utstyret.
- at avsender/transportør skal utarbeide dokumentasjon/beregninger som dokumenterer forsvarlig plassering/sikring av gods med store vekter/dimensjoner og transportens anbefalte hastighet. Dokumentasjonen bør følge transporten.

Statens vegvesen har ved lukking av de tre ovennevnte tilrådingene vurdert at opplæring av førere vil ivaretas gjennom yrkessjåførdirektivet, som pålegger yrkessjåfører å gjennomføre kurs hvert femte år. Når det gjelder tilrådingene som omhandler merking av hjelpeutstyr og utstedelse av lastsikringsdokument er Statens vegvesens vurdering at dette ivaretas av forslag til nye forskrifter om bruk av kjøretøy, som forutsettes å tre i kraft fra 1. januar 2018.

I denne delen av analysen vil det gjøres vurderinger av de lukningsbegrunnelsene som er gjort for de tre ovennevnte tilrådingene.

2.5.1 Godkjenning og merking av hjelpeutstyr som brukes i forbindelse med transport og sikring av gods

Tilråding gitt etter ulykkene ved Tengs og Sirevåg i 2005, hvor

SHT tilrår at Statens vegvesen vurderer å innføre krav om at alt sikrings- og hjelpeutstyr som benyttes i forbindelse med transport av gods skal være dimensjonert for og merket med største tillatte belastning, samt at det settes krav til periodisk tilsyn for dette utstyret.

ble lukket med følgende begrunnelse:

Vil innføre krav i hht. NS-EN 12195-2, 3 og 4. Periodisk tilsyn utredes nærmere. Saken lukkes.

Ved gjennomgang av forslag til nye forskrifter om bruk av kjøretøy som er på høring, registrerer SHT at det foreslås å innføre standarder for flere typer lastsikringsutstyr. I forslaget § 3-3, 4.b står det at

Lastsikringsutstyr som ikke oppfyller disse standardene kan godtas hvis det kan dokumenteres at det tåler de krefter som beskrives i nr. 2 og 3.

SHT er usikker på om det menes utstyr tilsvarende det som er nevnt i standardene, eller om det menes alle typer lastsikringsutstyr som benyttes i forbindelse med transport. SHT mener det er viktig at det stilles krav til dokumentasjon for alle typer lastsikringsutstyr, og at dette kommer tydelig fram i forskriftskravene.

SHT fremmer en sikkerhetstilråding innenfor dette området.

2.5.2 Dokumentasjon/beregninger som dokumenterer forsvarlig plassering/sikring av gods med store vekter/dimensjoner

Tilråding gitt etter ulykkene ved Tegns og Sirevåg i 2005, hvor

SHT tilrår at Statens vegvesen vurderer å innføre krav til at avsender/transportør skal utarbeide dokumentasjon/beregninger som dokumenterer forsvarlig plassering/sikring av gods med store vekter/dimensjoner og transportens anbefalte hastighet. Dokumentasjonen bør følge transporten.

ble lukket med følgende begrunnelse:

Utredes nærmere når NS-EN 12195-1 foreligger. TK avdelingen vil prioritere arbeidet med sikring av last så snart arbeidet med revisjon av kapittel 5 i forskrift om bruk av kjøretøy er slutført. Arbeidet med tema sikring av last er planlagt startet januar 2013. Tilrådingen vil da bli endelig vurdert. Saken vil fortsatt være til observasjon.

I forslag til nye forskriftenes § 3-3, pkt. 2 er det satt krav til hvilke krefter sikringen skal tåle, og at beregning av krefter skal utføres i henhold til siste versjon av EN 12195-1.

I følge vegtrafikklovens § 23 er føreren ansvarlig for at kjøretøyet er i forsvarlig og forskriftsmessig stand og at det er forsvarlig og forskriftsmessig lastet. Føreren skal også sørge for at kjøretøyet under bruken er i forsvarlig stand og forsvarlig lastet.

Etter SHTs vurdering blir det i praksis føreren som får ansvaret for at beregninger i henhold til EN 12195 – 1 blir utført, og at sikring av godset gjennomføres i henhold til utførte beregninger eller andre tilgjengelige veiledninger.

For de fleste typer gods er det etter SHTs vurdering mulig for førerne å få informasjon om hvordan dette skal sikres gjennom veiledninger og informasjon som er offentlig tilgjengelig. Når det gjelder gods med store vekter og dimensjoner er det derimot vanskelig å finne slik informasjon, da det for hver enkelt transport må gjøres en individuell vurdering av hvordan godset skal plasseres og sikres på kjøretøyet.

SHT mener at mange førere ikke har tilstrekkelig kunnskap til å gjøre en tilfredsstillende vurdering.

Veiledningene som SHT har tilgang til gir i de fleste tilfeller anbefaling om sikring av kolli med høyde/breddeforhold opptil 3,2. For kolli med høyde/breddeforhold større enn dette må det i de fleste tilfellene gjennomføres individuelle beregninger, eller det må utarbeides egne veiledninger for transport av slikt gods. Eksempel på dette er transport av stående betongelementer.

SHT mener det i de nye forskriftene for bruk av kjøretøy bør å innføres krav til at avsender/transportør skal utarbeide dokumentasjon/beregninger eller spesielle veiledninger som dokumenterer forsvarlig plassering/sikring av gods med høyde/breddeforhold høyere enn en nærmere angitt verdi – eksempelvis 3,0. En vil ved å innføre et slikt krav legge større ansvar på avsender og transportør når det gjelder transport av spesielle typer gods. Eksempel på lastsikringsprotokoll som dokumenterer gjennomførte beregninger vises i EN 12195 -1 Annex C.

Ved å pålegge at transportør/avsender stiller nødvendig transportutstyr og manualer/beregninger til rådighet for føreren vil en etter SHTs vurdering oppnå betydelig økt sikkerhet i forbindelse med gjennomføring av transportene. Det kan nevnes at slikt utvidet ansvar er gitt avsender i forbindelse med transport av farlig gods jfr. Forskrift om landtransport av farlig. SHT mener Statens vegvesen i forbindelse med revisjon av forskrift om bruk av kjøretøy § 3-2 og 3-3 bør vurdere å innføre et slikt forskriftskrav.

SHT vil følge opp de anbefalingene som er gitt i Sikkerhetstilråding VEI nr. 2007/09T med en ny tilråding i denne rapporten.

2.5.3 Ansvar for at lasten er forsvarlig og forskriftsmessig sikret

Som beskrevet i tidligere kapitler i denne rapporten er føreren ansvarlig for at lasten er forsvarlig og forskriftsmessig sikret.

Med den utviklingen som har vært innenfor transportnæringen de siste årene er det etter SHTs oppfatning ikke mulig for førerne alene å kunne oppfylle de kravene som er satt til de i forbindelse med plassering og sikring av last. Ofte må det benyttes spesialutstyr både i forbindelse med transporten og sikring av godset. Dette er utstyr som transportør eller avsender må skaffe til veie. Beregninger må som tidligere nevnt også gjennomføres ved transport av flere typer gods for å kunne sikre dette forskriftsmessig. Dette må gjøres av personer som har kunnskap og kompetanse til å utføre slike beregninger, noe som ikke er rimelig å forvente at førere av tunge kjøretøy har.

For å bedre transportsikkerheten mener SHT at Statens vegvesen bør vurdere om det er nødvendig å endre Vegtrafikklovens § 23, slik at både transportør og evt. avsender får et medansvar for at lasten er tilstrekkelig sikret, i tillegg til det ansvaret føreren allerede er pålagt.

SHT fremmer en sikkerhetstilråding innenfor dette området

3. KONKLUSJON

Havarikommisjonen skiller mellom operative og tekniske faktorer som er hendelser og forhold i hendelsesforløpet som enkeltvis eller i kombinasjon medvirket til ulykken, bakenforliggende faktorer som forklarer hvorfor de operative og tekniske faktorer var tilstede eller oppsto i hendelsesforløpet, og andre undersøkelsesresultater som vurderes som viktige sikkerhetsmessige opplysninger eller funn (men som ikke betraktes som medvirkende til denne ulykken).

3.1 Ulykken på Fv 770 ved Nakling i Nærøy

3.1.1 Operative og tekniske faktorer

- a) Med den sikringsmetoden som ble benyttet var ikke A-krakkene dimensjonert for de belastningene de ble utsatt for ved transport av de to betongelementene.
- b) Sveisearbeidet på A-krakkene var ikke utført på en fagmessig måte.
- c) A-krakkene ble foret ut med treplanker, slik at elementene ikke lå an mot hverandre i toppen. Treplankene var verken festet til A-krakker eller elementer.

3.1.2 Bakenforliggende faktorer

- a) Overhalla Transport AS tegnet og bestilte A-krakkene som skulle brukes til transport av betongelementet uten at det ble satt krav til styrke eller dokumentasjon for disse.
- b) A-krakkene var verken dokumentert eller merket med største tillatte belastninger.
- c) Som eier av A-krakkene tillot Overhalla Betongbygg AS at Overhalla Transport AS benyttet disse i forbindelse med transport selv om det ikke var dokumentert hvilke belastninger de var dimensjonert for.
- d) Overhalla Transport AS hadde ikke prosedyrer eller rutiner som beskrev hvordan mellomlegg mellom A-krakker og betongelementer skulle festes.
- e) Overhalla Transport hadde ikke utarbeidet prosedyrer for hvordan stående betongelementer skulle plasseres og sikres i forbindelse med transport på vei.
- f) Det er ikke dokumentert eller gjennomført opplæring som tilsa at førerne kunne foreta en selvstendig vurdering av hva som kreves for at lastsikringen skal være i henhold til gjeldende krav.

