

Pintaliitäjät ja niiden sotilaallinen merkitys

Yleisesikuntamajuri L K o h o

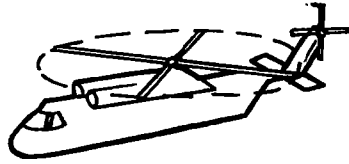
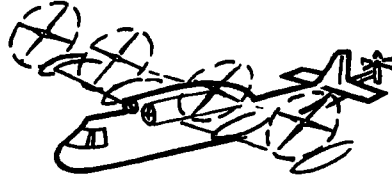
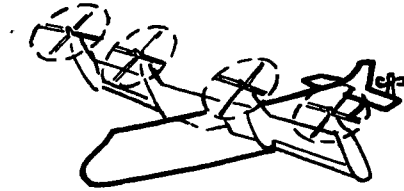
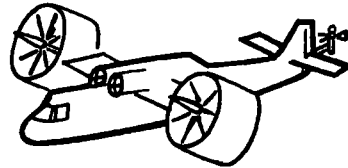
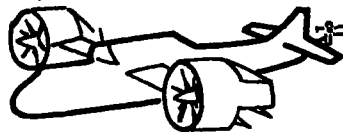
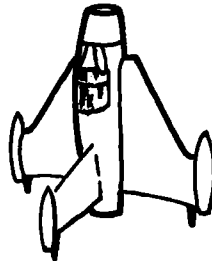
I JOHDANTO

A. YLEISTA

Viime vuosina on tutkittu paljon sotilaallisen liikkuvuuden merkitystä. Tästä huolimatta ei liikkumisvälineiden kehityksessä ole tapahtunut vallankumouksellista muutosta. Tämä koskee ensisijaisesti maavoimien ajoneuvoja, joiden ominaisuudet ovat periaatteessa pysyneet samoina useita vuosia.

Kaikkien maiden maavoimat ovat yhä suuremmassa määrin tietoisia eduista, joita saavutetaan elävän voiman ja materiaalin lentokuljetuksilla maitse tapahtuviin verrattuina, mutta siitä huolimatta on vielä monia tekijöitä, jotka rajoittavat mahdollisuuksia korvata maakuljetukset ilmoitse suoritettavilla. Erityisesti rajoitukset koskevat lentokuljetuksia rintaman läheisyydessä. Tällä alueella tarvittaisiin lentokuljetuksia varten joko eteentyönnettyjä lentokenttiä tai monimutkaista pystysuoran lentoonlähdon- ja laskeutumisen kalustoa, jota yleisesti kutsutaan VTOL-kalustoksi, johtuen sen englanninkielisestä nimityksestä vertical taking-off and landing (piirros 1). Luonnollisesti välittömän taistelualan kuljetukset voivat tapahtua lentokalustolla ainoastaan ottaen huomioon arvioidun tai tunnetun lentokaluston haavoittuvuusrajan sekä kaluston kyvyn lentää joka säällä, päivällä tai

Helikopteri

Kääntyvä-
roottoriKääntyvä-
siipiRengaskotelolla
varustettu
potkuriSuunnattu
työntiPystysuora
työnti

Kuva 1
Esimerkkejä VTOL-ratkaisuista

yöllä. Joukkojen huoltaminen pelkästään ilmoitse on huomattavan laaja toiminta, sillä esim länsivaltojen taisteluryhmäyhtymä, jonka vastualue saattaa olla n 20 km leveä ja n 15 km syvä, voi vaatia vuorokaudessa täydennyskuljetuksia 100 tonnia.¹⁾ Näitä nykyisten lentokuljetusten rajoituksia ei tuoda esille sen vuoksi, että haluttaisiin aliarvioida sotilasilmailun merkitystä, vaan haluten korostaa, että ainakin välittömässä tulevaisuudessa maavoimat tarvitsevat edelleen maakuljetuksia. Pitäen mielessä tuon vaatimuksen tarkastellaan jäljempänä sellaisia mahdollisuuksia, joita pintaliitäjien käyttö ehkä tarjoaa tulevia sotilaallisia kuljetusvälineitä kehitettäessä. Tarkastelu rajoitetaan ensisijaisesti maalla liikkuviin välineisiin eli laitteisiin, jotka perustuvat ns ilmatyynyn käyttöön, tosin ottaen huomioon kapeiden vesistöjen este-arvon poistamismahdollisuuden.

B. PINTALIITÄJÄN KÄSITE JA SEN MÄÄRITTELEMINEN

Heti alkuun on todettava, että käsiteltävänä oleva tutkimuskohde on luonteeltaan varsin uusi ja erityisesti Suomen olosuhteissa ainakin sotilaalliselta kannalta tutkimaton. Tästä johtuen myöskin tutkimuskohteeseen liittyvät nimitykset ja koko terminologia ovat uutta ja vakiintumatonta, joten aluksi on suoritettava otsikon aiheeseen liittyvien käsitteiden täsmentäminen ja määrittely.

Uusimman suomalaisen hakuteoksen²⁾ mukaan pintaliitäjä on "maan (tai veden) pinnan välittömässä läheisyydessä ilmatyynyn varassa liukuva kulkuneuvo. — Ilmatyynyperiaatetta voidaan soveltaa myös kovalla, tasaisella alustalla liikkuviin kulkuneuvoihin hyvin pienen liikekitkan aikaansaamiseksi". Tässä esityksessä tarkoitetaan pintaliitäjällä siis ajoneuvoa, joka on rakennettu kuorman kohottamiseksi ja kuljettamiseksi joko laitteen alapuolella olevan suuruusluokkaa 100 kp/m² (0.01 kp/cm²) olevan pienen ylipaineen, ns ilmatyynyn avulla tai käyttäen suurta ilmanpainetta, useita kp/cm², pienen kantopinnan tai useiden liukukenkien alla. Molemmissa tapauksissa edellytetään, että pin-

¹⁾ Coulthard, s 293

²⁾ Encyclopaedia Fennica, 6. osa, s 1263

taliitäjäksi kutsuttu ajoneuvo on lähellä pintaa, mutta ei kosketa siihen vapautuen siten liuku- ja vierimiskitkasta.

Pintaliitäjäajoneuvon nimitykset eivät ole toistaiseksi vakiintuneet. Englannikielisissä maissa laitetta kutsutaan ehkä yleisimmin nimellä Ground Effect Machine (= maanpinnan vaikutusta hyväkseen käytävä kone), lyhennettynä GEM. Englannissa käytetään myös nimityksiä Hovercraft (= leijunta-alus) sekä Air Cushion Vehicle (= ilmatyynyajoneuvo), lyhenne ACV. Yhdysvalloissa esiintyy lisäksi erityisesti vedenpinnan yläpuolella liitäväksi suunnitellun mallin nimityksenä Hydroskimmer (= vesiliitäjä) sekä Searider (= meriratsastaja).

Ranskankielellä laitetta kutsutaan nimellä Vehicule à effet de sol (= maanpinnan vaikutusta hyväkseen käytävä ajoneuvo). Neuvostoliitossa välinettä kutsutaan ilmatyynyalukseksi, ja eräs alustyyppi, josta on saatu tietoja, kulkee nimellä Raduga (= vesikaari, sateenkaari).

Saksankielellä laitetta kutsutaan nimellä Luftkissenschiff (= ilmatyynyalus).

Muut pintaliitäjän nimitykset ovat yleensä edellä mainittujen johdannaisia tai kuvaavat laitteen erikoiskäyttöä, kuten esim. amerikkalainen LOTS, joka on lyhenne sanoista Logistic Over the Shore (= rantaumishuolto). Se tarkoittaa pintaliitäjää, joka on suunniteltu erityisesti mairinnousujen huoltokuljetuksia varten.

Suomenkielessä on tutkimuksen kohteena oleva laite saanut jo myös useampia nimiä, kuten patosiipi, pintaliidin, pintalentokone, leijuntakulkuneuvo, sekä pintaliituri, jota Suomen Akatemian Kielitoimisto tiettävästi suosittaa. Tässä tutkimuksessa käytetään kuitenkin nimitystä pintaliitäjä, joka esiintyy yleisimmin suomenkielisissä lähteissä sekä hakuteoksissa.

C. HISTORIIKKI

Pintaliitäjä on nykyisten kuljetus- ja kulkuneuvojen joukossa ehdottomasti nuorin. Kuitenkin laitetta on kehitetty jo ainakin 30 vuotta.

Tämän alan uranuurtaja on suomalainen dipl-ins Toivo J Kaario, jota useimmat asiantuntijat pitävät pintaliitäjän keksijänä.¹⁾ Kaario

¹⁾ INTERAVIA N:o 2/1962, s 690

aloitti pintaliitäjäkokeilunsa vuonna 1932 tutkien ns patosiipeä, jossa hän käytti hyväksi lähellä pintaa liitävän siiven alapuolella vaikuttavan ylipaineen nostovoimaa.

Kaario patentoi ensimmäisen "pintalentokoneen" vuonna 1935 ja vuonna 1949 ilma-ahtimeen perustuvan pintaliitäjän. Kaarion kokeista on edelleen mainittava, että hän teki ensimmäiset kokeet miehen kantavalla patosiivellä tammikuussa 1935, jolloin hän auton perässä liiti nopeudella 65 km/t. Seuraavana vuonna hän rakensi sähkömoottorilla toimivan plenum- eli painekellotyypin ilmatyynyn, joka kohosi n 0,5 cm pinnasta. Vuonna 1949 Kaario rakensi ilmatyynyperiaatteelle perustuvan kulkuneuvon, joka 20 hv:n moottorilla varustettuna kykeni kohottamaan ja kuljettamaan neljä miestä sekä maalla että vedessä, kuitenkin melko hitaasti.

Toinen alan uranuurtaja, englantilainen Christopher Cockerell näki myös jo varhain ilmatyynyperiaatteen mahdollisuudet ja haki vuonna 1932 patentin pintaliitäjälle. Tästä alkoi Englannissa laaja kehitystyö. Cockerell on ollut yhteistyössä mm Saunders-Roe-lentokone-
tehtaan kanssa, joka rakensi keväällä 1959 valmistuneen neljän tonnin pintaliitäjän. Tämä laite, jolle tehdas antoi nimen Hovercraft, suoritti mainittuna vuonna myös paljon huomiota herättäneen matkan Englannin kanaalin yli.

Edellä mainituista keksinnöistä alkanut kehitys- ja tutkimustoiminta on jatkunut sängen vilkkaana eri puolilla maailmaa. Tämän tutkimuksen laatimishetkellä tiedetään olleen rakenteilla ainakin yli 50 erityyppistä pintaliitäjää. Useiden vuosien sitkeän työn tuloksena on tekeminen kehitys saavuttanut jo sellaisen vaiheen, että pintaliitäjien peruskokeiluvaihe katsotaan ohitetun. Englanti on ensimmäisenä maana hyväksynyt pintaliitäjät matkustajakuljetukseen, joskin linjaliikennettä on harjoitettu toistaiseksi vain kokeilumielessä.

Kuten jäljempänä esitetään, on olemassa useita eri suunnitelmia sotilaskäyttöisistä pintaliitäjistä.

Tällä hetkellä on nähtävissä, että kehityksen eteenpäin viemiseksi tarvittaneen lähinnä käyttökokemuksia, ja sen jälkeen saattaa myös vilkastua alan kaupallinen kehitys, joka toistaiseksi on pintaliitäjien osalta ollut laimeaa.

II PINTALIITÄJIEN TOIMINTAPERIAATE

Edellä esitetyn määritelmän mukaisesti pintaliitäjän periaate on yksinkertainen. Laite kulkee ilmatyönnyn varassa aivan pinnan lähellä sitä koskettamatta. Eteenpäin kuljettavana voimana käytetään yhtä tai useampaa ilmapotkuria, joiden toiminta on samanlainen kuin lentokoneessa. Pintaliitäjätyyppejä on monenlaisia, mutta yhteistä niille on eri ratkaisuista riippumatta aina ilmatyönnynvaikutuksen hyväksikäyttö.

Eri ratkaisujen erottamisessa toisistaan saadaan tyyppierot parhaiten ehkä selville tutkimalla, miten kulloinkin saadaan aluksen alle synty-mään ilmatyönnyn.

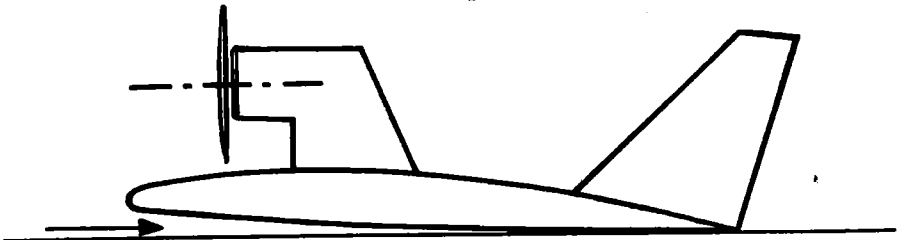
Ensinnäkin voidaan erottaa toisistaan seuraavat päätyypit:

- patosiipi ja
- varsinainen ilmatyönnynalus.

