

# TRAFICOM

Liikenne- ja viestintävirasto

## Määräys ajoneuvoyhdistelmien teknisistä vaatimuksista



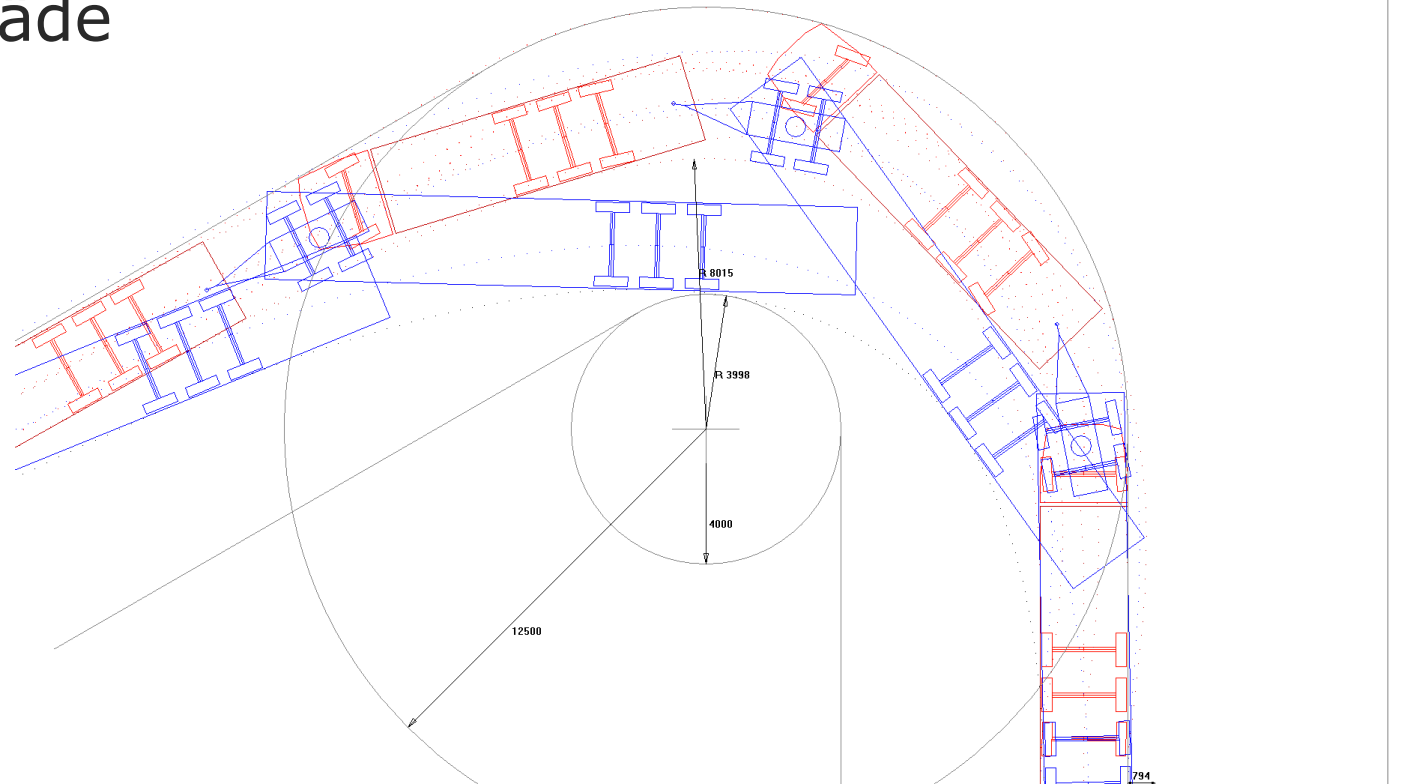
# Yleistä määräyksestä

- Määräyksellä annetaan osoittamistavat asetuksella annettuihin vaatimukseen kääntyvyyden, stabiliteetin ja turvavarusteiden osalta
- Määräyksellä annetaan kasalliset poikkeukset EU-säätelyn yksityiskohtiin raskaiden perävaunujen mittojen osalta
  - Perävaunun kääntyvyys yksinään
  - Nostettavien akseleiden huomioiminen

# Kääntyvyysvaatimus

- > 120-asteen käännös
- > Ulkosäde 12,5 m ja sisäsäde 3,7-4 m
- > Perävaunun takakulman sivusiirtymä 0,5-0,8 m

Kääntyvyyksien osoittamisessa ei eritellä määräyksen laskukaavoissa 260 leveitä ja kapeampia



# Puoliperävaunun yhdistelmän kääntyvyys

- > Taulukot tavalliselle rakkaveturille ja pitkille esim. 4-akselisille vetureille
  - > Standardi veturissa etuakselista telin kääntöpisteeseen enintään 410 cm (perusakseliväli 340 cm)
- > Suurin mahdollinen perävaunun pituus  $1,6 + 11,2 + 6,45 = 19,25$  m

takaylitys enintään [m]	oikaisupituus [m]
6,05	6,30-6,99
6,10	7,00-7,29
6,15	7,30-7,79
6,20	7,80-8,49
6,25	8,50-9,09
6,30	9,10-9,89
6,35	9,90-10,39
6,40	10,40-10,80
6,45	10,81-11,20
6,20	11,21-11,30
6,00	11,31-11,40
5,70	11,41-11,50