3.1.3 Andre undersøkelsesresultater

Avsender stilte ikke spesielle krav til gjennomføring av transporten, utover at den skulle gjennomføres innenfor gjeldende regelverk.

3.2 Ulykken på E18 i Tvedestrand

3.2.1 Operative og tekniske faktorer

- a) Beregninger som SP har gjort viser at strekkraftene som kjettingene ble utsatt for lå opp mot kjettingenes/strammeanordningenes bruddstyrke. Dette med bakgrunn i at den

bakre kjettingen opptok halvparten av den beregnede sidebelastningen, da det kun var en kjetting i bakkant av elementene.

- b) Da kjettingene ikke var festet til betongelementene, men kun var lagt over lasten og strammet til (overfallssurring), sier SP at det kan ha medført at elementene har beveget seg sideveis i toppen eller bunnen.
- c) Med bakgrunn i måten elementene var sikret på og beregninger og vurderinger SP har utført, mener SHT at sikringen av elementene som falt av ikke var tilstrekkelig for en sikker gjennomføring av transporten.

3.2.2 Bakenforliggende faktorer

- a) Seafront Transport AS sin prosedyre for transport av stående byggelementer hadde en generell beskrivelse av hvordan stående elementer skal og sikres. Den ga ingen spesifikke føringer i forhold til elementenes plassering, vekt, dimensjoner og utforming.
- b) SHT vurderer at prosedyren ikke gir førerne nødvendig informasjon om hvordan sikringen konkret må gjennomføres for at lasten skal sikres forskriftsmessig sideveis.
- c) SHT mener at prosedyren burde gitt føringer for antall og type kjettinger som måtte brukes, og hvordan disse skulle plasseres. Det burde i tillegg vært gitt informasjon om evt. andre tiltak som måtte iverksettes for at lasten skulle tilfredsstille gjeldende krav til sikring av last.
- d) Seafront Transport AS har ikke noen systematisk opplæring av de førerne som transporterer betongelementer. Den opplæringen som blir gjennomført er at nye førere blir med de mer erfarne, og får informasjon om hva som er vanlig når denne type gods skal transporteres.
- e) SHT mener at manglende kompetanse om sikring av last og bruk av sikringsutstyr, i kombinasjon med mangelfulle prosedyrer og opplæring medvirket til at elementene falt av vogntoget.
- f) Gode prosedyrer som beskriver hvordan aktuell last skal sikres ville kompensert for førernes manglende kompetanse.

3.2.3 Andre undersøkelsesresultater

- a) I avtalen Contiga AS har med Seafront Transport AS forutsettes det fra Contiga AS sin side at alle sjåfører som er involvert i transportoppdrag for dem skal ha fått opplæring i de krav som stilles til transport av betongelementer.

3.3 **Statens vegvesens oppfølging av tilrådinger gitt etter ulykkene ved Tengs og Sirevåg i 2005 – SHT Rapport VEI 2007/01**

- a) Tilråding gitt etter ulykkene ved Tengs og Sirevåg i 2005, hvor SHT anbefalte å innføre krav at avsender/transportør skal utarbeide dokumentasjon/beregninger som dokumenterer forsvarlig plassering/sikring av gods med store vekter/dimensjoner, er fremdeles til vurdering hos Statens vegvesen. De samme problemstillingene som beskrives i tilrådingen er aktuelle i ulykkene som omtales i denne rapporten.

- b) Tiltråding gitt etter ulykkene ved Tegns og Sirevåg i 2005, hvor SHT tilrår at Statens vegvesen vurderer å innføre krav om at alt sikrings- og hjelpeutstyr som benyttes i forbindelse med transport av gods skal være dimensjonert for og merket med største tillatte belastning, er fremdeles til vurdering hos Statens vegvesen. De samme problemstillingene som beskrives i tilrådingen er aktuelle i ulykkene som omtales i denne rapporten.

4. SIKKERHETSTILRÅDINGER

Undersøkelsen av de to veitrafikkulykkene som omtales i denne rapporten har avdekket flere områder hvor SHT anser det som nødvendig å fremme sikkerhetstilrådingen som har til formål å forbedre trafikksikkerheten.³

Sikkerhetstilråding VEI nr. 2017/05T

Overhalla Transport AS har etter ulykken erstattet alle eksisterende A-krakker med tilsvarende utstyr som er sertifisert og godkjent for nærmere angitte vekter og belastninger. De har også utarbeidet et kvalitetssystem, hvor plassering og sikring av last samt opplæring av førere er beskrevet. SHT mener imidlertid at kvalitetssystemet bør videreutvikles da det vurderes som mangelfullt når det gjelder plassering og sikring av last, samt opplæring av førere innenfor dette området.

Statens havarikommisjon for transport tilrår at Overhalla Transport AS reviderer sitt kvalitetssystem slik at det gir spesifikk veiledning eller føring for sikring av stående betongelementer som transporteres både med og uten bruk av A-krakker, og at førerne gis tilstrekkelig opplæring innenfor dette området.

Sikkerhetstilråding VEI nr. 2017/06T

Seafront Transport AS har prosedyre for plassering og sikring av last som etter SHT vurdering ikke gir førerne nødvendig veiledning om hvordan sikringen konkret må utføres for at lasten skal sikres forskriftsmessig. Prosedyren er utformet slik at føreren må ha høy kompetanse i matematikk, mekanikk og fysikk for å kunne vurdere hvordan lastsikringen skal utføres. SHT mener prosedyren bør gi føringer for antall og type kjettinger som må brukes, og hvordan disse skal plasseres. Det bør i tillegg gis informasjon om evt. andre tiltak som må iverksettes for at lasten skal tilfredsstille gjeldende krav til sikring av last.

Statens havarikommisjon for transport tilrår at Seafront Transport AS reviderer sin prosedyre for plassering og sikring av last, slik at denne gir spesifikk veiledning eller føring for sikring av stående betongelementer som transporteres både med og uten bruk av A-krakker.

Sikkerhetstilråding VEI nr. 2017/07T

Undersøkelsen av ulykken på Fv 770 ved Nakling avdekket at det var mangler ved lastsikringsutstyret som ble benyttet. Det samme skjedde ved ulykken på Rv 44 ved Tegns i Rogaland i 2005. I begge ulykkene brøt A-krakkene sammen da de ikke var dimensjonert for de belastningene de ble utsatt for. Etter ulykken i 2005 tilrådte SHT at det ble satt dimensjoneringskrav til slikt lastsikringsutstyr. Denne tilrådingen ble lukket ved at Statens vegvesen ville innføre krav iht. NS-EN 12195-2, 3 og 4. Ved gjennomgang

³ Undersøkelserapport oversendes Samferdselsdepartementet som treffer nødvendige tiltak for å sikre at det tas behørig hensyn til sikkerhetstilrådingene, jf. Forskrift 30. juni 2005 om offentlige undersøkelser og om varsling av trafikkulykker mv., § 14.

av forslagene til nye forskrifter om bruk av kjøretøy mener SHT det er uklart om disse også regulerer A-krakker og annet spesiallaget lastsikringsutstyr. SHT mener det bør komme klart fram at de nye forskriftene også omfatter slikt utstyr.

Statens havarikommisjon for transport tilrår at det i nye forskrifter for bruk av kjøretøy kreves at lastsikringsutstyr som ikke oppfyller angitte standardene, eller annet lastsikringsutstyr som ikke er beskrevet i disse, kan godtas hvis det kan dokumenteres at det tåler de krefter som beskrives i forslag til nye forskriftenes § 3-3, pkt. 2 og 3.

Sikkerhetstilråding VEI nr. 2017/08T

Undersøkelsen har avdekket at det var mangler ved plassering og sikring av last både ved ulykken på Fv 770 ved Nakling og på E18 ved Tvedestrand. Det samme var tilfelle ved ulykken på Rv 44 ved Tengs i Rogaland i 2005. Etter ulykkene i 2005 tilrådte SHT at det ble satt krav til at avsender/transportør skulle utarbeide dokumentasjon/beregninger som dokumenterte forsvarlig plassering/sikring av gods med store vekter/dimensjoner. Denne tilrådingen ble lukket ved at Statens vegvesen skulle utrede dette nærmere når NS-EN 12195-1 forelå. Forslag til nye forskrifter om sikring av last inneholder ikke slike krav. SHT mener slik dokumentasjon er et viktig tiltak for å bedre transportsikkerheten, og vil derfor følge opp tilrådingen gitt i rapporten etter ulykkene i 2005 med en ny tilråding innenfor samme område.

Statens havarikommisjon for transport tilrår at det i nye forskrifter om bruk av kjøretøy settes krav til at transportør/avsender skal framskaffe dokumentasjon/beregninger eller spesielle veiledninger som dokumenterer forsvarlig plassering/sikring av gods med store vekter og dimensjoner, i de tilfellene dette ikke er tilgjengelig for føreren.

Sikkerhetstilråding VEI nr. 2017/09T

Gjennom undersøkelsen av ulykken på Fv 770 ved Nakling og på E18 ved Tvedestrand er det avdekket mangler ved plassering og sikring av last. Med den utviklingen som har vært innenfor transportnæringen de siste årene er det etter SHTs oppfatning ikke mulig for føreren alene å kunne oppfylle de kravene som er satt til han i forbindelse med plassering og sikring av last. Ofte må det benyttes spesialutstyr både i forbindelse med transporten og sikring av godset, som transportør eller avsender må skaffe til veie. Beregninger må også gjennomføres ved transport av flere typer gods for å kunne sikre dette forskriftsmessig. SHT mener at transportør og avsender må få et medansvar for at lasten er forsvarlig og forskriftsmessig sikret.