Patosiipi liittää joko ilma- ja/tai vesipotkurilla varustettuna. Piirroksessa 2 esitetyssä mallissa osa potkurin kehästä puhaltaa tunneliin, jonka poistoaukko on läpillä säädettävissä. Myös siiven takareunassa on ohjattava läppä. Näiden avulla ohjataan kulkukorkeus ja -asento. Siiven etureunassa on vapaasti riippuva läppä. Suuntaohjaus tapahtuu sivuperäsimmellä. Koneen pystysuorat pinnat antavat suuntastabiliteetin ja tekevät kaarron ilmalennon aikana mahdolliseksi.



Patosiiven periaate



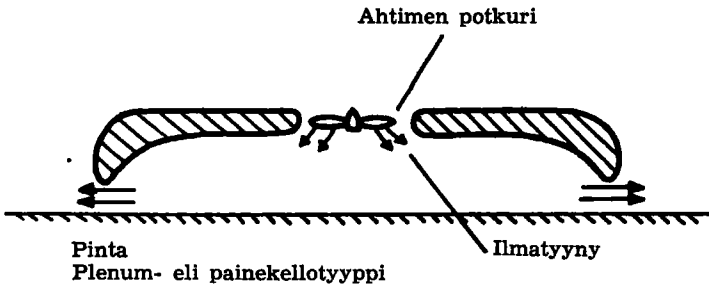
Kaarion patosiipi-pintaliitäjä n:o 8

Kuva 2

Varsinaisen ilmatyönyaluksen päätyypit ovat

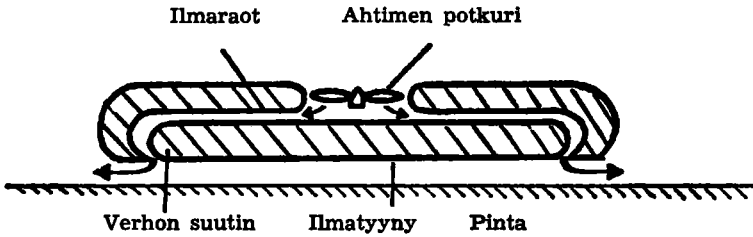
- plenum- eli painekellotyypinen ilmatyöny,
- curtain- eli suihkuverhotyyppinen ilmatyöny sekä
- rengaskotelolla varustettu potkuri, joka lähellä maanpintaa voi saavuttaa kaksinkertaisen nostovoiman vapaaseen potkuriin verrattuna.

1. Plenum- eli painekellotyypissä on painekotelo, jossa on tavallisimmin 50—150 kp/m² suurusluokkaa oleva ylipaine ilmatyönyssä, ja jota pitää pystyssä reunoissa ulosvirtauksen takia esiintyvä painehäviö. Suurin liitokorkeus on suhteellisen pieni vastaten suhdetta $h/D = 0,2$. (Piiros 3).



Kuva 3

2. Yksinkertainen suihkuverho. Kantavaa ilmatyönyä ympäröi ajoneuvon reunoissa ilmasuihkuverho. Tällä rengassuihkuttajalla on rakenteellisesti useita etuja painekelloon verrattuna, ja sitä voidaan pitää määräävänä nykyisessä kehitysvaiheessa. Rengassuihkuttajan perusratkaisussa puhalletaan ilma alas pohjan ympäröyksessä olevien rakojen kautta. Ilmavirtaus puristuu pohjan ansiosta ulospäin ja tällöin syntyy sisäänpäin vaikuttava vastavoima, joka ylläpitää ilmatyönyä ylipaineen. Ylipaine, kyseessä olevassa pohjassa työntövoima, on suoraan verrannollinen suihkutustiheyteen ja on suhteellinen ulosvirtausnopeuden neliöön. Ratkaisulle on eduksi, ettei rengassuihkua suunnata suoraan alas, vaan jyrkästi sisäänpäin, jolloin puhutaan 45 asteen kulmamak-



Kuva 4

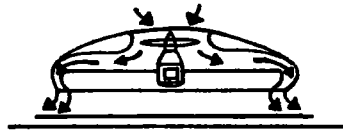
Yksinkertaisen suihkuverhon periaate

simista. Rengassuihkuttajista on saatu eniten kokemuksia, ja erityisesti englantilaiset ovat kehittäneet tätä ratkaisua. (Piirros 4).

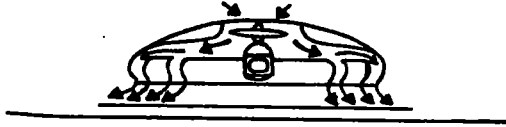
3. Pintasuihkuttaja ulosvirtauksen rajoituksella. Edellä tarkasteltu painekellotyypinen ilmatyyny, jossa suihkutusta tapahtuu suoraan aluksen keskikohdasta alaspäin, on sikäli heikko ratkaisu, että ilma pääsee vapaasti liikkumaan ulos. Näin ollen tarvitaan jatkuvasti uutta suihkua ylipaineen säilyttämiseksi. Kun ulosvirtaamista ryhdytään rajoittamaan eri tavoin, syntyykin kokonaan uusia ratkaisuja, joista käytetään yleisnimitystä pintasuuhkuttaja ulosvirtauksen rajoituksella.

Sen mukaan, miten sivurajoitus saadaan aikaan, erotetaan useita alaryhmiä, joita tässä tarkastellaan omina ratkaisuinaan.

- a. Ilmaesirippu. Tätä tyyppiä on vaikea erottaa rengassuihkuttajasta, mutta toisaalta ero on selvä. Rengassuihkuttajassa sama ilma, joka nostaa aluksen ylös pinnasta, tiivistää samalla sivulle päin hidastaen ylipaineen poistumista. Ilmaesirippu taas puhalletaan vain estämään liian nopean ilmaylipaineen poistumisen sivusuuntaan,
- b. Labyrinttisola. Jos ilmavirta saatetaan kulkemaan erillisten pienten kammioiden ja solien kautta, se hidastuu ja näin estyy ylipaineen poistuminen. Sveitsiläinen Carl Weiland on rakentanut tällä periaatteella onnistuneena pidetyn ilmatyynyaluksen, jonka katsotaan vaativan muihin verrattuna vähemmän

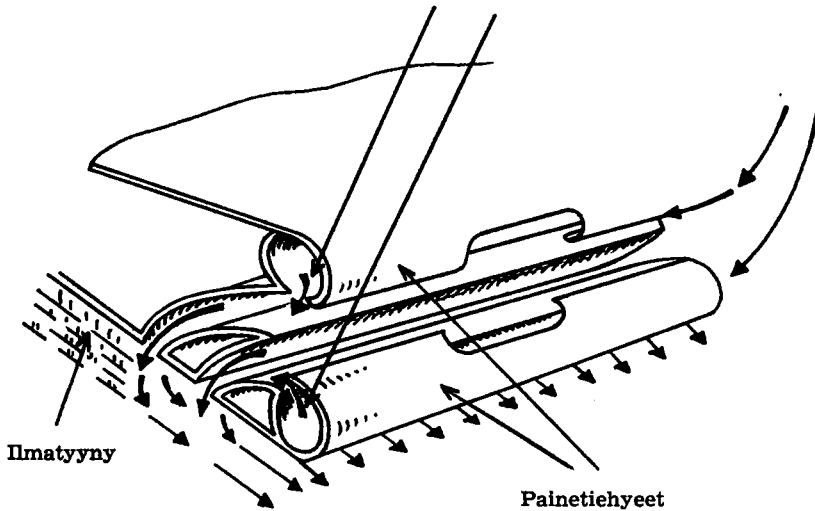


Yksinkertainen suihkuverho



Kaksinkertainen suihkuverho

Suihkuraot

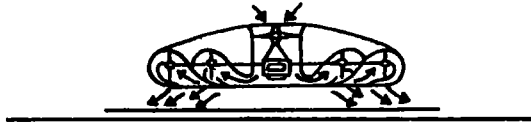


Kuva 5

Esimerkki ilmaesiripusta

ilmaa. Seurauksena on kuitenkin suhteellisen monimutkainen sisäinen potkuri- ja solajärjestelmä (piirros 6).

- c. Kiinteät seinämät. Ratkaisu tulee kyseeseen vain pelkästään vedessä kulkevilla aluksilla, kuten amerikkalainen Hydroskimmer, ja vain sivuseinämät voidaan sulkea. Sivuseinämät saadaan aikaan tehokkaan ja tiiviin ilmatyynyn ja vähentävät

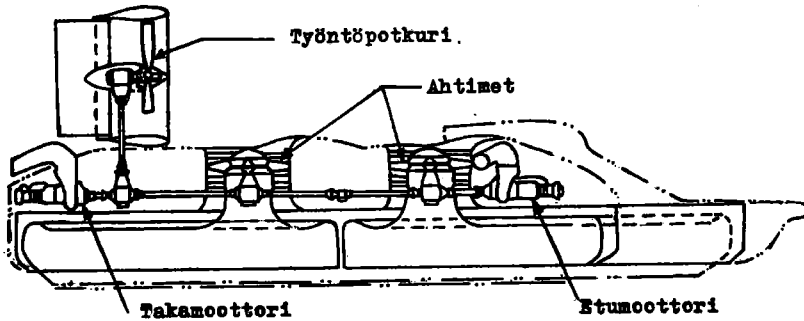


Labyrinttisola
Kuva 6



Kiinteät seinämät
Kuva 7

- sivutuulen vaikutusta antaen samalla alukselle paremman kaartovakavuuden. Haittana on nopeuden kasvaessa sivuseinämien vastuksen kasvaminen vedessä. Puhaltamalla sivuihin ilma- tai vesiverho saadaan mainittu haitta poistetuksi. Silloin alus voi liikkua myös maalla, jollei pinta ole kovin epätasainen. Englantilainen Cockerell väittää, että kiinteillä sivuseinämillä tiivistetyllä ilmatyynyaluksella on mahdollisuuksia vain pienillä nopeuksilla, n 30—70 km/t, mutta toisaalta amerikkalaisen SKMR-1 Hydroskimmer'in, joka on 25 tonnin alus, nopeusarvioksi annetaan 70—80 solmua, joskin matkanopeudeksi ilmoitetaan 50 solmua eli n 90 km/t (piirrokset 7 ja 8).
- d. Peräänantavat seinämät. Eräät rakentajat ovat ratkaisseet tiivistyksen sijoittamalla aluksen ympärille taipuisan "helman". Nykyisin käytetään sivuseinämissä mm jousitettuja lamelleja. Tulevaisuudessa tultaneen käyttämään seinämiä, jotka saadaan pystytasossa joustamaan pneumaattisesti tai öljypuristuksella. Näillä seinämillä saavutetaan samalla moottoriteholla suurempi kantokyky, mutta monimutkaiset seinämä-rakenteet tulevat kyseeseen vain suurissa aluksissa.
 - e. Vesisuihkuverho. Koska vedellä on huomattavasti suurempi tiheys kuin ilmalla, tarvitaan suhteellisen ohut vesiseinäjä estämään ylipaineen poistuminen sivusuuntaan. Tämä jär-



Amerikkalainen SKMB-1 hydroskimmer

Kuva 8

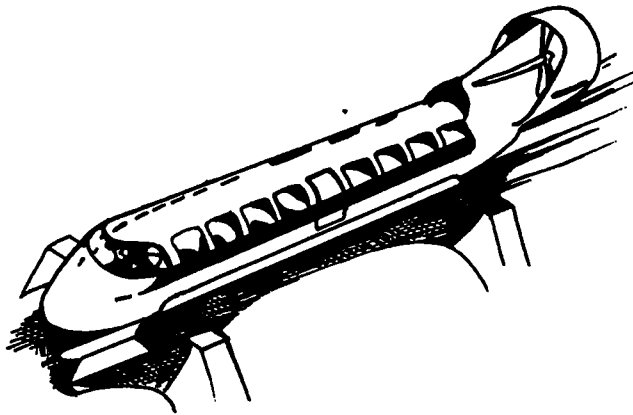
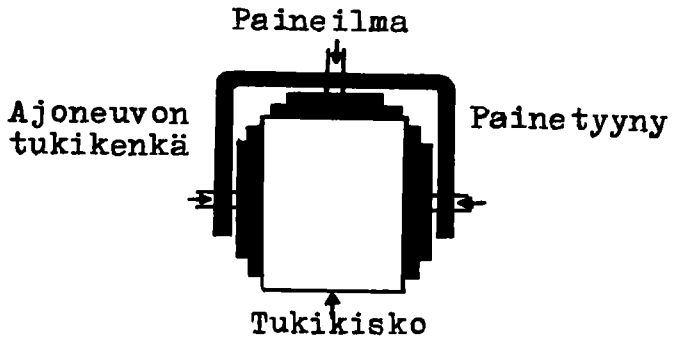
jestelmä säästää tehoa ilmasuihkuverhoon verrattuna, mutta tulee tietenkin kyseeseen vain vedessä kulkevilla ilmatyynyaluksilla ja sopivan ulkolämpötilan vallitessa

4. Suutinsuihuttaja kantavalla ulosvirtauksella.

Ilmatyynyalusten rajatapauksen muodostaa ratkaisu, jossa useista suuttimista puhalletaan pohjan tasaisen pinnan alle jatkuvasti ilmaa, jolloin ulosvirtaava ilma muodostaa ohuen kantavan kerroksen. Näin ollen alus kulkee varsin lähellä pintaa, eikä varsinaista ilmatyynyä synnytetä. Tämä on ratkaisu, jota Ford-yhtiö kehittää saadakseen ns Levacar-ajoneuvon liukumaan paineilmalla "voidellulla" liukukiskolla, ns Levapad'illa. Liitokorkeus on luonnollisesti sängen pieni, suuruusluokkaa 0,5—1 mm (Piirrokset 9 ja 10).

