



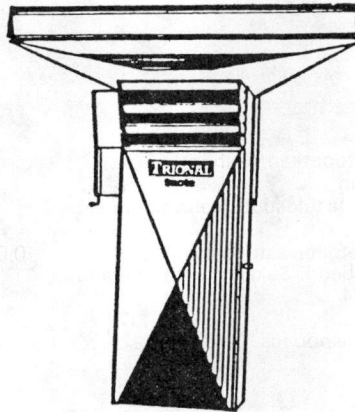
VAKOLA

03450 OLKKALA
913-46211

VALTION MAATALOUSKONEIDEN TUTKIMUSLAITOS
FINNISH RESEARCH INSTITUTE OF ENGINEERING IN AGRICULTURE AND FORESTRY

KOETUSSELOSTUS TEST REPORT

NUMERO 1047
RYHMÄ 210
VUOSI 1981



TRIONAL-ILMANVAIHTOLAITE
TRIONAL-VENTILATION UNIT

KOETUTTAJA: Suomen Osuuskauppojen Keskuskunta,
ENTRANT: Koneosasto: PI 186 33101 Tampere 10

VALMISTAJA: Trional Oy 31500 Koski TI
MANUFACTURER:

HINTA 7. 5. 1981: 4 100 mk

KOETUS

Koetus suoritettiin 22. 9. 1980—16. 6. 1981. Koetuksessa mitattiin ilmanvaihtolaitteen tilavuusvirta, paine, tehontarve, heittopituus ja lämpötilan säätimen toiminta laboratoriossa. Lisäksi mitattiin laitteen kautta karjasuojaan tulleen ilman nopeuksia ja lämpötiloja sekä laitteen aiheuttaman melun voimakkuus maataloilla, sekä haastateltiin viittä laitteen käyttäjää. Kestävyyttä ei kokeiltu.

RAKENNE JA TOIMINTA

Trional on alipaineilmanvaihtolaite, jossa on yksi sisäänpuhallussuutin ja kaksi poistoaukkoa. Laitteella voidaan kierrättää karjasuojan ilmaa käsisäätöisen läpän avulla. Laitteessa on potkuripuhallin sekä portaan, huoneen lämpötilan ohjaama pyörimisnopeuden säädin. Laite asennetaan karjasuojan seinään tehtävään aukkoon. Laite on tehty galvanoidusta teräslevystä.

MITTOJA

Valmistusvuosi	1980
Pituus tulo-suuttimesta poistoputken päähän	2,28 m
Leveys tulo-suuttimen kärkiin	1,52 »
Korkeus alaimuaukon reunasta tulo-suuttimen yläreunaan	2,02 »
Tulo-suuttimen leveys	1,50 »
Tulo-suuttimen korkeus, itsetoimivasti säätävä	0,01 ... 0,13 »
Puhallin: Valmistaja Ziehl-Abegg, Saksan Liittotasavalta	
Tyyppi ECQ 450/4	
Läpimitta	0,45 m
Nimellinen pyörimisnopeus	22 r/s
Nimellisjännite	220 V
Nimellisvirta	1,9 A
Eristysluokka	B JP 44
Pyörimisnopeud. säädin: Danfoss, Tanska tyyppi EKT-40	
Säätimen lämpötilan asettelualue	0 ... +40 °C
» vertoalueen asettelualue	2 ... 6 »
Puhalltimen minimipyörimisnopeuden asettelualue	1 ... 5
Ilmanvaihtolaitteen paino	125 kg