Statens havarikommisjon for transport tilrår at Statens vegvesen foreslår å endre Vegtrafikklovens § 23, slik at både transportør og evt. avsender får et medansvar for at lasten er tilstrekkelig sikret, i tillegg til det ansvaret føreren allerede er pålagt.

Statens havarikommisjon for transport

Lillestrøm, 25. september 2017

VEDLEGG

Vedlegg A: Safety recommendations (English translation)

Vedlegg B: SP Sveriges Tekniska Forskningsinstituts rapport om ulykken på Fv 770 i Nærøy i Nord-Trøndelag – «Undersökning av en havarerad stödrum»

Vedlegg C: SP Sveriges Tekniska Forskningsinstituts rapport om ulykken på E18 i Tvedestrand – «Undersökning av en olycka»

Vedlegg A: Safety recommendations (English translation)

The investigation of the two road accidents described in this report has identified several areas in which the AIBN deems it necessary to submit safety recommendations for the purpose of improving road safety.⁴

Safety recommendation ROAD No 2017/05T

Since the accident, Overhalla Transport AS has replaced all existing A-shaped supporting frames with corresponding equipment that is certified and approved for specified weights and loads. The company has also developed a quality system describing the placement and securing of cargo as well as the training of drivers. The AIBN believes that the quality system should be further developed, however, because it is deemed to be inadequate in relation to the placement and securing of cargo, as well as the training of drivers in this area.

The Accident Investigation Board Norway recommends that Overhalla Transport AS revise its quality system so that it provides specific guidelines for or recommendations on the securing of upright concrete elements transported with or without the use of A-shaped supporting frames, and that the drivers be given sufficient training in this area.

Safety recommendation ROAD No 2017/06T

Seafront Transport AS has procedures in place for the placement and securing of cargo that, in the AIBN's assessment, fail to provide the drivers with necessary guidance on how specifically to secure the cargo in accordance with regulations. The procedure is designed so that the drivers are required to have a high level of knowledge of mathematics, mechanics and physics to be able to assess how the cargo securing is to be carried out. The AIBN believes the procedure should provide guidance regarding the number and type of chains to use, and how they are to be fitted. In addition, information should be provided about any other measures that need to be implemented in order to meet applicable requirements for the securing of cargo.

The Accident Investigation Board Norway recommends that Seafront Transport AS revise its procedures for the placement and securing of cargo so that they provide specific guidelines for or recommendations on how to transport upright concrete elements with or without the use of A-shaped supporting frames.

Safety recommendation ROAD No 2017/07T

The investigation of the accident on the Fv 770 road near Nakling identified deficiencies in the equipment used to secure cargo. The same thing happened in the accident on the Rv 44 road near Tengs in Rogaland in 2005. In both accidents, the A-shaped supporting frames collapsed because they were not designed for the loads they were exposed to. After the accident in 2005, the AIBN recommended that design requirements be defined for such cargo securing equipment. This recommendation was closed when the Norwegian Public Roads Administration stated that it would be introducing requirements in accordance with NS-EN 12195-2, 3 and 4. From its review of the proposals for new regulations on the use of vehicles, the AIBN believes it is unclear whether the regulations also apply to A-shaped supporting frames and other custom-made cargo securing equipment. The AIBN believes it should be clearly stated that the new regulations also cover such equipment.

⁴ The investigation report is submitted to the Ministry of Transport and Communications, which will take necessary steps to ensure that due consideration is given to the safety recommendations, cf. Section 14 of the Regulations of 30 June 2005 on Public Investigation and Notification of Traffic Accidents etc.

The Accident Investigation Board Norway recommends that new regulations on the use of vehicles specify that cargo securing equipment that does not meet the specified standards, or other cargo securing equipment not described in these regulations, can be approved if it can be documented that it withstands the forces described in the draft new regulations, Section 3-3 (2) and (3).

Safety recommendation ROAD No 2017/08T

The investigation identified deficiencies in the placement and securing of cargo in the accidents on the Fv 770 road near Nakling and the E18 road near Tvedestrand. The same was the case in the accident on the Rv 44 road near Tengs in Rogaland in 2005. After the accidents in 2005, the AIBN recommended that requirements be specified for the sender/carrier to prepare documentation/calculations documenting the proper placement/securing of cargo of great weight and sizes. The recommendation was closed because the Norwegian Public Roads Administration stated that it would look into this in more detail when NS-EN 12195-1 became available. The draft new regulations on cargo securing do not contain any such requirements. The AIBN believes that such documentation is an important measure to improve transport safety, and it will therefore follow up the recommendation issued in the report after the accidents in 2005 with a new recommendation in the same area.

The AIBN recommends that requirements be set out in new regulations on the use of vehicles, stating that the carrier/sender must obtain documentation/calculations or specific guidelines documenting the proper placement/securing of cargo of great weight and sizes, in cases where this information is not available to the driver.

Safety recommendation ROAD No 2017/09T

The investigation of the accidents on the Fv 770 road near Nakling and the E18 road near Tvedestrand identified deficiencies in the placement and securing of cargo. Considering the developments that have taken place in the transport sector in recent years, it is, in the AIBN's view, not possible for the driver alone to meet the requirements that apply to the placement and securing of cargo. Special equipment often needs to be used in connection with both the transport and securing of cargo, which the carrier or sender must provide. Calculations must also be carried out in connection with the transport of several types of goods in order to be able to secure the goods in accordance with regulations. The AIBN is of the view that the carrier and sender must recognise joint responsibility for ensuring that the cargo is properly secured in accordance with regulations.

The Accident Investigation Board Norway recommends that the Norwegian Public Roads Administration propose to amend Section 23 of the Road Traffic Act, so that the carrier and, if relevant, the sender are assigned joint responsibility for ensuring that the cargo is properly secured, in addition to the responsibility that already rests with the driver.

Kontaktperson
Daniel Venetti
SP Bygg & Mekanik
010-516 57 83
Daniel.Venetti@sp.se

Datum
2015-10-01

Beteckning
5P04501-1

Sida
1 (13)

SHT Statens Havarikommisjon for Transport
Postboks 213
NO-2003 Lilleström
Norge

Undersökning av en havererad stödrum

1 Utvärdering

Efter en olyckan på Fv. 770 i Nærøy i Nord-Trøndelag 30.11.2014 har SP, av Statens Havarikommisjon i Norge, fått i uppdrag att genomföra en utvärdering av stabilitet hos flaket och styrkan i stödrummen som användes vid olyckstillfället. I uppdraget ingick att bestämma materialkvaliteten i stödrummen, fastställt genom dragprovning, samt beräkning av de krafter som uppstår vid användning av den här typen av utrustning under landsvägstransporter. Dessutom har kvalitén hos svetsarna mellan stödrummens stödben och bottenplatta undersökts och bedömts.



Foto 1. Foto från olycksplatsen, SHT, notera att lastbäraren vält.



Foto 2. Stödrummen efter haveriet.

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Postadress
SP
Box 857
501 15 BORÅS

Besöksadress
Västeråsen
Brinellgatan 4
504 62 BORÅS

Tfn / Fax / E-post
010-516 50 00
033-13 55 02
info@sp.se

Detta dokument får endast återges i sin helhet, om inte SP i förväg skriftligen godkänt annat.

1.1 Stabilitet hos konstruktionen

En beräkning har utförts för att undersöka om grundproblemet kan ha varit att hela lastbäraren välte när lastbilen åkte in i kurvan.

En summering av momenten runt däckets hörn visar om en sidoacceleration av 0,5 g är tillräckligt att välta flaket i kurvan.

1.1.1 Geometri

Den beräknade geometri visas i Figur 1. I figuren visas höjden på tyngdpunkten hos betong elementen och hos flaket ($H_{tp_element}$ och H_{tp_flak}). $H_{tp_element}$ beräknades som elementens halva höjd, plus H_{flak} . H_{tp_flak} var antagit vara 0.8 m.

1.1.2 Laster

Lasterna i modellen består av tippningslaster på elementen och lastbäraren och tyngden av elementen och flaket ($F_{tip_element}$, F_{tip_flak} , $F_{tyn_element}$ och F_{tyn_flak}). Tippningslasterna är lika med massan gånger accelerationen i kurvan. Lastbärare skall klara sidoaccelerationer på 0,5 g utan att tippa eller förlora lasten.

Eftersom massan på stödramen är förhållandevis litet jämförd med elementen och flaket är den inte tagit hänsyn till i analysen.

1.1.3 Resultat

En summering av momenten runt punkt A i Figur 1 visas i ekvationen nedan.