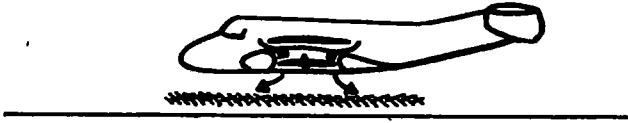
Edellä esiteltyjen pintaliitäjän perustyyppien lisäksi on täydennykseksi mainittava vielä eräät erikoisratkaisut, jotka tällä hetkellä tunnetaan.

- 1) Rengaskotelolla varustettu potkuri. Tällä järjestelmällä voidaan lähellä maanpintaa saavuttaa kaksinkertainen nostovoima vapaaseen potkuriin verrattuna. Periaatetta käytetään USA:ssa ns lentävässä jeepissä, jossa on kaksi potkurikoteloa peräkkäin. Englannissa tiedetään suunniteltavan tähän ratkaisuun perustuvaa yhdellä rengaskotelolla varustettua kevyttä tiedusteluajoneuvoa, josta käytetään nimitystä hop-jet (= hyppy-suihukone).



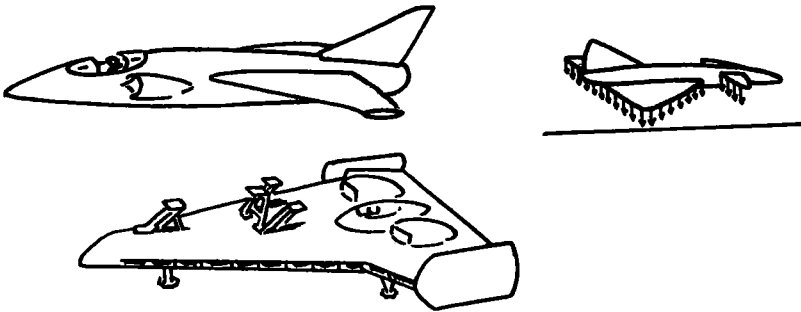
Piirroksat 9 ja 10
Levapad ja Levacar

- 2) Ilmatyönylaskutelineellä varustettu lentokone. Tässä ratkaisussa on lentokoneen alas sijoitettuun siipen tai runkoon asennettu potkurikoteloita. Erityisesti amerikkalaisten tiedetään tutkivan tätä periaatetta, jossa mm Convair-tehtailla on suunnitteilla



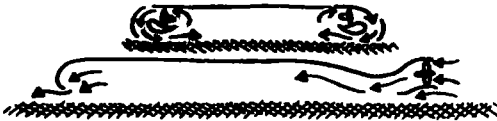
Kuva 11

Ilmatyyny lentokoneen laskutelineenä



Kuva 12

Suihkuverholla varustettu lentokoneen siipi



Kuva 13

Hillerin diffusoripainekammio (ylempi piirros)

GETOL-kone. GETOL-lentokone nousee ja laskeutuu pintaliitäjän tavoin ilmatyynyn varassa. Siten se tarvitsee lentoonlähtöä ja laskua varten vain jonkin suhteellisen tasaisen alueen tai järven. Tästä ratkaisusta arvioidaan tulevan kilpailija pystyyn nousevalle ja laskeutuvalle koneelle. VTOL-kone tarvitsee pystysuoraa nousua varten voimalaitteen, joka kykenee nostamaan

kohtisuoraan vähintään koneen painon, kun taas GETOL-koneessa tarvitsee voimalaitteen nostokyvyn nykyisten tietojen mukaan olla vain 80 % koneen painosta (piirros 11).

- 3) Suihkuverholla varustettu lentokoneen siipi. Tällä järjestelmällä pyritään antamaan lentokoneelle ilmatyynyn nostovaikutus nousussa ja laskussa. Periaate voitaneen yhdistää ns suihkusiivekkeisiin lentokoneen kuljettamiseksi ilmassa. Tiedetään, että englantilaiset suunnittelevat myös sellaista ratkaisua, että hävittäjäkoneen nousua ja laskua varten käytettäisiin ilmatyynykoneen ja hävittäjän muodostamaa kahden koneen yhdistelmää. Tällöin ilmatyynykone nostaisi siihen kiinnitetyn hävittäjän ilmatyynyvaikutuksella lentoon, jonka jälkeen hävittäjä irrottautuisi nostokoneesta. Laskua varten koneet jälleen kytkettyisivät yhteen. Tällä ratkaisulla saavutettaisiin se etu, että pystysuoraan nousuun tarvittavat voimalaitteet ja polttoneste eivät rasittaisi hävittäjän painoa, vaan ne olisivat ilmatyynykoneessa (piirros 12).
- 4) Hillerin-tehtaiden diffusoripainekammio on ratkaisu, jossa kehällä olevien potkurien aikaansaama sisäinen torus-virtaus kulkee alhaalta sisäänpäin. Seurauksena on, että reunoissa ei tarvitse esiintyä mitään ilmanvuotoa (piirros 13).

Yhdistelmänä pintaliitäjien toimintaperiaatteita koskevasta katsauksesta voitaneen todeta, että jo nyt tunnetaan monia eri ratkaisuja. Se, että ilmatyynyalusten periaate on nopeasti selitettävissä, on saanut jopa asiantuntijatkin oletamaan, että ilmatyynyalus on helposti rakennettavissa. Näin ei kuitenkaan ole asianlaita. On ratkaistava ylöstyöntö, eteenpäinyöntö, ohjaus, sivutuulen vaikutus, ajosuunta-, rullaus-, poikittais- ja korkeusvakautus, ilmavirtaukset jne. Mallien runsaus osaltaan on todistuksena vaikeuksista. Se, että ratkaisuihin on tullut useinkin täysin erilaisia, vaikka ne perustuvat kaikki samaan periaatteeseen, johtuu siitä, että kukin rakentaja pyrkii ratkaisemaan ongelmat ja yksityiskohdat omalla tavallaan. Eräissä tapauksissa lienee rakentajan ensimmäisenä päämääränä ollutkin vain sellaisen aluksen rakentaminen, joka nousee vaikka vain muutaman senttimetrin pinnasta, jotta rahoittajat ja sotilasviranomaiset saataisiin kiinnostumaan välineestä.

III NYKYINEN SOTILAALLINEN LIIKKUVUUS JA SEN PARANTAMISMAHDOLLISUUDET PINTALIITÄJÄN AVULLA

A. NYKYINEN LIIKKUVUUS

Jotta voitaisiin määritellä pintaliitäjälle sotilaskäytössä asetettavat vaatimukset, on tarkasteltava aluksi maavoimien tämänhetkistä liikkuvuutta.

Ensinnäkin on kaikkien sotilasajoneuvojen kyettävä liikkumaan yleisillä teillä, ja nykyiset ajoneuvot ovatkin yleensä tyypistä riippuen kykeneviä saavuttamaan ainakin 40 km/t tienopeuden. Toinen ominaisuus, joka sotilasajoneuvoilla on oltava, ja joka erottaa ne siviiliajoneuvoista, on niiden maastokelpoisuus. Sen lisäksi, että ne kykenevät etenemään murtomaastossa ja ylittämään pinnaltaan suhteellisen pehmeitä maastonkohtia, niiden on kyettävä nousemaan mäkiä, joiden nousun suhde on 1:2, sekä ylittämään maastonesteitä, kuten kaivantoja, sekä kahlattava tai uitava kapeiden vesistöjen poikki.

Edelleen on liikkuvuudesta todettava, että nykyisten taisteluajoneuvojen keskimääräisen maastonopeuden voidaan sanoa nousevan n 20 km/t:iin. Usein on maastonopeuden rajoittajana kuitenkin ensisijaisen ajajan tai ajoneuvolla kulkevan ryhmän kestäkyky eivätkä ajoneuvon rajoitukset, niin että ajoneuvon heittelehtimisen poistamisella saattaisi olla välitön vaikutuksensa maastoliikkuvuuden suoritusarvoihin.

Edelleen on todettava, että nykytyyppisten ajoneuvojen vaurioittamiseen riittää pienehkö maamiina, joskaan vaunun miehistö ei nykyisin enää olekaan helposti haavoitettavissa. Ajoneuvon laukaisemien miinojen herkkyytenä voitaneen nykyisin pitää lähes 5000 kg/m².

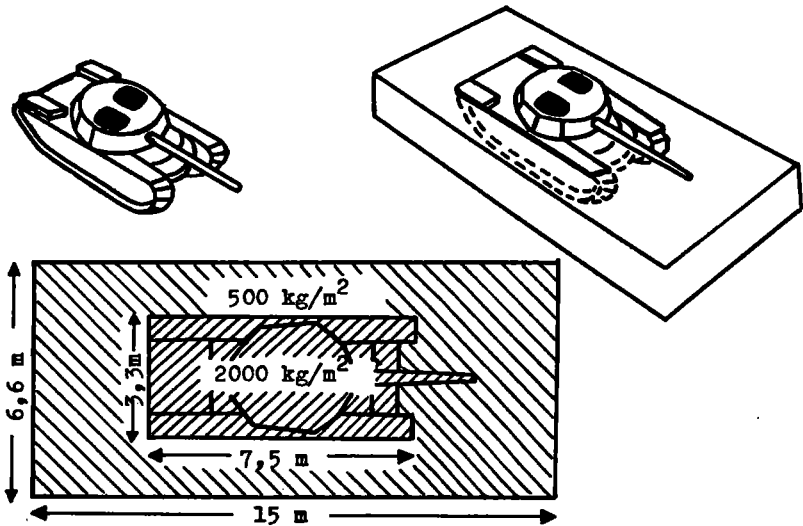
B. MAHDOLLISUUDET LIIKKUVUUDEN PARANTAMISEKSI

Edellä suppeasti esitettyä taustaa vasten on tarkasteltava liikkuvuuden parantamismahdollisuuksia pintaliitäjiä hyväksi käyttäen. Erityisesti pyritään kiinnittämään huomio pintaliitäjien mahdollisuuksiin rintaman läheisyydessä ja taistelukentällä, koska selustassa on yleensä mahdollista liikkua tavanomaisilla välineillä teitä käyttäen.

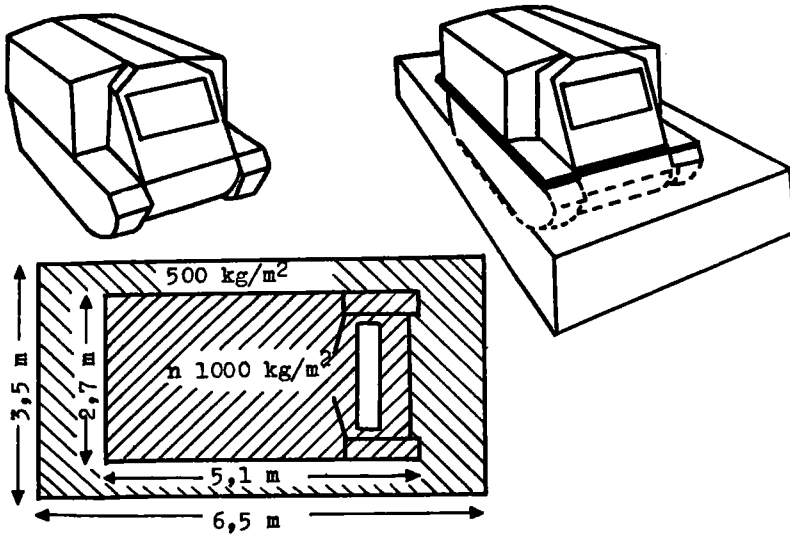
Heti tarkastelun aluksi on todettava pääpiirteittäin ne seikat, joilla olisi oleellinen merkitys sotilaallisessa mielessä. Tärkeimpinä kehityskohteina voitaneen pitää seuraavia:

- 1) lisääntynyt maastonopeus,
- 2) suurempi jatkuvuus liikkumisessa taistelualueella, riippumatta siitä, onko maaperä kovaa vai pehmeää tai suoritetaanko kapean vesistön ylitys sekä
- 3) kasvanut maastoesteiden ylittämisenopeus.

Nämä vaatimukset summautuvat erityisesti huoltoajoneuvojen osalta suurentuneena tonnakilometriä/tunnissa-arvona. Toinen merkittävä kehityskohde on tonnakilometriä/litralla-arvon parantuminen. Viime mainitun arvon ei kuitenkaan voida katsoa nykyisen tutkimuksen mukaan voivan olla kilpailukelpoisen tonnakilometriä/tunnissa-suoritusarvon kanssa. Tässä tutkimuksessa tullaankin tonnakilometriä/litralla-arvoa käyttämään lähinnä kriteeriona, jolla arvostellaan eri vaihtoehtoisten tyyppien keskinäistä paremmuutta. Oikopäätä voidaan näet tutkimuksien ja pintaliitäjien kehittämisen tässä vaiheessa todeta, että on olemassa varsin vähäiset mahdollisuudet pintaliitäjillä saavuttaa nykyään vallitsevien polttonestekulutuksen arvojen parantamista.