ARVOSTELU

KÄYTTÖOMINAISUUDET

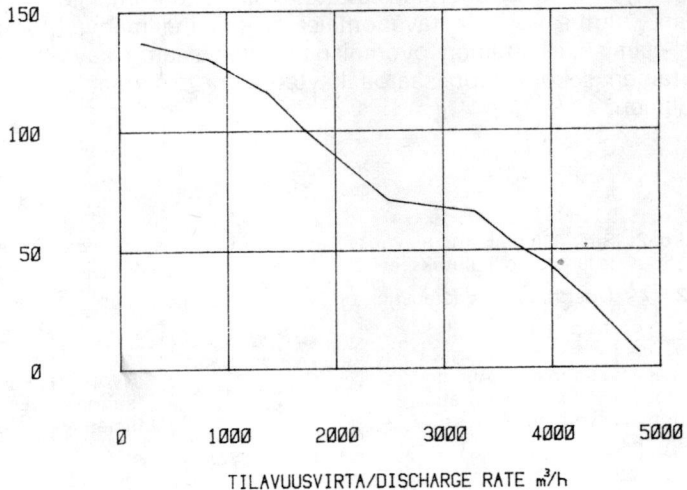
TILAVUUSVIRTA JA TEHONTARVE

Kun kiertoilmaläppä on täysin auki, eli säätötanko I reiässä, laite ei kierrätä sisäilmaa, vaan vaihtaa sitä ulkoa sisälle. Vastapaineen muuttuessa laitteen puhaltama ilmamäärä muuttuu taulukon 1 ja piirroksen 1 mukaisesti.

Taulukko 1. Ilmanvaihtolaitteen tilavuusvirta, tehontarve ja hyötysuhde
Table 1. Discharge rate, power requirement and efficiency of the ventilation unit

Alipaine Static pressure Pa	Tilav. virta Rate of air displacement m ³ /h	Tehontarve Power requirement W	Hyötysuhde Efficiency %
137	210	333	2,4
116	1 370	334	13
100	1 730	321	15
71	2 490	324	16
66	3 290	336	19
53	3 640	332	18
44	3 960	328	17
30	4 300	325	14
6,1	4 810	325	8,8

ALIPAINNE/STATIC PRESSURE Pa



Piirros 1. Ilmanvaihtolaitteen suurin tilavuusvirta
Figure 1. Maximum discharge rate of the ventilation unit

Kun laite toimii tiiviissä huoneessa, tuloilma tulee laitteen tulosuuttimen kautta ja tilavuusvirta on 3 290 m³/h alipaineen ollessa 66 Pa ja tehontarpeen 336 W. Alipaine voi käytännössä suurentua tästä vain, jos laitteen ilma-aukkoja tukitaan. Alipaine voi sen sijaan helposti pienentyä, jos rakennus ei ole tiivis. Tällöin osa tuloilmasta tulee vuotopaikoista, kaikki ilma kuitenkin poistuu ilmanvaihtolaitteen kautta. Alipaineen voidaan arvioida olevan uusissa rakennuksissa 25 ... 50 Pa riippuen ovien ja ikkunoiden lukumäärästä ja kunnosta. Laitteen rakennuksesta poistama tilavuusvirta on tällöin 3 800 ... 4 400 m³/h. Vanhoissa rakennuksissa, joissa ikkunat ja ovet eivät ole tiiviit, ali-

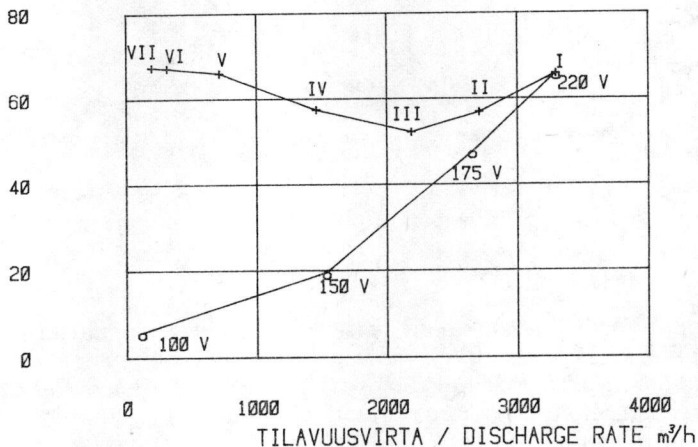
paineeksi muodostuu 5 . . . 20 Pa ja tilavuusvirraksi 4 500 . . . 4 900 m³/h. Tulokset on laskettu ilman olotilaan, jossa lämpötila on + 17 °C, suhteellinen kosteus 75 %, ilmanpaine 101 kPa ja tiheys 1,2 kg/m³. Laitteen aikaansaamaa ilmanvaihtoa voidaan säätää käsiasäätöisellä kiertoilmaläpällä, itsetoimivalla pyörimisnopeuden säätimellä tai molemmilla yhdessä. Kiertoilmaläppää suljettaessa laitteen tulosuuttimesta tuleva tilavuusvirta pysyy ennallaan, mutta rakennuksesta ulos vaihdettava tilavuusvirta pienenee. Itsetoimiva säädin muuttaa puhaltimen pyörimisnopeutta alentamalla moottorille menevää jännitettä, kun huoneen lämpötila alenee. Jos huoneen lämpötila alenee enemmän kuin säätimen vertoalueen suuruisen määrän, puhaltimen pyörimisnopeus pienenee asetettuun minimipyörimisnopeuteen asti. Säätötoimenpiteiden vaikutuksesta muuttuva tilavuusvirta ilmenee taulukosta 2 ja piirroksista 2. Mittaukset tehtiin tiiviissä huoneessa. Sekoitusläpällä ilmanvaihto voidaan pienentää 195 m³/h asti, mikä on 6 % suurimmasta määrästä. Tällöin läppä on asennossa VII ja kiertoilman osuus on tällöin n. 94 % tulosuuttimen tilavuusvirrasta. Lämpötilan säätimen ohjaamana tilavuusvirta pieneni lähes nollaan säätimen antaman jännitteen ollessa pienimmillään 62 . . . 68 V. Taulukkoon on laskettu myös laitteen energian kulutus vaihdettua ilmakiloa kohden. Energian kulutus voi olla tavanomaiseen alipaineilmanvaihtoon verrattuna esim. 1,2-kertainen pyörimisnopeuden säätöä käytettäessä ja 1,3-kertainen sekoitusläppäsäätöä käytettäessä. Energian kulutus on kohtuullinen.

