

## VETOLAITTEIDEN OSALTA HUOMIOITAVAT ASIAT AJONEUVOJEN SUUNNITTELUSSA

BPW Kraatz Oy on toiminut vetolaitteiden parissa jo useamman vuosikymmenen ajan ja edustamamme tuotemerkit ovat alan tunnetuimpia. Tässä ohjeessa tuomme esille vetolaitteiden osalta ne oleellisimmat asiat, jotka tulee mielestämme huomioida ja joiden uskomme helpottavan eri yhteistyökumppaneidemme toimintaa ajoneuvojen suunnittelussa.

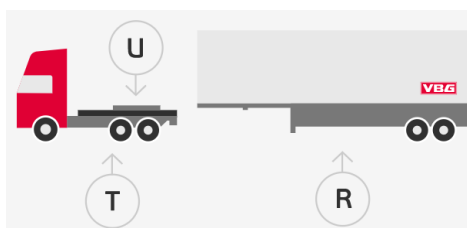
### Laskenta

#### Auton ja yhden tai useamman perävaunun ajoneuvoyhdistelmät

E-sääntö nro 55 ohjaa vetolaitteiden mitoitus- ja laskentaperusteita ja tunnistaa kahdeksan eri ajoneuvoyhdistelmää, jotka koostuvat vetoajoneuvosta ja yhdestä tai useammasta perävaunusta. Helmikuun 2018 jälkeen moduuliyhdistelmien laskentaperiaate ISO 18868:2013 on sisältynyt E-sääntöön nro 55. Kesäkuussa 2020 vetolaitteiden teknistä vaatimustasoa HCT-ajoneuvoyhdistelmissä tarkennettiin kansallisesti määräyksellä ajoneuvoyhdistelmien teknisistä vaatimuksista - TRAFICOM/304841/03.04.03.00/2019 (ns. HCT-määräys). Määräyksen löydät tästä linkistä: <https://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/454001/46059>. Ajoneuvoyhdistelmien, mukaan lukien Suomen kansalliset HCT-yhdistelmät, laskentaohjelma löytyy tästä linkistä: <https://www.vbg.eu/fi/laske/>

Alla käydään esimerkkien avulla läpi eri ajoneuvoyhdistelmien vetolaitteiden suoritusarvojen laskentaa.

#### • Auto ja puoliperävaunu - D-arvo



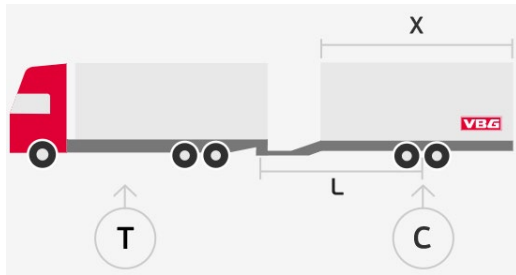
T	28	tonnia
R	42	tonnia
U	18	tonnia

Vetolaitteiston pienin sallittu suoritusarvo (n):

D: 133,2 kN

- tässä ajoneuvoyhdistelmätyypissä lasketaan vain vaadittu **D-arvo**, joka on vetolaitteelle kohdistuva vaakasuuntaisen voiman teoreettinen viitearvo
- sopivan vetolaitteen valinnan yhteydessä huomioidaan siis minimivaatimuksena laskennan kautta saatu nimellisvoimavaatimus sekä vetopöydälle kohdistuva pystysuuntainen kuorma tonneissa, ns. **U-arvo**
- tässä esimerkkitapauksessa saadaan laskennan kautta min. D-arvoksi 133kN ja todetaan perävaunun mitoitusiedoista min U-arvon olevan 18 tonnia
- vetolaitteen tyyppikilvestä pitää löytyä vähintään samat tai korkeammat arvot

• **Auto ja keskiakseliperävaunu - Dc- ja V-arvo**



T	28	tonnia
C	24	tonnia
X	7,8	metriä
L	6,5	metriä
a	2,4	m/s <sup>2</sup>

Vetolaitteiston pienin sallittu suoritusarvo (n):

Dc: 126,8 kN  
V: 62,3 kN

a: 1,8m/s<sup>2</sup>

Vetolaitteiston pienin sallittu suoritusarvo (n):