# Auto ja varsinainen perävaunu

## Kääntyvyyden laskenta

- Laskenta perustuu yhdistelmän eri mittojen suhteelliseen vaikutukseen ja vakiotermiin
  - Omat kaavat auton ja perävaunun takakulman sivusiirtymälle ja ajouran sisäteelle
- Laskennassa huomioidaan
  - Auton akseliväli, takaylitys ja vetokytkimen sijainti
  - Perävaunun aisan mitta, akseliväli ja takaylitys
- Vanha auton takakulman sivusiirtymän mittaustapa on erilainen ja se säilyy edelleen. Huomioitava pisimmissä autoissa kuten aikaisemmin.

# Auto ja kaksi puoliperävaunua, B-linkki

## Kääntyvyyden laskenta

- Laskenta perustuu yhdistelmän eri mittojen suhteelliseen vaikutukseen ja vakiotermiin
  - Omat kaavat ensimmäisen perävaunun takakulman sivusiirtymälle ja ajouran sisäteelle
- Laskennassa huomioidaan (standardi rekkaveturi)
  - Linkin akseliväli, takaylitys ja vetopöydän sijainti
  - Jälkimmäisen perävaunun akseliväli
    - Takaylitystä ei tarvitse pääsääntöisesti huomioida

# Auto, puoliperävaunu ja keskiakseliperävaunu

## Kääntyvyyden laskenta

- Laskenta perustuu yhdistelmän eri mittojen suhteelliseen vaikutukseen ja vakiotermiin
  - Omat kaavat ensimmäisen perävaunun takakulman sivusiirtymälle ja ajouran sisäteelle
- Laskennassa huomioidaan (standardi rekkaveturi)
  - Puoliperävaunun akseliväli, takaylitys ja vetokytkimen sijainti
  - Keskiakseliperävaunun akseliväli (silmukka-telin keskipiste)
    - Takaylitystä ei tarvitse käytännössä koskaan huomioida keskiakseliperävaunusta

# Auto, puoliperävaunu, dolly ja puoliperävaunu

## Kääntyvyyden laskenta, A-double

- > Laskenta perustuu tilastollisella menetelmällä johdettuun kaavaan
  - > Omat kaavat viimeisen perävaunun takakulman sivusiirtymälle ja ajouran sisäteelle
  - > Ensimmäisen perävaunun sivusiirtymä lasketaan samalla kaavalla kuin edelliset yhdistelmät
- > Laskennassa huomioidaan (standardi rekkaveturi)
  - > Ensimmäisen puoliperävaunun akseliväli, takaylitys ja vetokytkimen sijainti
  - > Dollyn A-mitta
  - > Viimeisen perävaunun akseliväli ja takaylitys



# Auto, dolly ja kaksi puoliperävaunua

## Kääntyvyyden laskenta, ETT

- > Laskenta perustuu tilastollisella menetelmällä johdettuun kaavaan
  - > Omat kaavat käännöksen sisästeen laskentaan ja sivusiirtymille
  - > Ensimmäisen perävaunun sivusiirtymä lasketaan samalla kaavalla kuin TPV yhdistelmän
- > Laskennassa huomioidaan (tyypillinen täysperäveturi)
  - > Auton akseliväli, vetokytkimen paikka ja takaylitys
  - > Dollyn A-mitta
  - > Linkin vetotapista telin kääntöpisteeseen, kääntöpisteestä pöytään ja takaylitys
  - > Viimeisen perävaunun vetotapista telin kääntöpisteeseen

# Kääntyvyyden osoittaminen hyväksytyntä asiantuntijan todistuksella

- > Laskukaavat ovat yleinen ja helppo tapa osoittaa vaatimustenmukaisuus
- > Yksilöllisellä todistuksella voidaan todentaa sentin tarkkuudella kääntyvyys räätälöity mitoitus huomioiden
- > Kaavat eivät kata kaikki uusimpia teknisiä ratkaisuja



# Stabiliteettivaatimusten osoittaminen

- Koskee kolmea uutta 3-nivelistä yhdistelmätyyppiä
- Ra-arvot kuvaavat yhdistelmän liikkeiden vahvistumista viimeiseen yksikköön
- Ajodynamiikan tunnuslukuja ei voi laskea millään kaavalla ajoneuvojen tiedoista suoraan