Taulukko 2. Säätöjen vaikutus tilavuusvirtaan, tehontarpeeseen, hyötysuhteeseen ja energian kulutukseen

Table 2. Operating characteristics of Trional-ventilation unit

Sekoitusläpän asento Position of the shutter	Jännite Fan voltage V	Alipaine Static pressure Pa	Tilav.virta Rate of air displace- ment m ³ /h	Tehon- tarve Power re- quirement W	Hyöty- suhde Efficiency %	Energian kulutus Energy con- sumption kJ/kg
I	220	65,8	3 290	336	19	0,31
»	220	47,5	2 650	315	12	0,36
»	151	19,6	1 530	277	3,2	0,55
»	101	5,9	117	108	0,18	2,8
II	220	56,8	2 710	337	13	0,38
»	175	39,0	2 080	336	7,0	0,49
»	150	14,0	1 150	270	1,7	0,72
III	220	52,2	2 190	340	9,6	0,47
»	175	35,2	1 670	324	5,2	0,59
IV	220	57,4	1 460	342	6,9	0,71
»	175	40,1	1 150	327	4,0	0,87
»	150	13,6	550	269	0,78	1,5
V	220	66,0	715	338	3,9	1,4
VI	220	67,2	312	336	1,7	3,3
»	175	48,2	312	323	1,3	3,2
VII	220	67,4	195	336	1,1	5,2
»	175	47,3	157	321	0,64	6,2

ALIPAINE / STATIC PRESSURE Pa



Piirros 2. Ilmanvaihtolaitteen tilavuusvirta säätöläpän ollessa asennoissa I...VII ja säätöjännitteiden ollessa 220...100 V.

Figure 2. Discharge rate with shutter position I...VII and fan voltage 220...100 V

PYÖRIMISNOPEUDEN SÄÄDIN

Puhaltimen mitattu pyörimisnopeus ja sitä vastaava tilavuusvirta riippuen asetetusta minimipyörimisnopeudesta ilmenee taulukosta 3. Säätimen toiminta-alue on hyvin laaja, pienimmillään tilavuusvirta lähenee nollaa.

Mitattu lämpötilan muutos, joka aiheuttaa puhaltimen pyörimisnopeuden muuttumisen suurimmasta pienimpään mahdolliseen, eli säätimen vertoalue, riippuen asetetusta vertoalueesta, ilmenee taulukosta 4. Säätimen pienin vertoalue oli 3°C asetusravon ollessa 2°C. Tilavuusvirta pieneni kuitenkin jo 10%:iin lämpötilan muutoksen ollessa 2°C. Vertoalue on riittävän pieni. Lämpötilan asetustarkkuus oli hyvä, huoneen lämpötila vastasi hyvin säätimeen asetettua lämpötilaa.