Kuva 14



Kuva 15

Ennenkuin ryhdytään tarkastelemaan edellä esitettyjä kehityskohdeita tarkemmin, on nähtävä heti eräitä rajoituksia, jotka tietämyksen ja tutkimusten tässä vaiheessa näyttävät ylipääsemättömiltä. Ensimmäinen ongelma koskee ilmatyynytekniikan soveltamista raskaasti panssaroi-tuihin, 40–50 tn painaviin ajoneuvoihin. Tätä koskeva perustelu on esitetty piirroksessa 14, joka esittää kaaviollisesti tyypillisen nyky-aikaisen 45 tn panssarivaunun pinta-alapiirroksineen.

Jos oletetaan, että ko pohjapinta-ala olisi käytettävissä ilmatyynyä varten, vaadittaisiin paine 2000 kp/m^2 , jotta se kannattaisi vaunun. Tämä arvo on masentavan suuri verrattuna jäljempänä esimerkkeinä tarkasteltavien ajoneuvojen vastaaviin arvoihin. Vertailuesimerkkinä esitetään piirroksessa 15 panssarioimaton, n 12 tn tela-ajoneuvo, joka vaatisi ilmatyynyiltä vain n 1000 kp/m^2 :n paineen. Piirroksen ulompi linja osoittaa, miten suureksi pohjan ala olisi laajennettava, jotta päästäisiin painearvoon 500 kp/m^2 , joka, vaikkakin se on korkea arvo nykyisissä olosuhteissa, on saavutettavissa pintaliitäjällä.

Monet epäkohdat, jotka olisivat haittaamassa tuollaisen suuripinta-alaisen ja pakosta heikkorakenteisen alustan käyttöä liikuntavälineenä,

lienevät riittävä peruste osoittamaan, että ainakaan tällä hetkellä 40—50 tn panssarivaunu ei liene sopiva pintaliitäjäksi sovellettavaksi. Tuollaisella ratkaisulla olisi muitakin epäkohtia, sillä niin leveät ajoneuvot ovat jo nyt ilman ilmatyynylevikkeitäkin liian leveitä normaaliin tieliikenteeseen. Vaikka sotilasajoneuvoille sallittaisiin poikkeuksia, rajoittaa ylileveys joka tapauksessa liikkumista.

Edellä olevan perusteella voitaneen johtopäätöksenä todeta, että sotilaskäyttöön aiotun pintaliitäjän pohjapinta-ala ei maalla ja kapeilla vesistöillä liikuttaessa saisi ylittää niitä arvoja, jotka normaali tieliikenne vaatii.

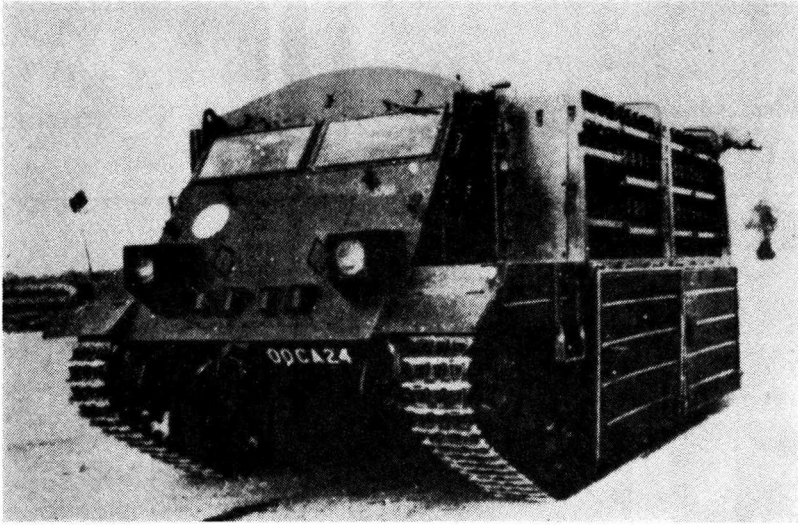
Toinen suunnittelun ongelma-alue on tällä hetkellä sotilaskäyttöön aiottujen pintaliitäjien vaikutus miinojen laukaisemiseen. On ilmeistä, etteivät painesytyttimet, eivätkä tavallisten jalkaväkimiinojen sytyttimetkään toimi pintaliitäjän vaikutuksesta.

On myöskin oletettavissa, että suurvalloissa tutkitaan ensin pintaliitäjien mahdollinen vaikutus miinojen torjuntatehoon, ennenkuin jatketaan ilmatyynyalusten suojautumistutkimuksia miinoja vastaan. Perusteluita voitaneen kuitenkin löytää arvioinnille, että sopivaa sytyntekniikkaa käytettäessä pintaliitäjät tulevat olemaan haavoittuvia miinoista. Näin on kahdestakin syystä. Ensinnäkin pintaliitäjien panssarointi tulee olemaan painon säästämisen takia vähäistä, ja toiseksi koska miinat räjähtävät välittömästi pintaliitäjän alla olevassa paineilmatyynyssä. Sen sijaan tavanomaisten ajoneuvomiinojen räjähtäminen tapahtuu pyörän tai telan paineesta ajoneuvon toisella sivulla ja siis jonkin verran ajoneuvon rungosta sivussa.

IV SOTILASKÄYTTÖÖN SOVELTUVIEN PINTALIITÄJIEN VAATIMUKSET JA KEHITTÄMISMAHDOLLISUUDET

A. MAASTOAJONEUVOKSI SOVELTUVA PINTALIITÄJÄ

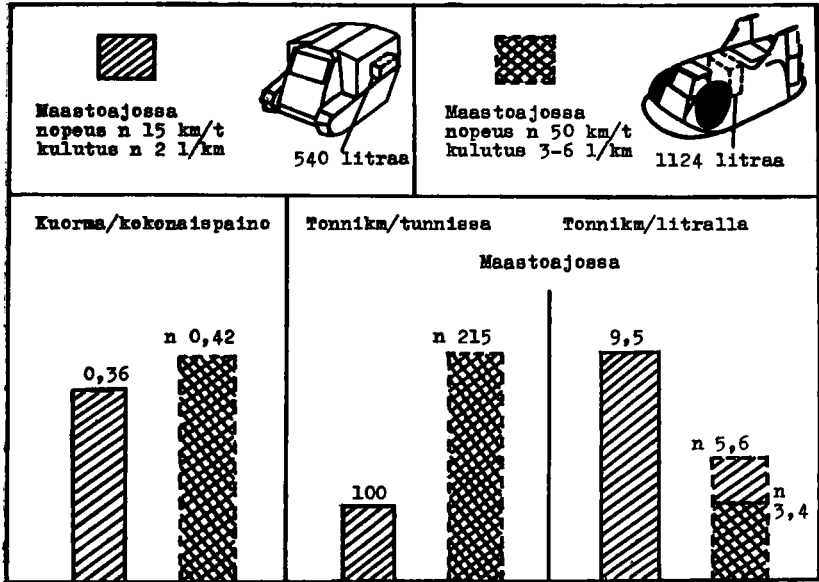
Jos taistelujoukkojen tarvitsemat maastokuljetukset otetaan ratkaisuksi ongelmaksi, niin tällöin hahmottuvat välittömästi tietyt perusvaatimukset, jotka maastokuljetuksiin soveltuvalle perusajoneuvolla olisi oltava. Tällaisen sotilasajoneuvon tyypillisenä hyötykuormana



Kuva 16
5-ton Tracked Cargo Carrier

voitaneen pitää n 5 tn, kuormatilan ollessa n $3,5 \times 2,5 \times 1$ m. Tällaisen kuorman kantava tavanomainen sotilasajoneuvo voisi olla joko pyörätai tela-ajoneuvo, joko panssaroimaton tai hyötykuorman eduksi vain heikosti panssaroitu. Mutta koska alaominaisuuksilla ei seuraavassa tarkastelussa ole oleellista merkitystä, suoritetaan arvioinnit tässä panssaroimattoman tela-ajoneuvon osalta. Jäljempänä tarkastellaan vielä pyörien ja telojen merkitystä pintaliitäjässä. Seuraavassa tarkastellaan erään länsimaissa palveluskäytössä olevan panssaroimattoman maastokuljetuksiin käytettävän tela-ajoneuvon¹⁾ ominaisuuksia. Ajoneuvo on esitetty kuvassa 16. Tämä ajoneuvo painaa täysin varustettuna mutta kuormatta n 9 tn, joten bruttopaino on siis n 14 tn. Se kykenee normaalilla polttonestemäärällään kuljettamaan kuormattuna lastinsa maastoitse n 150 km:n päähän ja palaamaan tyhjänä lähtökohtaansa. Tyypillinen kokonaisaika tähän yhteensä 300 km:n menojen ja paluumatkan maastoitse saattaisi olla n 15 t (eli keskimäärin 20 km/t), ja polttonesteen tarve voisi olla 545 l.

¹⁾ Englannissa rakennettu 5 tn Tracked Cargo Carrier



Kuva 17

On todettava, että nämä eivät ole mitään loistavia suoritusarvoja, ja myös että mainitun ajoneuvon tyhjäpaino on suuri, mutta esitetyt arvot soveltuvat todenmukaisiin operatiivisiin olosuhteisiin. Nämä seikat on tuotu korostetusti esiin, koska, vaikkakin nykyiset ajoneuvot yhä kehittyvät niihin sovelletun tekniikan ja uusien materiaalien ansiosta, niin kasvaneet suoritusarvot, erityisesti äärimmäisissä olosuhteissa, ja painon vähennykset tulevat tuskin olemaan muuta kuin osittaisia. Näin ollen tarvitaan uusia välineitä maastokuljetusten ratkaisemiseksi. Tällöin saattavat pintaliitäjät tarjota erään tutkimisen arvoisen ratkaisumahdollisuuden.

Arvioitaessa tällaisten välineiden mahdollisuuksia on kiinnostavaa tarkastella puhtaan pintaliitäjän (ts ilman maakosketusta toimivan) käyttömahdollisuutta korvata edellä esitetty tavanomainen teloilla varustettu maastoajoneuvo.

Piirroksessa 17 on esitetty tuollaisen pintaliitäjän kaaviopiirros (oikeanpuoleinen yläkuva). Myös sen hyötykuorma on 5 tn ja sen paine

maanpintaan on lähes 500 kp/m². Laitteen tyhjöpainoksi on arvioitu n 7 tn ja painoksi kuormattuna 12 tn. Suoritusarvoja tarkastellaan myöhemmin yksityiskohtaisemmin, mutta tässä voidaan todeta, että laitteen on suhteellisen tasaisessa murtomaastossa arvioitu kykenevän alentamaan 300 km:n meno—paluumatkan yhteisajan 15 tunnista alle seitsemään tuntiin. On sangen vaikea arvioida, paljonko laite kuluttaisi matkalla polttonestettä, mutta kulutus saattaa nousta n 1100 litraan, joka on ainakin yli kaksinkertainen arvo tavanomaisen ajoneuvon kulutukseen verrattuna. Pintaliitäjän suuri polttonesteen kulutuksen arvio perustuu käytettävissä oleviin rajoitettuihin tilastoihin, ja kulutus saattaa pienentyä, kun tämältyypiset laitteet kehittyvät. Tällöin nousevat yhä merkittävämpään arvoon ne näkökohdat, jotka koskevat huomattavasti pieneneviä kuljetuksiin tarvittavia aikoja sekä ajoneuvon painon vähenemistä. Nämä on esitetty kaaviollisesti piirroksessa 17. Siinä on suoritusarvot valittu siten, että kussakin kuvaajapylväsparissa korkein arvo kulloinkin vastaa halutuinta arvoa. Kuvio osoittaa, että pintaliitäjän hyötykuorman ja bruttopainon suhde on hieinan edullisempi ja sen maastonopeus paljon parempi kuin tavanomaisen ajoneuvon (kuten on esitetty parantuneella tonnikiilometriä/tunnissa-arvolla), mutta että polttonesteen kulutus, joskin se on vähäisin perustein arvioitu, on huomattavan suuri. Esitettyjen arvojen on harvittu olevan täysin mahdollisia, koska ei ajoneuvo itse eivätkä sen mukana kulkevat joudu alttiiksi rajulle tärinälle maastossa, sillä oletetaan, joskaan sitä ei ole vielä kokonaan todistettu, että pintaliitäjän ilmatyyny pehmentää ajoneuvon liikkeen maastossa.

Yhtä tärkeänä ajoajan vähenemisen kanssa voitaneen pitää mahdollisuutta suorittaa liike keskeytyksettä vesistöjen, soiden ja murtoimaan yli. Täten puhdas pintaliitäjä osoittaa, että ilmatyynyalusten sovellutuksilla on selvää sotilaallista merkitystä, mutta että sotilaallisena maastokuljetusvälineenä puhdas pintaliitäjä sinänsä ei liene tyydyttävä ratkaisu seuraavista syistä:

- 1) Se on sopimaton liikehtimään rajoitetussa tilassa, esim tielikenteessä, koska sen liikkeiden hallinta on vaikeaa, ja koska sen pohjapinta-ala on suuri.
- 2) Sen mäennousuominaisuudet eivät toistaiseksi, nykyisen tietämyksen mukaan, tule olemaan riittävät, sillä ohjatussa nousussa

tai laskeutumisessa vaikkapa vain kiipeämiskulmalla 1:3 tarvittavan lisätyöntövoiman arvo nousee yli 4500 kp:iin.