# Auto, puoliperävaunu, dolly ja puoliperävaunu

## Stabiliteetin osoittaminen

- > Hyväksyttävä stabiliteetti edellyttää riittävän pitkät akselivälit ja vetokidan sijoittamisen riittävän lähelle ensimmäisen puoliperävaunun telin painopistettä
- > Laskukaavan taustalla on noin tuhat simulaatiota eri mitoituksilla
- > Stabiliteetti laskenta tehdään neljän mittatiedon perusteella
  - > 1 PPV vetotapista telin painopisteeseen
  - > Telin painopisteestä vetokytkimeen
  - > Dollyn A-mitta
  - > 2 PPV vetotapista telin painopisteeseen

# Auto, dolly ja kaksi puoliperävaunua

## Stabiliteetin osoittaminen, ETT

- Hyväksyttävä stabiliteetti edellyttää riittävän pitkät akselivälit ja vetokytkimien sijoittamista lähelle telejä
- Laskukaavan taustalla on noin tuhat simulaatiota eri mitoituksilla
- Stabiliteetti laskenta tehdään viiden mittatiedon perusteella
  - Vetokytkimen etäisyys auton takatelistä
  - Dollyn A-mitta
  - 1 PPV (linkin) vetotapista telin painopisteeseen
  - Telin painopisteestä vetopöytään
  - 2 PPV vetotapista telin painopisteeseen

# Auto ja kolme puoliperävaunua

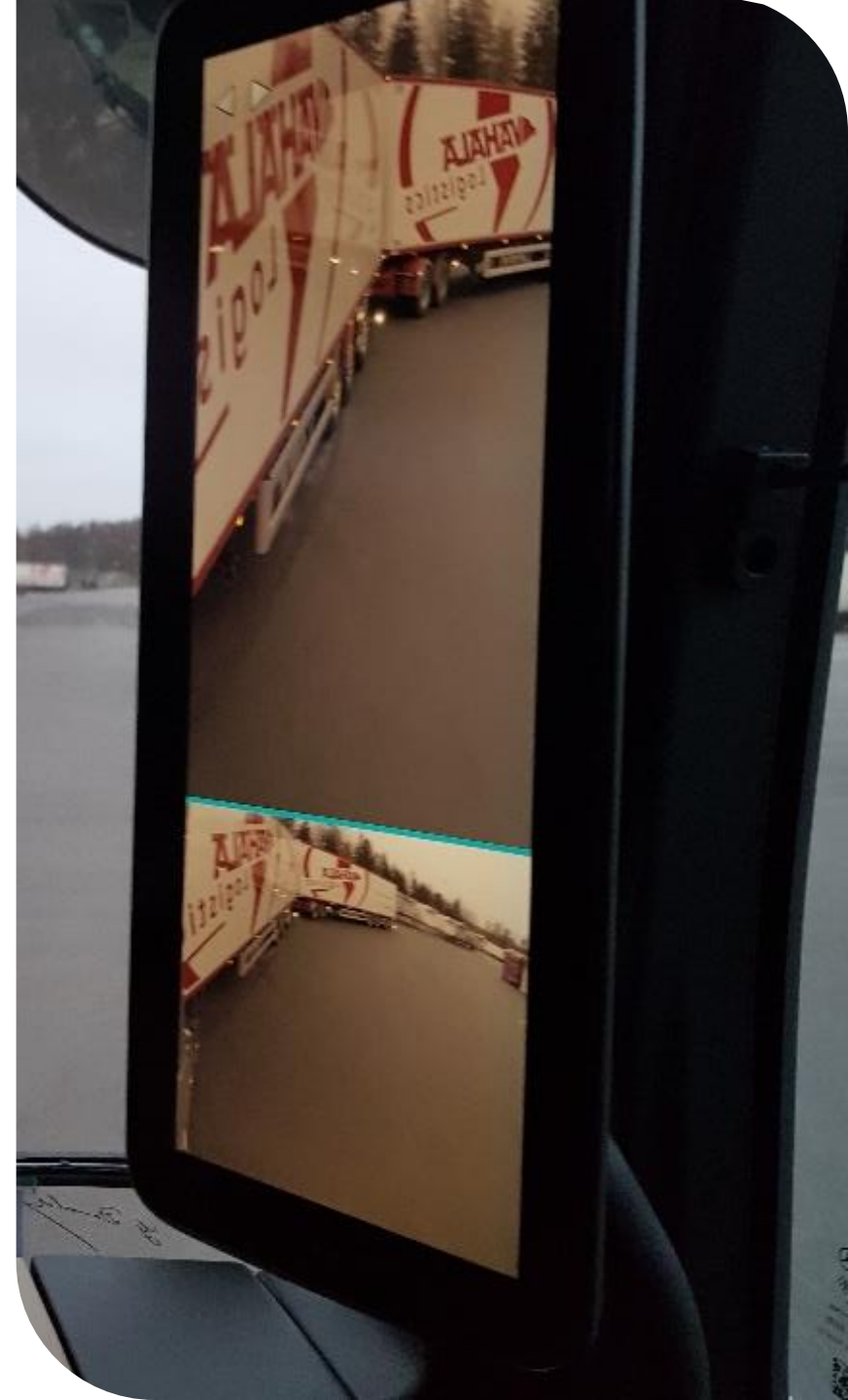
## Stabiliteetin osoittaminen, B-triple

- › Vaatimusten mukaisuus osoitetaan yksinkertaisella taulukolla
  - › Linkkiperävaunuille on samat mitoitusvaatimukset huonomman mukaan
- › Moduulimittaisilla ajoneuvoilla vaatimusten täytyminen on helppoa
- › Lyhyemmät merikonttimitoituksella olevat ovat stabiliteetiltaan huonompia
- › Keskeisiä mittoja ovat
  - › Vetotapin ja telin painopisteen välinen etäisyys
  - › Telin painopisteen ja vetopöydän välinen etäisyys