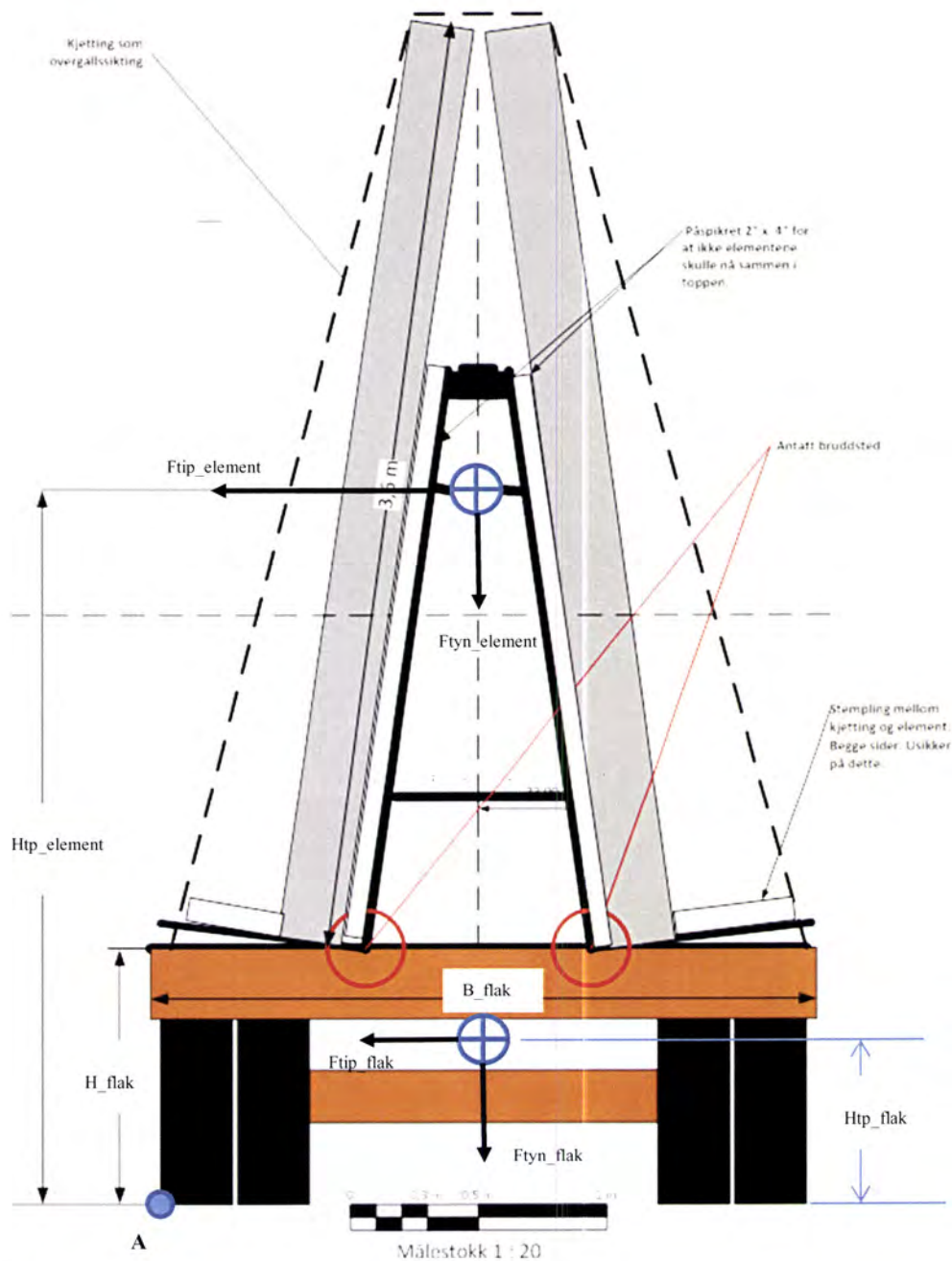
$$\sum M_A = F_{tyn_flak} \cdot \frac{B_{flak}}{2} + F_{tyn_element} \cdot \frac{B_{flak}}{2} - F_{tip_flak} \cdot H_{tp_flak} - F_{tip_element} \cdot H_{tp_element}$$

Om resultaten är positiv betyder det att vikterna är tillräckliga så att lastbäraren inte ska välter, men om resultaten är negativ betyder det att sidokrafterna från accelerationen in i kurvan är tillräckliga stora för att få flaket att välta. Om man sätter ekvationen till noll och räknar på accelerationen in i kurvan ser man vilken acceleration som leder till tippning.

En tabell som visar alla parametrar som använt i beräkningen visas i Tabell 1. Med alla antagandet ser man att en acceleration i kurvan av 0,53 Gs skulle leda till tippning.

Tabell 1. Parametrar till stabilitetsberäkning.

m _{flak} (kg)	5400
m _{stödr} (kg)	0
m _{element} (kg)	14000
g (m/s ²)	9.81
gs i kurvan	0.53
B _{flak} (m)	2.55
Höjd _{element} (m)	3.6
H _{flak} (m)	0.95
H _{tp_{flak}} (m)	0.8
H _{tp_{stödr}} (m)	0
H _{tp_{element}} (m)	2.74
Statisk ekvation (Nm)	0



Figur 1. Modell av strukturen.

1.1.4 Diskussion av resultaten

Det finns krav på att fordon med last skall kunna motstå en sidoacceleration av 0,5 g. Detta krav ligger ganska nära till den beräknade accelerationsnivån som får flaket att välta. Det finns en del osäkerhet i antagandet av vikten på flaket, höjden på tyngdpunkten hos flaket och bredden mellan yttersta kant av däck och om man ser på osäkerheten i dessa värdena kan man säga att det är troligt att lastbäraren skulle välta om det utsattes för en sidoacceleration på 0,5 g. I modellen är lastbäraren, stödramen och betongelementen dessutom beaktade som styva

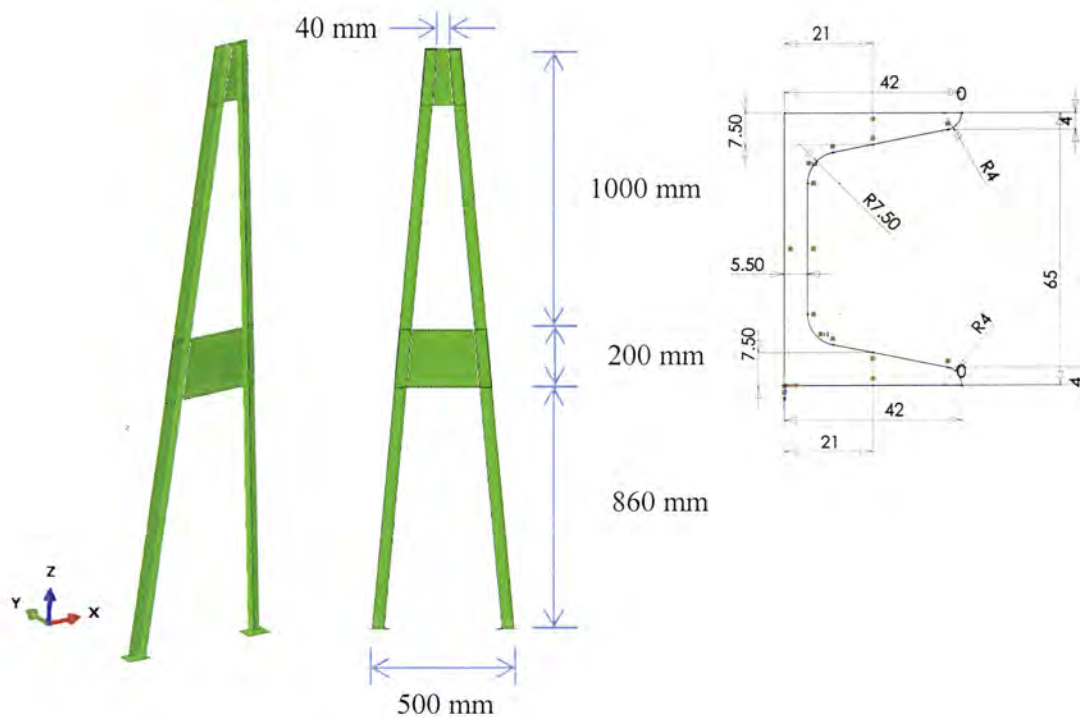
men i verkligheten är däcken luftfyllda och det finns fjädring hos flaket som troligtvis gör det ännu lättare att välta än det som är beräknat.

1.2 Styrkan hos stödrammen

Beräkningen har utförts för att se om orsaken till olyckan varit att stödrammen inte klarade lasterna som uppstod när lastbilen åkte in i kurvan. Analysen utfördes med andra ordningens teori med avseende på stora deformationer, med hjälp av den kommersiella finita elementkoden ABAQUS.

Eftersom alla stödrammorna var identiska, har bara en stödram modelleras.

Den beräknade strukturen visas i Figur 2.



Figur 2. FE-modell av strukturen.

1.2.1 Geometri och randvillkor

Modellens geometri som används i utvärderingen visas i Figur 2. Stödrammen består av U-balkar och stålplattor. Längst ner i stödrammen är U-balkarna svetsade till en större U-balk. En symmetriplan, som passerar igenom hälften av bredden på stödrammen användes för att dra ner på antal elementen i beräkningen som leder till mer effektiva beräkningstider.

Strukturen modellerades utan imperfektioner i geometrin och med helsvetsade kälssvetsar mellan stödrammen och bottenbalken (U-balk) och med ett a-mått av 3,5 mm.

Bottenbalkarna var låsta i alla riktningar, vilket simulerar att bottenbalkarna var styva jämfört med stödrammen. Detta har bekräftats genom observationen att bottenbalkarna icke var deformerade efter brottet.

1.2.2 Indata av komponenter

Stödramen består av U-balkar av stål med beteckning U 65 och 4 mm tjocka stålplattor i sidorna. Stödramen modellerades med skalelement med linjärt elastiska egenskaper. Elasticitetsmodul (E) för stål är lika med 210 GPa. Vid beräkningarna användes nominella tjocklekar till alla delar. En förenkling av modellen var att godstjockleken hos stödramens ben beräknades vara konstant. Tjockleken som låg till grund för beräkningen var den nominella tjockleken mitt i tvärsnittet (7,5 mm). De använda dimensionerna anges i Figur 1.