3) Suurten maastoesteiden ylityskyky on tuskin riittävä.

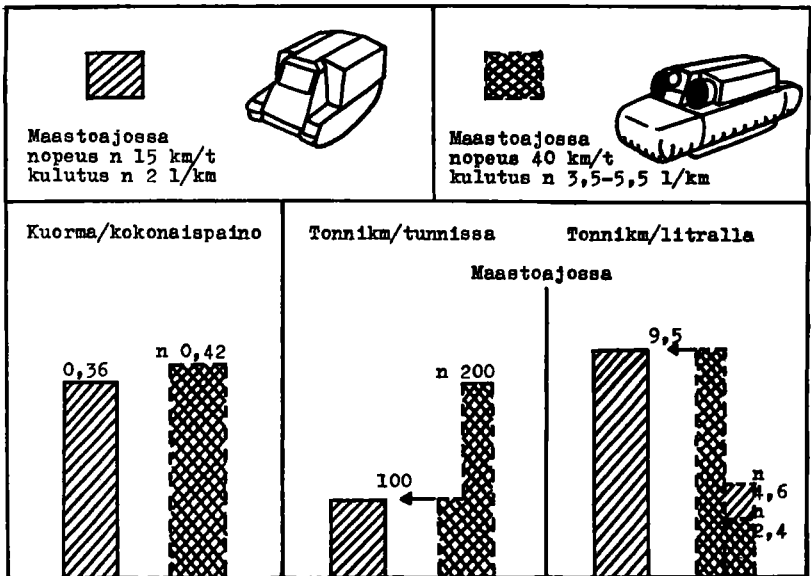
On selvää, että esitettyjä näkökohtia voidaan välttää. Piirroksessa 15 on jo esitetty ratkaisu verhon asentamisesta ajoneuvon ympärille ja vaadittavasta ulottuvuudesta, jotta ilmatyynyn paine saataisiin alenemaan arvoon 500 kp/m². Tämä taas johtaa ajoneuvoon, jossa on alaslaskettava verho, ja on siis yhdistetty tela-ajoneuvo-pintaliitäjä. Tämä ajoneuvo säilyttää koko ajan telojen pintakosketuksen, mutta se kykenee ilmatyynyn avulla vaihtelevaan telapainetta tilanteen vaatimusten mukaan. Eräs pintaliitäjä, jossa on jo käytännössä kokeiltu tämän tyyppistä ratkaisua, on Vickers-yhtiön "Hover Land-Rover". On kuitenkin korostettava, että esitetyssä teoreettisessa tyyppissä, joskin se on mahdollinen väliaikainen ratkaisu, on sotilaallisessa mielessä epäkohtia. Näitä ovat suhteellisen suuri koko, vaurioitumisarkuus sekä ilmatyynyn muodostamiseen tarvittavan verhon laskeminen ja nostaminen sitomisineen. On nähtävissä, että tämäntyyppinen laite voisi toimia tavanomaisena ajoneuvona teillä ja helpossa maastossa, jolloin se polttonestekulutukseltaan olisi suhteellisen taloudellinen. Vaikeakulkuisessa ja upottavassa maastossa, kuten esim suolla, voitaisiin taas ilmatyynyä käyttää säääten antamaan ajolle pehmeyttä ja estämään vajoamista, joskin telojen kosketus pintaan koko ajan säilytettäisiin. Tällöin ohjattavuus, vakavuus ja mahdollisesti vetokykykin saatetaan saavuttaa jatkuvalla pintakosketuksella. Kuitenkin, kuten jäljempänä havaitaan, rajoitettu aerodynaaminen voima saattaa olla eduksi vetovoimalle tietyissä olosuhteissa. Jokien ylityksissä voitaisiin käyttää koko ilmatyynyn vaikutusta. Jopa niillekin ajoneuvoille, jotka rakenteeltaan jo alunperin on suunniteltu uiviksi, tästä ilmatyynyn vaikutuksesta olisi huomattavaa etua, koska ajoneuvo uisi vedessä luonnollisesti melko korkealla. Tämä puolestaan helpottaisi vedestä nousua tulorannalla.

Tällä hetkellä on esitetyissä ratkaisuissa tiettyjä epävarmuuksia. Jos laite käyttää korkeaa ilmatyynyn painetta maalla, on vaikeaa pitää ajoneuvo tasapainossa, yhtä korkealla ja vakavana vedessä. Myöskään ei tunneta sen aukon täyttävää vaikutusta, joka syntyy laitteen alle sen noustessa vedestä rantatörmälle.

Kuitenkin esitetyn periaatteen mukaan suunnitellun ajoneuvon voidaan perustellusti arvioida vesistönylityskelpoisuutensa lisäksi omaavan mahdollisuudet edetä suhteellisen suurella nopeudella monentyyppisissä vaikeissa maastoissa, jotka upottavuutensa takia olisivat esteitä tai vain rajoitetusti kulkukelpoisia tavanomaisille ajoneuvoille. Uudentyyppisellä välineellä olisi myös suurempi maastonopeus vaikeassa maastossa niin pitkälle, kuin ajoneuvon kulkua voidaan pehmentää ilmatyynyillä, mutta se kykenisi yhdistämään tämän sotilasajoneuvon kykyyn selviytyä jyrkistä rinteistä, ylittää esteet ja irrottautua itse vaikeista maastonkohdista. Edelleen näyttää perustellulta uskoa, ja jatkuvat kokeilut tullevat sen myös todistamaan, että pintaliitäjien painoa voidaan tulevaisuudessa pienentää keventämällä koko laitteen rakennetta. Tämä lienee mahdollista, koska maastoajon tuottamaa rasitusta joustinlaitteelle voitaneen pienentää ilmatyynyillä. Kuitenkin pintaliitäjän on oltava rakenteeltaan riittävän vankka ja/tai joustava, erityisesti laitteen pituussuunnassa, jotta se kestäisi ne iskut, joita laite saa törmätessään vauhdissa arvaamattomiin esteisiin. Näin ollen, ja ottaen huomioon monet ristiriitaiset vaatimukset, lopullista painoa on vaikea arvioida.

Piirros 18 osoittaa vertailun tavanomaisen tela-ajoneuvon ja pintaliitäjäratkaisun välillä. Vertailu osoittaa, että hyötykuorman/kokonaispainon arvot ovat lähes samat, mutta maastoajossa selviää pintaliitäjäratkaisun kaksoiskäyttö. Täten toimittaessa ilman ilmatyynyä sopivassa maastossa pintaliitäjäratkaisulla on samaa luokkaa olevat suoritusarvot ja polttonesteen kulutus kuin tavanomaisella ajoneuvolla, mutta ilmatyynyn avulla päästään paljon korkeampiin suoritusarvoihin, joskin suuremmalla polttonestekulutuksella. Tämä kaksoistoiminta luonnollisesti vie osan pelkästä pintaliitotehosta, kuten edellä on tarkasteltu.

Tässä tarkastelussa on edelleen todettava eräitä vaatimuksia. Painon väheneminen on hyödyksi mille tahansa ajoneuvolle, mutta jos pyritään ilmoitse kuljetuskelpoiseen ratkaisuun, kuten suurvallat tekevät, on myös pintaliitäjän kiinteän rungon ulottuvuudet rajoitettava soveltumaan kuljetuskoneen kuormatilan mittoihin. Tällöin ei ajoneuvon leveysulottuma saane olla yli 2,75 m, joka taas on melko sopiva arvo meidän tieliikennettämme ajatellen. Irrotettavilla sivuosilla voitaneen ratkaisua kuljetuksissa helpottaa. Nyt käytettävissä olevien



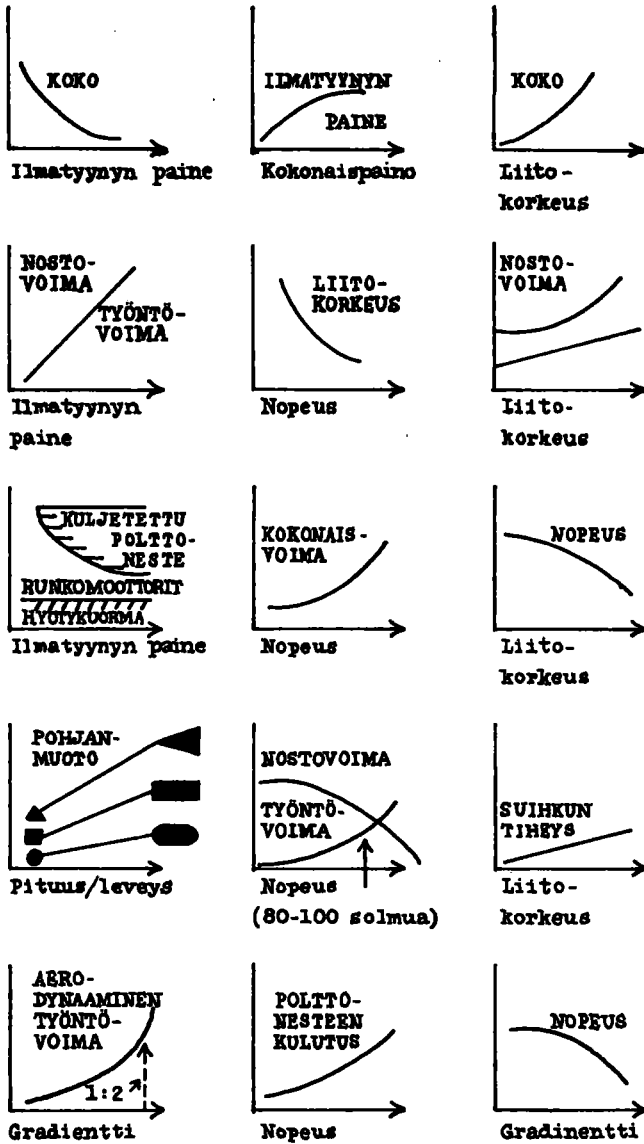
Kuva 18

tietojen perusteella näyttää siltä, että esitettyihin ulottumavaatimukseen ei ole vielä päästy.

Edellä on suppeasti esitetty ne vaatimukset, jotka näyttävät ilmeisiltä suunniteltaessa pintaliitäjää, joka soveltuisi sotilaalliseksi maastoajoneuvoksi esim huoltokuljetuksia ajatellen. Täydellisempi tutkimus edellyttäisi muidenkin ratkaisujen käsittelyä, mm kevyen tiedusteluajoneuvon tutkimista. Jo nyt suoritettun tyyppitarkastelun perusteella voidaan todeta, että ennenkuin kenttäkelpoiseen pintaliitäjäratkaisuun päästään, on selvítettävä vielä monia yleisongelmia, joista eräitä tarkastellaan jäljempänä.

B. RAKENNE- JA VOIMAVAATIMUKSET

Jotta sotilaalliseen käyttöön soveltuvia pintaliitäjiä koskevat rakenteelliset ongelmat ja niiden voiman tarve tulisivat tarkastelluiksi, esitetään seuraavassa teoreettisiin laskelmiin perustuvia yleisiä rakenne-



Kuva 19

Rengassuihkuttajapintaliitäjän pääparametrien pääpiirteittäinen vaikutus

sääntöjä. Esitettävät arvot, jotka on saatu eri lähteistä teoreettisina, on esitetty graafisina kuvaajina parametripareittain (piirros 19), joista sitten on päädytty eräisiin "peukalosääntöihin". Todelliset ja tarkat arvot voidaan luonnollisesti kustakin pintaliitäjästä saada ainoastaan yksityiskohtaisista ko laitteen rakennepiirustuksista ja kokeilupöytäkirjoista.

Ajoneuvon ulottuvuudet riippuvat hyötykuormasta, joka vaikuttaa puolestaan kokonaispaineon, sekä ilmatyynyn paineesta. Ilmatyynyn paineen kasvaminen merkitsee laitteen koon pienenemistä, mutta jotta paine saataisiin kasvamaan, tarvitaan lisätehoa, tehokkaampia voimalaitteita ja niiden vaikutuksesta lisäpainoa.

1. Ilmatyynyn paine

Edellä olevan perusteella on ilmatyynyn painetta sellaiselle ajoneuville, joka vaatii huomattavan suurimman liitokorkeuden, rajoitettava. Tuolloin paine saattanee vaihdella 50—100 kp/m²:iin, pienillä ajoneuvoilla aina 300—450 kp/m²:iin. Lisäksi vakavuuden säilyttämiseksi huippuliitokorkeuksilla, vaikka ilmatyyny olisi stabiloitu pystysuihkuilla tai jollakin muulla menetelmällä, on olemassa ajoneuvon koon ja liitokorkeuden suhteen ääriraja.

2. Taipuisa verhoseinä

Taipuisa verho sallii lisämaavaraa verrattuna ajoneuvon todelliseen liitokorkeuteen pohjasta maahan mitattuna. On vaikea täsmällisesti sanoa, paljonko todellista maavaraa tarvitaan esteen, kuten pensaikon tai seinämän ylittämiseen, ja paljonko este voi vääntää verhoa ilman, että verho vaurioituu ja että ilmatyyny vuotaa. Vasta kenttäkokeilut tullevat osoittamaan, paljonko maavaraa voidaan hoitaa verholla, ja paljonko tarvitaan todellista ilmatyynyn korkeutta. Vallitsevan käsityksen mukaan voidaan 1/3 kokonaismaavarasta hoitaa joustavan verhon avulla. Kuitenkin ilmatyynyn korkeudella on ylärajansa, eikä ajoneuvon painopistettä voida nostaa liian ylös.