Dc: 126,8 kN  
V: 83 kN

a: 2,4m/s<sup>2</sup>

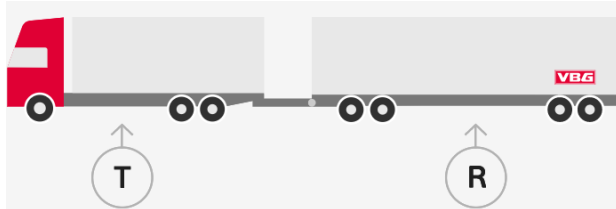
- tässä ajoneuvoyhdistelmätyypissä lasketaan vaadittu **Dc-arvo**, joka on vetolaitteelle kohdistuva vaakasuuntaisen voiman teoreettinen viitearvo huomioiden vetolaitteelle kohdistuva pystysuuntainen staattinen aisakuorma (kg), ns. S-arvo
- tässä esimerkkitapauksessa saadaan laskennan kautta min. Dc-arvoksi noin 127 kN.
- **V-arvo** on keskiakseliperävaunun vetolaitteelle määritelty pystysuuntaisen voiman viitearvo
- Laskennan suorittamista varten tulee tietää seuraavat asiat;  
X = kuormakorin pituus metreissä  
L = vetoaisan pituus, vetosilmukan keskipisteestä perävaunutelin keskipisteeseen metreissä  
C = keskiakseliperävaunun telimassa tonneissa  
a = vetävän ajoneuvon jousitus tyyppi; ilmajousitus (1,8m/s<sup>2</sup>) / muu jousitus (2,4m/s<sup>2</sup>)

Ilmajousitus tai ilmajousitusta vastaava jousitus tyyppi aiheuttaa vetolaitteelle alhaisemman pystysuuntaisen kiihtyvyyden ja näin ollen myös alhaisemman V-arvo vaatimuksen

- tässä esimerkkitapauksessa saadaan laskennan kautta min. V-arvon vaatimukseksi joko 62 tai 83 kN vetävän ajoneuvon jousitus tyyppistä riippuen
- sopivan vetolaitteen valinnan yhteydessä huomioidaan minimivaatimuksena laskennan kautta saatu nimellisvoimavaatimukset, Dc- ja V-arvo
- vetolaitteen tyyppikilvestä pitää löytyä vähintään samat tai korkeammat arvot

	VBG Group AB, Sweden	Alt1:	Alt2:
Type: 590VR-2	Part: 09-0723	D 285	285 kN
No: XXXXXX XX/XX		<b>Dc140</b>	130 kN
Class: C50-x		S 1000	2000 kg
Approval: 55R-01 8476		<b>V 90</b>	63 kN

• **Auto ja varsinainen perävaunu (nivelöity vetoaisa) - D-arvo**




T	35	tonnia
R	42	tonnia

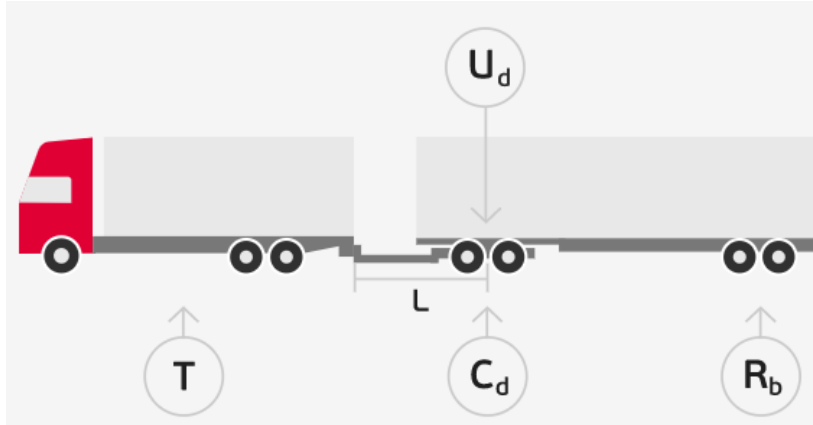
Vetolaitteiston pienin sallittu suoritusarvo (n):