## Epäsuoran näkemän laitteet

- > Yli 20 m PPV ja kaikki yli 28 metriset
- > Vähintään 60-asteen kuva kulma molemmille puolille
  - > Liian laaja kuvakulma tekee kuvasta epätarkan
  - > Kamera kannattaa sijoittaa mahdollisimman ulos, esim. peilin päälle
- > Kuva voidaan esittää myös monitoiminäytöllä



# Muut turvavarusteet

- > Vaatimusten tarkemmat määritelmät (EY) N:o 661/2009 *”turvallisuuasetuksen” mukaan*
- > *Varusteet ovat olleet pakollisia vähän aikaa yleisissä uusissa ajoneuvoissa*
  - > (EU) N:o 347/2012 mukainen hätäjarrutusjärjestelmä;
  - > (EU) N:o 351/2012 mukainen kaistavahtijärjestelmä;
  - > (EY) N:o 661/2009 12 artiklassa tarkoitettu elektroninen ajonvakautusjärjestelmä.



# TRAFICOM

Liikenne- ja viestintävirasto

[otto.lahti@traficom.fi](mailto:otto.lahti@traficom.fi)

[www.traficom.fi](http://www.traficom.fi)

[@TraficomFinland](https://twitter.com/TraficomFinland)

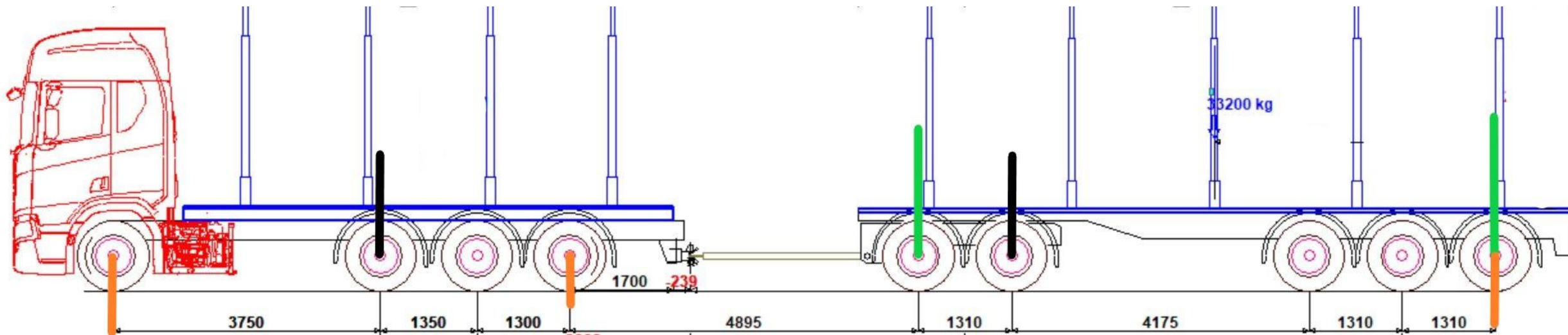


# Esimerkkejä pitkistä yhdistelmistä

Otto Lahti

# Siltasäännöt

- > Auton ääriakseliväli (vanha)
- > Yhdistelmän ääriakseliväli (vanha)
- > Perävaunun ääriakseliväli (uusi)
- > Vetävän ajoneuvon viimeinen ja vedettävän ensimmäinen teli (uusi)
- > Uudet vaatimukset lasketaan samalla kaavalla kuin 5-akselisen auton siltasääntö