Taulukko 3. Puhaltimen minimipyörimisnopeus ja -tilavuusvirta

Table 3. Control of the throughput

Säätimen min-asetus Min-setting of the fan	Puhaltimen jännite Fan voltage V	Pyörimisnopeus Fan speed r/s	Tilavuusvirta Throughput %
1	68	2,2	0
2	109	6,2	8
3	144	13	40
4	171	19	75
5	195	22	92
—	220	23,4	100

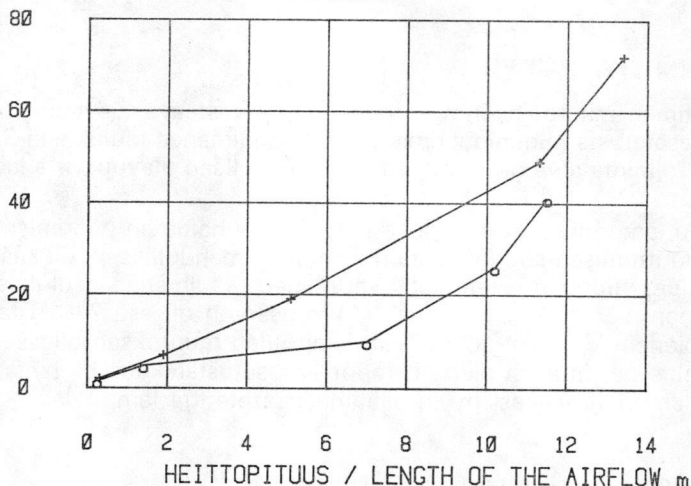
Taulukko 4. Lämpötilan säätimen vertoalue**Table 4.** P-band of the temperature controller

Vertoalueen asetusarvo	°C	2	2	2	2
P-band setting					
Lämpötilan muutos	°C	0	1,0	2,0	3,0
Temperature change					
Puhaltimen pyörimisnopeus	r/s	23,4	21,3	6,3	2,5
Fan speed					
Tilavuusvirta	%	100	91	10	0
Throughput					

ILMASUIHKUN MUOTO JA HEITTOPITUUS

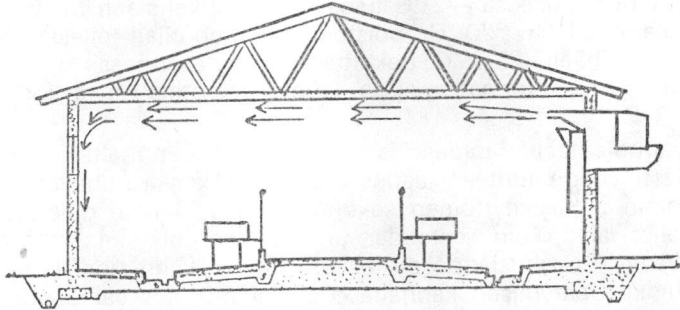
Heittopituudella tarkoitetaan tässä sitä etäisyyttä tulosuuttimesta mitattuna, jossa puhallettavan ilmasuihkun suurin nopeus on alentunut arvoon 0,5 m/s. Heittopituus on esitetty piirroksessa 3 ja 4. Piirroksesta 3 havaitaan, että heittopituus on sitä suurempi, mitä suurempi rakennuksessa oleva alipaine on. Uusissa rakennuksissa, joissa alipaine on 25 ... 50 Pa, heittopituus on siten 8 ... 12 m. Alipaineen ollessa 10 Pa heittopituudeksi tulee 4 ... 7 m.

ALIPAINEN / STATIC PRESSURE P_a

**Piirros 3.** Heittopituus alipaineesta riippuvana**Figure 3.** Length of the airflow

Puhaltimen pyöriessä hitaasti alipaine pienenee tiiviissäkin huoneessa niin, että se on n. 20 Pa läpän ollessa kiinni, ja n. 10 Pa läpän ollessa auki, kun puhaltimen jännite on 150 V. Jos halutaan, että heittopituus on vähintään em. 4 ... 7 m, puhaltimen minimipyörimisnopeuden asetusnupin on oltava vähintään asennossa 3, kun ilmanvaihtolaite on varustettu mittataulukon mukaisella Danfoss-säätimellä. Karjasuojassa ilma liikkuu riittävästi vielä muutamia metrejä heittopituutta

kauemmaksikin, joten ilma vaihtuu 7 ... 15 m etäisyydelle asti tulosuuttimesta. Ilmasuihkun leveys oli 2,5 ... 3 m puhaltimen pyörimisnopeuden ollessa 13 r/s ja 4,5 ... 6 m puhaltimen pyöriessä suurimmalla nopeudellaan.