Eftersom modellen är tänkt att närmast representera verkligheten är materialpartialkoefficienten $\gamma_m = 1,0$.

1.2.3 Laster och partialkoefficienter

Två olika lastfall har utvärderats. I den första modellen modellerades lasten som en horisontalt punktlast längst upp i toppen på stödrammen. Det motsvarar att de träplankor som placerats mellan betongelementen och stödrammen hade trillat bort och att betongelementen vilade längst upp på stödrammen när lastbilen åkte in i kurvan.

Den andra lastfallen är modellerat med en jämnt fördelat trycklast över hela insidan av stödrammens U-balken. Detta lastfall representerar att träplankorna mellan betongelementen och stödrammen var på plats och i kontakt över hela stödrammen när lastbilen åkte in i kurvan.

Den totala horisontala lasten är densamma i båda lastfallen. Den totala lasten är lika med massan hos ett av betongelementen (14000 kg) gånger den accelerationen som uppkommer på grund av att lastbilen kör in i en kurva delat med antal stödramsben (5 st). Den accelerationen som är dimensionerande är 0,5 g eller ca 5 m/s². Det betyder att den totala horisontala lasten för varje stödben är lika med 14000 N.

Hastigheten var 55 km/tim och kurvradien 157 m vid olycksstället sidaccelerationen har beräknats till 0,16 g vilket skulle resultera i 32 % av de laster man erhåller vid 0,5 g.

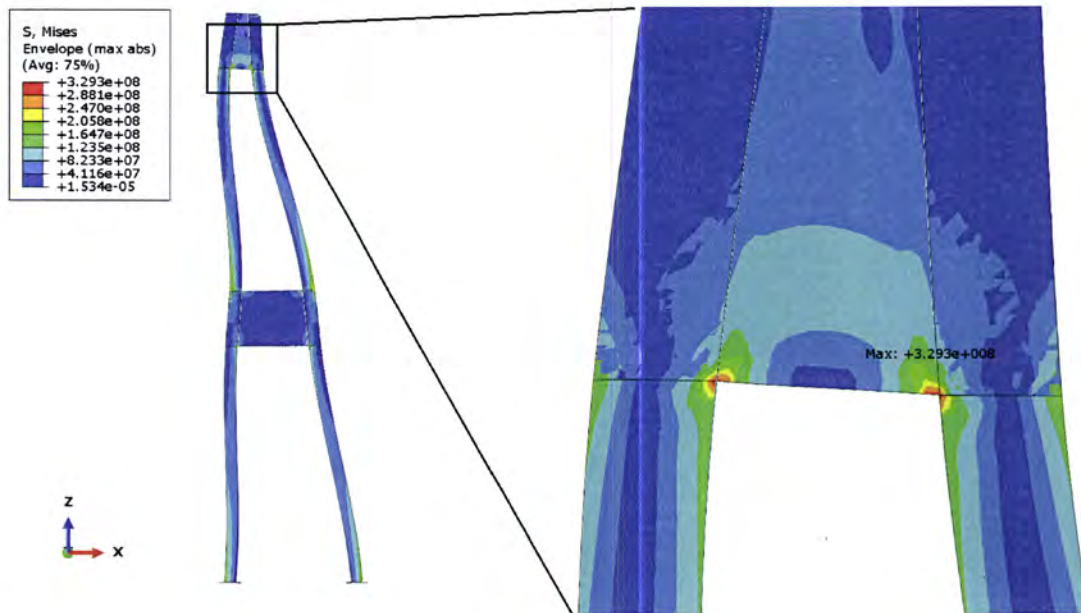
Det finns flera faktorer som man bör ta hänsyn till. Först är det så att betongelement på var placerade på stödrammens båda sidorna. Detta kan ha medfört att båda betongelementen samverkade när bilen körde in i kurvan. Om träplankorna mellan stödram och elementen dessutom fallit bort skulle de båda elementen lutat sig mot varandra i toppen och på så sätt belastat stödrammen på ett ogynnsamt sätt när de började luta över i kurvan. Detta skulle bidra till en mycket högre horisontal last på stödrammen än vad som är räknat med i modellerna. Den andra faktorn som inte tagit hänsyn till är surrningskättingen som håller betongelementen på stödrammen. Troligtvis ger kättingarna lite stöd till betongelementen i sidled, men främst bidrar de till den last som håller ner betongelementen mot stödrammens botten.

Den partiella säkerhetsfaktorn för belastningar γ_f sattes till 1,0 för att representera den verkliga belastningen på strukturen vid kollaps.

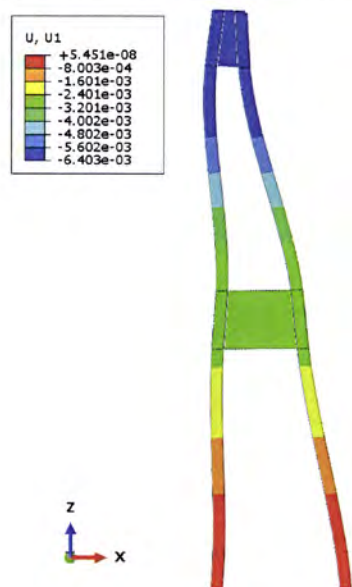
1.2.4 Resultat

Grafiska resultat för båda modellerna finns i figur 3 till figur 6. Deformationerna som visas har skalats med en faktor av 30. Lasten resulterar i 31,1 kN i den punkt där benen är svetsade mot bottenbalken (U-balken). När man tittar på spänningarna ser man att maximala von Mises spänningar i denna modellen med punktlast blir 329 MPa när man bortser från lokala spänningarna där lasten appliceras (se Figur 3). Max spänningen hamnar där den översta stålplattan och U-balken möts. I svetsutvärderingselementerna i benen som är i drag ser man en maximal von Mises spänning av 159 MPa. Den maximala utböjningen i sidled för hela strukturen är längst upp på stödrammen och blir där 6,4 mm (se Figur 4).

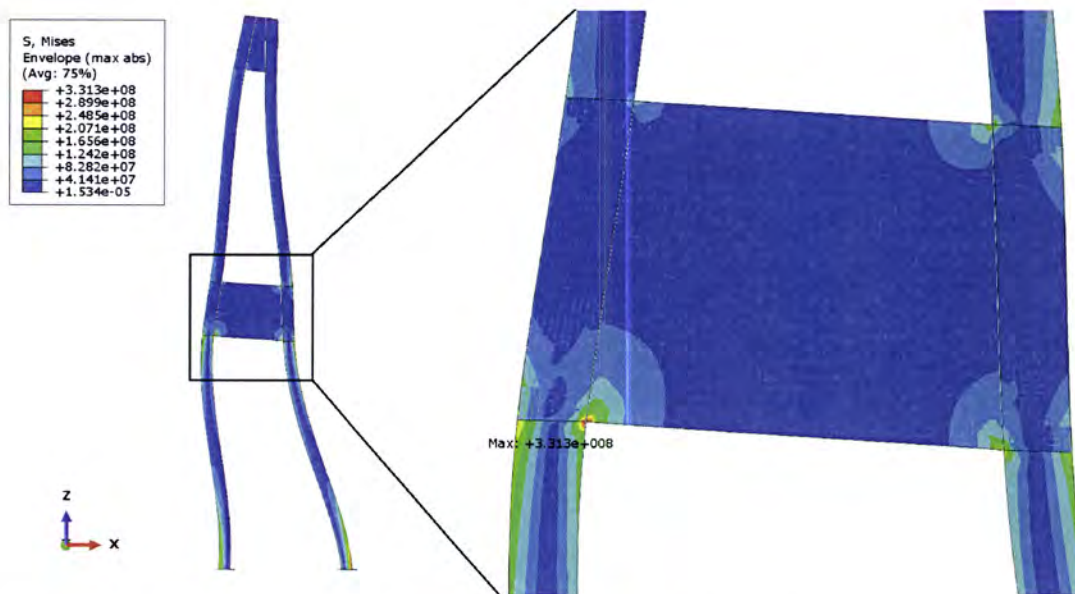
Den jämt fördelade lasten (dvs med mellanlägg av trä) resulterar i 12.2 kN i drag i den punkt där benen är svetsade till bottenbalken (U-balken). Max von Mises spänningen i modellen med jämt fördelad last är 331 MPa om man bortser från spänningskoncentrationen där benen är svetsade till botten U-balken (se figur 5). Max spänning uppstår där den nedre stålplattan och benen möts. I svetsutvärderingselementerna i benet som är i drag ser man en maximala von Mises spänning av 292 MPa. Den maximala utböjningen i sidled på 4,7 mm för hela strukturen är beräknad i mittendelen av stödramen (se figur 6).



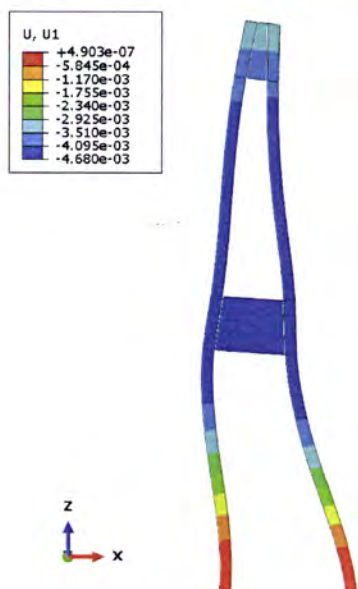
Figur 3. Resultat från punktlastmodellen – Spänningar.