# Uusia yli 60-tonnisia vaarallisten aineiden kuljetukseen

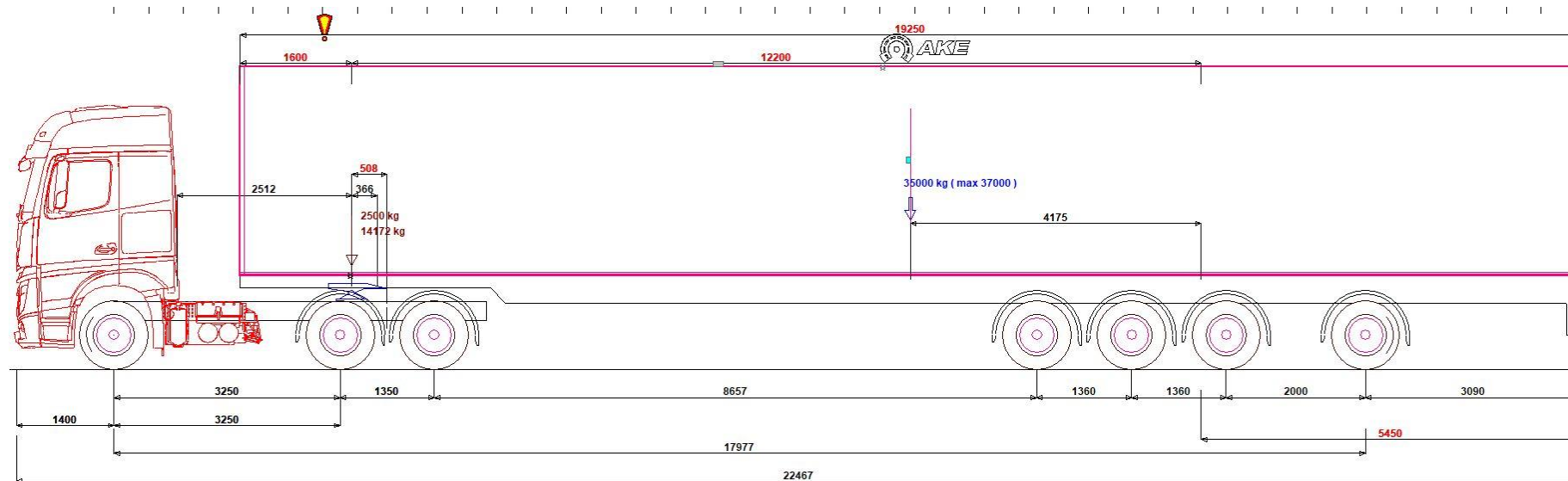
- > B-linkille 68 t myös 3-akselisella vetoautolla
- > Puoliperävaunun yhdistelmälle 64 t myös 3-akselisella vetoautolla





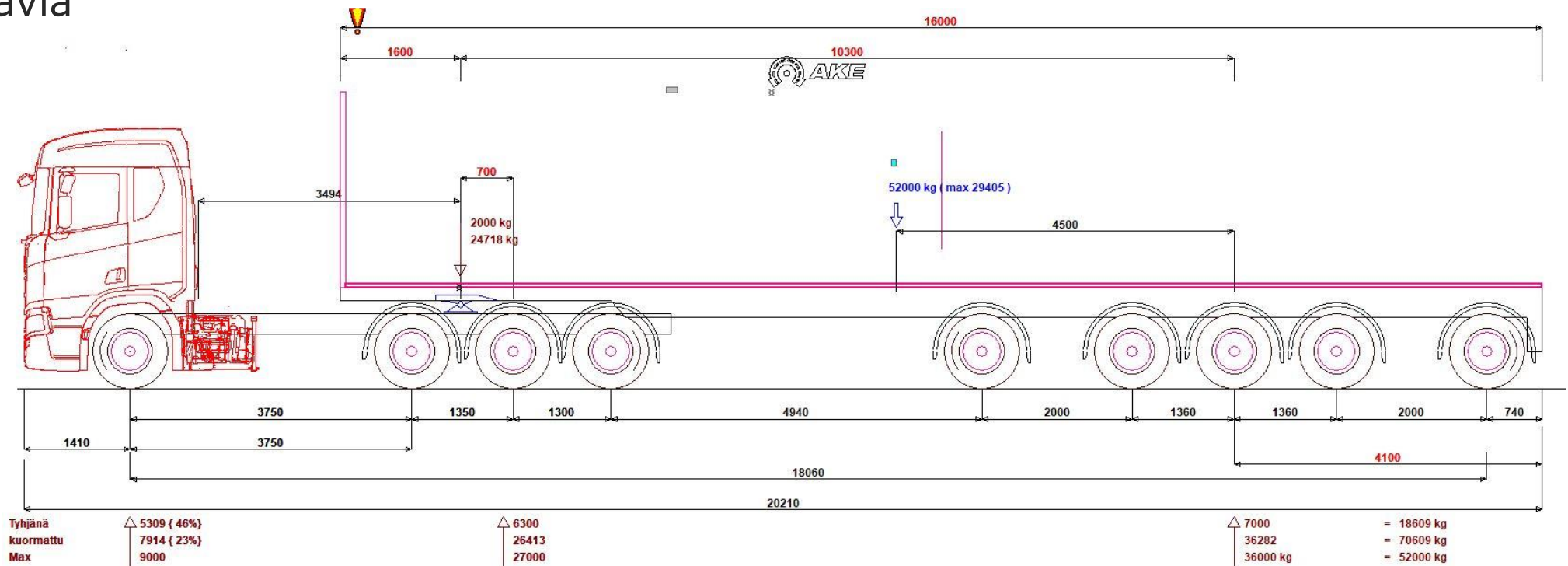
# Pitkä puoliperävaunun yhdistelmä

- Kääntyvyyssääntö rajaa perävaunun pituudeksi noin 19,25 ja yhdistelmän pituudeksi noin 25,5 metriä
- Pituuden kasvulla on huomattava vaikutus ajouran leveyteen