D: 187,3 kN

- tässä ajoneuvoyhdistelmätyypissä lasketaan vain vaadittu **D-arvo**, joka on vetolaitteelle kohdistuva vaakasuuntaisen voiman teoreettinen viitearvo
- sopivan vetolaitteen valinnan yhteydessä huomioidaan minimivaatimuksena laskennan kautta saatu nimellisvoimavaatimus
- tässä esimerkkitapauksessa saadaan laskennan kautta min. D-arvoksi 187kN
- vetolaitteen tyyppikilvestä pitää löytyä vähintään sama tai korkeampi arvo

	VBG Group AB, Sweden	Alt1:	Alt2:
Type: 590VR-2	Part: 09-0723	<b>D 285</b>	285 kN
No: XXXXXX XX/XX		Dc140	130 kN
Class: C50-x		S	1000 2000 kg
Approval: 55R-01 8476	V 90		63 kN

- **Auto, Dolly ja puoliperävaunu – D-, Dc-, ja V-arvo**



<b>T</b>	26	tonnia
<b>C<sub>d</sub></b>	16	tonnia
<b>R<sub>b</sub></b>	22	tonnia
<b>U<sub>d</sub></b>	13,5	tonnia
<b>W<sub>d</sub></b>	2,5	tonnia
<b>L</b>	3,5	metriä

- Vetokytkimen, -silmukan ja näiden kiinnitysosien osalta lasketaan vaadittu **Dc- ja V-arvo**
- Vetopöydän, -tapin ja näiden kiinnitysosien osalta lasketaan vaadittu **D-arvo**

Vetolaitteiston pienin sallittu suoritusarvo (n):

Vetoaisakytkin:

Dc: 151,5 kN

V: 22,9 kN

Kääntöpöytä:

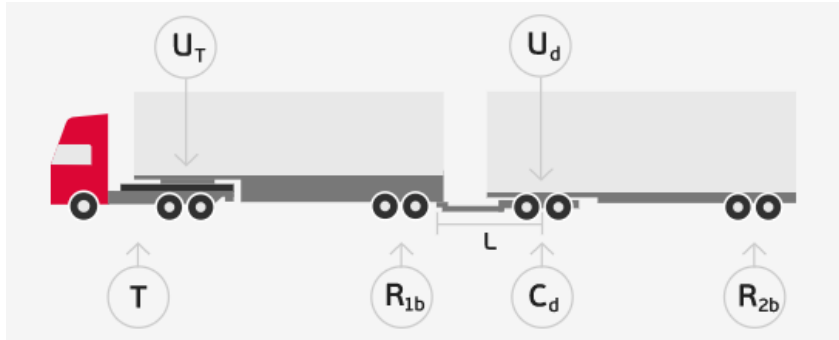
D: 104,6 kN

Kokonaispaino:

64 tonnia

- Tähän laskentaan vaikuttaa auton (T) ja perävaunujen välinen painosuhte (Cd ja Rb), vetoaisan pituus (L), vetopöytämässä (Ud) ja Dollyn omamassa (Wd).
- Vetolaitteen lopullinen sopivuus on riippuvainen sen tyyppihyväksytyjen kolmen pääarvon, D-, Dc- ja V-arvojen välisestä suhteesta
- Yllä mainituista syistä ei voida yleistää jonkun vetolaitteen sopivuutta pelkästään huomioiden ajoneuvoyhdistelmien kokonaismassoja
- Traficomien HCT-määräyksen perustelumistiössä on annettu ohjeet, kuinka yhdistelmän kokonaismassa tulisi jakaa auton ja perävaunujen välillä vetolaitteiden suoritusarvoja laskettaessa.
- Emme ota kantaa Dollyn vetoaisan sopivuuteen, koska tämä on pääsääntöisesti perävaunuvalmistajan valmistama ja mahdollisesti tyyppihyväksyttävä

• **Auto, puoliperävaunu, dolly ja puoliperävaunu (A-tupla) – D-, Dc-, ja V-arvo**



T	28	tonnia
C <sub>d</sub>	13,1	tonnia
R <sub>1b</sub>	17,45	tonnia
R <sub>2b</sub>	17,45	tonnia
U <sub>d</sub>	10,6	tonnia
U <sub>T</sub>	17	tonnia
W <sub>d</sub>	2,5	tonnia
L	3,8	metriä