Piirros 4. Ilmanvirtaus heittopituuden päähän 10 m levyisessä karjasuojassa

Figure 4. The length of the airflow in a cowshed 10 metres wide

MELUN VOIMAKKUUS

Puhaltimen aiheuttaman melun voimakkuus mitattiin laboratoriossa ja 14 lehmän navetassa, jossa oli yksi ilmanvaihtolaite. Tulokset ovat taulukossa 4. Melu ei aiheuta ihmisille terveydellistä haittaa, eikä ole häiritsevän voimakas.

Taulukko 4. Melun kokonaisvoimakkuus

Table 4. Sound pressure level

Mittauspaikka Measuring site	Etäisyys tulosuuttimesta Distance from the intake louvre m	Puhaltimen jännite Fan voltage V	Melun voimakkuus Sound level dBA
Laboratorio	1	219	73 ... 75
Laboratory	»	175	70 ... 72
	»	150	62 ... 63
	»	100	52
Navetta	1	220	72
Stall	3	»	66
	8	»	60
	1	135	57

TOIMINTA KARJASUOJASSA

Ilmanvaihtolaitteen mittauksia ja laitteen käyttäjien haastatteluja tehtiin viidessä karjasuojassa, joista yksi oli lypsykarjanavetta, yksi liha-karjanavetta, kaksi emakkosikalaa ja yksi broilerikanala.

Laitteen karjasuojasta poistama ilmamäärä suureni, kun poistopuolen sälekaihdin ja imukuilu poistettiin. Kun navetasta poistettu ilmamäärä

oli 4 800 m³/h, lisääntyi se em. osien poistamisen jälkeen niin, että se oli 5 400 . . . 5 800 m³/h.

Ulkolämpötilan ollessa —17 °C tulosuuttimesta navettaan tulevan ilman lämpötila oli +13 °C, ja poistoilman lämpötila alhaalla +12 °C ja ylhäällä +13,1 °C. Sekoitusläppä oli tällöin välillä VI—VII.

Ulkolämpötilan ollessa —3 °C tulosuuttimista kanalaan tulevan ilman lämpötila oli 18 . . . 20 °C, poistoilman lämpötilan ollessa alhaalla 23,1 °C ja ylhäällä 22,7 °C. Sekoitusläppä oli asennossa V ja kanalan ilma vaihtui n. 4 kertaa tunnissa. Huonelämpötila 1,5 m korkeudella oli 21 °C.

Ilmanvaihtolaitteella voidaan siten tarvittaessa puhaltaa ilmaa voimakkaasti vedon tunteen jäädessä pieneksi, koska puhallettava ilma on lämmin. Käsi käyttöinen sekoitusläppä on tällöin pidettävä vain niin paljon auki, kuin kosteuden tai kaasujen poistuminen rakennuksesta vaatii. Sekoitusläppä oli joskus jäänyt kiinni, jos se oli jäänyt liiaksi auki. Jäätymisen kannalta olisi parempi, jos säätölaite toimisi niin, että sekoitusläppä sulkeutuisi automaattisesti ennen pyörimisnopeuden pienentymistä.

Jotta katolta putoava lumi ei vaurioittaisi ilmanvaihtolaitetta, eräällä tilalla oli naulattu katolle laitteen kohdalle 5 × 10 cm -lankku. Sähkökatkoksen sattuessa ilma ei vaihdu paljonkaan, koska luonnollista vetoa synnyttävää poistotorvea ei ole.

Laitteen purkaminen puhdistusta varten vaatii työkalujen käyttöä, mutta on muuten kohtalaisen helppoa. Esim. kanalassa puhdistus tehdään eläinten vaihtuessa, eli 6 kertaa vuodessa. Ilmanvaihtolaitteen ja pyörimisnopeuden säätimen käyttöohjeet ovat asianmukaiset.

TIIVISTELMÄ

Trional on alipaineilmanvaihtolaite, jolla voidaan kierrättää sisäilmaa ulko- ja sisäilman hyvän sekoittumisen aikaansaamiseksi. Laitteen suurin tilavuusvirta on 3 800 . . . 4 400 m³/h alipaineen ollessa vastaavasti 50 . . . 25 Pa ja tehontarpeen 330 . . . 324 W. Vaihdettua ilmamäärää voidaan säätää käsi käyttöisen seitsenasentoisen sekoitusläpän avulla välillä 100 . . . 6 % ja lämpötilan ohjaamana toimivan itsetoimivan pyörimisnopeuden säätimen avulla välillä 100 . . . 0 %. Laite puhaltaa ilmaa 7 . . . 15 m etäisyydelle tulosuuttimesta, kun puhaltimen pyörimisnopeus on vähintään 61 % suurimmasta nopeudesta.

