

Pyörälaskutelineeseen vaikuttavat kuormitukset

Normi	HTN-005/21
pvm	14.2.2021

Lähteet:

- ASTM F-2245/20
- CS-VLA Appendix C

MuutosHistoria:

HTN-005/21, 14.2.2021, ensijulkaisu

Käyttölisenssi

Tämä vaatimus on julkaistu [Creative Commons lisenssillä \(CC BY-NC-ND 4.0\)](#). Saat käyttää niitä vapaasti omassa käytössä alkuperäisenä. Voit myös jakaa sitä (samalla lisenssillä), kunhan säilytät teoksen alkuperäisenä ja nimeät lähteen.



[ok HTH](#)

ESIPUHE

Tässä normissa on esitelty pyörälaskutelineen suunnittelua varten tarvittavien kuormien määrittely.

Pelkkä pudotuskorkeus ei anna mitään ohjetta vallitsevista kuormista. Se riittää koekuormituksen tekemiseen (tosin mitään varmuuskerrointa siinä ei ole), mutta sitä ei voi käyttää suunnittelussa. Jos pudotuskoetta halutaan käyttää rakenteen tosittamiseen, se on tehtävä korkeudesta, joka on 1,44 kertaa HTN-001 pykälän §725 kaavan antamasta korkeudesta.

Tässä esitettyt kaavat ovat lähteissä pysyneet vakiona yli puoli vuosisataa. Joten ne ovat hyvin vakiintuneita.

Sisällysluettelo

ESIPUHE.....	2
Perusolelut.....	3
Perusmitat.....	3
Laskutelineen jousto.....	4
Laskenta.....	6
Tulokset.....	6

Perusoletuks

Lähteet olettava laskutelineiden olevan tavanomaisesti toteutetut. Eli nokkapyöräteline, jossa yksi nokkapyörä ja kaksi päätelinettä symmetrisesti rungon kahtapuolen. Tai kannuspyöräteline jossa kaksi päätelinettä symmetrisesti rungon kahtapuolen ja yksi kannus rungon takapäässä.

Normin tarkoitus on esittää laskun yhteydessä ilmaantuvat voimat, laskeutumisessa otetaan huomioon seuraavat tapaukset:

Nokkapyörälaskutelineellä:

- lasku kolmelle pisteelle
- lasku samassa asennossa kuin edellä mutta nokkapyörä juuri irti maasta
- laskut vedettynä.

Kannuspyörälaskutelineellä:

- lasku lentoasennossa
- lasku kolmelle pisteellä.

Näissä otetaan huomioon myös vastustekijä (joka aiheutuu pyörän kiihdyttämisestä).

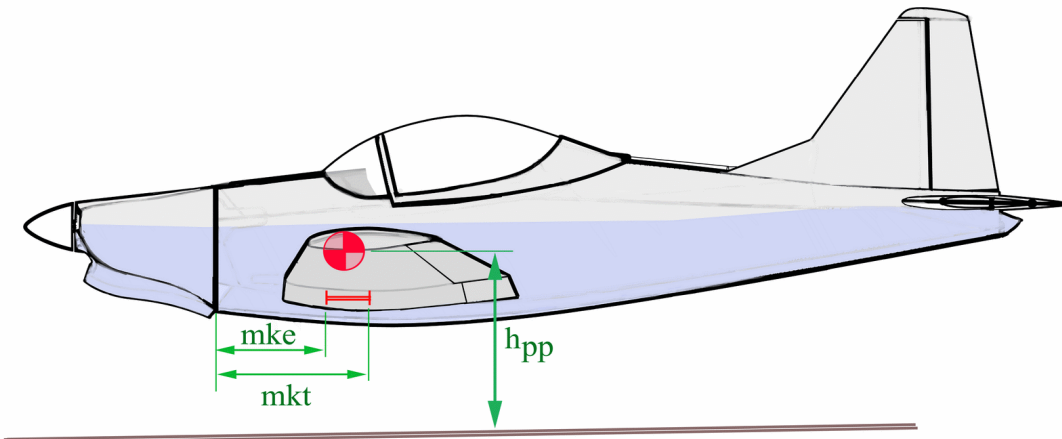
Lisäksi on sivuttainen voima päätelineeseen, joka aiheutuu laskusta jossa kone ei ole kiitoradan suuntainen (eli kylki edellä lasku).

Mitoitustapahtuma on laskeutuminen siten kuin se kyseisellä koneella tapahtuisi. Useamman tavalla. Korkeamman tason lentokelpoisuusvaatimuksissa (CS-23, 25) mitoitus tapahtuu lähtien lentotilan määrittelystä.