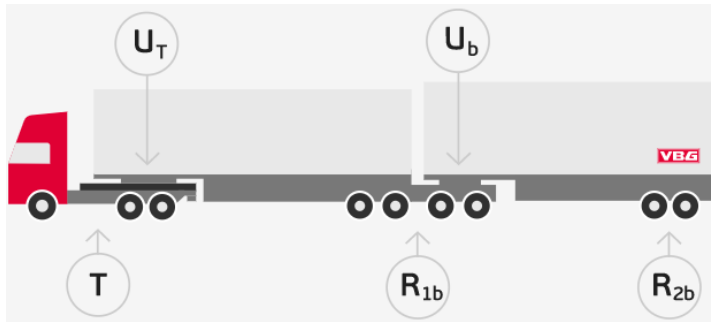
- vetokytimen, -silmukan ja näiden kiinnitysosien osalta lasketaan vaadittu **Dc- ja V-arvo**
- vetopöydän, -tapin ja näiden kiinnitysosien osalta lasketaan vaadittu **D-arvo**
- Laskennan tuloksissa D1 on dollyn vetopöydän ja D2 on auton vetopöydän suoritusarvo vaatimus.
- Yhdistelmän kokonaismassan jakautuminen on laskettu yllä mainitun HCT-määräyksen perustelumistion mukaisesti:
- Yhdistelmän kokonaismassa tieliikenteessä on 76 ton
- Tekniset massat ovat 28 t + 24 t + 18 t + 24 ton = 94 ton
- Laskennassa painotetaan auton massaa eli lasketaan täydellä auton massalla
- Perävaunuille jää tällöin 76-28 = 48 ton
- Perävaunujen tekninen massa on 24+18+24 = 66 ton
- $48/66 = 0,73$  on suhdeluku, jolla 48 ton jaetaan perävaunujen kesken. Esim  $24 \times 0,73 = 17,45$  ton

Vetolaitteiston pienin sallittu suoritusarvo (n):	
Vetoaisakytin:	
Dc:	116,5 kN
V:	17,3 kN
Kääntöpöytä:	
D:	139,3 kN ( D1:114,7 D2:139,3)
Kokonaispaino:	
76 tonnia	

**HUOM!**

- emme suosittele auton pituus- tai pystysuunnassa säädettävissä olevien vetopöytien käyttöä
- kohtuullisesta D-arvovaatimuksesta huolimatta suosittelemme sellaisten vetolaitteiden käyttöä, joiden suoritusarvot ovat kokoluokkaa 150 kN/U =20 tonnia

- **Auto, puoliperävaunu ja puoliperävaunu (B-juna) – D-arvo**



T	28	tonnia
R <sub>1b</sub>	24	tonnia
R <sub>2b</sub>	24	tonnia
U <sub>T</sub>	16	tonnia
U <sub>b</sub>	16	tonnia

- tässä ajoneuvoyhdistelmätyypissä lasketaan vain vaadittu **D-arvo**
- laskettu D-arvo vaatimus koskee ajoneuvoyhdistelmän molempia kytkentäpisteitä

Vetolaitteiston pienin sallittu suoritusarvo (n):

Kääntöpöytä:

D: 136,9 kN

Kokonaispaino:

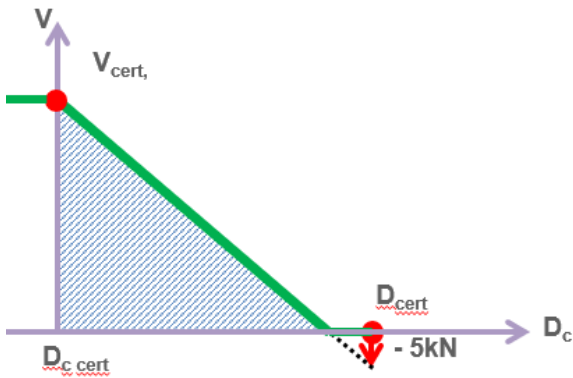
76 tonnia

#### HUOM!

- emme suosittele auton pituus- tai pystysuunnassa säädettävissä olevien vetopöytien käyttöä
- kohtuullisesta D-arvovaatimuksesta huolimatta suosittelemme sellaisten vetolaitteiden käyttöä, joiden suoritusarvot ovat kokoluokkaa 150 kN/U =20 tonnia

## Trade-off laskenta

Vetolaitteelle, jolle kohdistuu vain vaakasuuntaisia voimia, on hyväksytty suoritusarvo **D- (D<sub>cert</sub>)**. Mikäli vetolaitteelle kohdistuu myös pystysuuntaisia voimia, sen suoritusarvo vaaka-akselilla pienenee (kuvaaja 1). Tämän vuoksi sillä tulee olla myös hyväksytyt suoritusarvot **V- (V<sub>cert</sub>)** ja **D<sub>c</sub>-arvo (D<sub>c-cert</sub>)** esimerkiksi kiinteää vetoaisaa käytettäessä.