Figur 4. Resultat från punktlastmodellen – Utböjningar i sidled.



Figur 5. Resultat från jämnt fördelad last modellen - Spänningar.



Figur 6. Resultat från jämnt fördelad last modellen – Utböjningar i sidled.

1.2.5 Diskussion av resultaten

Resultaten från modellerna visar ganska stora draglaster i området där benen är svetsade till botten U-balken för båda modellerna. När man tittar på skillnaden i draglast ser man att hur lasten appliceras är viktig och att man får mer än dubbelt så stora draglaster i benet om träplankorna mellan stödrammen och betongelementen har fallit bort. Det är därför viktigt att lasterna från betongelementen förs in över hela stödrammen.

Ytterligare ett scenario är att inte all stödben har mellanlägg av trä utan på några ställen har dessa fallit bort eftersom mellanläggen inte var fastsatta vid stödbenen. Detta skulle betyda att benen med mellanlägg måste bära hela lasten. Någon beräkning har inte utförts på detta fall

eftersom det i värsta fall skulle kunna betyda att ett enda ben skulle bära lasten med kollaps som följd.

För båda lastfallen ser man, när man tittar på spänningarna i svetsutvärderingselementerna att de inte överstiger den uppmätta sträckgränsen hos materialet (339 MPa), men att det är inte långt ifrån den maximala spänningen (292 MPa). En konstruktion som är utsatt för cyklisk belastning som denna, skall konstrueras för att klara utmattning. Detta innebär att spänningarna i svetsutvärderingselementerna måste ligga långt under materialets nominella sträckgränsen.

Också när man ser på var svetsarna är placerade ser man att man inte tagit hänsyn till bästa konstruktionsvanor. Svetsarna är placerade så att maximal spänning hamnar på kanten av svetsen och svetsen får uppta stora dragkrafter. Svetsar presterar bättre i skjuv- än dragpåkänning. Att välja att ha en U-balk svetsad in i en större U-balk gör det dessutom svårt att få till en bra svets eftersom utrymmet runt omkring svetsarna är väldigt begränsat. De aktuella svetsarna hade utförts på ett synnerligen undermåligt sätt, se bifogade foton 3 till 8.

Spänningarna i övriga delarna av stödramen ligger nära materialets uppmätta sträckgräns. Detta innebär att förutom att svetsarna, om de utförts på ett korrekt sätt, är på gränsen av vad de klarar, är det också så att övriga delarna av strukturen kan ha börjat plasticera (överskrida sträckgränsen) under de angivna belastningsnivåer. För strukturer som har stora konsekvenser om de brister måste man ha stora säkerhetsfaktorer med i designen så att strukturen är långt ifrån att överskrida sträckgränsen.

Beräkningarna visar att strukturen inte är tillräckligt dimensionerad. Detta kopplat till faktumet att svetsarna var mycket dåliga har troligen orsakat kollapsen. Svetsarna i strukturen borde ha varit placerade så att man lättare kunde komma åt att göra ett bättre svetsarbete, hela strukturen skulle dessutom behövt bättre stagning och grövre godstjocklek för att få ner spänningarna i materialet.

1.3 Stödbenens materialhållfasthet

För att fastställa stödbenens materialhållfasthet och ge underlag för beräkning av konstruktionens styrka genomfördes dragprovning på en ur ett av stödbenen uttagen dragprovstav. Resultatet framgår av nedanstående tabell:

Tabell 2. Dragprovning resultat.

Provstav	Tjocklek mm	Bredd mm	0,2 gräns N/mm ²	Brottgräns N/mm ²	Förlängning A %
Stödben	5,55	19,92	339,1	470	34

1.4 Bedömning av svetsarnas kondition



Foto 3. Nedre delen på tre av stödbenen. Svetsarna framgår i bildens nederkant. Observera att det högra benet tidigare har utsatts för någon form av enkel reparation.

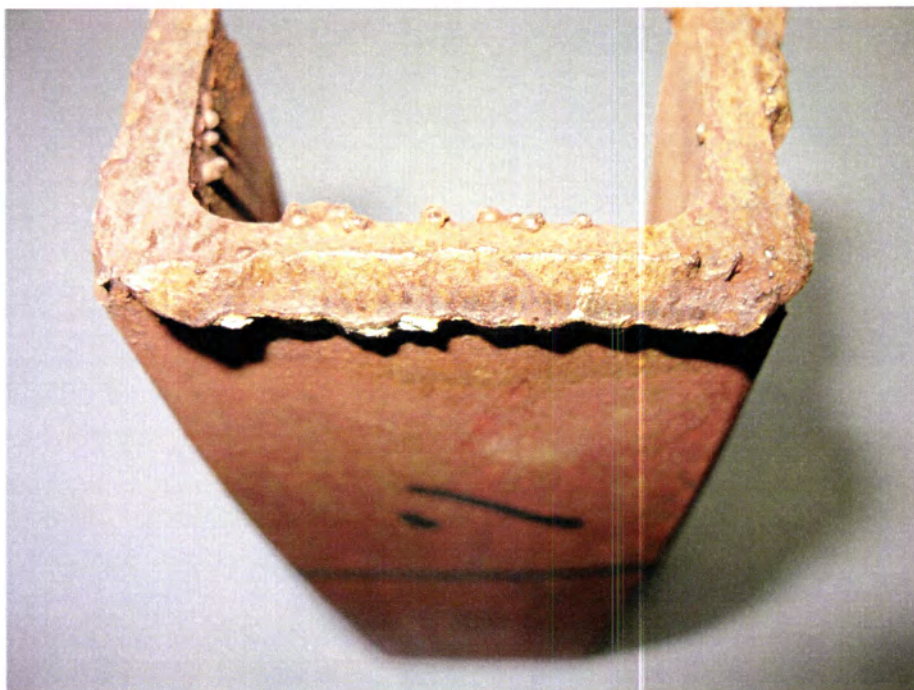


Foto 4. Dåligt svetsutförande Nästan ingen inbränning på sidorna.



Foto 5. Dålig inbränning, a-mått otillräckligt.



Foto 6. Det "reparerade" stödbenet. Man ser spår av det första svetsarbetet vilket troligen brustit vid tidigare användning.



Foto 7. Detalj av det "reparerade" stödbenet.

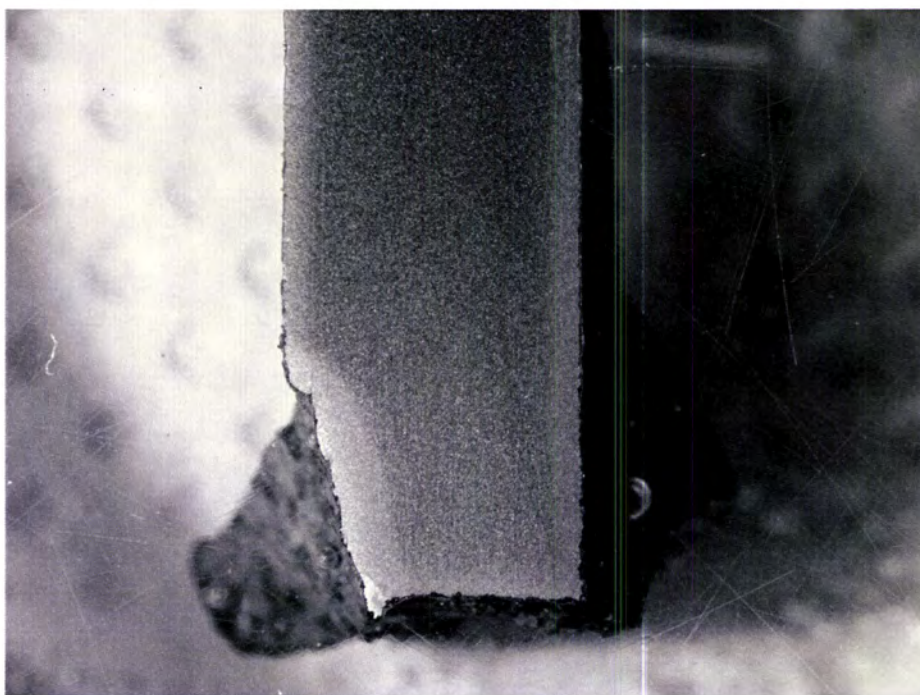


Foto 8. Brott i HAZ (värmepåverkade zonen).



Foto 9. Materialet hade en normal struktur.

Kommentar: Som framgår av bildmaterialet har inte svetsarbetet utförts på ett fackmannamässigt sätt. Det är svårt att ange någon exakt brottlast för svetsarna mellan stödben och bottenplatta men man kan anta att hållfastheten är mindre än hälften av förväntad hållfasthet vid ett korrekt utfört svetsarbete.