3. Koon ja liitokorkeuden¹ suhde

Nykyisten tutkimusten mukaan todellisen liitokorkeuden ja aluksen halkaisijan suhteena eli $\frac{h}{D}$ pidetään arvoa $\frac{h}{D} = 0,07-0,010$. Useimpien alusten pohjakuvio ei kuitenkaan ole pyöreä, koska tämä muoto, vaikkakin se on tehokas pelkän noston kannalta, ei ole nopeuden kannalta tehokas.

4. Aluksen pohjakuvio

Sopivimmiksi perusmuodoiksi arvioidaan tietämyksen tässä vaiheessa pyörästettykulmainen kolmio tai ovaali. Pituuden ja leveyden suhdetta tarkasteltaessa voidaan todeta, että jo rakennettujen alusten osalta tämä vaihtelee huomattavasti. Kuitenkin voitaneen sanoa, että muissa, paitsi pelkästään veden yllä käytetyissä aluksissa, pituuden ja leveyden suhde $\frac{L}{B} = 1,5-2,3$ on ehkä suhteellisen tehokas sekä noston että eteenpäintyönkin kannalta. Ihanteellinen pohjamuoto pyritäessä suurimpaan staattisen liitokorkeuden optimiarvoon olisi pyöreä ($\frac{L}{B} = 1$), mutta yllä oleva alus olisi kömpelö ja tehoton vauhdissa.

5. Kuorman suhde painoon

Voisi olettaa, että tämä vaihtelee pakosta keveiden alusten, joissa käytetään kevyttä, ehkä lähinnä lentokoneen runkorakenteeseen verrattavaa konstruktiota, ja raskaiden alusten, joissa sovelletaan pikemminkin laivanrakennuksen rakenteita, välillä, mutta jo rakennettujen alusten osalta todetaan, että suhde pysyy yleensä välillä 20—40 %.

6. Voiman suhde painoon

Tämän tekijän tutkiminen ei ole helppoa, koska sellaiset pintaliitäjät, joiden liitokorkeus on suunniteltu suureksi, ilman muuta vaativat paljon enemmän voimaa kuin ne, jotka on suunniteltu liitämään lähellä pintaa. Voiman tarve kasvaa myös ilmatyynyn paineen sekä nopeuden kasvaessa. Maalla liikkuvien ajoneuvojen, jotka vaativat melkoisen

huippunostovoiman sekä eteenpäintyöntövoiman maaston kaltevuudesta johtuen, painon ja voiman suhteen voidaan jo rakennetuissa aluksissa laskea olevan välillä 5—8 kg/hv.

Yhdistelmänä suoritetusta tarkastelusta voidaan todeta, että eri rakenneominaisuuksien välillä vallitsevat tietyt perussuhteet, joita ei voida helposti muuttaa. Luonnollisesti esitetyissä ”peukalosäännöissä” ei ole voitu ottaa huomioon kaikkia tekijöitä, ja erityisesti on todettava, että niissä ei ole otettu huomioon kuljetettavan polttonesteen määrää pyrittäessä pitkiin suoritustaikoihin. Tosin tätä tekijää on tarkasteltu edellä toisessa yhteydessä. Mukana kuljetettavan polttonesteen määrän vaikutus kyllä kompensoituu osittain sen tosiasian perusteella, että kaikkien pintaliitäjien toimintasäde kasvaa koon kasvaessa. Tämä johtuu siitä, että polttonesteen kuljetusta varten tarvittava tila lisääntyy aluksen suuretessa nopeammin kuin polttonesteen kulutussuhde kasvaa.

On kuitenkin ilmeistä, että edellä esitetty tarkastelu suppeudessaan antaa riittävät puitteet, kun pyritään arvioimaan sotilallisten pintaliitäjienkin toteutettavuutta sekä alusten soveltuvuutta eri tehtäviin.

C. PIENIMMÄN KÄYTÄNNÖLLISEN PINTALIITÄJÄN KOKO JA SOVELTUVUUS SOTILASKÄYTTÖÖN

Jos edellä tarkasteltujen käytännöllisten ja teoreettisten arvioiden ja sääntöjen perusteella pyrittäisiin konstruoimaan pienin mahdollinen puhdas pintaliitäjä, saattaisivat laskelmat muodostua seuraaviksi.

Pidettäköön liitokorkeutena (h) riittävän maavaran takia esim 120 cm ottamatta huomioon, että siitä verholla voitaisiin ehkä vähentää 1/3.

Jos $\frac{h}{D} = 0,085$, on D n 14 m. Jos aluksen pohja A on n 170 m², ja oletetaan, että ilmatyynyn paine P_i on esim n 300 kp/m², saadaan kokonaispainoksi n 50 tn. Tästä voitaisiin pitää hyötykuormana n 35 %, jotta voitaisiin asentaa riittävä nostovoima, vaikka käytettäisiin kevyttä rakennettakin. Tällöin saadaan hyötykuormaksi 17,5 tn. Ulottuvuudet on laskettava pitäen päämääränä suurinta nostoa, esim $\frac{L}{B} = 1,6$, jolloin pituus L (min) saa arvon n 17 m ja leveys B (min) n 10 m. Jos voimalaitteina käytetään tehon 7 kg/hv saavuttavia moottoreita, pääs-

tään arvoon $n \approx 7400$ hv, jolla saadaan ehkä 75 solmun eli $n \approx 140$ km/t maksiminopeus.

Todetaan, että tällainen alus on niin kookas, ettei se sovellu tielikenteeseen. Toisaalta se kykenee kuljettamaan lähes 20 tn lastin, joten sillä saattaa olla merkitystä sotilaskäytössä.

D. SOTILAALLISET SOVELLUTUKSET

Tällä hetkellä pidetään jo mahdollisena kehittää pintaliitäjä, joka saavuttaa matkanopeuden 250 km/t ja liitokorkeuden 2—2,5 m. Käyttöala laajenee jatkuvasti pintaliitäjien rakenteen parantuessa. Seuraavat pintaliitäjäsovellutukset näyttävät mahdollisilta:

- 1) Arktisilla alueilla käytettävänä liikuntavälineenä, jonka liikkeitä eivät estä ohut jää eikä lumi.
- 2) Pelastusaluksena lentokentillä ja satamissa.
- 3) Öljynporaustehtävissä vesi- ja lietealueilla, samoin tankkialuksena rannikoilla.
- 4) Yleiskuljetusvälineenä alikehittyneissä maissa, joissa ei ole riittävästi teitä eikä varoja uusiin teihin.
- 5) Sotilaallisina sovellutuksina, joita tarkastellaan jäljempänä.

Sotilaalliselta kannalta pintaliitäjiä arvosteltaessa on toistaiseksi pidettävä vakavana puutteena tietojen niukkuutta lumikokeista. Englannissa on saatu kokemuksia vähän lumen aikana, ja tiettävästi Kanadassa on alustavia kokeiluja suoritettu, mutta tuloksia ei julkisista lähteistä ole ollut saatavissa. Jo nyt voidaan kuitenkin todeta, että ilmavirran nostama lumipilvi vaikeuttaa näkyvyyttä ohjaamosta, ja toisaalta jäätyminen alustassa saattaa vaikeuttaa toimintaa. Lumeen laskeutuessaan alus saattaa myös jäätyä niin, että tarvitaan erikoisjärjestelyjä tai laskeutumisalusta, joka kesäolosuhteissa on tarpeeton.

Kukaan ei voi tällä hetkellä olla täysin varma, mikä pintaliitäjien merkitys potentiaalisena kuljetusvälineenä tulevaisuudessa tulee olemaan. Menihän ihmiskunnalta muutamia miljoonia vuosia pyörän keksimiseen, ja lisäksi 7000 vuotta sen seikan oppimiseen, miten selvitä ilman pyöräajoneuvoa. Eräs sovellutus on kuitenkin varma. Pintaliitäjillä on sotilaskäytössä monia etuja puolellaan, sillä niillä kyetään liikumaan maastossa, ylittämään soita ja vesistöjä.

Englantilainen pintaliitäjäasiantuntija, ilmamarsalkka John Grandy, on julkisuudessa esitettyissä lausunnoissaan¹⁾ tähdentänyt, että pintaliitäjien käyttö mahdollisissa tulevilla sotatoimissa on pääpiirteittäin kolmella taholla:

- 1) maihinnousuoperaatioissa,
- 2) arktisessa- ja aavikkosodassa sekä
- 3) joukkojen ja materiaalin kuljetuksissa laajoilla vesistöillä.

Ilmamarsalkka Grandy toteaa edelleen, että mikäli nykyisiä pintaliitäjätyyppejä kyetään yksinkertaistamaan ja suurentamaan liitäviksi lautoiksi, jotka kantavat 180—250 miestä, on niiden merkitys sotilaalliselta kannalta katsoen ainutlaatuinen ja niillä voidaan suorittaa operaatiokuljetuksia, joita ei tähän mennessä ole voitu yksin millään muulla kuljetusvälineellä suorittaa. Sama lähde toteaa, että ennen pitkää tulevat pintaliitäjät siirtymään suihkuturbiinivoimalaitteisiin, jolloin niiden toimintavarmuus ja nopeus lisääntyy.

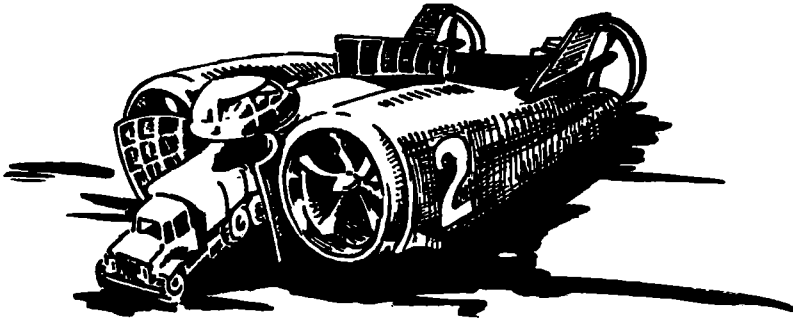
Erityisesti on vakiintumassa käsitys, että sotilaallisten pintaliitäjien kehitys ohjautuu ainakin kahteen suuntaan. Toisaalta pyritään luomaan erityisesti maihinnoususotatoimia varten suuria, avaria, heikosti aseistettuja pintaliitäjälautoja, ja toisaalta pyritään kehittämään arktisia ja aavikko-operaatioita varten keveitä panssarivaunuja vastaavia liitäjiä. Erämaasodan ollessa kyseessä arvioidaan tällaisten liitävien panssarivaunujen sinko- ja ohjusaseistuksella varustettuna muodostavan tehokkaan iskuaseen, jota ei tietömyys rajoita.

Varsinaisina miehistön ja kaluston kuljetuksiin käytettävänä kuljetusvälineinä pintaliitäjät jo nyt ovat kyenneet ratkaisemaan monia pulmia, mm laajojen suo- ja vesialueiden yli tapahtuvissa kuljetuksissa.

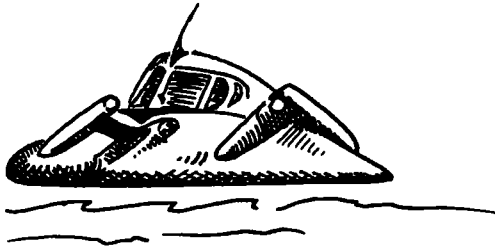
Tässä tutkielmassa ei ole tarkoitus laajemmin tarkastella pintaliitäjien laivastollisia sovellutuksia. Kuitenkin on todettava, että ilmatyynyaluksilla tulee olemaan maihinnoususotatoimen kannalta yhdistävä merkitys maavoimien ja laivaston välillä.

Vielä nykyisinkin vallitsevan doktriinin mukaan kuljetetaan maihinnousun suorittava joukko yleensä laivoilla kohdealueen läheisyyteen, jossa tapahtuu siirtyminen pienehköihin, nopeisiin maihinnousu- aluksiin. Tuona kriittisenä aikana on vihollinen pidettävä kaikin mah-

¹⁾ S. Sotilas 4—5/62, s 25



Kuva 20



Kuva 21

dollisin keinoin passiivisena. Ydinräjähteiden käyttöuhka saattaa kuitenkin merkitä, että tällaisen sotatoimen luonne muuttuu pakottaen hajauttamaan maihinnousujoukon erittäin laajalle merialueelle. Tällöin maihinnousualusten nopeuden ja toimintasäteen merkitys lisääntyy oleellisesti. Pintaliitäjien käyttöönotto saattaa merkitä mullistusta rantautumisvaiheeseen, sillä ne saattavat aikanaan korvata maihinnousulaivat. Tässä vaiheessa kehitetään ainakin jo varsinaisen iskuportaan käyttöön soveltuvia pintaliitäjiä, joilla päästään suoraan maalle. Eräänä tyyppinä on Englannissa kaavailtu joukkueen pintaliitäjää, joka kantaisi n 25 miestä, 1/4-tonnin maastoajoneuvon perävaunuineen sekä jalkavaen tukiseita, kuten heittimiä.