Perusmitat

Tiedetyt geometriset mitat tarvitaan kuormien määrittämiseen.

Riippumatta laskutelineesta koneen vaakitusasennossa tarvitaan seuraavat mitat



Kuvassa perustaso on tuliseinä, mutta sen paikka ei vaikuta tulokseen, kunhan kaikki mitat ovat sen suhteen oikein. Sallitun painopistealeen pituussuuntainen sijainti sen suhteen (mke ja mkt). Tämä on sama kuin lentokäsikirjan painopistealue.

Maan pinta on sillä korkeudella kuin se pääteline maassa vaakitusasennossa olisi. Jos kyse on amphiokellukkeista, tämä mitta on huomattavan suuri!

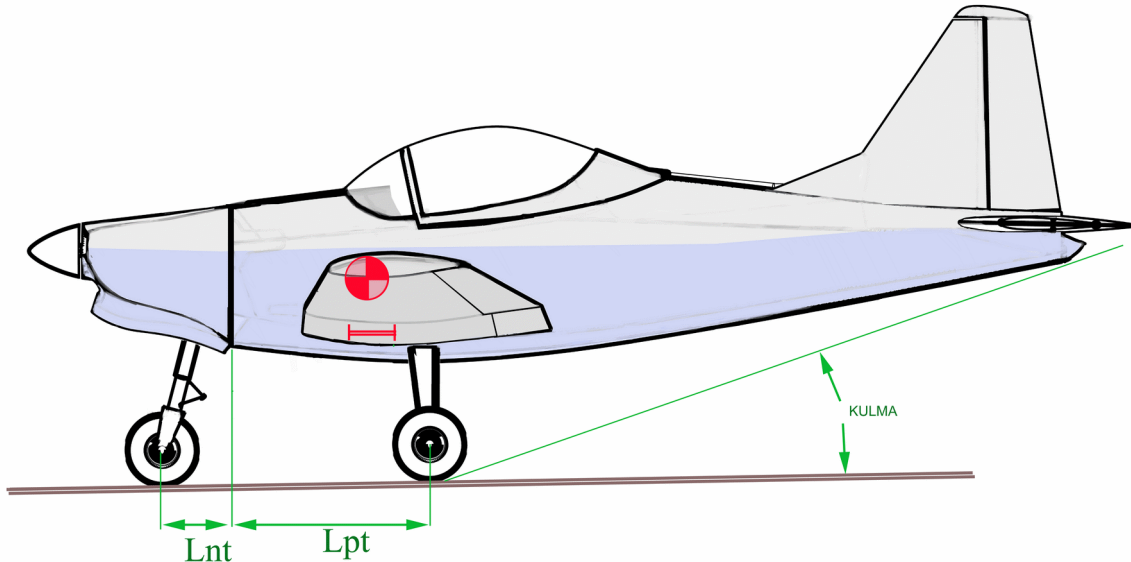
Lisäksi mitoitus tapahtumien kokonaismassa ja siipipinta-ala.

Kuormatun koneen painopisteen korkeus maasta (h_{pp}) on varmasti se vaikein mitta. Jollei muuta ole tiedossa, arvioi painavimmat yksittäiset kohteet ja sen perusteella arvioi

korkeus. Eli siipi, ohjaajat, moottori, polttoaine. Jos haluat tarkentaa arviota, niin pystysuuntaisen painopisteen laskeminen tapahtuu samalla tavalla kuin pituussuuntaisen. Eli yksittäisistä kohteista massa ja painopisteen korkeus referenssisitasosta (pystysuuntainen perustaso). Näistä lasket momentin yksittäiselle osalle ja näiden summa jaetaan kokonaismassalla antaa korkeuden, jossa painopiste on.