1.5 Slutsatser från utvärderingar

- Båda den utvärdering av stabilitet hos flaket och styrkan hos stödramen visar att det finns flera potentiella källor till olyckan. Utvärderingen av stabilitet visade att lastbäraren skulle kunna välta vid en sidoacceleration av 0,5 g, på grund av för hög tyngpunkt hos betongelementen. I modellen är lastbäraren, stödramen och betongelementen dessutom beaktade som styva men i verkligheten är däckerna luftfyllda och det finns fjädring hos flaket som troligtvis gör det ännu lättare att välta än det som är beräknat. Europastandarden EN 12195 – 1 "Lastsäkring på väg Del 1 Beräkning av surrningskrafter" stipulerar att lastsurrning skall dimensioneras så att den klarar 0,5 g i sidoaccelerationer. För surrningsdetaljer av stål krävs normalt också tvåfaldig säkerhet mot brott.
- Samtidigt visar utvärderingen av styrkan hos stödramen att spänningarna i svetsområdena och andra områden är för höga och att stödrammen inte var tillräckligt dimensionerad för ändamålet.
- När man tittar på bilderna av olyckan ser det ut som att orsaken till olyckan var att lastbilen välte. Lastbäraren har välvt och betongelementen ligger ganska nära denna. Med beräkningen som grund och bilderna som stöd är det möjligt att lastbilen välte på grund av att betongelementen har en tyngpunkt som är för hög jämförd med bredden på flaket. Man ska alltid ha så lågt tyngdpunkt som möjligt när man transporterar tunga laster för att undvika detta problemet. En troligare orsak är dock att svetsarna mellan stödbenen och botten i lastramen brister medförande att betongelementens tyngdpunkt flyttas utåt i kurvan. De kommer då att fångas upp av surrningsutrustningarna och därigenom medföra att hela fordonet välter.
- I båda fallen har transporten genomförts på ett felaktigt sätt. Dels har tyngdpunkten hos lasten varit för hög, dels har lastramen inte haft tillräcklig styrka för att bära lasten.
- Många fel har begåtts, dels har man använt en alldeles för liten stödram för denna transport, dels har stödramen svetsats samman på ett icke fackmannamässigt sätt och därigenom ytterligare försämrat stödramens förmåga att motstå de sidokrafter som

uppstår (0,5 g). Dessutom har tyngdpunkten på lasten varit så hög att ingen säkerhet mot vältning fanns. Med tanke på svetsarnas kondition är det troligt att de brister vid en mycket lägre last än den vid 0,5 g.

- I riktning framåt och bakåt var lasten enligt SPs åsikt korrekt surrad. Enligt Norskt regelverk skall surring och lastbärare motstå 1 g framåt och 0,5 g bakåt. I dessa riktningar är lastens geometri sådan att den hjälper surringarna att motstå belastningar i dessa riktningar.
- Sidledes var inte lasten surrad på ett korrekt sätt. Stödramen hade otillräcklig styrka för att motstå de belastningar som kan uppkomma i denna riktning. Det svetsarbete som utförts vid tillverkning av stödramen var i de kritiska fogarna mellan ben och botten undermåliga. Det är svårt att i efterhand ge något värde på hållfastheten men man kan erfarenhetsmässigt säga de undermåliga svetsarna troligen haft en hållfasthet mindre än hälften av vad korrekt utförda svetsar skulle ha haft. Vid en sidoacceleration på 0,16 g skulle lasten bara bli 32 % av vad som beräknats vid 0,5 g men det finns ändå stor risk att svetsarna brister på grund av det undermåliga utförandet. Med tanke på att man i Europastandarden kräver 2-faldig säkerhet mot brott vid sidoaccelerationer på 0,5 g blir det än tydligare att transporten inte utförts på ett trafiksäkert sätt.
- En korrekt transport av dessa element kan enligt SPs åsikt **inte** genomföras med utrustning av det här slaget. Även om stödramen skulle ha tillräcklig styrka blir tyngdpunkten så hög att hela ekipaget riskerar att välta. Det finns lämpliga lastbärare i form av trailers där betongelementen transporteras stående mellan sidorna på specialtillverkade trailers.

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
SP Bygg & Mekanik - Strukturer och Komponenter

Utfört av



Daniel Venetti

Granskat av



Lars Andersson

Kontaktperson
Daniel Vennetti
SP Bygg & Mekanik
010-516 57 83
Daniel.Vennetti@sp.se

Datum
2015-10-01

Beteckning
5P04501-2

Sida
1 (6)

SHT Statens Havarikommisjon for Transport
Postboks 213
NO-2003 Lilleström
Norge

Undersökning av en olycka

1 Utvärdering

Med anledning av en olycka på E 18 vid Tvedestrand i Aust-Agder har Statens Havarikommisjon i Norge begärt att SP utför en utvärdering av stabilitet hos lasten på flaket vid den aktuella transporten.



Foto 1. Olycksplatsen, SHTs bild.

1.1 Allmänt

En beräkning har utförts för att bestämma vilken laster som kan ha uppkommit i de kättingar som under transport av två stycken betongelement surrade på en lastbil när svängde in i en kurva. Beräkningen har utförts genom en summering av momenten runt betongelementens hörn.

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Postadress
SP
Box 857
501 15 BORÅS

Besöksadress
Västeråsen
Brinellgatan 4
504 62 BORÅS

Tfn / Fax / E-post
010-516 50 00
033-13 55 02
info@sp.se

Detta dokument får endast återges i sin helhet, om inte SP i förväg skriftligen godkänt annat.

1.2 Geometri

Den beräknade geometrin visas i Figur 1. I figuren visas tyngdpunktens höjd i betongelementen och höjden där kättingar fästs i betongelementen ($H_{tp_element}$ lika med 1,7 m och H_k 3 m). Bredden på varje betongelement är lika med 0,46 m och det fanns en distanser, i form av en träplankor, mellan elementen som var 70 mm.

1.3 Laster

Lasterna i modellen består av tippningslaster på elementen vid 0,5 g, tyngden av elementen och kraften i kättingen ($F_{tip_element}$, $F_{ty_n_element}$ och $F_{kätt}$). Tippningslasterna är lika med massan gånger sidoaccelerationen i kurvan.

Det finns tre stycken kättingar på båda sidor av elementen men de var placerade så att den bakre kätting fick hälften av lasten. På den sida av lastbäraren där kättingar inte utsätts för dragpåkning på grund av sidoaccelerationer har inte beaktats (kättingar tar inte last i tryck).

Tabell 1. Beskrivning av lastsurrningsutrustning.

	Längd m	Brottlast Ton	Lastkapacitet (LC)
8 mm kortlänk grad 80 (1 stk)	8	8,0	4,0 t (lyftkätting)
10 mm kortlänk grad 80 (2 stk)	8	12,8	6,4 t (surrkätting)
Vantskruv - Lebus (6 stk)		10,0	5,0 t (vantskruv)
Kantskydd av aluminium ca L 10	Ca 0,5		
Kantskydd av stål ca L 10	Ca 0,15		
Treplankor 4 stk /b/h 0,14/0,07	Ca 1,10		
Treklossar 4 stk /b/h 0,14/0,07	Ca 0,3		

Lasten var säkrad med överfallssurningar. Kantskydd av aluminium användes mellan kättingarna och toppen av betongelementen. Alle kättingar var på varje sida förspända med vantskruvar, se Foto 2 nedan.



Foto 2. Vantskruv.

Två olika lastfall har utvärderas. I den första modellen modelleras det att det är friktionsfritt mellan elementen och mellanläggsmaterialet. Det betyder att båda elementen kan tippa var för sig utan att friktion förhindra rörelsen. $F_{kätt}$ i detta fallet är dubbla det som det skulle vara om det var bara ett betongelement.

Den andra lastfallen är modellerat som att friktion mellan elementen och mellanläggsmaterialet är stor och att elementen och mellanläggsmaterialet därför beter sig som en hel konstruktion som tippar runt ena elements kant.

Verkligheten är någonstans emellan dessa två hypoteser, men en beräkning som inkluderar friktionen är mycket mer komplicerad och kräver kunskap om förhållandena vid olyckan. Det kan på goda grunder förväntas att det är det friktionsfria fallet som mest efterliknar verkligheten. Om man använder dessa två modeller får man kunskap om storleksordning av lasterna i kättingarna i två ytterlikfallsfall.

1.4 Resultat

En summering av momenten runt punkt A för en enkel betongelement i *Figur 1* visas i ekvationen nedan.

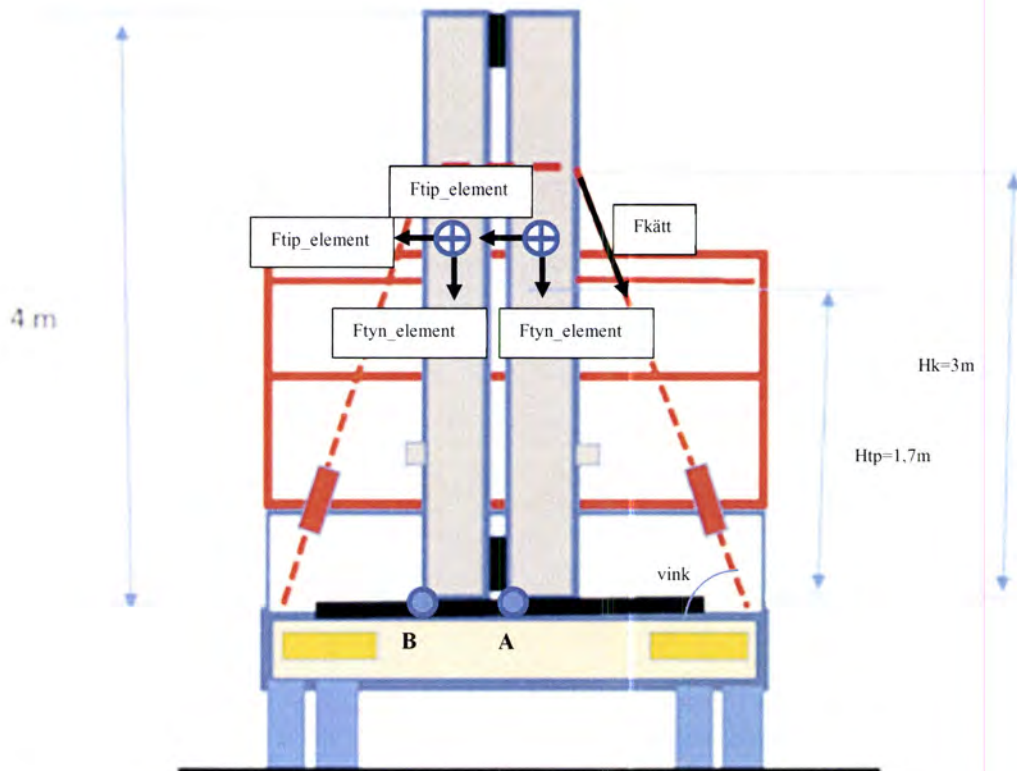
$$\sum M_A = F_{tyn_element} \cdot \frac{B_{element}}{2} + 2 \cdot F_{kätt} \cos(vink) \cdot H_k + 2 \cdot F_{kätt} \sin(vink) \cdot B_{element} - F_{tip_element} \cdot H_{tp}$$