Yhdysvalloissa tiedetään myöskin kehitettävän maihinnoususotatoimiin soveltuvaa pintaliitäjää (piirros 20). Maavoimien lennoston komentajan, prikaatikenraali D M O d e n'in antaman lausunnon¹⁾ mukaan

¹⁾ Data, November 1962, s 15

suunnitelma rakentaa suuri pintaliitäjä ”näyttää lupaavalta”, mutta samalla todetaan laitteiden huollon monimutkaisuus rajoittavana tekijänä.

Yhdysvaltain laivasto kehittää ilmatyynyalusta päämääränä saada sopiva väline sukellusvenetorjuntaan (piirros 21), sillä ilmatyynyaluksella on riittävä nopeus, ja se kykenee kantamaan lisäksi riittävät haivanto- ja suuntavälineet sekä aseistuksen.

Erityisesti vedessä liikkuvalla pintaliitäjällä on eräitä ominaisuuksia, jotka vaikeuttavat sen käyttöä. Startissa aluksen ilmatyynyn muodostama paineilma kehittää veteen syöksyessään laitteen ympärille ohuen sumumaisen pärskeen, joka aluksi peittää ohjaajalta näkyvyyden kokonaan, jolloin on käytettävä tutkaa ohjauksessa. Kun alus nousee liittoon, muodostuu perän alle veteen painautuma-aalto, joka seuraa alusta aina 12 solmun nopeuteen saakka, jolloin se jyrkästi katoaa. Nopeuden yhä kasvaessa alus nostaa perään pärskeen, joka katoaa, kun saavutetaan 18 solmun nopeus.

Aluksen ohjattavuus liidossa on hankala. Ohjailuliikkeet peräsimellä vaikuttavat hitaasti. Jos peräsimä käytetään suorassa liidossa voimakkaasti, ei alus tottele, vaan kääntyen pystyakselinsa ympäri jatkaa liikkettään entiseen suuntaansa eli ”sakkaa läpi”. Lisäksi matala liitokorkeus aiheuttaa sen, että kaikki esteet pinnassa alukseen törmätessään vaurioittavat sitä, ja aaltojen ollessa korkeita alus hakkaa niiden harjoihin.

Pintaliitäjän synnyttämä ääni on huomattavan voimakas ja kantautuu kauas. Aluksen lähellä ääni ylittää eräillä malleilla melkein korvan sietorajan, ja on todettu, että syntynyt melu kantautuu hyvinkin viiden merimailin päähän. Mm **Vickers VA.3-tyyppisen** pintaliitäjän on kokeissa todettu synnyttäneen huomattavasti voimakkaamman äänen kuin sen yläpuolella 1000—1500 m:n korkeudessa lentävä suurempitehoinen lentokone. Ääni saattaa olla rajoittava tekijä pintaliitäjälle sekä sotilas- että siviilikäytössä, ellei parannusta tehoa menettämättä keksitä.

Yhteenvetona pintaliitäjien sotilaallisten sovellutusten tarkastelusta voidaan todeta, että ilmatyynyaluksilla saattaa olla useita etuja verrattuna tavanomaisiin liikkumisvälineisiin. Jo kehityksen nykyvaiheessa voidaan luetella ainakin seuraavat nopeiden pintaliitäjien sotilaallisten sovellutusten käyttömahdollisuudet mairinnoususotatoimissa, sukellus-

veneentorjunnassa, huoltokuljetuksissa erityisesti vesialueilla, lumilaukeuksilla ja aavikoilla, miinasodankäynnissä, sekä partio- ja pelastustehtävissä. Erityisesti rannikoillamme saattaa väylistä ja karikoista piittaamaton pintaliitäjä aiheuttaa puolustajalle yllätyksiä. Ilmatyynyalukset saattavat myös kehittyä sellaisiksi, että ne eivät tunne keli-rikkoa. Nopeudeltaan ne ovat jo nyt omaa luokkaansa muihin vedessä liikkuviin aluksiin verrattuna. Kantosiipialuksiin verrattuna ilmatyynyalukset ovat edullisessa asemassa, koska niiden ei tarvitse pelätä vesistöjen kivikoita, karikoita eikä uppotukkeja. Pärskyvän veden samoin kuin hiekka- ja lumipilvien näkyvyyttä estävää haittaa voitaneen vähentää tutka- ja muilla navigaatiolaitteilla.

Naapurivaltioillamme on jo valmiita pintaliitäjätyyppejä. Suomen osalta sanoo pintaliitäjän keksijä, ins Kaario ¹⁾: — Me suomalaiset vaan seuraamme asioita, emme tee mitään. —

V ERÄITÄ TALOUDELLISIA NÄKÖKOHTIA

Useiden vuosien sitkeän työn tuloksena on pintaliitäjien tekninen kehitys ollut niin voimakasta, että ensimmäinen kokeiluvaihe katsotaan nyt sivuutetuksi. Ensimmäisenä maana on Englanti hyväksynyt pintaliitäjät periaatteessa matkustajaliikenteeseen. Liikennettä on siellä kuitenkin harjoitettu toistaiseksi vain lyhyitä jaksoja.

Kaupallinen kehitys on ollut hitaampaa. Ensimmäinen pintaliitäjäkauppa lyötiin kiinni keväällä 1963, jolloin englantilainen Britten-Norman-yhtiö myi ensimmäisen aluksen, toimituspäivämäärän ollessa 15. 5. 1963. Sen jälkeen on kauppvoja solmittu eri puolilla jatkuvasti, mm mainittu Britten-Norman-yhtiö on myynyt Englannin Ilmailuministeriölle kaksi ja maavoimille yhden CC-2-aluksen.

Tähän mennessä lasketaan pelkästään englantilaisten toiminimien, jotka ovat olleetkin erittäin innokkaasti mukana pintaliitäjiä kehittämässä, käyttäneen ilmatyynyalusten kokeiluihin n 20 miljoonaa nmk.

Yleisesti todetaan, että kehityksen eteenpäin viemiseksi tarvitaan nyt lähinnä käyttökokemuksia, ja sen jälkeen katsotaan tapahtuvan läpimurron, jolloin pintaliitäjät ottavat paikkansa käytännön kulku-neuvoina.

¹⁾ Peitsi 8/63, s 39

Pintaliitäjän hankinta- käyttökustannuksia ei voida vielä arvioida riittävällä varmuudella. Odottamattomia vaikeuksia voi esiintyä ja vaikuttaa taloudellisuuteen erityisesti meikäläisissä olosuhteissa. On kuitenkin esitetty arvio, että pintaliitäjän käyttöontulo tapahtuu käytännössä paljon nopeammin kuin aikanaan lentokoneen ja helikopterin.

Pintaliitäjässä saadaan paras kuljetustaloudellisuus suhteellisen raskailla tavaroilla. Ihmiset muodostavat poikkeuksen vaatien paljon, n 5 m³ tilaa matkustajaa kohti, lentokoneessa 1,5 m³ ja linja-autossa vain 0.35 m³. Tilavuus, mukavuus ja matkan pituus ovat riippuvaisia toisistaan.

Pintaliitäjässä on tärkeämpi kuormitus m²:ä kohti, koska se on suorassa suhteessa ilmatyynyn paineeseen, kuten edellä on todettu. Matkustajat antavat n 150 kp/m² keskikuormituksen. Sama pitää paikkansa henkilöautojen suhteen autolautassa. Tämä sopii hyvin ilmatyynyn kantokykyyn.

Nykyisessä kehitysvaiheessa voidaan pintaliitäjien katsoa soveltuvan taloudellisesti siviilikäytössä parhaiten matkustajien, autojen sekä keveiden ja kalliiden tavaroiden kuljetukseen suhteellisen lyhyillä matkoilla. Siitä saattaa tulla kilpailija helikopterille ja lautalle esim saaristoliikenteessä.

Vastakohtana kantotasoalukselle (hydrofoilille) on pintaliitäjä periaatteessa sitä taloudellisempi mitä suurempi se on. Myöhemmin pintaliitäjän voidaan uskoa kilpailevan pitkänmatkan laivojen ja lentokoneiden kanssa.

Hintaesimerkkejä on toistaiseksi käytettävissä varsin niukasti, koska useimmat pintaliitäjämallit ovat kokeilualuksia. Englantilainen rakentaja Westland Aircraft Ltd. on määritellyt hinnat eräille kaupallisille malleilleen. Yhtiön alus SR.N2 (kuva 22), joka painaa 27 tn ja kuljettaa joko 70 matkustajaa tai 8 tn lastin nopeuden ollessa 80 solmua (148 km/t), maksaa 325 700 puntaa (1 punta = 9 nmk). Saman yhtiön alus SR.N2 Mark 2 maksaa 450 600 puntaa. Sen kantokyky on joko 150 matkustajaa tai 37,5 tn lastia. Nopeus on 74 solmua (136,8 km/t). Tämä on siviilikäyttöön tarkoitettu muoto SR.N3:sta, jonka Englannin Ilmailuministeriö on tilannut.

Kun pintaliitäjiin saatiin kehitetyksi taipuisa verho, pienei alusten koko huomattavasti, kuten edellä on todettu. Niinpä Westland-yhtiön



Kuva 22

verholla varustettu malli, SR.N5 on vain 7 tn painoinen ja sen hinta on 75 600 puntaa. Kantokyky on 20 matkustajaa tai 2 tn lastia nopeuden ollessa 70 solmua (130 km/t).

Englantilaisen Britten-Norman-yhtiön rakentaman CC-2-aluksen hinnaksi on ilmoitettu 25 000 puntaa.

Aikaisemmin mainittu Land-Rover-malli, joka on varustettu ilma-tyynyilaitteilla, maksaa 3 650 puntaa.

Pintaliitäjien käyttökustannukset ovat pienentyneet alusten rakenteen kehittyessä siten, että ne ovat nyt sillä tasolla, että taloudellisten kuljetusten suorittaminen on mahdollista. Edellä esiteltyjen tyyppien osalta voidaan todeta, että esim suorat kustannukset SR.N2:n kohdalla ovat 0,15—0,18 nmk matkustajaa ja meripeninkulmaa kohden. Paljon pienemmän SR.N5:n kustannukset ovat jotakuinkin samat, kun taas SR.N2 Mark 2:n vastaavat kulut ovat 0,11—0,15 nmk.

VI LOPPUKATSAUS

Edellä on tutkittu eri tekijöiden vaikutusta pintaliitäjien rakenteeseen ja ilmatyynyalusten soveltuvuutta sotilaskäyttöön. Tutkimustyötä

on haitannut luotettavan lähdekirjallisuuden vähyys, sillä alaa käsitteleviä kirjoja ei vielä v 1963 ollut tiettävästi painettu.

Esitettyihin teknisiin ja taktisiin näkemyksiin on jouduttu teoreettista tietä ja tutkimalla nykyisen pintaliitäjäkaluston ominaisuuksia ja käyttömahdollisuuksia.

Voidaan todeta, että tärkeimmät pintaliitäjiä koskevat ratkaistavat kysymykset sotilaallisen käytön kannalta ovat.

- 1) Voidaanko ilmatyynyperiaatteen sovellutuksilla saavuttaa ratkaisuja, jotka takaavat liikkeen jatkumisen vaikeassa maastossa, erityisesti pehmeällä maaperällä, lumessa ja vedessä sekä suoran rantautumisen.
- 2) Voidaanko sotilaalliseen käyttöön soveltuvia pintaliitäjiä rakentaa sellaisiksi, että ne voivat maaston pinnasta riippumatta vaurioittumatta ylläpitää suuren nopeuden, joihin niiden tehokkuus osaltaan perustuu.

On todettava, että lopullisia vastauksia näihin ongelmiin ei voida tällaisessa toereettisessa tarkastelussa antaa, vaan ne voidaan ratkaista ainoastaan kentäkokeissa todellisella välineellä.

Joukkojen liikkuvuutta tiestön ulkopuolella on eri maissa koetettu parantaa lähinnä kehittämällä maastokelpoisia ajoneuvoja. Ilmatyynyperiaate saattaa tuoda käyttöön uusia ratkaisuja.

Vesistöjen ylimenoon on ulkomailta samoin kiinnitetty suurta huomiota. Taktisessa mielessä ylimenot pyritään suorittamaan entistä laajemmalla alueella, ilman pitkäaikaisia valmisteluja ja mahdollisimman nopeasti. On esitetty väitteitä, että ns juoksusta yli suoritettavat ylimenot ovat vastaisuudessa yleisempiä kuin valmistellut. Tällöin isku-porras ylittää vesistön amfibiovälineillä, raskaat aseet kuljetetaan yli lautoilla. Pintaliitäjien suunnittelun ja rakentamisen eräänä periaatteena on suuri toimintanopeus. Siksi saattaa pintaliitäjäkalusto tuoda tähän kuvaan kokonaan uusia piirteitä ja nopeusarvoja.