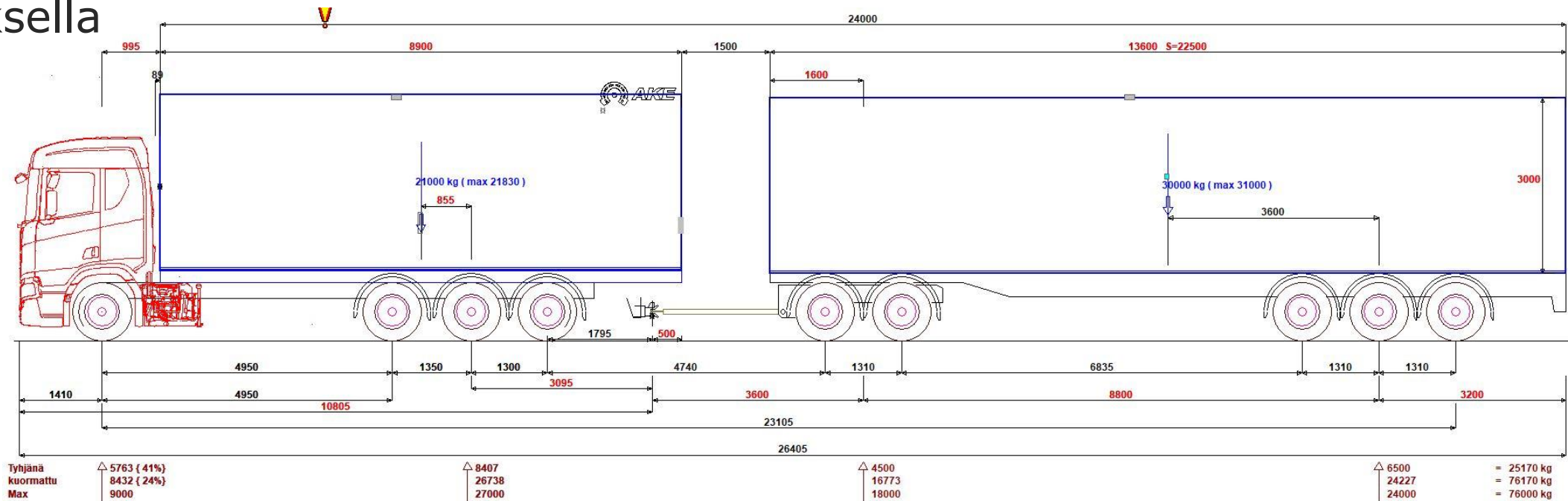
# Raskas puoliperävaunuyhdistelmä

- > Yli 68t edellyttää telivetoa
- > Yli 69t 9-akselinen edellyttää paripyöriä perävaunuun tai kymmenennen akselin
- > Paljon rajoittavia siltasääntöjä



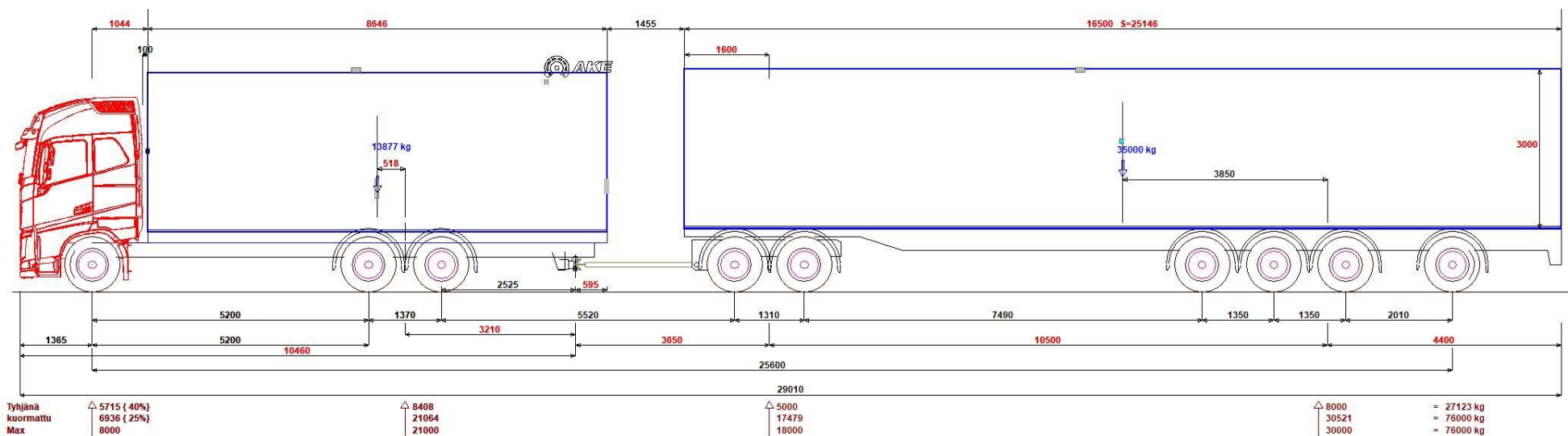
# 76-tonnisen täysperävaunun yhdistelmän kehitysmahdollisuudet