Varustettuna käsi käyttöisellä sekoitusläpän säätölaitteella ja itsetoimivalla pyörimisnopeuden säätölaitteella ilmanvaihtolaitteen käyttöominaisuuksia voidaan pitää kohtalaisen hyvinä 1).

SAMMANFATTNING

Trional-ventilationsenheten är av undertrycktyp. Med den kan man blanda återluft med friskluften. Enhetens största luftflöde är 3 800 . . . 4 400 m³/h vid ett statistiskt tryck 50 . . . 25 Pa och effektbehov 330 . . . 324 W. Ventilationsflödet kan man regulera med ett hand-

manövrerat spjäll i sju lägen mellan 100 och 6 % av flödet och med en termostatstyrd varvtalsregulator mellan 100 och 0%. Apparaten blåser luften till 7 . . . 15 m avstånd från inluftjalusien, när fläktens varvtal är minst 14,3 r/s, eller 61 % av maximum.

Urustad med ett handmanövrerat spjäll och temperaturstyrd varvtalsregulator kan bruksegenskaperna av ventilationsenheten bedömas som tämligen goda¹).

CONCLUSIONS

Trional is an exhaust-type ventilation unit with a possibility to recirculate inside air for proper mixing with the incoming air. The maximum air displacement of the unit is 3 800 . . . 4 400 m³/h, at a static pressure of 50 . . . 25 Pa and a power requirement of 330 . . . 324 W. The ventilation rate can be controlled manually by an hinged shutter in seven positions down to 6 per cent of maximum and automatically down to 0 per cent of maximum by a temperature sensitive fan speed control. The unit is forcing air 7 . . . 14 m from the inlet louvre, when the speed is at least 14,3 r/s or 61 per cent of maximum.

Equipped with a manual control of the shutter and an automatic control of the fan speed the functional performance of the unit is fairly good¹).

Vihti 10. 7. 1981

VALTION MAATALOUSKONEIDEN TUTKIMUSLAITOS

SI-yksiköiden ja vanhojen yksiköiden muuntotaulukko

SI-yksikkö			SI-yksikkö		
1 N	= 0,10	kp	1 kp	= 9,81	N
1 kW	= 1,36	hv	1 hv	= 0,74	kW
1 W	= 0,86	kcal/h	1 kcal/h	= 1,16	W
1 Nm	= 0,10	kpm	1 kpm	= 9,81	Nm
1 MJ	= 0,28	kWh	1 kWh	= 3,60	MJ
1 kJ	= 0,24	kcal	1 kcal	= 4,19	kJ
1 MPa	= 9,81	kp/cm ²	1 kp/cm ²	= 0,10	MPa
1 Pa	= 0,10	mm H ₂ O	1 mm H ₂ O	= 9,81	Pa
1 kPa	= 7,51	mm Hg	1 mm Hg	= 0,13	Pa
1 g/kWh	= 0,74	g/hvh	1 g/hvh	= 1,36	g/kWh

Etuliitteitä

mega = M = 1000000	milli = m = 0,001
kilo = k = 1000	mikro = μ = 0,000001

1) Käyttöominaisuudet ja kestävyys arvostellaan seuraavia arvosanoja käyttäen:

erittäin hyvä
hyvä

kohtalaisen hyvä
tydyttävä

runsaasti huomauttamista
huono

1) Hållbarheten och bruksegenskaperna bedöms enligt följande skala:

mycket god
god

tämligen god
nöjaktig

mycket att anmärka
dålig

1) The functional performance and durability ratings are:

very good
good

fairly good
satisfactory

many remarks
poor

Koetus- ja tutkimustulosten vanhenemisen vuoksi sekä väärinkäsitysten ja harhauttavien tietojen välttämiseksi koetus- ja tutkimuselostuksia tai erillisiä koetus- ja tutkimustuloksia ei ole lupa julkaista eikä kirjallisesti esittää ilman tutkimuslaitoksen kussakin tapauksessa erikseen antamaa kirjallista lupaa.

Helsinki 1981. Valtion painatuskeskus