On ilmeistä, että puhtaan pintaliitäjän, siis pelkästään ilmatyynyn varassa liitävän välineen kehitys ei vielä ole riittävän pitkällä sotilaallista käyttöä ajatellen meidän olosuhteitamme silmällä pitäen. Sen sijaan edellä (IV luvussa) tarkasteltua yhdistettyä ajoneuvoa, jonka pyörä- tai telapainetta voidaan vaikeassa maastossa ilmatyynyn avulla

vähentää niin, että maksimaalinen ominaispainautuma ei estä liikkeen jatkuvuutta, voidaan pitää soveltuvuustutkimuksen arvoisena myös meillä. Tällainen suositettu sovellutus käyttää ilmatyynyvaikutusta lähinnä tilapäisenä apuna, joka tietenkin on epätaloudellista konstruktion monimutkaisuuden huomioon ottaen. Taistelukentällä saattavat laitteen synnyttämä ääni ja nostattama pöly olla myös vakava haitta.

Nykyisiin sotilasajoneuvoihin verrattuna ovat pintaliittäjät vielä kömpelöitä, tilaa vieviä ja haavoittuvia. Monimutkaiset ratkaisut, kuten verhojen laskeminen ilmatyynyä varten, eivät ole kenttäkelpoisuuden kannalta myöskään suositeltavia.

Käyttökustannusten lisäksi, joita on edellä käsitelty, mutta joiden osalta ei sotilaallisista ratkaisuista ole tietoja käytettävissä, tulevat sotilaskäytössä määrääviksi käyttövarmuus ja huolto. Moottoriajoneuvohuoltoon verrattuna olisi pintaliittäjien huolto huomattavasti monimutkaisempaa. Sitä voitaisiin ehkä paremminkin verrata helikopterikaluston huoltovaatimuksiin. Tällöin joudutaan ratkaisun eteen, tuottaako kuljetusten nopeus sen oleellisen hyödyn, jota pakosta seuraa välineen huollon monimutkaistuminen.

Näin on suppeasti, ilman matemaattista tieteellisyyttä tutkittu niitä ongelmia, jotka on selvitettävä, ennenkuin mikään pintaliittäjäratkaisuun perustuva maastoajoneuvo soveltuu sotilaskäyttöön. Koska pintaliittäjä liikuntavälineenä kätkee itseensä paljon salaisuuksia ja samalla myös mahdollisuuksia, ei vain rakentajan, vaan myös sen käyttäjän kannalta katsottuna, olisi kysymykseen syytä kiinnittää huomiota myös meillä enemmän kuin tähän mennessä.

Jos pintaliittäjiä koskevat vaikeudet kyetään onnistuneesti selvittämään, on todettava, että maastoajoneuvojen nopeus, joka nyt on korkeintaan 20 km/t, saataisiin nostetuksi ainakin n 40 km/t:iin, ja että saavutettaisiin liikkeen jatkuvuuden oleellinen parantuminen sekä luonnon- että tekoesteiden yli.

Jos jäädään osittaiseen ratkaisuun siten, että ilmatyynyillä ainoastaan vähennetään ominaispainautumaa, ei nopeus parane nykyisestä paljoakaan. Näin saavutettu kehitys on sotilaallisen liikkuvuuden kannalta suhteellisen vähäinen, mutta on toisaalta varmasti käytännössä toteutuskelpoinen, kuten jo rakennetut mallit osoittavat, ja on myös saavutettavissa ilman, että laite tulee kovin monimutkaiseksi ja kalliiksi.

Kilpailu VTOL-kaluston, kantotasosalusten ja pintaliitäjien välillä on nyt alkamassa.

Tietämyksen tässä vaiheessa ei ole riittäviä perusteita verrata eri ratkaisuja ja tekniikkaa sotilaallisen liikkuvuuden ja kuljetusten parantajana. Omat kokemuksemme ilmatyynyaluksista puuttuvat. Tämän tutkimuksen otsikon kattama ala on luonteeltaan varsin uusi, eikä maamme olosuhteissa ole kokeiltu yhtään kookkaampaa pintaliitäjää, ainoastaan patosiipiratkaisuja. Sen vuoksi ei ole mahdollisuuksia määrittellä sotilaallisten pintaliitäjien vaatimuksia eikä kehitystä muuten kuin vertaamalla ja soveltamalla siviilipuolella saavutettuja, sielläkin usein vain teoreettisia tuloksia sotilaspuolen mahdollisiin sovellutuksiin, kuten tässä tutkimuksessa on tehty.

Suurvalloissa saadut kokemukset ovat tälläkin alalla vaikeasti verrattavissa ja sovellettavissa syystä, että olosuhteet ja voimavarat ovat kokonaan toiset. Saisivatko pintaliitäjät meillä edellä kuvatun kaltaisia toimintoja, jää arvailun varaan, kuten tämän uuden välineen koko sotilaallinen merkityskin. Suurvalloissa esiintyy jo nyt kuitenkin vakuuttuneita kannanilmaisuja, että ainakin pintaliitäjien laivastolliset sovellutukset tulevat lähivuosina käyttöön. Maihinnoususotatoimissa ja merikuljetuksissa pintaliitäjien käyttöönotto lopettaisi kaluston ja henkilöstön siirrot laidan yli, koska ilmatyynyaluksiset kykenevät omin voimin nousemaan vedestä ja siirtymään emälaivan laskeutumisalustalle ja päinvastoin sekä rantautumaan suoraan.

Muiden maiden kokemuksista on pintaliitäjienkin osalta mitä suurimmalla kritiikillä seulottava se, mikä on omiin olosuhteisiimme verrattavissa ja mahdollisesti sovellettavissa.

Tässä tutkimuksessa on vain esitelty uusi väline, ja samalla on pyrkimyksenä ollut tuoda esille sellainen mahdollisuus, että olosuhteemme saattavat teknisesti hyvin varustetun hyökkääjän toimintapiirissä muodostua pintaliitäjän käyttöalueeksi. Tällöin lisääntyä yllätyksen vaara mm maihinnousualueillamme.

Ehkä jo kymmenen vuoden kuluttua, mahdollisesti aikaisemminkin, saattavat pintaliitäjät mullistaa nykyiset siirto- ja muut aikalaskelmat.

Vaikka pintaliitäjien sotilaallinen merkitys tällä hetkellä on vielä yksityiskohdiltaan mielikuvituksen ja arvailujen varassa, niin varmaa on, että ilmatyynyaluksen kehitystä on syytä herkeämättä seurata myös sotilaallisessa mielessä.

TIIETOJA ENGLANTILAISISTA PINTALIIAJISTA

Malli	Moottori(t) n = nosto t = työntö	hv	Pituus m	Le- veys m	Koko- naispaino kg	Paik- ka- luku	No- peus km/t	Toi- minta et km
AIR CUSHION DEVELOPMENT	n/t Gipsy Q Queen	235	7,5	4,5	3 995			
BRITTEN- NORMAN C.C.1 C.C.2	n/t Coventry Climax n/t Rolls-Royce	165 215	5,65 8,1	5,65 5,1	3 160	3 10	88	800
DENNY D1. D2	n 2 Exelsior Seafarer t + 2 Mercury n 2 Marine diesel t + 2 moottoria	2×395	18,0 24,0	3,0 6,0	4 500 24 800	50	64 45	
Ecole ENGLISH ELECTRIC	n/t 500 cm ³		1,5	1,5		1		
ROBERTSON Skimmer 1 Skimmer 2	n/t Johnson Exelcior	39	3,45 4,8	1,8 2,1	200 200	1 1	24	
ROTA WINGS Hoverfly			5,7	2,1	1 000	2		
SARO Searider	n Clinton t + Johnson	3 17			655	4		
VICKERS- ARMSTRONG VA-1 VA-2 VA-3	n 2 Continent. 0—300 B t + 1 Contin. 0—470 L n 2 × Blackb. Turmo 603	2×98 98	9,0 15,6	4,5 7,5	1 750 2 720 10 000	5 26	72 113	135 160
WESTLAND SR.N 1 Mk 1 Mk 2 Mk 3 Mk 4 SR.N 2	n Alvis Leon. n Alvis Leon. t + Blackb. Marbore n Alvis Leon. t + Bristol Siddel. Vip. n Alvis Leon. + Bristol t Siddel. Vip. n/t 4×Blackb. A 129 Nimbus	430 430	9,0 9,0 9,0 12,4 19,4	7,5 7,5 7,5 7,5 8,7	4 530 5 570 6 700 7 100 29 500	2 2 2 2 66	47 80 121 113 128	370

KÄYTETYT LAHTEET

1. Aeroboatmobiles,
Life, January 3, 1964, ss 32—33
2. Aeroplane and Astronautics, September 4, 1959, s 138 sekä
February 22, 1962
3. Air Cushion Vehicles,
Flight, 25. 4. 1963, s 592
4. Air Cushion Vehicles,
Supplement to Flight International, September 1962 ja April 1963
5. Aviation, 15, 8, 1962, s 345
6. British Hovercraft,
Aviation & Space Magazine 6/62 ss 38—41
7. Coulthard, W H,
Military Use of Ground-Effect Vehicles,
Journal of RAC, May 1962, ss 293—304
8. Development trends in Hovercraft,
Bristol Siddeley Magazine 2/62, ss 39—41
9. Encyclopaedia Fennica, 6. osa, s 1263
10. First Commercial Hovercraft Sold,
Reed's Aircraft and Equipment News, May 1963, s 13
11. General Notes on Hovercraft,
Westland Ltd, August 1960, 3 s
12. Harvey, Derek,
Hovercraft,
Hawker Siddeley Review, November 1960, ss 2—10
13. Helicopter and Hovercraft World,
Hovercraft, ss 183—186
14. Hovercraft Development,
Reed's Marinen Equipment News, 8/62, ss 3—6
15. Hovercraft Navigation,
Decca Magazine 1963, ss 4—5
16. Hovercrafts in Action,
London Calling Europe, N:o 791, 26, 5, 1963, s 16
17. How the Hovercraft Works,
Aeroplane, 4. 9. 1959, ss 112—113
18. Hughes, A J D,
ACV's For the Army,
Air-Cushion Vehicles, January 1963
19. Illustrated London News, 28. 7. 1962
20. Ilmatyynyaluksset ja niiden käyttö tulevaisuudessa,
Reservin Upseeri 2/63, ss 37—39
21. Ilmatyynyaluksset yleistyvät,
Tekniikan Maailma, 4/1962 ss 12—13
22. Ilmatyynylentokone,
Helsingin Sanomat, 23. 4. 1963
23. Interavia, 9/62, ss 1097—1102
24. Jokimäki, Raine,
Onko pintaliiturilla tulevaisuutta, Peitsi 8/63
25. Kiianlinna, I,
Pintaliitäjistä, SKK, 27. 3. 1962, 2 s
26. Kiinnostus pintaliittäjiin kasvaa
Helsingin Sanomat, 11. 3. 1963

27. Margerison, Tom,
Who will Save the Hovercraft?
The Sunday Times Colour Section 7/63, ss 14—17
28. McDonald, James,
Ilmatyynyälusten rakentaminen noususuunnassa,
Koneviesti 14/63
29. Observer, 5. 8. 1962, s 15
30. Ogorkiewicz, R M,
Ground Mobility,
Army Quarterly, January 1962, ss 201—204
31. Pintaa pitkin pinnalle,
Tekniikan Maailma, 5/61, s 22
32. Pintaliittäjien merkitys sotilaallisissa kuljetuksissa,
Suomen Sotilas 4—5/62, ss 24—25
33. Pintaliittäjäliikennettä harkitaan Turun—Tukholman väliselle reitille,
Uusi Suomi, 24. 7. 1962
34. Pintaliittäjät, uusi kuljetusväline?
Teknillinen Aikakauslehti, 25. 2. 1961, ss 102—103
35. Rantala, P
Pystysuoran lennon menetelmät ja ongelmat,
Lentäjä 4/56, ss 2—6
36. RV-1 Air Cushion Vehicle,
Republic Aviation Corporation, October 1963
37. Smith, Murray,
Director of Army Aviations Answers,
DATA, November 1962, ss 14—17
38. Soldier, August, 1962, s 16
39. Some Questions and Answers — General Notes on Hovercraft,
Westland Ltd, March 1961, 5 s
40. SR.N2,
Flight, 29. 3. 1962, ss 3—10
41. Stanton-Jones, R,
Plotting Size and Speed,
The Financial Times, reprint by Westland Ltd, 3 s
42. Stark, R E & Gauthey, J R,
The SKMR-1 Research Hydroskimmer Program,
Bureau of Ships Journal, December 1963, ss 2—8
43. Steward, Oliver,
Will Hoverers Have A Say?
Navy, July 1962, ss 184—184
44. The Cost of Operating Hovercraft,
Westland Ltd, September 1960, 2 s
45. The Daily Telegraph, 25. 10. 1961, 16. 7. 1962 ja 14. 8. 1962
46. The Economist, July 21, 1962, s 250
Who's for the Hovercraft
47. The SR.N2,
Publication SP.461, Westland Ltd, 4 s
48. US-Marine erprobt Luftkissenschiff,
Soldat und Technik 10/62, s 539
49. Westland Hovercraft News, 2. 8. 1962
50. Tehdasvierailu Westland Aircraft Ltd:n Saunders-Roe Division'in tehtailta
Isle of Wightilla syksyllä 1962 ja tehtaan pääsuunnittelijan, R Stanton-
Jonesin, M.A., D.C.Ae., haastattelu.