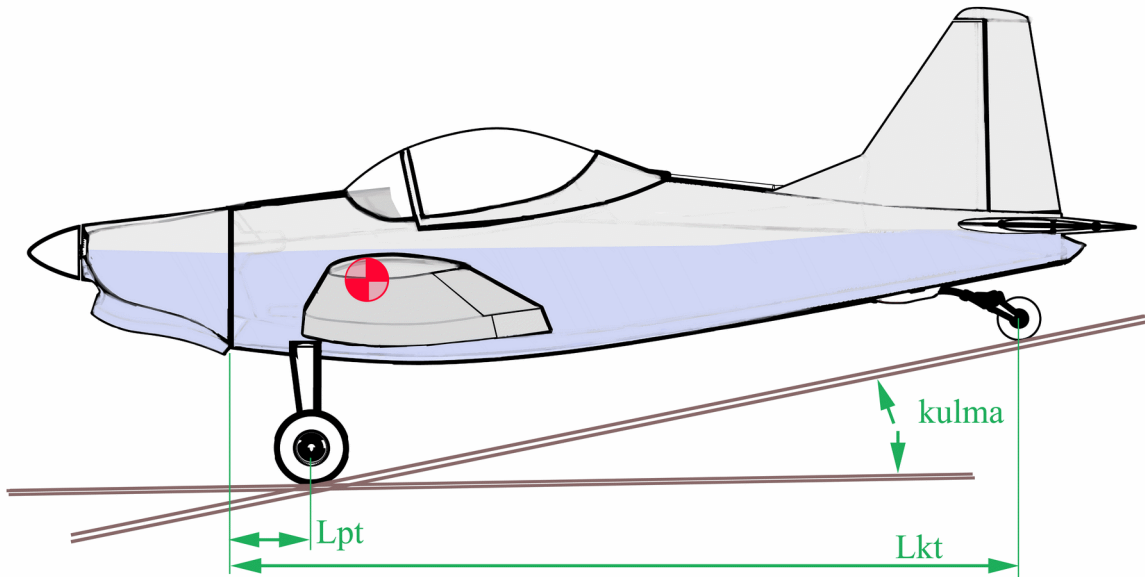
Lisäksi laskutelineepyörien akselin keskikohdan paikat ja suurin laskussa saatava kulma;

- nokkapyöräkoneella:



jos perustaso on kuvan mukainen mitta L_{nt} on negatiivinen

- ja kannuskoneella:



Kuvassa perustaso on tuliseinässä, mutta sen paikka ei vaikuta tulokseen, kunhan kaikki mitat ovat sen suhteen oikein. Kuten kuvan tilanteessa nokkatelineen etäisyys pitää olla negatiivinen.

Kannuskoneella mitat ovat siis vaakitusasennossa!

Laskutelineen jousto

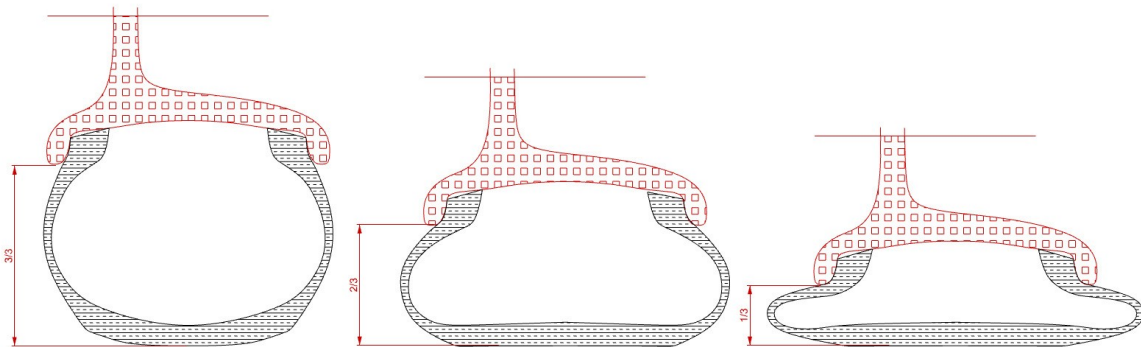
Merkittävä tekijä voimien synty on se miten paljon laskuteline joustaa. Jousto syntyy yleensä kahdesta osasta, renkaan joustosta ja telineratkaisun joustomatkastasta.

Lentokonerengas on suunniteltu normaalitilanteessa painumaan kasaan noin 33% (1/3) sen korkeudesta. Tämä on paljon enemmän kuin vaikka autonrenkaissa. Tavoitteena on lentokoneissa tietenkin painon säästö. Kumi elää siis lentokonepyörässä paljon enemmän kuin autossa, joten se kuluukin nopeammin.

Tuo on muuten aika hyvä mittari sille mikä on sovelias rengaspaine, lentokonerenkaassa. Eli painetta sen verran että paikallaan rengas on 1/3 painuneena. Keskimäinen kuva.

Kuorman kasvaessa rengas menee enemmän kasaan, mutta ei sekään rajattomasti pysty. Ja sellainen nyrkkisääntö on että mitoituksessa käytetään 2/3 kasaan painumista.