- Kuormatilojen koko ja kantavuus tasapainoon
- Perävaunun painojakauma kuntoon takatelin sijoituksella



# Uusi vaihtoehto 76-tonnisen toteutukseen

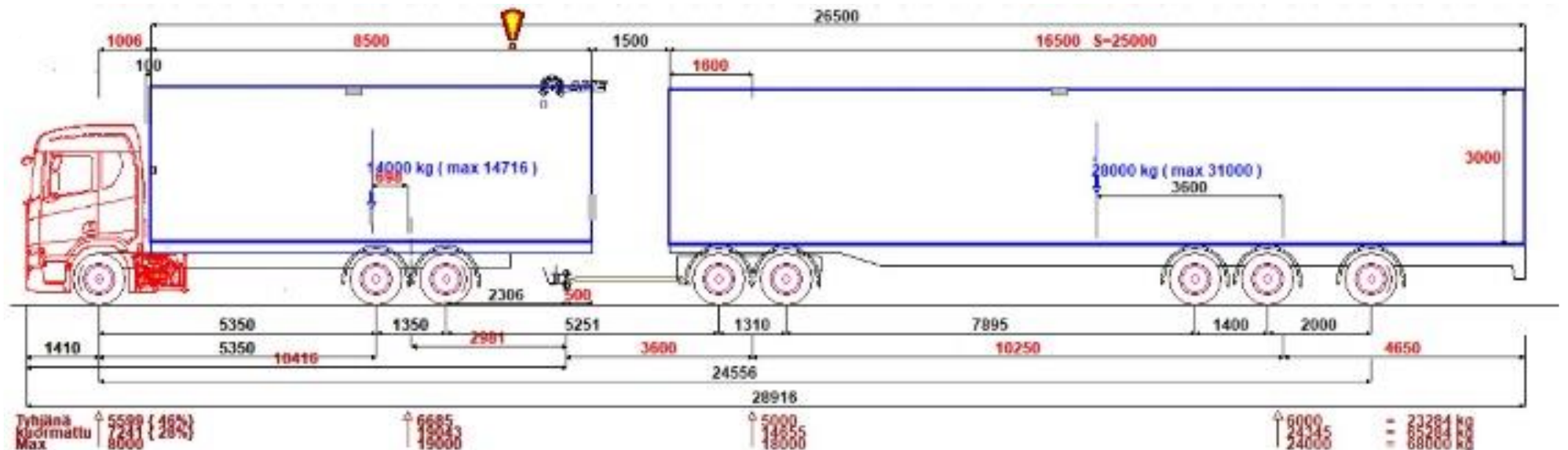
- > 6x4 auto missä 8m kaapin sisätilaa
  - > Kantavuutta n. 14000kg
- > 16,5 m 6-akselinen täysperävaunu paripyörin
  - > Kantavuutta n. 34000kg





# 3+5-akselisen 64-tonnisen kehitys

- Sekalaisessa rahdin ajossa 64 tonnia tulee harvoin täyteen 25-metrissä
- Noin 11-metrinen 6x2\*4 toimii tunnetusti hyvin
- Kantavuuksien ja käännyvyyden puolesta noin 16-metrinen on useissa tapauksissa hyvä kompromissi



# Maksimipituinen täysperävaunuyhdistelmä

- Painojakauman ja kääntyvyyden hallinnan kannalta 2+4-akselinen perävaunu toimii parhaiten
- Noin 12-metrisen 8x4\*4 auton pituus säädetään lähelle takakulman sivusiirtymän maksimia
- Kuormatilojen sisäpituus sama kuin 2x13,6 A-doublella
- Yhdistelmästä kannattaa tehdä useissa tapauksissa 74-tonninen



## A-double 2x13,6

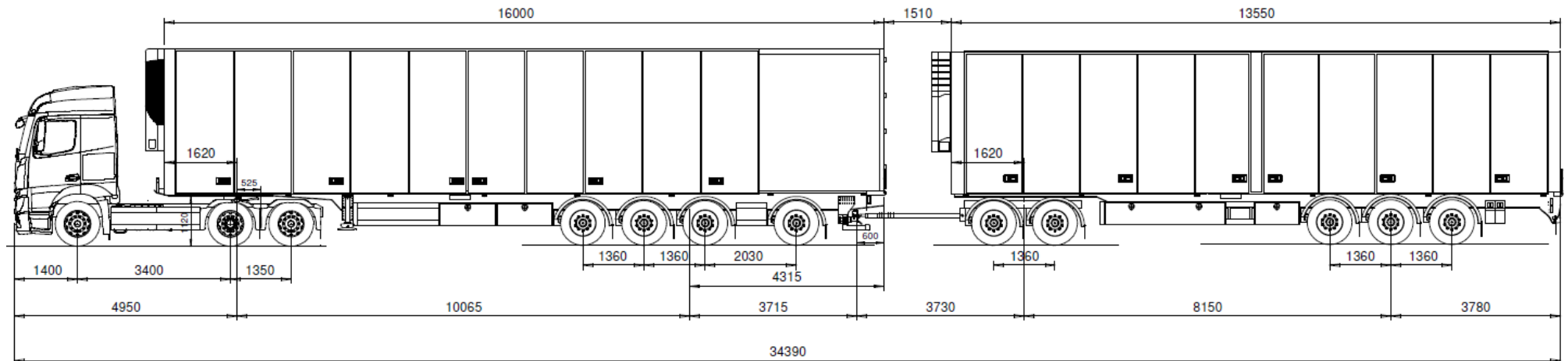
- Ensimmäisessä perävaunussa viimeinen akseli on ohjaava
- Sopivalla ensimmäisen perävaunun mitoituksella sopii jälkimmäiseksi perävaunuksi paljon erilaisia nykyisiä perävaunuja