Om man sätter ekvationen till noll och antar en acceleration in i kurvan kan man se vilken last uppstår i kättingen för ett enkelt betongelement. En tabell som visar alla parametrar som använts i beräkningen visas i Tabell 2. Med en acceleration av 0,5 gs, får man en last av 3,2 ton i kättingen. Man ska sedan multiplicera resultaten gånger två eftersom det finns två betongelement. Man får då, för detta friktionsfria fall, en last i kättingen av **64 kN** (6,4 ton). Accelerationen 0,5 gs skall man räkna med när man dimensionerar sin lastsurrning i sidled. I olyckan å E 18 vid Tvedestrand i Aust-Agder har man räknat med att sidaccelerationen vid aktuell hastighet och kurvradie blev 0,2 gs. Detta skulle i så fall ge en last i kättingen på **25,6 kN**, förutsatt att det inte samtidigt förekom ojämnheter eller hinder i vägbanan.

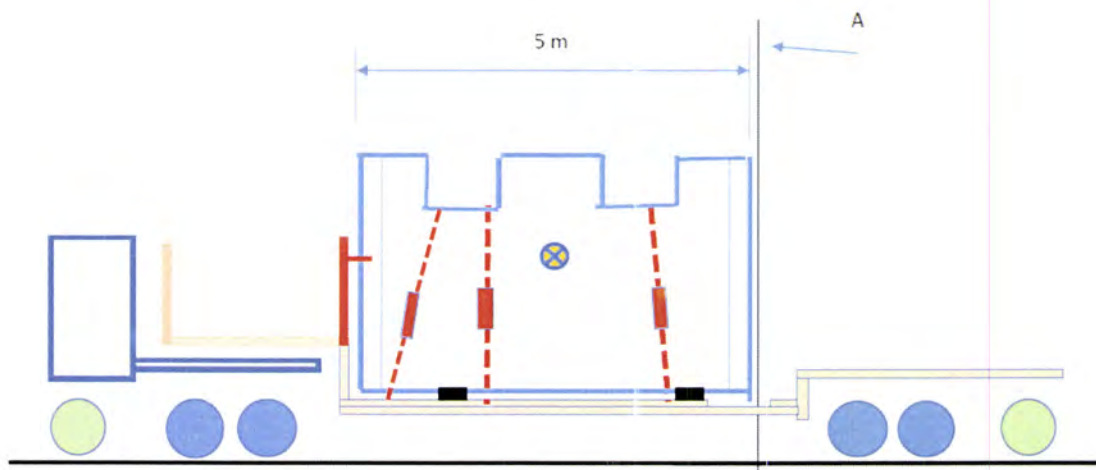
För fallet där friktionen är så hög att konstruktionen beter sig som en styv helhet och tippar runt ena elementets kant kan man göra en summering av momenten runt punkt B för hela konstruktionen.

$$\sum M_B = 2 \cdot F_{tyn_element} \cdot \frac{B_{tot}}{2} + 2 \cdot F_{kätt} \cos(vink) \cdot H_k + 2 \cdot F_{kätt} \sin(vink) \cdot B_{tot} - 2 \cdot F_{tip_element} \cdot H_{tp}$$

Med en acceleration av 0,5 gs, får man en last av **25 kN** (2,5 ton) och vid 0,2 gs får man **10 kN**.



Figur 1. Modell av strukturen bakifrån.



Figur 2. Modell av strukturen från sidan.

1.5 Diskussion av resultaten och slutsatsar

Lasten i kättingen är därför i det aktuella fallet med 0,2 gs troligtvis någonstans mellan **10** och **30** kN. Om man i stället skulle räkna på vad man skall beräkna för krafter blir lasten mellan

25 kN och 64 kN. När man tittar på brottlasterna som är givna på de olika delar av kättingen ser man att den minsta är på 8,0 ton (25% högre än den maximalt last som man får från den friktionsfrita fallet).

Det är så att lastkapaciteten (LC) på lastsurrningsutrustningar är hälften av brottlasten, se EN 12195-3 "Lastsäkring på vägfordon – Säkerhet – Del 3 Kättingsurrningar". För den klenaste kättingen ger detta 40 kN (4,0 ton). Detta betyder att kättingen kan ha varit överlastad och att kraven på en tvåfaldig säkerhetsfaktor inte följts.

Dessutom har, vid beräkningen, ingen hänsyn tagits till den förspänning som måste ansättas i kättingen för att hindra rörelser i lasten under körning. De spännare som använts kan generera höga krafter och dessa måste adderas till de krafter som uppstår som en följd av sidoaccelerationer. Mätningar som Havarikommisjonen genomfört visar att med den här typen av spännare kan man med handkraft generera en kraft i kättingarna på 51 kN när kättingen spänns över en styv låda. På en låda av mjukare material, plast, genererades en kraft av 37 kN. De aktuella betongelementen kan jämföras med en styv produkt om man skall bedöma hur stor kraft som kan ansättas i kättingen. Det är alltså fullt möjligt att överskrida surringarnas lastkapacitet redan vid sidoaccelerationer på 0,2 gs och om man spänt spännaren till max för att lasten inte skall röra sig under transporten blir kraften $25,6 + 51 \text{ kN} = 76,6 \text{ kN}$ vilket i princip motsvarar brottlasten på den svagare kättingen.

Enligt de regler som man tagit fram i den harmoniserade Europastandarden EN 12195-3 är kravet att man skall dimensionera lastsurrningen för sidoaccelerationer på 0;5 gs. Man skall dessutom bara tillåta att kättingsurrningarna utnyttjas till halva brottlasten. Aktuell transport kan på intet sätt sägas uppfylla dessa krav.

Lastsurrningens kondition har inte bedömts men om den var skadad skulle brottlasten kunna minska väsentligt. Ett enkelt dragprov skulle fastställa den maximala kraft som surrningen skulle kunna motstå.

Med tunga laster med höga tyngpunkter är det viktig att placera godset så att tyngdpunkten hamnar så lågt som möjligt. Det är också bra om transportgods som är långt och smalt inte står rakt upp utan att de lutar inåt mitten på lastbäraren, så sätt att deras egen vikt motverkar att de tippas utåt.

Tabell 2. Parametrar till stabilitetsberäkning.

	Fall 1 (friktionsfritt)	Fall 2 (stor friktion)
Värsta fallet antal kätting	2	2
F_kätt_styck (N)	31156.4	24061.3
F_kätt_styck (ton)	3.2	2.5
vinkel_kätt (grad)	78	78
vinkel (rad)	1.36	1.36
Hk (m)	3	3
Htp (m)	1.7	1.7
Bredd element (m)	0.46	0.46
Bredd mellan elementen (m)	0.07	0.07
Total bredd i beräkning (m)	0.46	0.99
m_element (kg)	11000	11000
g (m/s ²)	9.81	9.81
gs i kurvan	0.5	0.5

Statisk ekvation (Nm)	0	0
-----------------------	---	---

Dubbla F kätt styck (kN)	62310
Dubbla F kätt styck (ton)	6.4

1.6 Slutsatser

De laster som kan uppstå vid kraftiga svängar och undanmanövrar motsvarar 0,5 g. Detta har fastställts i olika sammanhang och används i Europastandardiseringen.

Den lastkapacitet LC som man får tillgodoräkna sig är halva brottlasten hos kättingsurrningen.

Med tanke på den relativt korta längd som träplankorna mellan betongelementen hade och att elementen bara hölls samman i toppen bör den friktion som skulle förhindra att de rörde sig inbördes rimligen varit liten och det borde därför vara fall 1, friktionsfritt, som är närmast sanningen.

Den kraft som kan alstras med vantskruvar av den typ som användes är hög och måste så vara för att lasten inte skall börja röra på sig. Det är inte fastställt hur hög denna kraft var vid transporten men kraften måste adderas till den kraft som uppstår vid sidoaccelerationer.

Ytterligare en parameter som kan påverka negativt är skicket hos surrningsutrustningen.

När man beaktar de krafter som uppstår i surrningen av de båda betongelementen konstateras att surrningen inte har utförts på ett korrekt sätt och på intet sätt uppfyller kraven i *EN 12195-3 "Lastsäkring på vägfordon – Säkerhet – Del 3 Kättingsurrningar"*.

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut SP Bygg & Mekanik - Strukturer och Komponenter

Utfört av



Daniel Vennetti

Granskat av



Lars Andersson