Koska kyse on mitoituksesta, joka voi normaalissa toiminnassa tulla eteen, niin pohjaaminen (eli että vanne on maassa) ei ole edes mahdollista, kun välissä on kumia. Ja pysyikö rengas edes vanteella siinä tilanteessa? Vanne siinä todennäköisesti kuitenkin rikkoutuu.



Mittaa siis kuormittamattoman renkaan korkeus, eli vanteen reunasta renkaan ulkopintaan (vasen kuva). Tähän laskelmaan renkaan jousto on 2/3 tästä mitasta. Jos sinulla on halkaisijat tiedossa, niin renkaan ulkohalkaisija – vanteen ulkohalkaisija ja tämä jaetaan kahdella.

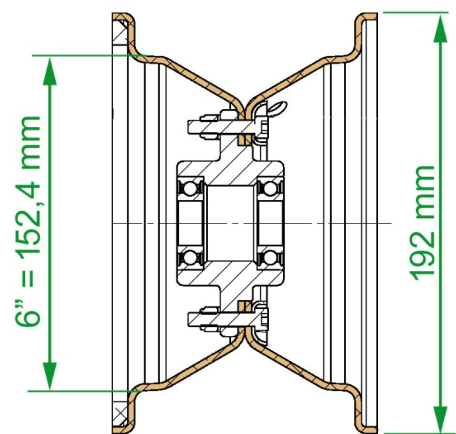
Esimerkiksi, 6"x100 vanne, johon asennetaan 6.00-6" 6 ply rengas;

Vanteen (ja renkaan) mitoissa sen halkaisija on mitta sen uran pohjaan, johon rengas vanteessa asettuu. Tässä tarvitaan mitta joka on vanteen reunaan.

Eli 192 mm.

Rengas 6.00-6" 6 ply joko on tuohon vanteeseen sopiva on ulkohalkaisijaltaan 415 mm. Joten renkaan jousto on:

$$(415 - 192) / 2 * 2/3 = 74 \text{ mm}$$



Itse laskutelineen jousto on sen joustomatka (ilman renkaan osuutta) täydellä kuormalla. Jonka saat siis näistä laskelmista. Eli tulos saadaan iteroimalla. Kun joustomatka vaikuttaa kuormaan. Ja se kuorma vaikuttaa paljonko joustomatka on. Tämä yleensä kyllä suppenee nopeasti.

Laskennassa otetaan huomioon telineen vaimennus. Jos käytössä on hydraulinen joustin, jossa on siis varsin tehokas iskunvaimennus, se käsitellään erikseen. Vaimentamaton jousi tai kumijousi otetaan erikseen. Yleensä se on joko tai. Jousen jousto merkitään tyypin mukaiseen kohtaan taulukossa. Jätä se toinen nollassi.

Laskenta

Itse laskentakaavoja ei tässä esitetä, ne löytyvät tarvittaessa lähteistä.

Lähteet on melkoista insinöörilatinaa. Ihan kuin kommentoimatonta tietokoneen ohjelmaa lukisi. Asia on selvä, jos tunnet asian läpikotaisin.

Laskentakaavat ovat toteutettu oheisessä taulukossa. Syötä arvoja vain keltaisiin soluihin. Kaikki muut ovat laskentaa varten. Jos haluat jotain pois tulosteesta, valitse rivi/sarake ja muuta se piiloon (älä poista). Kun olet syöttänyt arvot, taulukko näyttää vain soveltuvan telineratkaisun solut. Ne muut näkyvät tyhjinä, ne voit muuttaa piilotettavaksi.

Taulukon antamiin tuloksiin (voimiin) on sitten sovellettava soveltuvia varmuuskertoimia.

Tulokset

Tarkasteltavat kuormitustapaukset ovat:

Nokkapyöräkoneessa:

Päätelineelle:

- lasku kolmelle pisteelle
- lasku samassa asennossa kuin edellä mutta nokkapyörä juuri irti maasta
- laskut vedettynä
- sivuttaiskuorma
- jarrutuskuormitustapaus

Nokkatelineelle:

- lasku kolmelle pisteelle
- kolme lisäkuormatapausta

Kannuspyörälaskutelineellä:

Päätelineelle

- lasku lentoasennossa
- lasku kolmelle pisteellä.
- Sivukuormatapaus, josta voimat painopisteessä ja molemmilla päätelineillä
- jarrutuskuormitustapaus

Kannuspyörälle:

- lasku kolmelle pisteellä.
- Kaksi lisäkuormitustapausta