# A-double 16+13,6

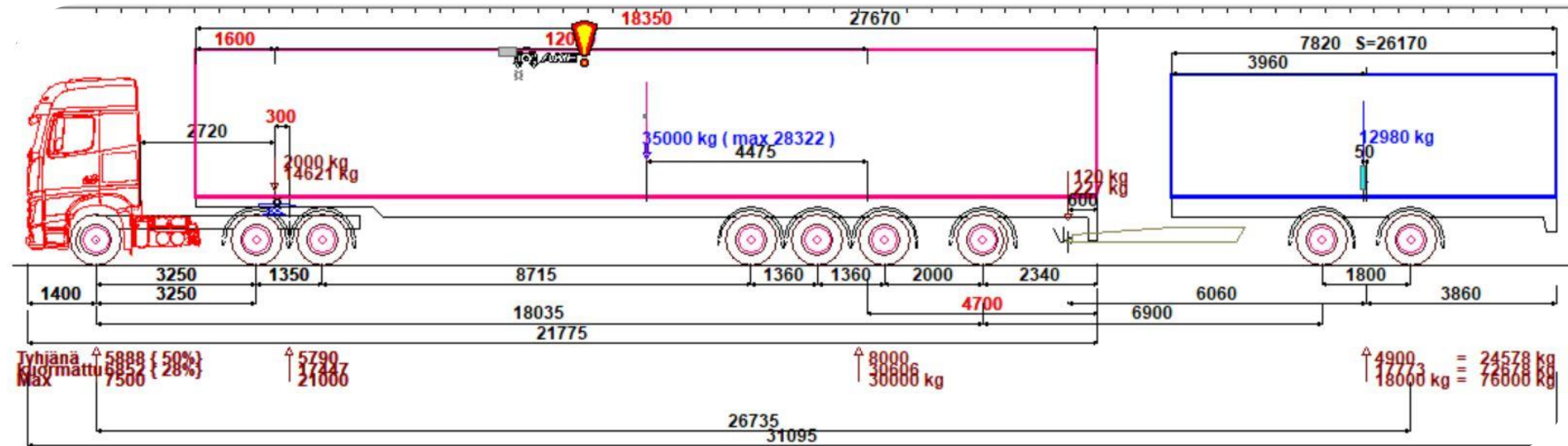
- Puoliperävaunussa 4-akselinen teli missä viimeinen ohjaa ja 3. keventää
- Vanhaan 5-akseliseen standardi puoliperävaunuun automaattinen kevennin viimeiselle akselille
- Puoliperävaunussa jopa 38t kantavuutta





# Vasikka yhdistelmä

- Keski-Euroopan mitoilla oleva keskiakseliperävaunu on varsin edullinen yksikkö
- Pidempi puoliperävaunu pitää mitoittaa kääntyvyyden osalta KAP-käyttö huomioiden



## B-linkki

- > Linkkivaunun saa kohtuudella jatkettua kääntyvyyssäännön puitteissa 40 ft kontille
  - > Metriä pidempi linkki heikentää kääntyvyyttä merkittävästi
  - > Puoliperävaununna toimii standardi irtoperä tai konttikärky, lyhyt oikaisupituus sopii tähän käyttöön



# ETT

- > Perinteiseen auto+dolly+PPV yhdistelmään lisätään linkki väliin ja saadaan 7,8 m lisää kuormatilaa
- > Kääntyvyyden ja stabiliteetin tasapaino onnistuu kohtuullisen helposti





# B-triple, auto ja 3x puoliperävaunu

- Painojakauma edellyttää huomattavasti raskaampaa tavaraa ensimmäiseen perävaunuun
- Toinen potentiaalinen ratkaisu toimijoille, joilla liikkuu paljon 7,7m jalkakontteja



# TRAFICOM

Liikenne- ja viestintävirasto

[otto.lahti@traficom.fi](mailto:otto.lahti@traficom.fi)

[www.traficom.fi](http://www.traficom.fi)

@TraficomFinland