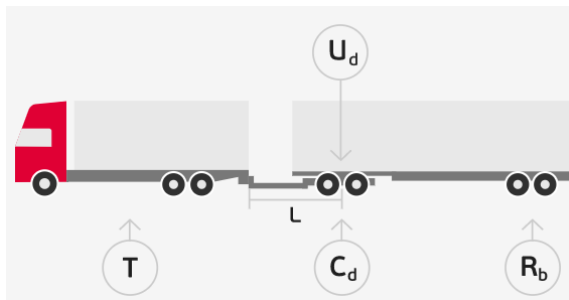


Kuvaaja 1

Joissakin tapauksissa voi tuotteiden osalta ilmetä tarve esimerkiksi alhaisemmalle V-arvolle mutta vastaavasti korkeammalle Dc-arvolle, jolloin tämä hienosäätö on mahdollista toteuttaa tuotteen tyyppihyväksynnän asettamien rajojen puitteissa. Menetelmää kutsutaan "Trade-off" laskennaksi ja on aina erikseen hyväksyttävä vetolaittevalmistajalla. Tyypillinen moduuliyhdistelmä, jonka yhteydessä tällainen tarve tulee esille: auto, dolly ja puoliperävaunu.

Trade-off laskennassa tutkitaan D- ja Dc-arvojen välistä suorituseroa. Vetolaitteen korkeammalla hyväksytyllä V-arvolla voidaan kompensoida sen matalampaa Dc-arvoa. Vetolaitteistolle voidaan luoda kuvaaja sen hyväksytyjen suoritusarvojen perusteella. Laskennallinen vaatimustaso Dc ja V-arvoille tulee olla kuvaajan kolmion muotoisen alueen sisällä, jotta se voidaan hyväksyä tieliikenteeseen. Trade-off laskennassa S-arvo on vakio 1000kg ja sitä ei saa ylittää.

Tällaisen yhdistelmän kuljettamiseksi tarvitaan todistus, joka osoittaa, että Trade-off on mahdollinen ja vetolaitteiston suorituskyky on riittävä. VBG:n kotisivuilla olevalla laskentaohjelmalla voidaan verrata vetolaitteiston suoritusarvoja ajoneuvoyhdistelmän vaatimiin teoreettisiin suoritusarvoihin ja tutkia onko Trade-off mahdollinen toteuttaa (Vetolaitteiston arvioiminen): <https://www.vbg.eu/fi/laske/>



T	35	tonnia	?
Cd	18	tonnia	?
Rb	23	tonnia	?
Ud	15,5	tonnia	?
Wd	2,5	tonnia	?
L	3,5	metriä	?

Vetolaitteiston pienin sallittu suoritusarvo (t):

Vetoaisakytkin:

**Dc: 185,3 kN**

V: 25,8 kN

Kääntöpöytä:

D: 126,2 kN

Kokonaispaino:

76 tonnia

Vetopalkki Kuorma-auto

D	247	kN
<b>Dc</b>	<b>150</b>	kN
V	80	kN

Vetokytin Kuorma-auto

D	285	kN
<b>Dc</b>	<b>140</b>	kN
V	90	kN

Vetosilmukka Dolly

D	250	kN
<b>Dc</b>	<b>130</b>	kN
V	75	kN

- Vetolaitteen lopullinen sopivuus on riippuvainen sen tyyppihyväksytyjen kolmen pääarvon, D-, Dc- ja V-arvojen välisestä suhteesta.
- Trade-off laskentaa hyödynnettäessä vaaditaan erillinen todistus, joka osoittaa vetovarustuksen riittävän kyseiselle ajoneuvoyhdistelmälle.

Lisätiedot: BPW Kraatz Oy, puh. 020 7936 700 | [tekniikka@kraatz.fi](mailto:tekniikka@kraatz.fi)